

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | Σελ. |
|---|-----------|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 3 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ | 4 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΦΟΡΤΙΑ | |
| 2.1 Κατηγορίες Φορτίων | 11 |
| 2.1.1 Μόνιμα Φορτία | 12 |
| 2.1.2 Κινητά Φορτία | 12 |
| 2.1.2.1 Φορτίο Χιονιού | 13 |
| 2.1.2.2 Ανεμοπίεση | 14 |
| 2.1.3 Σεισμικές Δράσεις | 18 |
| 2.2 Συνδυασμοί Φόρτισης | 28 |
| 2.2.1 Οριακές Καταστάσεις | 29 |
| 2.2.2 Συνδυασμοί στην Οριακή κατάσταση Αστοχίας | 29 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ | 34 |
| 3.1 Γεωμετρία φορέα | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΛΩΝ | |
| 4.1 Γενικά | 57 |
| 4.2 Κατάταξη Διατομών – Βασικές Αρχές | 58 |
| 4.3 Οριακή Κατάσταση Αστοχίας | 62 |
| 4.4 Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας | 70 |
| 4.5 Ανάλυση και έλεγχος Μελών | 71 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ | |
| 5.1 Εισαγωγή | 127 |

| | |
|--|-----|
| 5.2 Προσομοίωση μαζών | 129 |
| 5.3 Μέθοδοι υπολογισμού | 130 |
| 5.4 Σύγκριση καταπόνησης χαρακτηριστικών στοιχείων κτιρίου | 141 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ **148**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

| | |
|---|-----|
| 7.1 Δοκός με Πολλαπλά Πολυγωνικά Ανοίγματα στον Κορμό της | 153 |
| 7.2 Πανέλα Όψεως | 162 |

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ **165**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ **178**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **179**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (AUTOCAD)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΙΣ

Εισαγωγή

Αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η διαδικασία σχεδιασμού και διαστασιολόγησης ενός σχετικά μεγάλου έργου με φέροντα οργανισμό από χάλυβα με την χρήση ενός εμπορικού προγράμματος. Το κτήριο που επιλέχθηκε είναι ένα μεταλλικό κτήριο που αποτελεί ένα στατικώς ανεξάρτητο τμήμα του Κέντρου Γραπτού τύπου (MPC) που κατασκευάστηκε παράπλευρα του υφιστάμενου εκθεσιακού χώρου της HELEXPO για την κάλυψη των αναγκών των Ολυμπιακών Αγώνων. Η παρούσα διπλωματική θα εξετάσει το κτήριο 2B.

Αρχικά γίνεται η τοποθέτηση των φορτίων με βάση τους εξής κανονισμούς :

| |
|---|
| Φορτία ανέμου : Ευρωκώδικας 1 , Μέρος 2-4 |
| Φορτία θερμοκρασιακής μεταβολής : Ευρωκώδικας 1, Μέρος 2-5 |
| Φορτία χιονιού : Ευρωκώδικας 1, μέρος 2-3 |
| Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000 |
| Συνδυασμοί φορτίσεων: Ευρωκώδικας 3 , Μέρος 1.1, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 5 , Ε.Α.Κ. 2000 |

Μετέπειτα πραγματοποιείται η επίλυση της κατασκευής με το πρόγραμμα ανάλυσης και διαστασιολόγησης μεταλλικών κατασκευών ETABS .

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1]



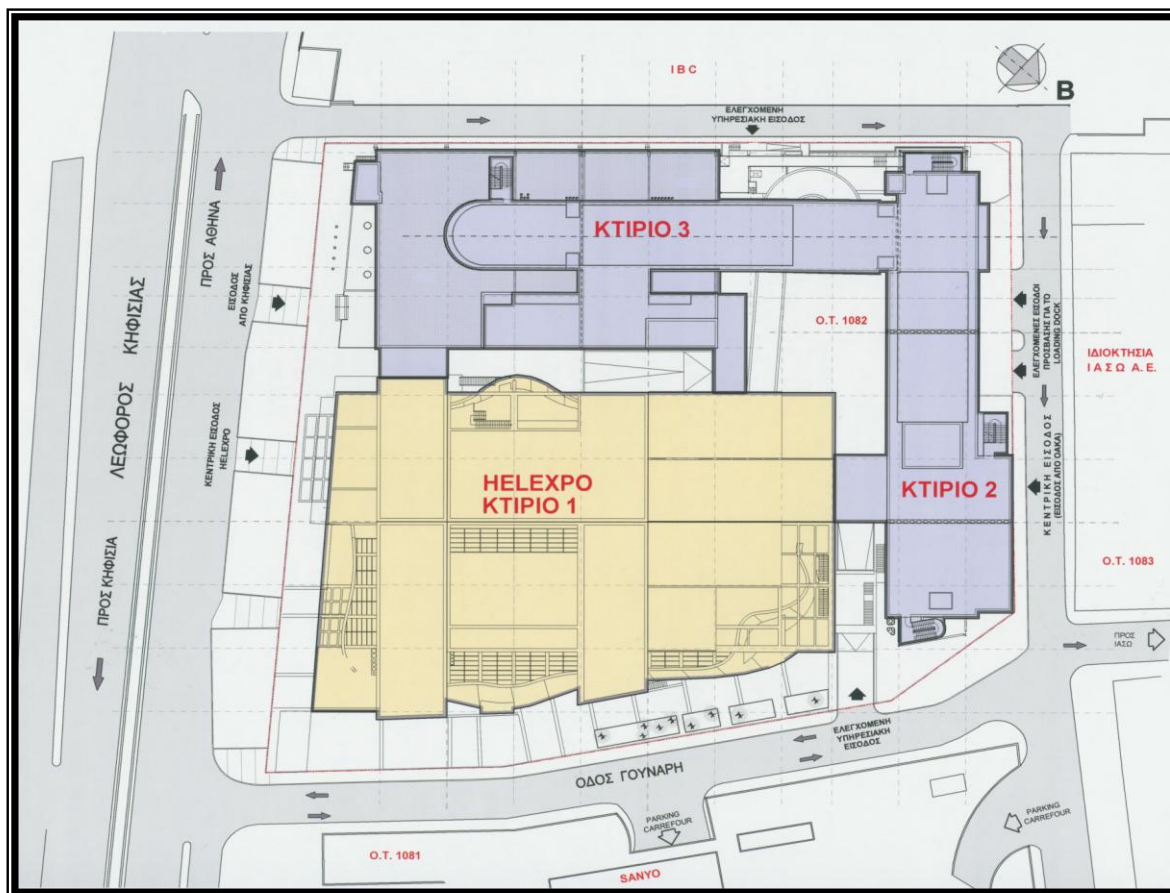
ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Το κτίριο του Κέντρου Γραπτού Τύπου (Main Press Center - MPC) των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004, κατασκευάστηκε σε γήπεδο επί της λεωφόρου Κηφισίας, δίπλα στις κεντρικές Ολυμπιακές εγκαταστάσεις. Ανεγέρθηκε παράπλευρα και πίσω από το υφιστάμενο εκθεσιακό κέντρο (HELEXPO), με το οποίο συνδέεται μέσω τριών πολυώροφων γεφυρών επικοινωνίας και με το οποίο αποτελεί λειτουργικά ενιαίο σύνολο. Τα νέα κτίρια έχουν υπόγειους ορόφους με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ η ανωδομή του κτιρίου κατασκευάστηκε από χαλύβδινα στοιχεία.



Το κτίριο του MPC έχει τρεις υπόγειους ορόφους από οπλισμένο σκυρόδεμα και επτά ορόφους (περιλαμβανομένου του ισογείου) με σκελετό από χάλυβα. Η μεταλλική ανωδομή υποδιαιρείται σε έξι στατικώς ανεξάρτητα τμήματα διαχωριζόμενα σαφώς με αρμούς διαστολής και διπλά υποστυλώματα εκατέρωθεν των αρμών αυτών. Οι υπόγειοι όροφοι

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

προϋπήρχαν σε ένα μεγάλο τμήμα της κατόψεως ενώ στο υπόλοιπο κατασκευάστηκαν εξ' αρχής. Έτσι ο σκελετός από χάλυβα εδράζεται είτε στην απόληξη των νέων υποστυλωμάτων στην οροφή του πρώτου υπογείου, είτε στην οροφή του υπάρχοντος υπογείου. Στη δεύτερη περίπτωση η έδραση των μεταλλικών στύλων γίνεται σε υπάρχοντες κόμβους δοκών-υποστυλωμάτων από σκυρόδεμα, μετά από διάτρηση των δοκών και τοποθέτηση αγκυρίων.

Η επιλογή του χάλυβα ως υλικού για το φέροντα οργανισμό συνδέεται με την ταχύτητα ανέγερσης του, το μικρό σχετικά βάρος του (κυρίως ως προς το προϋπάρχον υπόγειο τμήμα από σκυρόδεμα) και τα σχετικά μεγάλα ανοίγματα (27.0 m), που είναι απαραίτητα σε ορισμένα τμήματα του κτιρίου. Χρησιμοποιήθηκε χάλυβας ποιότητας S355.

Στο μεγαλύτερο τμήμα του συνολικού κτιρίου τα υποστυλώματα είναι διατεταγμένα γενικά ανά 12.0 m και δημιουργούν ένα πλαίσιο χωρικό σύστημα με δοκούς που συνδέονται



κοχλιωτά (κοχλίες ποιότητας 10.9) με αυτά και κατά τις δύο διευθύνσεις. Για το λόγο αυτό τα

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

υποστυλώματα είναι γενικά σταυροειδούς διατομής (δυο διπλά ταυ με κάθετους κορμούς, Σχ. 1). Η απόσταση μεταξύ των κυρίων πλαισιακών δοκών γεφυρώνεται με δευτερεύουσες δοκούς διατασσόμενες ανά 3.0 m (Φωτ. 13). Οι δευτερεύουσες δοκοί έχουν κατασκευαστεί με συστηματικά εξαγωνικά ανοίγματα στον κορμό τους (castellated beam) ώστε να εξυπηρετείται η δίοδος των δικτύων εξυπηρέτηση του κτιρίου (Φωτ. 14, Φωτ. 15 και Φωτ. 16). Οι πλάκες έχουν κατασκευαστεί ως σύμμικτες με κατάλληλο χαλυβδόφυλλο, το οποίο χρησιμεύει τόσο ως ξυλότυπος για το νωπό σκυρόδεμα αλλά και ως εξωτερικός οπλισμός για την πλάκα (Φωτ. 17 και Φωτ. 18). Οι οπλισμοί της πλάκας έχουν τοποθετηθεί σε κατάλληλη απόσταση από το χαλυβδόφυλλο ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις παθητικής πυροπροστασίας. Γενικά, για τις σύμμικτες πλάκες (πάχους 11 < πη) έχουν εφαρμοστεί οι διατάξεις του Ευρωκώδικα 4. Οι δοκοί δεν έχουν κατασκευαστεί ως σύμμικτες.



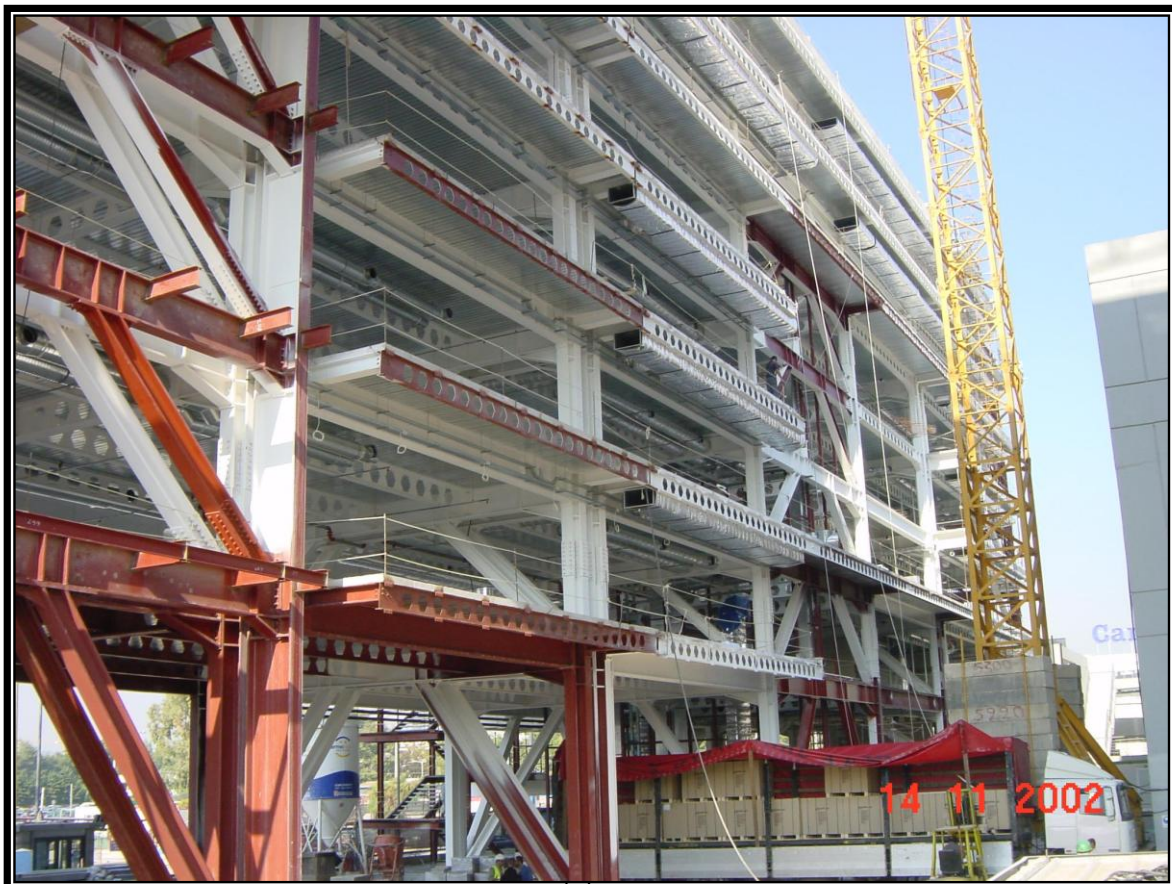
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Στις περιμετρικές δοκούς μόνο έχουν τοποθετηθεί διατμητικοί σύνδεσμοι για τη μεταφορά των σεισμικών δυνάμεων από την πλάκα προς τα κατακόρυφα (μεταξύ υποστυλωμάτων) συστήματα δυσκαμψίας για τα οποία θα γίνει αναφορά στη συνέχεια.

Το έργο μελετήθηκε και εκτελέστηκε κατά τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 και του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (ΕΑΚ 2000). Για τα ωφέλιμα φορτία έχουν εφαρμοστεί οι συνήθειες τιμές για χώρους γραφείων και χώρους συγκέντρωσης κοινού και αυξημένες τιμές για τους χώρους αποθηκών (1000 kg/m^2) και τους χώρους μηχανημάτων (1500 Kg/m^2). Ελήφθησαν υπ' όψη η ανεμοπίεση κατά τον Ευρωκώδικα 1 με ταχύτητα ανέμου 36 m/sec^2 και διαφορά θερμοκρασίας στο μεταλλικό σκελετό $+20 \text{ }^\circ\text{C}$. Τηρήθηκε ο περιορισμός να μην προκαλούνται στο κτίριο, από οποιοδήποτε λόγο, κινήσεις των οποίων η επιτάχυνση να είναι μεγαλύτερη από 0.1 m/sec^2 . Η εδαφική επιτάχυνση θεωρήθηκε ίση προς $0.24g$, ο συντελεστής σπουδαιότητας ίσος προς 1.15 και ο συντελεστής συμπεριφοράς ίσος προς $\alpha=4$. Ελήφθη υπόψη και η επιρροή της κατακόρυφης συνιστώσας του σεισμού. Τα σεισμικά φορτία παραλαμβάνονται μέσω δικτυωτών έκκεντρων συνδέσμων δυσκαμψίας με επαναλαμβανόμενα στοιχεία ανά όροφο. Η



σεισμική ανάλυση έγινε κατά τη δυναμική φασματική μέθοδο. Ανάλογα με την επιθυμητή γεωμετρία της κατασκευής και την επιθυμητή δυσκαμψία, χρησιμοποιήθηκαν σύνδεσμοι με δοκούς σύζευξης σε άλλες θέσεις καμπτικές και σε άλλες διατμητικές. Οι διαγώνιοι των συνδέσμων συνδέθηκαν κοχλιωτά προς τα λοιπά στοιχεία. Όλα τα πέραν των δοκών σύζευξης στοιχεία διαστασιολογήθηκαν ικανοτικά κατά τις προβλέψεις του παραρτήματος Γ' του αντισεισμικού κανονισμού. Η κύρια περίοδος ταλάντωσης του κτιρίου όφειλε με βάση τις προδιαγραφές να είναι μικρότερη από 0.80 sec και γι' αυτό η δυσκαμψία όλων των επί μέρους κτιρίων διαμορφώθηκε ώστε να ικανοποιείται και η απαίτηση αυτή.

Η επιφανειακή προστασία των μεταλλικών στοιχείων πραγματοποιήθηκε μέσω βαφής πυροπροστασίας σε πάχος επαρκές, κατά περίπτωση διατομής, ώστε να εξασφαλίζει δείκτη πυραντίστασης μίας ώρας. Εφαρμόστηκαν εκτοξευόμενα χρώματα στο εργοτάξιο. Της βαφής πυροπροστασίας προηγήθηκε, προ της βιομηχανικής κατεργασίας, αμμοβολή και εφαρμογή αρχικού συμβατού χρώματος (primer), ακολούθησαν δε δύο στρώσεις τελειώματος και προστασίας.

Η συνολική επιφάνεια των ορόφων που κατασκευάστηκαν με μεταλλικό σκελετό είναι 30.000 m² και η ποσότητα του χάλυβα που ενσωματώθηκε 4800 περίπου τόνοι. Η διάρκεια ανέγερσης του μεταλλικού σκελετού ήταν έξι μήνες.

Κατά τη διάρκεια των Ολυμπιακών Αγώνων το κτίριο λειτούργησε ως το Κέντρο Γραπτού Τύπου που μαζί με το παράπλευρα νέοδομημένο IBC αποτέλεσαν, λόγω του προορισμού τους, ένα από τα κομβικά σημεία των αγώνων.

Στη μεταολυμπιακή περίοδο προβλεπόταν να μετεξελιχθεί σε Κέντρο Πολλαπλών Χρήσεων με έμφαση στους τομείς των Εκθέσεων (κυρίως) και Συνεδρίων. Αυτή η αναμενόμενη μεταολυμπιακή δραστηριότητα αναμφίβολα υπερτοπικής σημασίας - σε συνδυασμό μάλιστα με την αναβαθμισμένη δραστηριότητα του μεταολυμπιακού ΟΑΚΑ, αποτελούσε τη βάση για ανάπτυξη ενός «θεματικού τουρισμού: Αθλητικού - Εκθεσιακού - Συνεδριακού». Η περιοχή στερείται τουριστικής υποδομής και μάλιστα «επιλεκτικού τουρισμού» (ή υψηλής στάθμης), όπως επιβάλλει η μεταολυμπιακή ταυτότητα της εγγύς περιοχής ΟΑΚΑ. Η προτεινόμενη

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

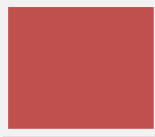
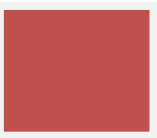
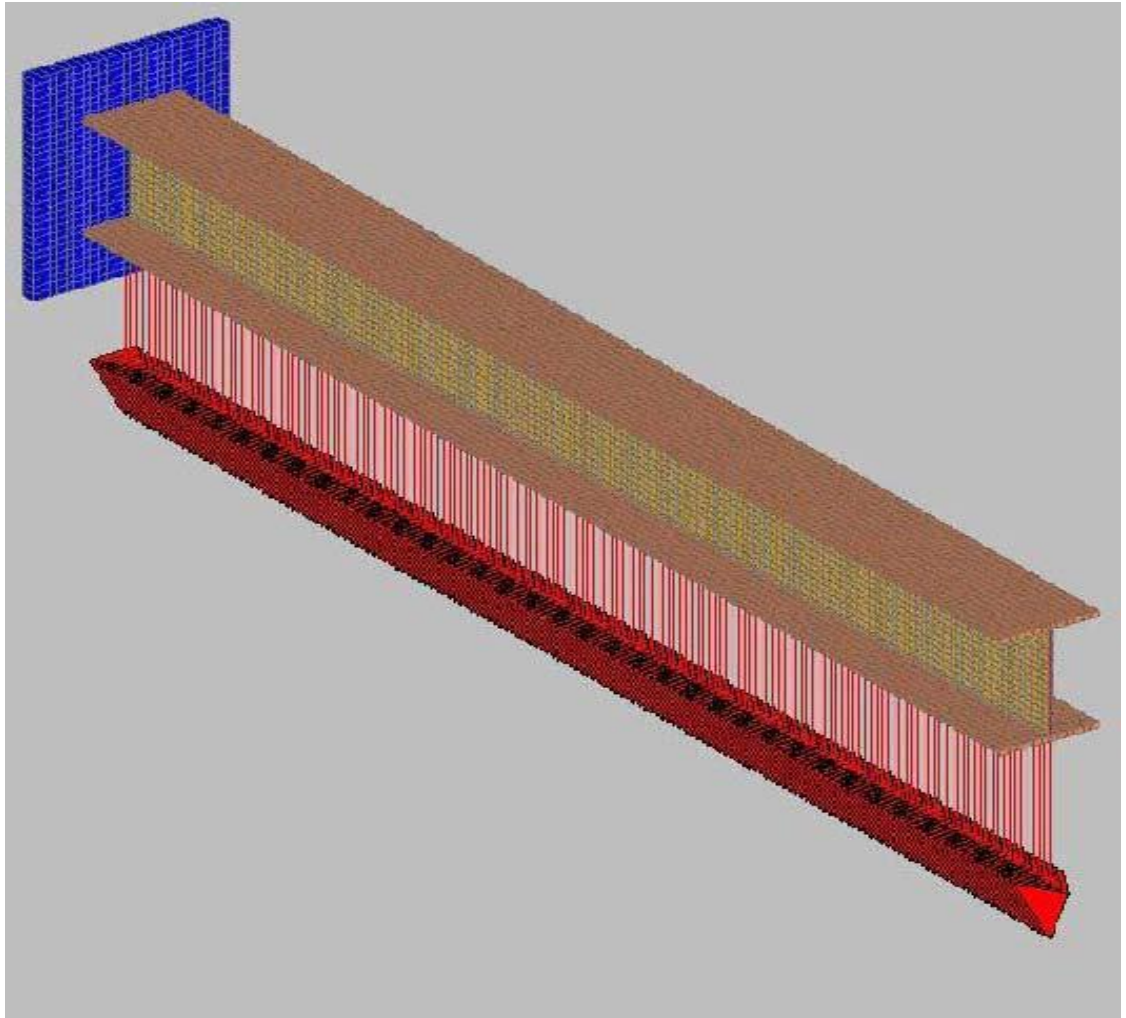
Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

μάλιστα επένδυση αντιστοιχούσε μια από εκείνες τις μορφές τουρισμού που εμπλουτίζουν το ελληνικό τουριστικό προϊόν, ώστε να αποκτήσει την αναγκαία πολυμέρεια και πληρότητα.

Το κτίριο στεγάζει το υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης. Σημειώνουμε ότι η αρχική απόφαση αφορούσε μεταστέγαση τμήματος του ΥΠΕΧΩΔΕ η οποία δεν υλοποιήθηκε διότι εξαρτιόταν από την ταυτόχρονη μίσθωση από το υπουργείο του κτιρίου της «Αθήνας 2004» στη Νέα Ιωνία.

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2]



ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

2.1 Κατηγορίες Φορτίων

Η εκτίμηση των φορτίων και δυνάμεων που καταπονούν την κατασκευή δεν είναι πανταχού δυνατή με ακρίβεια. Η κατανομή μιας φόρτισης καθορίζεται συνήθως με παραδοχές και προσεγγίσεις, ακόμα κι αν η φόρτιση είναι γνωστή. Τα φορτία που δρουν στην κατασκευή διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Τα Μόνιμα Φορτία (Dead Loads)
- Τα Κινητά Φορτία (Live Loads)
- Τα Τυχηματικά Φορτία (Accidental Loads), τα οποία δεν αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης στην συγκεκριμένη εργασία.

Τα παραπάνω μπορούν να δρουν σε συνδυασμό, οι συνδυασμοί αυτοί των φορτίσεων και η ακριβής τιμή τους σε αυτές λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό με την μέθοδο των οριακών καταστάσεων.

2.1.1 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

Το Μόνιμο ή Νεκρό φορτίο είναι ένα φορτίο σταθερής διεύθυνσης, γιατί ενεργεί συνεχώς επί της κατασκευής με κατεύθυνση το κέντρο της γης, δηλαδή είναι στατικό φορτίο. Στα μόνιμα φορτία περιλαμβάνεται το σύνολο του ίδιου βάρους της κατασκευής και των λοιπών φερόμενων στοιχείων επί αυτής κατά τη διάρκεια της ζωής της (π.χ. μονώσεις, επιστρώσεις). Στην ανάλυση εκτιμήθηκε μόνιμο φορτίο κατασκευής ως εξής:

Ίδιο Βάρος Μορφοχάλυβα **78.50 KN/m³**

Ίδιο Βάρος Σκυροδέματος Σύμμικτων Πλακών **25.00 KN/m³**

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης διπλωματικής θεωρήθηκε φορτίο επικάλυψης ενιαίο με τιμή **1.00 KN/m²**, παρόλο που από σημείο σε σημείο της κατασκευής αυτό μπορεί να έχει διακυμάνσεις ανάλογα αν πρόκειται για κλίμακες, δώματα, κλίμακες, αμφιθέατρα κλπ.

2.1.1.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Στη κατασκευή ασκείται ως φορτίο θερμοκρασιακή μεταβολή μεγέθους $\Delta T = 20$ η εφαρμογή του γίνεται μέσω του προγράμματος στα χαλύβδινα μέλη της κατασκευής.

2.1.2 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

Τα **Κινητά** ή **Μεταβλητά φορτία** είναι φορτία βαρύτητας ή πλευρικά φορτία που δρουν, όταν η κατασκευή βρίσκεται πλέον σε λειτουργία, και μεταβάλλονται ως προς τη θέση και το μέγεθός τους. Αυτά μπορεί να έχουν μόνιμο ή και παροδικό χαρακτήρα. Στα κτίρια τα φορτία αυτά λαμβάνονται ως ομοιόμορφα κατανεμημένα. Στα κινητά φορτία βαρύτητας περιλαμβάνονται άτομα, έπιπλα, αποθηκευμένα αντικείμενα. Στην ανάλυση εκτιμήθηκαν κινητά φορτία κατασκευής 250 kg/m^2 για ολόκληρη την κατασκευή εκτός από την οροφή του τελευταίου ορόφου όπου εκτιμήθηκαν 200 kg/m^2 ως βατό δώμα που δεν αποκλείεται η συγκέντρωση ανθρώπων. (Τα φορτία αυτά είναι κατακόρυφα)

2.1.2.1 ΦΟΡΤΙΟ ΧΙΟΝΙΟΥ

Το **Φορτίο Χιονιού** είναι το κινητό φορτίο βαρύτητας με το οποίο υπολογίζονται οι επίπεδες και οι κεκλιμένες στέγες. Η τιμή του κινητού φορτίου λόγω χιονιού εξαρτάται από την κλίση της στέγης, την τοποθεσία αλλά και τον προσανατολισμό της κατασκευής ως προς την κύρια διεύθυνση που πνέουν οι άνεμοι. Η συγκεκριμένη κατασκευή έχει στέγη οριζόντια οπότε τα φορτία χιονιού θεωρήθηκε ότι καταπονούν ομοιόμορφα ολόκληρο το εμβαδό της στέγης. Τα φορτία χιονιού εκτιμήθηκαν στα **0,75 KN/m²**.

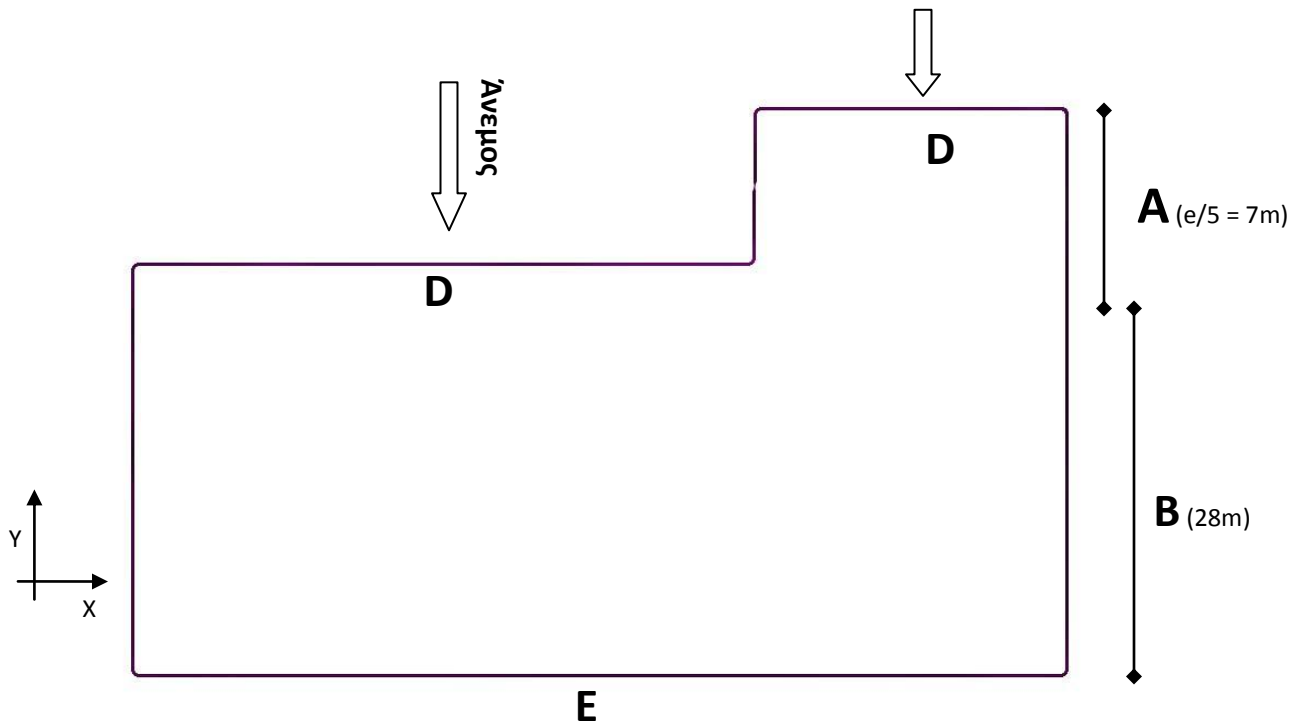
Στα **πλευρικά κινητά φορτία** περιλαμβάνονται : η **Ανεμοπίεση** και οι **Σεισμικές Δυνάμεις** .

2.1.2.2 ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ

Όλες οι κατασκευές υπόκεινται σε **Ανεμοπίεση**, συνήθως όμως για ορισμένες μόνο από αυτές απαιτείται ο έλεγχος αντοχής σε ανεμοπίεση π.χ. μονώροφες σιδηρές κατασκευές με ελεύθερο τον περιβάλλοντα χώρο, πολυώροφες οικοδομές με φέροντα οργανισμό από χάλυβα κ.λ.π. Η τιμή του φορτίου σχεδιασμού λόγω ανέμου προσδιορίζεται από τον Ευρωκώδικα 1.

- Παραδοχές:

Επειδή το κτίριο αποτελεί τμήμα ενός μεγαλύτερου συνόλου θεωρούμε ότι ο άνεμος καταπονεί την κατασκευή μόνο κατά την (καθολική) διεύθυνση y και όχι κατά x αφού οι πλευρές που είναι κάθετες στην x συνδέονται με τα άλλα ανεξάρτητα στατικά κτίρια του MPC. Το περίγραμμα της κάτοψης του κτιρίου έχει ως εξής:



Έτσι μόνο οι πλευρές D και E της κάτοψης δέχονται τα απευθείας πλευρικά φορτία ανέμου.

Ως ταχύτητα ανέμου επιλέχθηκε για την ανάλυση αυτή των 30m/s (Λίγο μεγαλύτερη των 27m/s που είναι για την ελληνική ενδοχώρα, σε απόσταση μεγαλύτερη των 10 km από θάλασσα).

Ο υπολογισμός του ανέμου έγινε ως εξής:

- Στους κατακόρυφους τοίχους:

Πρόκειται για κατακόρυφους τοίχους με ορθογωνική κάτοψη.

Το συνολικό ύψους του κτιρίου εκτιμάται στα 27.5 m = h Το μήκος b του κτιρίου είναι 34.99 m (πλευρά E) και η κάθετη διάσταση είναι 12 m και 19.75 m αντίστοιχα.

Άρα $h \leq b$ οπότε καθένας από τους κατακόρυφους τοίχους λαμβάνεται ως ένα τμήμα με $z_e = h$. Ο λόγος h/d είναι 1.39 ή 1.46 για $d=19.75m$ και $d=12m$ αντίστοιχα. Επιλέγουμε το 1.46 ως **δυσμενέστερο** και από τον πίνακα 2.1 με γραμμική παρεμβολή λαμβάνουμε τις παρακάτω τιμές για τους συντελεστές εξωτερικής πίεσης για τους κατακόρυφους τοίχους.

$$e = \min(b, 2h) = 34.99m$$

| Ζώνη | A | | B | | C | | D | | E | |
|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ |
| 5 | -1,2 | -1,4 | -0,8 | -1,1 | -0,5 | | +0,8 | +1,0 | | -0,7 |
| 1 | -1,2 | -1,4 | -0,8 | -1,1 | -0,5 | | +0,8 | +1,0 | | -0,5 |
| $\leq 0,25$ | -1,2 | -1,4 | -0,8 | -1,1 | -0,5 | | +0,7 | +1,0 | | -0,3 |

Για ενδιάμεσες τιμές του h/d θα χρησιμοποιείται γραμμική παρεμβολή.
Πίνακας 2.1

| | A | | B | | D | | E | |
|------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ |
| 1.46 | -1.2 | -1.4 | -0.8 | -1.1 | 0.8 | 1.0 | -0.523 | -0.523 |

Θεωρούμε κατηγορία εδάφους IV δηλαδή περιοχή όπου τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτίρια και το μέσο ύψος τους ξεπερνά τα 15 m. Για αυτή την κατηγορία εδάφους οι παράμετροι είναι $Z_0 = 1.0 \text{ m}$ και $Z_{min} = 10 \text{ m}$.

Το έδαφος θεωρείται επίπεδο $\implies C_0(z_e) = 1$

Η μέση ταχύτητα ανέμου σε ύψος z πάνω από το έδαφος είναι

$$V_m(z) = C_r(z) \times C_0(z) \times V_b$$

Επειδή $Z_{min} = 10\text{m} \leq Z_e = 27.50\text{m} \leq Z_{max} = 200\text{m}$

$$\implies C_r(z_e) = k_r \times \ln(z_e/z_0)$$

$$k_r = 0.19 \times (z_0/z_{0,II})^{0.07} = 0.234329$$

$$C_r(z_e) = 0.77661$$

$$\text{Άρα } V_m(z) = 0.77661 \times 1 \times 30 = 23.3 \text{ m/sec}$$

Η πίεση αιχμής σε ύψος Z_e είναι

$$q_p(z_e) = [1 + 7I_v(z_0)] \times 0.5 \times \rho \times V_m^2(z_e)$$

$$I_v(z_0) = \frac{k_1}{c_0(z_e) \times \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right)} = 0.30, \quad \text{Άρα } q_p = 1.05 \text{ kN/m}^2$$

Η τελική πίεση (εξωτερική) στους κατακόρυφους τοίχους δίνεται από την σχέση

$$w_e = q_p(z_e) \times c_{pe,10} \quad \text{οπότε για την κάθε πλευρά του κτιρίου έχουμε :}$$

$$w_{eD} = 1.05 \times 0.80 = 0.84 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eE} = 1.05 \times 0.523 = 0.55 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eA} = 1.05 \times 1.20 = 1.26 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eB} = 1.05 \times 0.80 = 0.84 \text{ kN/m}^2$$

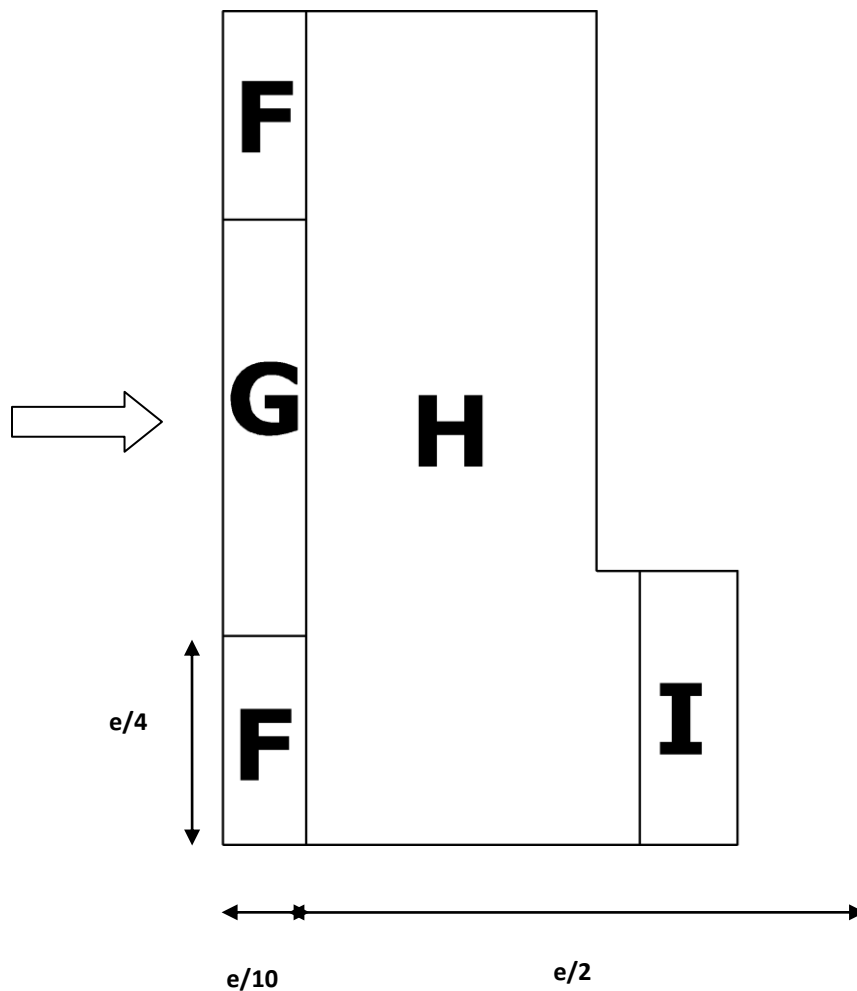
- Στη στέγη:

Θεωρούμε ότι στέγη έχει στηθαίο και κατά προσέγγιση ο λόγος $h_p/h = 0.05$

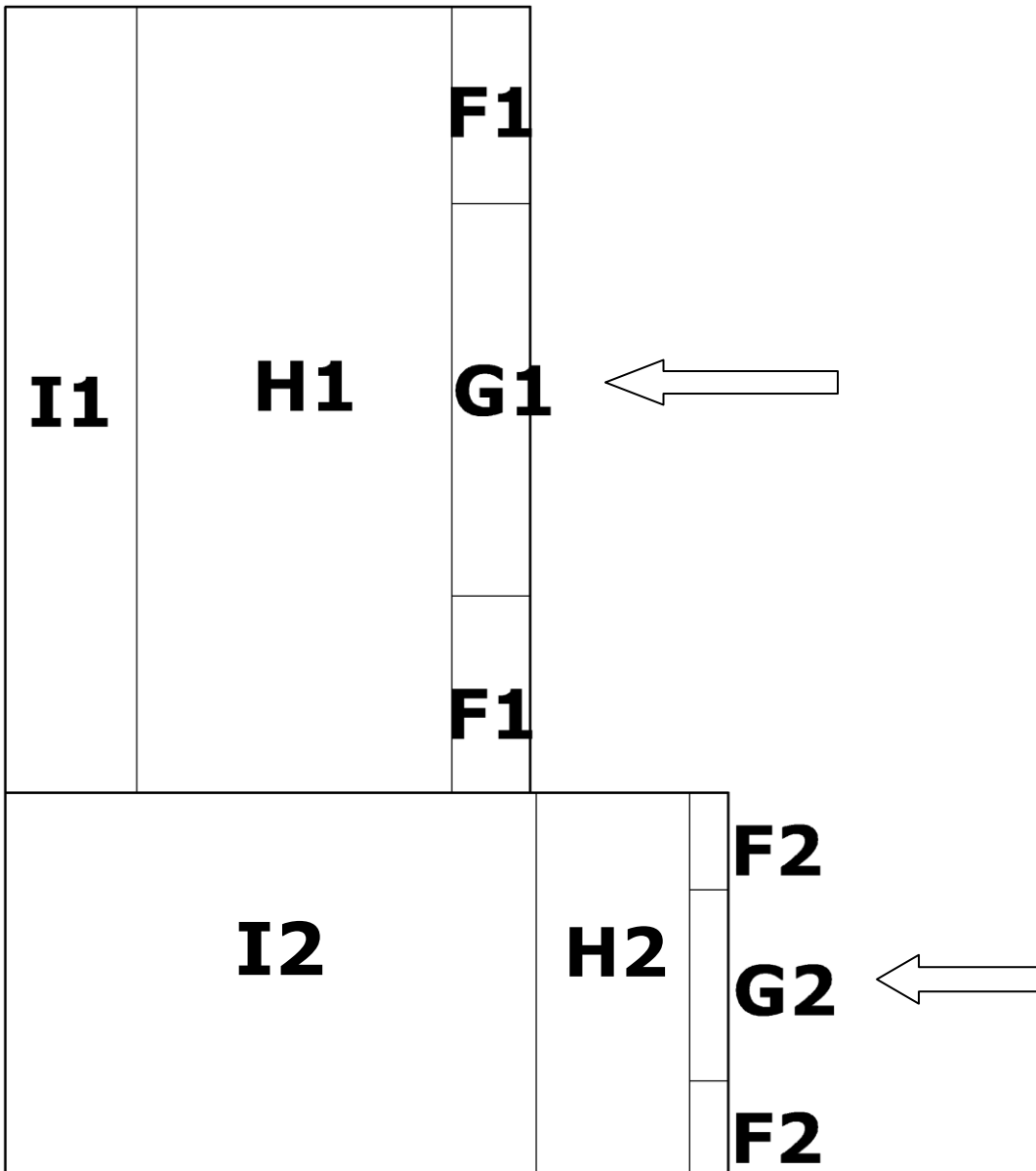
Τότε για τους συντελεστές εξωτερικής πίεσης προκύπτουν οι παρακάτω τιμές:

| ΖΩΝΗ | | | | | | | |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| F | | G | | H | | I | |
| $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ |
| -1.4 | -2.0 | -0.9 | -1.6 | -0.7 | -1.2 | ±0.2 | |

Προκύπτει το παρακάτω σχήμα:



Για αντίθετης φορά άνεμο διαιρώ το κτίριο σε 2 ορθογωνικά τμήματα και προκύπτουν οι επιφάνειες που φαίνονται παρακάτω:



Στο παραπάνω σχήμα έχει προκύψει $e_1 \approx 11.5m$ και $e_2 \approx 23.49m$

Οι πιέσεις στην στέγη της κατασκευής έχουν διανεμηθεί με βάση τις παραπάνω επιφάνειες (για την εκάστοτε φορά ανέμου) και είναι οι εξής:

$$w_{eF} = 1.05 \times 1.40 = 1.47 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eG} = 1.05 \times 0.90 = 0.95 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eH} = 1.05 \times 0.70 = 0.74 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eI} = 1.05 \times 0.20 = 0.21 \text{ kN/m}^2$$

2.1.3 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Ως σεισμικές δράσεις σχεδιασμού θεωρούνται οι λόγω σεισμού ταλαντωτικές κινήσεις του εδάφους, για τις οποίες απαιτείται να γίνεται ο σχεδιασμός των έργων. Οι κινήσεις αυτές ονομάζονται σεισμικές διεγέρσεις ή σεισμικές δονήσεις του εδάφους. Η ένταση των σεισμικών διεγέρσεων σχεδιασμού καθορίζεται συμβατικά με μία μόνη παράμετρο, την επιτάχυνση σχεδιασμού A , ανάλογα με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της χώρας στην οποία βρίσκεται το έργο. Η εδαφική επιτάχυνση A κλιμακώνεται περαιτέρω μέσα στην ίδια ζώνη (τιμές $A_{γ_I}$), ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας των έργων «κανονικού κινδύνου». Οι σεισμικές διεγέρσεις σχεδιασμού ορίζονται στην ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους και η σεισμική κίνηση τυχόντος σημείου του εδάφους στο χώρο καθορίζεται με τη βοήθεια των δύο οριζόντιων και κάθετων μεταξύ τους συνιστωσών της (σεισμός κατά x και y αντίστοιχα, με τυχόντα προσανατολισμό) και της κατακόρυφης συνιστώσας (σεισμός κατά z). Οι τρεις αυτές συνιστώσες θεωρούνται στατιστικά ανεξάρτητες.

Οι σεισμικές διεγέρσεις καθορίζονται με τη βοήθεια φασμάτων απόκρισης (σε όρους επιτάχυνσης) ενός μονοβάθμιου ταλαντωτή. Τα φάσματα σχεδιασμού περιλαμβάνουν τα παρακάτω δύο μέρη, τα οποία συνδέονται αναπόσπαστα και από κοινού αποτελούν την απαίτηση του κανονισμού:

α) Το σχήμα του φάσματος, που καθορίζεται από την τιμή της μέγιστης ενίσχυσης β₀ και τις περιόδους T₁ και T₂.

β) Την ένταση των σεισμικών διεγέρσεων, η οποία εκτός από την ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας (συντελεστής α), επηρεάζεται και από τις ελαστοπλαστικές και αποσβεστικές ιδιότητες της ίδιας της κατασκευής.

ΦΑΣΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Έγινε απευθείας εισαγωγή των τιμών του φάσματος του ΕΑΚ2000 οι οποίες υπολογίστηκαν για ένα εύρος περιόδων από 0 μέχρι 5 sec, ανά 0.05 sec, μέσω αρχείου που κατασκευάστηκε στο EXCEL.

Η σεισμική διέγερση μετρήθηκε με τη βοήθεια του παρακάτω φάσματος σχεδιασμού:

Περιοχή Περιόδων

Εξίσωση

$$0 \leq T < T_1: \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 \cdot A \cdot \left[1 + \frac{T}{T_1} \left(\frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} - 1 \right) \right] \dots\dots\dots$$

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \dots\dots\dots$$

$$T_2 < T: \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \cdot \left(\frac{T_2}{T} \right)^{2/3} \dots\dots\dots$$

όπου:

- A = α g **μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους**
- α = 0,24 **συντελεστής επιτάχυνσης για ζώνη *σεισμικής επικινδυνότητας III***
- g = 9,81 **επιτάχυνση της βαρύτητας**
- γ = 1,15 **συντελεστής σπουδαιότητας του κτιρίου για *κατηγορία σπουδαιότητας Σ₃***
- q = 4 **συντελεστής συμπεριφοράς της κατασκευής**
- θ = 1 **συντελεστής επιρροής της θεμελίωσης**

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

$T_1 = 0,20 \text{ sec}$ χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος για

και $T_2 = 0,80 \text{ sec}$ κατηγορία εδάφους Γ

$\beta_0 = 2,5$ συντελεστής φασματικής ενίσχυσης

$$\eta = \sqrt{\frac{7}{2+\zeta}} = \sqrt{\frac{7}{2+3}} = 1,18 \quad \text{διορθωτικός συντελεστής για ποσοστό απόσβεσης 3\%}$$

Πίνακας 2.2 : Σεισμική Επιτάχυνση Εδάφους.

| Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας | I | II | III | IV |
|--------------------------------|------|------|------|------|
| α | 0.12 | 0.16 | 0.24 | 0.36 |

Πίνακας 2.3 : Συντελεστές Σπουδαιότητας.

| Κατηγορία Σπουδαιότητας | | γ_1 |
|-------------------------|--|------------|
| Σ1 | Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, π.χ. αγροτικά οικήματα, υπόστεγα, στάβλοι κλπ. | 0.85 |
| Σ2 | Συνήθη κτίρια κατοικιών και γραφείων, βιομηχανικά κτίρια, ξενοδοχεία κλπ. | 1.00 |
| Σ3 | Εκπαιδευτικά κτίρια, κτίρια δημόσιων συναθροίσεων, αίθουσες αεροδρομίων και γενικώς κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου. Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας (π.χ. κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες) κλπ. | 1.15 |
| Σ4 | Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, κτίρια δημόσιων επιτελικών υπηρεσιών. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας (π.χ. μουσεία κλπ.). | 1.30 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Πίνακας 2.4 : Τιμές Χαρακτηριστικών Περιόδων T_1 και T_2 .

| Κατηγορία εδάφους | A | B | Γ | Δ |
|-------------------|------|------|------|------|
| T_1 | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.20 |
| T_2 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.20 |

Πίνακας 2.5 : Κατηγορίες Εδάφους.

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ |
|-----------|---|
| A | Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με τη προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70μ. Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70μ. |
| B | Εντόνως αποσασθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη. Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ. Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70μ. |
| Γ | Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ. Ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5μ. |
| Δ | Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλασιμότητας ($I_p > 50$) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10μ. |
| X | Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοιλιώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείσει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων) Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα. (Βλπ. και παρ. 5.1[3]). Απότομες κλιείς καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων. Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπεριφοράς ή απώλειας αντοχής. Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη. Εδάφη κατηγορίας Γ με επικινδύνως μεγάλη κλίση. |

Πίνακας 2.6 : Τιμές Ποσοστού Απόσβεσης ζ.

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| Είδος Κατασκευής | ζ% |
|----------------------------|----|
| Μεταλλική: με συγκολλήσεις | 2 |
| με κοχλιώσεις | 4 |
| Σκυρόδεμα: άοπλο | 3 |
| οπλισμένο | 5 |
| προεντεταμένο | 4 |
| Τοιχοποιία: οπλισμένη | 6 |
| διαζωματική | 5 |
| Ξύλινη: κολλητή | 4 |
| κοχλιωτή | 4 |
| ηλωτή | 5 |

Έτσι έχουν προκύψει τα παρακάτω φάσματα για τον παραπάνω σεισμό

- **Οριζόντιος Σεισμός** (Σεισμός κατά x και κατά y)

| T<T1 | Τιμές Φάσματος | T1<T<T2 | Τιμές Φάσματος |
|------|----------------|---------|----------------|
| 0 | 1 | 0.2 | 0.739509973 |
| 0.05 | 0.934877493 | 0.25 | 0.739509973 |
| 0.1 | 0.869754986 | 0.3 | 0.739509973 |
| 0.15 | 0.80463248 | 0.35 | 0.739509973 |
| | | 0.4 | 0.739509973 |
| | | 0.45 | 0.739509973 |
| | | 0.5 | 0.739509973 |
| | | 0.55 | 0.739509973 |
| | | 0.6 | 0.739509973 |
| | | 0.65 | 0.739509973 |
| | | 0.7 | 0.739509973 |
| | | 0.75 | 0.739509973 |
| | | 0.8 | 0.739509973 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

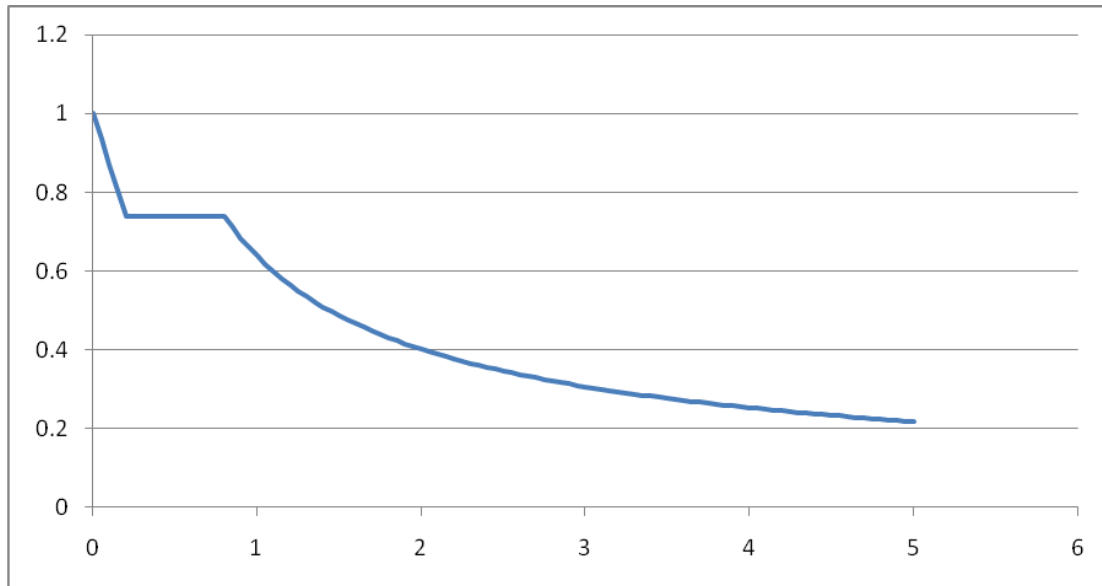
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| T>T2 | Τιμές Φάσματος | T>T2 | Τιμές Φάσματος | T>T2 | Τιμές Φάσματος | T>T2 | Τιμές Φάσματος |
|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|
| 0.85 | 0.710217566 | 1.9 | 0.41543361 | 2.95 | 0.3098294 | 4 | 0.2529089 |
| 0.9 | 0.683663436 | 1.95 | 0.40830148 | 3 | 0.3063773 | 4.05 | 0.250823 |
| 0.95 | 0.659459744 | 2 | 0.40146778 | 3.05 | 0.3030197 | 4.1 | 0.2487796 |
| 1 | 0.637290376 | 2.05 | 0.39491302 | 3.1 | 0.2997526 | 4.15 | 0.2467773 |
| 1.05 | 0.616894872 | 2.1 | 0.38861942 | 3.15 | 0.2965721 | 4.2 | 0.2448149 |
| 1.1 | 0.59805653 | 2.15 | 0.38257071 | 3.2 | 0.2934747 | 4.25 | 0.242891 |
| 1.15 | 0.580593451 | 2.2 | 0.37675201 | 3.25 | 0.290457 | 4.3 | 0.2410044 |
| 1.2 | 0.564351732 | 2.25 | 0.37114962 | 3.3 | 0.2875156 | 4.35 | 0.2391541 |
| 1.25 | 0.549200197 | 2.3 | 0.36575096 | 3.35 | 0.2846476 | 4.4 | 0.2373389 |
| 1.3 | 0.535026293 | 2.35 | 0.36054443 | 3.4 | 0.28185 | 4.45 | 0.2355577 |
| 1.35 | 0.521732848 | 2.4 | 0.35551931 | 3.45 | 0.2791202 | 4.5 | 0.2338096 |
| 1.4 | 0.509235497 | 2.45 | 0.35066571 | 3.5 | 0.2764556 | 4.55 | 0.2320936 |
| 1.45 | 0.497460603 | 2.5 | 0.34597444 | 3.55 | 0.2738536 | 4.6 | 0.2304087 |
| 1.5 | 0.48634358 | 2.55 | 0.34143699 | 3.6 | 0.271312 | 4.65 | 0.228754 |
| 1.55 | 0.475827525 | 2.6 | 0.33704544 | 3.65 | 0.2688286 | 4.7 | 0.2271288 |
| 1.6 | 0.465862091 | 2.65 | 0.33279243 | 3.7 | 0.2664012 | 4.75 | 0.2255321 |
| 1.65 | 0.456402552 | 2.7 | 0.3286711 | 3.75 | 0.2640279 | 4.8 | 0.2239631 |
| 1.7 | 0.44740903 | 2.75 | 0.32467504 | 3.8 | 0.2617068 | 4.85 | 0.2224212 |
| 1.75 | 0.438845848 | 2.8 | 0.32079826 | 3.85 | 0.259436 | 4.9 | 0.2209056 |
| 1.8 | 0.430680977 | 2.85 | 0.31703518 | 3.9 | 0.2572138 | 4.95 | 0.2194155 |
| 1.85 | 0.422885578 | 2.9 | 0.31338054 | 3.95 | 0.2550386 | 5 | 0.2179502 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



- Κατακόρυφος Σεισμός (κατά z):

Για την κατακόρυφη συνιστώσα του σεισμού έχει θεωρηθεί ότι $a_v = 0.5a_h$

| T<T1 | Τιμές Φάσματος | T1<T<T2 | Τιμές Φάσματος |
|------|----------------|---------|----------------|
| 0 | 1 | 0.2 | 1.848774932 |
| 0.05 | 1.212193733 | 0.25 | 1.848774932 |
| 0.1 | 1.424387466 | 0.3 | 1.848774932 |
| 0.15 | 1.636581199 | 0.35 | 1.848774932 |
| | | 0.4 | 1.848774932 |
| | | 0.45 | 1.848774932 |
| | | 0.5 | 1.848774932 |
| | | 0.55 | 1.848774932 |
| | | 0.6 | 1.848774932 |
| | | 0.65 | 1.848774932 |
| | | 0.7 | 1.848774932 |
| | | 0.75 | 1.848774932 |
| | | 0.8 | 1.848774932 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

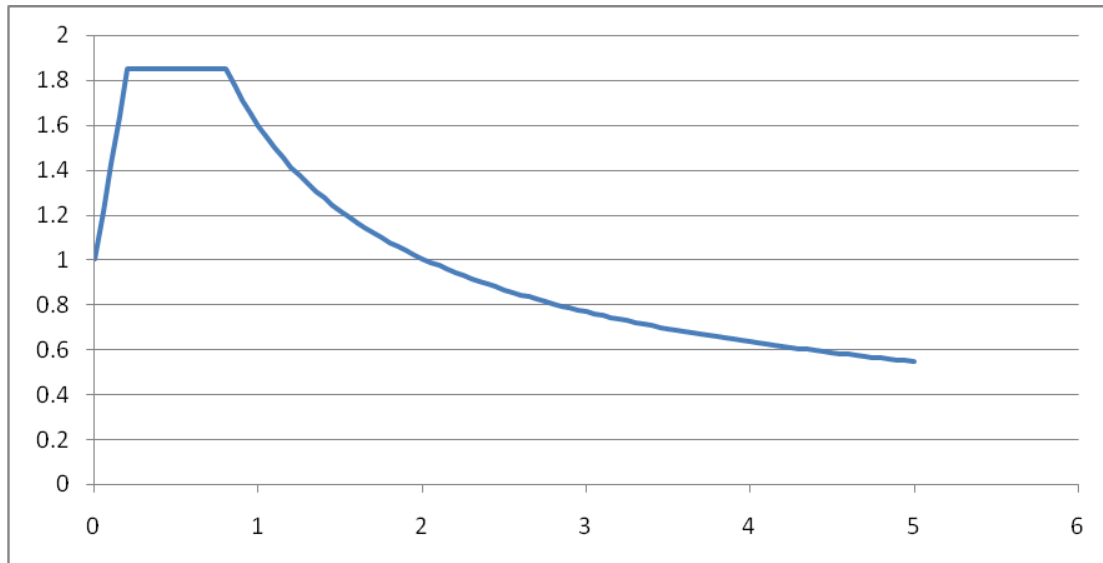
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| T>T2 | Τιμές Φάσματος | T>T2 | Τιμές Φάσματος | T>T2 | Τιμές Φάσματος | T>T2 | Τιμές Φάσματος |
|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|
| 0.85 | 1.775543914 | 1.9 | 1.03858402 | 2.95 | 0.7745736 | 4 | 0.6322721 |
| 0.9 | 1.709158591 | 1.95 | 1.0207537 | 3 | 0.7659431 | 4.05 | 0.6270575 |
| 0.95 | 1.64864936 | 2 | 1.00366945 | 3.05 | 0.7575491 | 4.1 | 0.621949 |
| 1 | 1.593225939 | 2.05 | 0.98728255 | 3.1 | 0.7493814 | 4.15 | 0.6169434 |
| 1.05 | 1.542237181 | 2.1 | 0.97154854 | 3.15 | 0.7414303 | 4.2 | 0.6120372 |
| 1.1 | 1.495141324 | 2.15 | 0.95642678 | 3.2 | 0.7336868 | 4.25 | 0.6072275 |
| 1.15 | 1.451483628 | 2.2 | 0.94188001 | 3.25 | 0.7261424 | 4.3 | 0.6025111 |
| 1.2 | 1.410879331 | 2.25 | 0.92787404 | 3.3 | 0.718789 | 4.35 | 0.5978853 |
| 1.25 | 1.373000493 | 2.3 | 0.91437739 | 3.35 | 0.7116189 | 4.4 | 0.5933472 |
| 1.3 | 1.337565732 | 2.35 | 0.90136106 | 3.4 | 0.7046251 | 4.45 | 0.5888943 |
| 1.35 | 1.304332121 | 2.4 | 0.88879828 | 3.45 | 0.6978005 | 4.5 | 0.584524 |
| 1.4 | 1.273088743 | 2.45 | 0.87666428 | 3.5 | 0.6911389 | 4.55 | 0.5802339 |
| 1.45 | 1.243651507 | 2.5 | 0.86493611 | 3.55 | 0.684634 | 4.6 | 0.5760217 |
| 1.5 | 1.215858949 | 2.55 | 0.85359248 | 3.6 | 0.67828 | 4.65 | 0.571885 |
| 1.55 | 1.189568813 | 2.6 | 0.84261361 | 3.65 | 0.6720715 | 4.7 | 0.5678219 |
| 1.6 | 1.164655227 | 2.65 | 0.83198108 | 3.7 | 0.6660031 | 4.75 | 0.5638302 |
| 1.65 | 1.141006379 | 2.7 | 0.82167775 | 3.75 | 0.6600698 | 4.8 | 0.5599078 |
| 1.7 | 1.118522576 | 2.75 | 0.81168759 | 3.8 | 0.6542669 | 4.85 | 0.556053 |
| 1.75 | 1.097114621 | 2.8 | 0.80199565 | 3.85 | 0.64859 | 4.9 | 0.5522639 |
| 1.8 | 1.076702443 | 2.85 | 0.79258794 | 3.9 | 0.6430345 | 4.95 | 0.5485387 |
| 1.85 | 1.057213945 | 2.9 | 0.78345136 | 3.95 | 0.6375966 | 5 | 0.5448756 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



2.2 Συνδυασμοί Φορτίσεων

2.2.1 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ-ΔΡΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τον **ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1 (EC1)** στην παράγραφο αυτή περιγράφονται οι αρχές και οι απαιτήσεις για ασφάλεια, λειτουργικότητα και ανθεκτικότητα των κατασκευών με βάση τη θεωρία των οριακών καταστάσεων και τη μέθοδο των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας.

Τα τρία κτίρια που περιλαμβάνει η μελέτη μας σχεδιάστηκαν με σκοπό να ικανοποιούν τις ακόλουθες θεμελιώδεις απαιτήσεις :

1. θα πρέπει να παραμένουν κατάλληλα για τη χρήση για την οποία προορίζονται
2. θα πρέπει να παραλαμβάνουν όλες τις δράσεις και τις επιδράσεις που πιθανόν να λάβουν χώρα κατά τη διάρκεια της ανέγερσης και της χρήσης τους
3. θα πρέπει να αποφεύγεται ο κίνδυνος να υποστούν δυσανάλογα μεγάλες βλάβες από συμβάντα όπως εκρήξεις, προσκρούσεις ή συνέπειες ανθρώπινου λάθους, μέσω επιλογής κατάλληλων μέτρων (προφυλακτικά μέτρα, επιλογή κατάλληλου δομικού συστήματος).

Ο έλεγχος των κατασκευών έναντι αστοχίας ή λειτουργικότητας επιτυγχάνεται με τη χρήση των λεγόμενων «καταστάσεων σχεδιασμού», που περιγράφουν με επαρκή αξιοπιστία όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων, στις οποίες θα εκτεθεί η κατασκευή κατά την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής της (για κτιριακά έργα 50 χρόνια). Οι καταστάσεις σχεδιασμού ταξινομούνται ως εξής :

- *Καταστάσεις διάρκειας*, που αντιστοιχούν σε κανονικές συνθήκες χρήσης.
- *Παροδικές καταστάσεις*, που αντιστοιχούν σε παροδικές συνθήκες (π.χ. κατά τη φάση ανέγερσης ή επισκευών).
- *Τυχηματικές καταστάσεις*, που αντιστοιχούν σε εξαιρετικές συνθήκες (π.χ. πυρκαγιά, έκρηξη, πρόκρουση).
- *Καταστάσεις σεισμού*, που αντιστοιχούν σε συνθήκες επιβολής σεισμικής καταπόνησης στην κατασκευή.

Οριακές καταστάσεις είναι εκείνες, πέραν των οποίων η κατασκευή δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις ασφάλειας και λειτουργικότητας του σχεδιασμού και διακρίνονται σε α) οριακές καταστάσεις αστοχίας και β) οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας (δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης στην παρούσα εργασία). Οι οριακές καταστάσεις αστοχίας αντιστοιχούν σε κατάρρευση ή άλλου είδους αστοχίες ενώ οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας είναι εκείνες, πέραν των οποίων δεν ικανοποιούνται τα κριτήρια λειτουργικότητας της κατασκευής (μεγάλες παραμορφώσεις ή μετακινήσεις). Οι δράσεις οι οποίες επιβάλλονται στην κατασκευή με τη μορφή συνδυασμών, ως προς το χρόνο ταξινομούνται σε:

- *Μόνιμες* (G), ίδια βάρη της κατασκευής
- *Μεταβλητές* (Q,S,W), επιβεβλημένα(κινητά) φορτία , φορτία χιονιού και ανέμου αντίστοιχα
- *Σεισμικές* (E), οι οποίες μελετήθηκαν και ως στατικές και ως δυναμικές δράσεις.

Οι διάφορες χαρακτηριστικές τιμές των παραπάνω δράσεων προσδιορίστηκαν ανάλογα με το είδος τη μορφή και τη θέση της κατασκευής.

2.2.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

Προκειμένου να ελεγχθεί η επάρκεια της κατασκευής στην οριακή κατάσταση αστοχίας χρησιμοποιούνται συνδυασμοί των δράσεων αυτών οι οποίοι καλύπτουν όλες τις καταστάσεις σχεδιασμού (καταστάσεις διάρκειας, παροδικές, τυχηματικές και σεισμού). Στους συνδυασμούς αυτούς δεν συνυπολογίζονται δράσεις οι οποίες δεν είναι δυνατόν να εμφανιστούν ταυτόχρονα.

α) Για καταστάσεις διάρκειας ή παροδικές

$$\Sigma \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Sigma \gamma_{Qi} \psi_{oi} Q_{ki}$$

β) Για τυχηματικές καταστάσεις

$$\Sigma \gamma_{GAj} G_{kj} + \gamma_{pA} P_k + A_d + \psi_{11} Q_{k1} + \Sigma \psi_{1i} Q_{ki}$$

γ) Για καταστάσεις σεισμού

$$\Sigma G_{kj} + P_k + \gamma_I A_{Ed} + \Sigma \psi_{2i} Q_{ki}$$

Τα σύμβολα στους συνδυασμούς αυτούς είναι τα εξής:

| | |
|-----------------------------------|--|
| + | σημαίνει « επαλληλία με » |
| G_{kj} | είναι η χαρακτηριστική τιμή των μόνιμων δράσεων |
| P_k | είναι η χαρακτηριστική τιμή της προέντασης |
| Q_{k1} | είναι η χαρακτηριστική τιμή της μεταβλητής δράσης i |
| A_d | είναι η τιμή σχεδιασμού της τυχηματικής δράσης |
| A_{Ed} | είναι η τιμή σχεδιασμού της σεισμικής δράσης |
| $\gamma_{Gj}, \gamma_{GAj}$ | είναι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τη μόνιμη δράση j |
| γ_p, γ_{pA} | είναι οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για την προένταση |
| γ_{Qi} | είναι ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τη μεταβλητή δράση i |
| γ_i | είναι ο συντελεστής σπουδαιότητας |
| $\psi_{0i}, \psi_{1i}, \psi_{2i}$ | είναι συντελεστές συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων |

Οι επιμέρους **συντελεστές ασφαλείας γ_f** χρησιμοποιούνται, προκειμένου να ληφθούν υπόψη πιθανές δυσμενείς αποκλίσεις ή πιθανή μη ακριβής προσομοίωση των δράσεων καθώς και αβεβαιότητες στον προσδιορισμό των αποτελεσμάτων των δράσεων. Οι τιμές των συντελεστών αυτών για την περίπτωση του ελέγχου αστοχίας ενός κτιρίου ή μέλους του είναι :

1. Καταστάσεις διάρκειας και παροδικές

- Για μόνιμες δράσεις , $\gamma_{Gsup} = 1,35$ (δυσμενής επιρροή)
 $\gamma_{Ginf} = 1,00$ (ευμενής επιρροή)
- Για μεταβλητές δράσεις $\gamma_Q = 1,50$

2. Καταστάσεις τυχηματικές, γενικώς

$$\gamma_A = 1,00$$

Ως δυσμενής επιρροή των μονίμων δράσεων χαρακτηρίζεται η περίπτωση κατά την οποία τα αποτελέσματα των μονίμων δράσεων αυξάνουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα των μεταβλητών δράσεων.

Ο **συντελεστής σπουδαιότητας** γ_i αντιστοιχεί στις κατηγορίες σπουδαιότητας στις οποίες κατατάσσονται οι κατασκευές, ανάλογα με τον κίνδυνο που συνεπάγεται για τον άνθρωπο, αλλά και για τις κοινωνικοοικονομικές συνέπειες που μπορεί να έχει ενδεχόμενη καταστροφή τους ή διακοπή της λειτουργίας τους.

Ενώ οι **συντελεστές συνδυασμού** ψ_i των μεταβλητών δράσεων χρησιμοποιούνται προκειμένου να ληφθεί υπόψη η μειωμένη πιθανότητα για ταυτόχρονη συνύπαρξη των πλέον δυσμενών τιμών των διαφόρων ανεξάρτητων δράσεων.

Παρακάτω επισυνάπτονται οι προτεινόμενες από τον EC1 τιμές των επιμέρους συντελεστών συνδυασμού ψ_i , τις οποίες και χρησιμοποιήσαμε:

Πίνακας 2.6

| Συντελεστές συνδυασμού δράσεων ψ_i κατά τον EC1 | | | |
|--|----------|----------|----------|
| Δράση | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 |
| Μεταβλητά φορτία σε κτίρια ⁽¹⁾ | | | |
| Κατηγορία A: κατοικίες | [0,7] | [0,5] | [0,3] |
| Κατηγορία B: γραφεία | [0,7] | [0,5] | [0,3] |
| Κατηγορία C: επιφάνειες συνάθροισης (σχολεία, εστιατόρια, εκκλησίες, θέατρα, κινηματογράφοι κ.λ.π) | [0,7] | [0,7] | [0,6] |
| Κατηγορία D: καταστήματα | [0,7] | [0,7] | [0,6] |
| Κατηγορία E: αποθηκευτικοί χώροι | [1,0] | [0,9] | [0,8] |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | |
|--|----------------------|----------------------|--------------------|
| Φορτία κυκλοφορίας οχημάτων σε κτίρια | | | |
| Κατηγορία F: βάρος οχημάτων $\leq 30\text{kN}$ | [0,7] | [0,7] | [0,6] |
| Κατηγορία G: $30\text{kN} \leq$ βάρος οχημάτων $\leq 160\text{kN}$ | [0,7] | [0,5] | [0,3] |
| Κατηγορία H: στέγες | [0] | [0] | [0] |
| Φορτία χιονιού σε κτίρια | [0,6] ⁽²⁾ | [0,2] ⁽²⁾ | [0] ⁽²⁾ |
| Φορτία ανέμου σε κτίρια | [0,6] ⁽²⁾ | [0,5] ⁽²⁾ | [0] ⁽²⁾ |
| Θερμοκρασία σε κτίρια (εκτός φωτιάς) ⁽³⁾ | [0,6] ⁽²⁾ | [0,5] ⁽²⁾ | [0] ⁽²⁾ |
| (1) Για συνδυασμούς επιβεβλημένων φορτίων σε πολυώροφα κτίρια βλ. EC1:Μέρος 2-1 | | | |
| (2) Ενδέχεται να απαιτούνται τροποποιήσεις για διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές | | | |
| (3) Βλ. EC1:Μέρος 2-5 | | | |

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ2000 στο σεισμικό συνδυασμό δράσεις καταναγκασμού, όπως οι προκαλούμενες από μεταβολή και διαφορά θερμοκρασίας και υποχωρήσεις στηρίξεων, δεν χρειάζεται να συμπεριλαμβάνονται. Επίσης, ο σεισμός δεν συνδυάζεται με άλλες τυχηματικές δράσεις(π.χ. κρούσεις οχημάτων ή πλοίων). Μέχρι να καθοριστούν από σχετικό ειδικό κανονισμό, οι τιμές του συντελεστή συνδυασμού δράσεων λαμβάνονται από τον παραπάνω πίνακα.

Στην παρούσα εργασία οι συνδυασμοί φορτίσεων που επιλέχθηκαν για την επίλυση είναι οι εξής:

1) ΟΚΑ – Δυσμενής συνδυασμός

Κινητά βασικός: $1,35G + 1,50Q \pm 0,90W_y + 0,90S$

Άνεμος κατά y βασικός: $1,35G \pm 1,50W_y + 0,90Q + 0,90S$

2) ΟΚΑ – Ευμενής συνδυασμός (κατασκευή υπό ανέγερση)

Η επίλυση έγινε μόνο με μόνιμα φορτία, **1,00G**

3) Σεισμικοί συνδυασμοί

Σεισμός κατά x βασικός: **$1,00G + 0,50 (Q+S) \pm E_x \pm 0,30E_y \pm 0,30E_z$**

Σεισμός κατά y βασικός: **$1,00G + 0,50 (Q+S) \pm E_y \pm 0,30 E_x \pm 0,30E_z$**

Σεισμός κατά z βασικός: **$1,00G + 0,50 (Q+S) \pm 0,70 E_z \pm 0,30E_y \pm 0,30E_x$**

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3]



ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ - ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

ΥΛΙΚΑ-ΔΙΑΤΟΜΕΣ

Υλικό S 355 (EN 10025-2)

| | | | |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|
| Τάσεις - Παραμορφώσεις | 210000 [MPa] | Συντελεστής Ασφαλείας | 1.10 [-] |
| Λόγος Poisson μ : | 0.30 [-] | Τάση Διαρροής: f_y : | 355.00 [MPa] |
| Μέτρο Διάτμησης G : | 80769 [MPa] | Όριο Θλιπτ. Διαρ.: f_{yc} : | 355.00 [MPa] |
| Μέτρο Συμπίεσης: | 175000 [MPa] | Εφελκ. Αντοχή f_t : | 510.00 [MPa] |
| Βάρος: | 78.5 [kN/m ³] | Αντοχή σε Θλήψη f_c : | 510.00 [MPa] |
| Οριακή Πλαστική Παραμόρφωση: | 100.00 [ο/οο] | | |
| Συντ. Θερμικής Διαστολής: | 1.20E-05 [1/°K] | | |
| Όριο Αναλογίας: | 355.00 [MPa] | | |

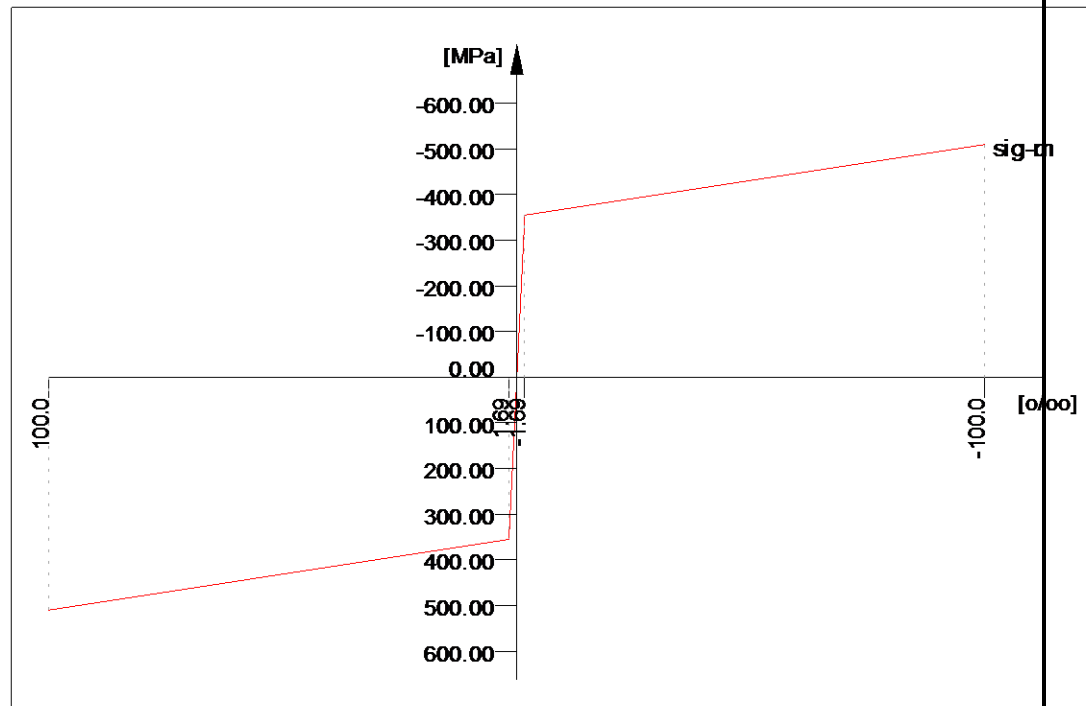
Θερμικές σταθερές υλικού

S [kJ/Km³] | 3.45E±06

K_{xx}[W/Km] 5.333E+01

K_{yy}[W/Km] 0.000E+00

K_{zz}[W/Km] 0.000E+00

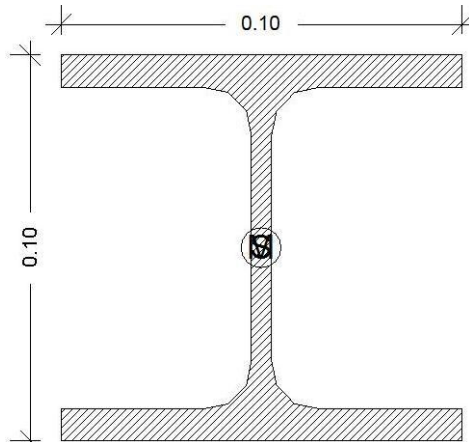


Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Διατομή 1 HEA - 100 :



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

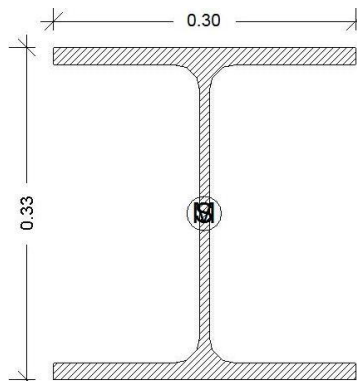
| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/ Ayz [cm ²] | Iy/Iz/ Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 21.24 | 14.90 | 349.2 | -50.0 | -48.0 | 5.2 | 0.17 |
| | | 4.9 | 133.8 | | | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|-------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 753.9 | 305.35 | 98.28 | 1.24 | 29.47 | 14.61 | 0.0 | 0.0 | B / C |
| E | 753.9 | 220.02 | 86.22 | 0.89 | 25.82 | 9.50 | 0.0 | 0.0 | |
| D | 685.3 | 277.59 | 89.34 | 1.13 | 26.79 | 13.28 | 0.0 | 0.0 | |
| F | 685.3 | 200.01 | 78.38 | 0.81 | 23.48 | 8.64 | 0.0 | 0.0 | |

Διατομή 2 HEA - 340 :



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

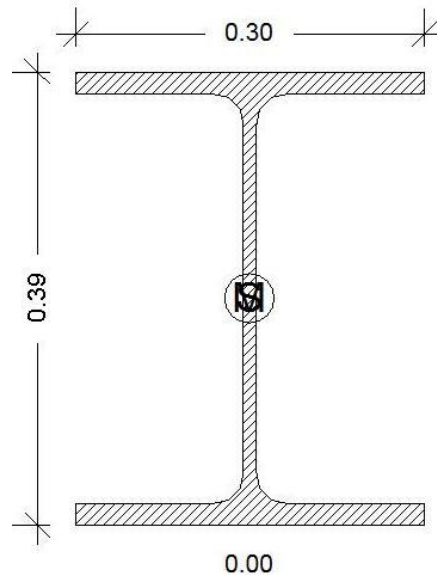
| Mat | A [cm ²] | A _y /A _z / A _{yz} [cm ²] | I _y /I _z / I _{yz} [cm ⁴] | y _{min} y _{max} [mm] | z _{min} z _{max} [mm] | I _t [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|-------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------|---------------|
| S 355 | 133.4 7 | 89.62 | 2769 0.9 | -150 | -165 | 129.2 | 1.05 |
| | | 30.90 | 7436. 5 | 150 | 165 | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | M _t [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|--------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|-------|------|
| C | 4738.3 | 1836.9 | 633.32 | 14.38 | 656.89 | 268.39 | 0 | 0 | B/C |
| E | 4738.3 | 1299.21 | 582.76 | 10.21 | 595.77 | 176.00 | 0 | 0 | |
| D | 4307.5 | 1669.91 | 575.75 | 13.01 | 597.17 | 243.99 | 0 | 0 | |
| F | 4307.5 | 1181.10 | 529.78 | 9.28 | 541.61 | 160.00 | 0 | 0 | |

Διατομή 3 HEA - 340 :



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

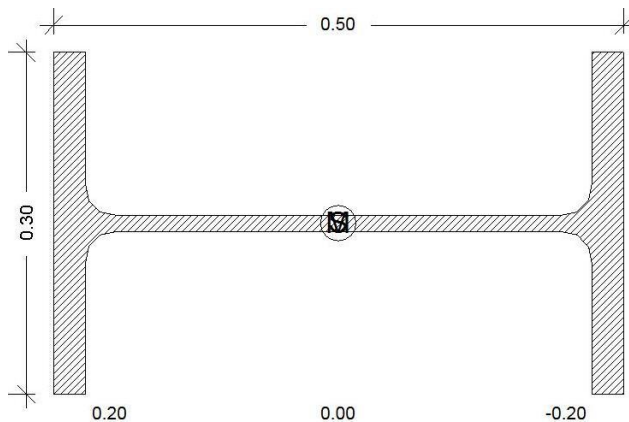
| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 158.98 | 102.74 | 45066.7 | -150 | -195 | 191.5 | 1.25 |
| | | 42.03 | 8564.4 | 150 | 195 | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|--------|---------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 5643.7 | 2105.84 | 861.44 | 19.61 | 909.41 | 309.90 | 0 | 0 | A / B |
| E | 5643.7 | 1498.96 | 793.13 | 13.93 | 820.45 | 202.69 | 0 | 0 | |
| D | 5130.6 | 1914.40 | 783.13 | 17.83 | 826.73 | 281.73 | 0 | 0 | |
| F | 5130.6 | 1362.69 | 721.14 | 12.66 | 745.86 | 184.26 | 0 | 0 | |

Διατομή 4 HEB – 500 :



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 238.64 | 149.41 | 107172.3 | -150 | -250 | 560.6 | 1.87 |
| | | 70.70 | 12624.5 | 150 | 250 | | |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

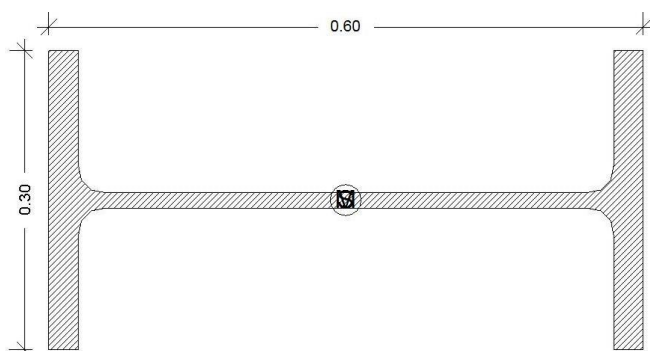
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 8471.6 | 3062.22 | 1449.12 | 42.52 | 1709.14 | 458.57 | 0 | 0 | A / B |
| E | 8471.6 | 2164.75 | 1323.08 | 30.22 | 1521.85 | 298.78 | 0 | 0 | |
| D | 7701.5 | 2783.84 | 1317.38 | 38.65 | 1553.76 | 416.88 | 0 | 0 | |
| F | 7701.5 | 1967.95 | 1202.8 | 27.48 | 1383.50 | 271.62 | 0 | 0 | |

Διατομή 5 HEB – 600 :



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/ Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 269.96 | 159.93 | 171036.8 | -150 | -300 | 710.1 | 2.12 |
| | | 90.58 | 13530.8 | 150 | 300 | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 9583.5 | 3278.00 | 1856.56 | 53.18 | 2280.89 | 493.86 | 0 | 0 | A / B |
| E | 9583.5 | 2375.81 | 1691.33 | 37.79 | 2023.94 | 320.23 | 0 | 0 | |
| D | 8712.3 | 2980.00 | 1687.78 | 48.35 | 2073.54 | 448.96 | 0 | 0 | |

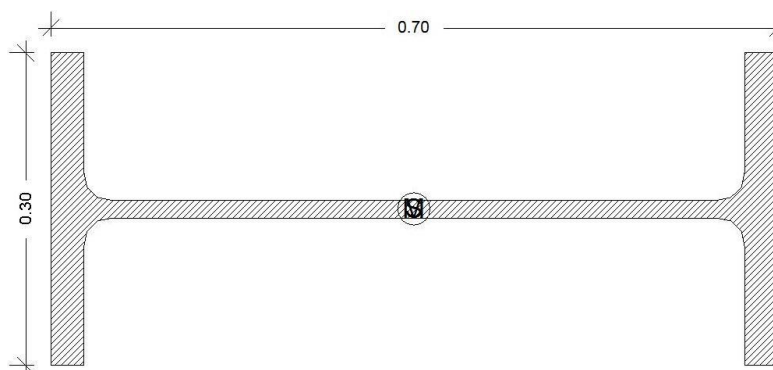
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | | | | |
|---|--------|---------|---------|-------|---------|--------|---|---|--|
| F | 8712.3 | 2159.82 | 1537.58 | 34.36 | 1839.94 | 291.12 | 0 | 0 | |
|---|--------|---------|---------|-------|---------|--------|---|---|--|

Διατομή 6 HEB - 700 :



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

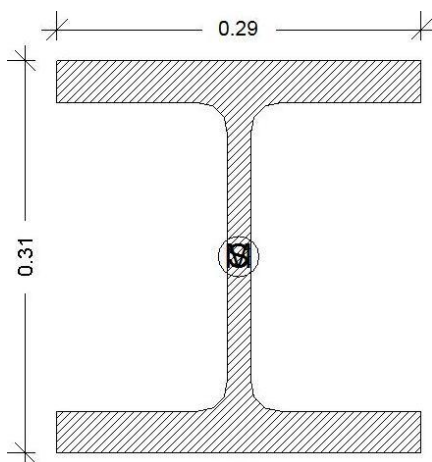
| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/ Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 306.38 | 170.72 | 256883.3 | -150 150 | -350 350 | 862.8 | 2.41 |
| | | 115.59 | 14441.5 | | | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 10876.4 | 3499.15 | 2369.20 | 60.36 | 2956.10 | 530.77 | 0 | 0 | A / B |
| E | 10876.4 | 2527.32 | 2149.72 | 48.89 | 2605.53 | 341.78 | 0 | 0 | |
| D | 9887.6 | 3181.05 | 2153.82 | 54.88 | 2687.36 | 482.52 | 0 | 0 | |
| F | 9887.6 | 2297.57 | 1954.29 | 38.99 | 2368.66 | 310.71 | 0 | 0 | |

Διατομή 7 HEM - 280 :



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/ Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 240.16 | 167.90 | 39546.1 | -144 | -155 | 817.0 | 1.89 |
| | | 54.50 | 13169.2 | 144 | 155 | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

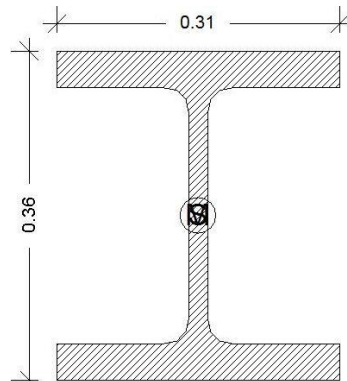
| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 8525.8 | 3441.25 | 1117.00 | 54.65 | 1052.78 | 495.84 | 0 | 0 | B / C |
| E | 8525.8 | 2476.26 | 1011.22 | 38.97 | 905.73 | 324.51 | 0 | 0 | |
| D | 7750.8 | 3128.41 | 1015.46 | 49.68 | 957.07 | 450.77 | 0 | 0 | |
| F | 7750.8 | 2251.14 | 919.299 | 35.42 | 823.39 | 295.01 | 0 | 0 | |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Διατομή 8 HEM – 320 :



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

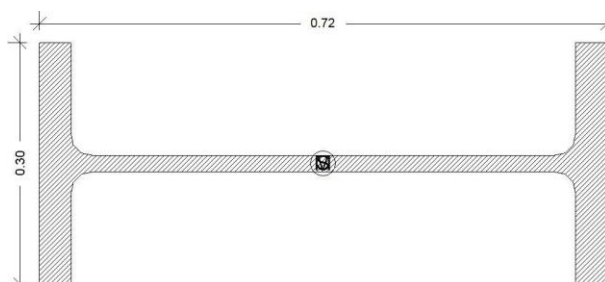
| Mat | A [cm ²] | A _y /A _z /A _{yz} [cm ²] | I _y /I _z / I _{yz} [cm ⁴] | y _{min} y _{max} [mm] | z _{min} z _{max} [mm] | I _t [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|--|---|---|---|-----------------------------------|------------|
| S 355 | 312.05 | 218.22 | 68132.8 | - 154..5 | -179.5 | 1524. 4 | 2.45 |
| | | 72.22 | 19710.0 | 154.5 | 179.5 | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | M _t [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|---------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|-------|-------|
| C | 11077.7 | 4472.52 | 1480.25 | 84.88 | 1574.40 | 692.54 | 0 | 0 | B / C |
| E | 11077.7 | 3230.68 | 1322.42 | 60.55 | 1347.47 | 452.88 | 0 | 0 | |
| D | 10070.6 | 4065.93 | 1345.68 | 77.16 | 1431.28 | 629.58 | 0 | 0 | |
| F | 10070.6 | 2936.98 | 1202.20 | 55.05 | 1224.98 | 411.71 | 0 | 0 | |

Διατομή 9 HEM – 700 :



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

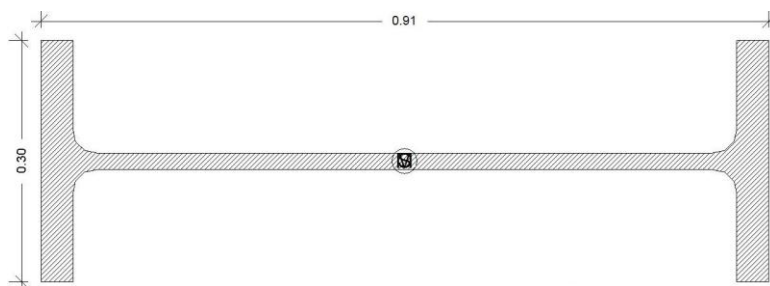
| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/ Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 383.02 | 215.53 | 329272.8 | -152.0 | -358.0 | 1627.0 | 3.01 |
| | | 145.20 | 18798.1 | 152.0 | 358.0 | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 13597.1 | 4417.55 | 2976.01 | 90.88 | 3741.31 | 684.75 | 0 | 0 | B / C |
| E | 13597.1 | 3187.90 | 2689.49 | 64.64 | 3265.14 | 439.03 | 0 | 0 | |
| D | 12361.0 | 4015.95 | 2705.46 | 82.62 | 3401.19 | 622.50 | 0 | 0 | |
| F | 12361.0 | 2898.09 | 2444.99 | 58.76 | 2968.31 | 399.12 | 0 | 0 | |

Διατομή 10 HEM - 900 :



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/ Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 423.63 | 216.31 | 570424.7 | -151.0 | -455.0 | 1730.3 | 3.33 |
| | | 185.24 | 18452.7 | 151.0 | 455.0 | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

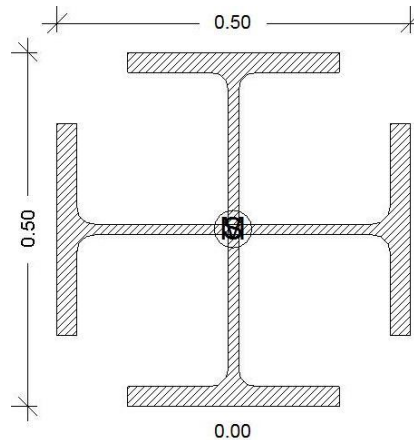
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 15038.7 | 4433.38 | 3796.63 | 96.97 | 5126.78 | 684.79 | 0 | 0 | B / C |
| E | 15038.7 | 3221.71 | 3400.09 | 68.90 | 4450.57 | 433.82 | 0 | 0 | |
| D | 13671.6 | 4030.35 | 3451.48 | 88.15 | 4660.71 | 622.51 | 0 | 0 | |
| F | 13671.6 | 2928.83 | 3090.99 | 62.64 | 4045.97 | 394.92 | 0 | 0 | |

Διατομή 11 HEB - 500 + HEB - 500:



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/ Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 477.28 | 87.76 | 119796.8 | -250 250 | -250 250 | 1121. 1 | 3.75 |
| | | 87.76 | 119796.8 | | | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 16943.3 | 1798.81 | 1798.81 | 85.25 | 2167.71 | 2167.71 | 0 | 0 | B / A |
| E | 16943.3 | 1478.92 | 1478.92 | 60.44 | 1701.11 | 1701.11 | 0 | 0 | |
| D | 15403.0 | 1635.28 | 1635.28 | 77.50 | 1970.64 | 1970.64 | 0 | 0 | |

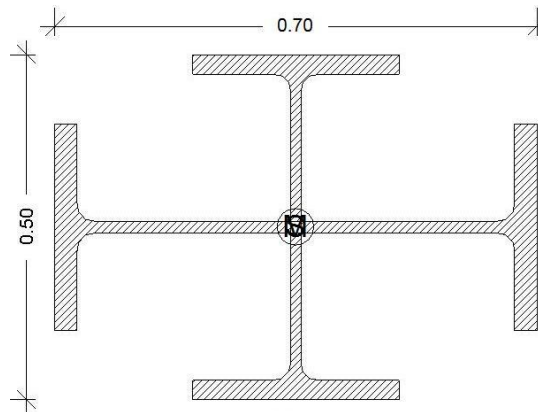
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---|---|--|
| F | 15403.0 | 1344.47 | 1344.47 | 54.95 | 1546.47 | 1546.47 | 0 | 0 | |
|---|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---|---|--|

Διατομή 12 HEB - 500 + HEB - 700:



Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

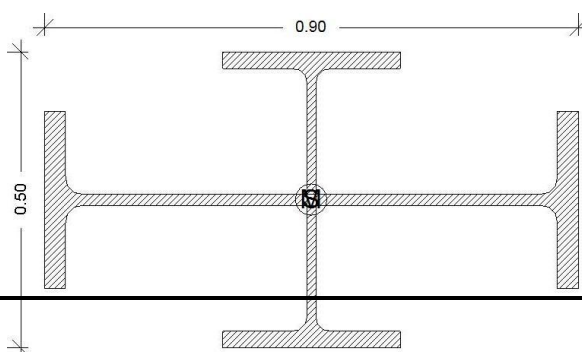
| Mat | A [cm ²] | Ay/Az/Ayz [cm ²] | Iy/Iz/ Iyz [cm ⁴] | ymin ymax [mm] | zmin zmax [mm] | It [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
| S 355 | 545.02 | 127.00 | 121613.7 | -350 350 | -250 250 | 1416.8 | 4.28 |
| | | 90.36 | 269507.8 | | | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | Vy[kN] | Vz[kN] | Mt[kNm] | My[kNm] | Mz[kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| C | 19348.1 | 2602.88 | 1852.03 | 94.37 | 2239.91 | 3414.67 | 0 | 0 | B / A |
| E | 19348.1 | 2255.37 | 1501.35 | 66.90 | 1726.92 | 2733.58 | 0 | 0 | |
| D | 17589.1 | 2366.26 | 1683.67 | 85.79 | 2036.28 | 3104.24 | 0 | 0 | |
| F | 17589.1 | 2050.33 | 1364.87 | 60.82 | 1569.92 | 2485.07 | 0 | 0 | |

Διατομή 13 HEB - 500 + HEB - 900:



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής:

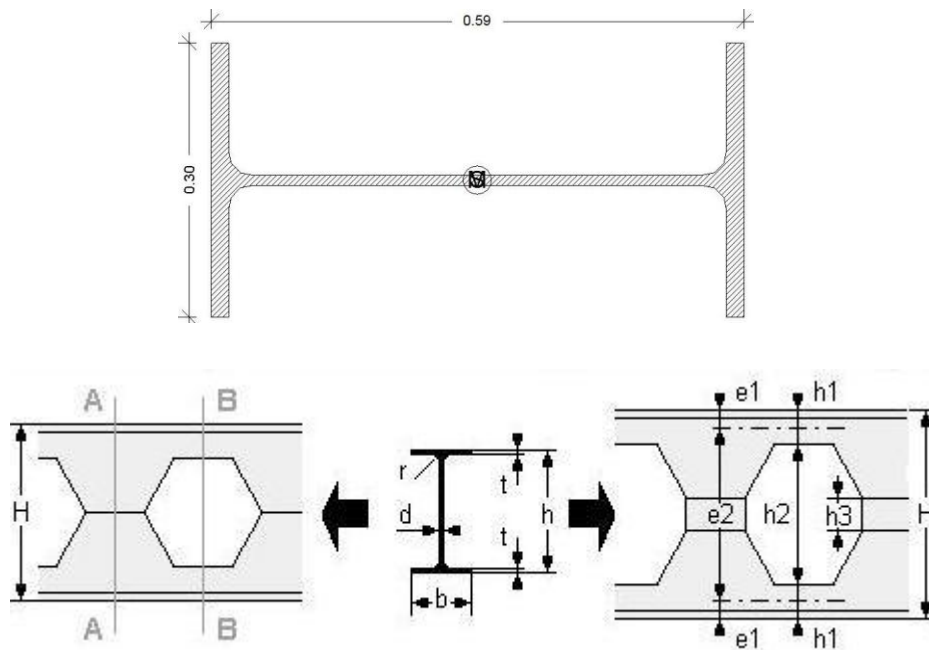
| Mat | A [cm ²] | A _y /A _z /A _{yz} [cm ²] | I _y /I _z / I _{yz} [cm ⁴] | y _{min} y _{max} [mm] | z _{min} z _{max} [mm] | I _t [cm ⁴] | GAM [kN/m] |
|-------|----------------------|--|---|---|---|-----------------------------------|------------|
| S 355 | 609.91 | 170.17 | 122989.1 | -450 450 | -250 250 | 1758.8 | 4.79 |
| | | 92.36 | 506679.8 | | | | |

Δυνάμεις και Ροπές Σχεδιασμού

(C/E = characteristic plastic/elastic, D=plast.Design, F=elast. Design)

| | N[kN] | V _y [kN] | V _z [kN] | M _t [kNm] | M _y [kNm] | M _z [kNm] | y[mm] | z[mm] | BUCK |
|---|---------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|-------|-------|
| C | 21651.9 | 3487.80 | 1892.93 | 107.23 | 2297.89 | 4925.88 | 0 | 0 | B / A |
| E | 21651.9 | 3053.35 | 1518.33 | 76.00 | 1746.44 | 3997.14 | 0 | 0 | |
| D | 19683.6 | 3170.73 | 1720.84 | 97.48 | 2088.99 | 4478.07 | 0 | 0 | |
| F | 19683.6 | 2775.77 | 1380.30 | 69.09 | 1587.68 | 3633.76 | 0 | 0 | |

Διατομή 14 ΔΟΚΟΣ με Εξαγωνικές Οπές Στον Κορμό HEA 400-585:



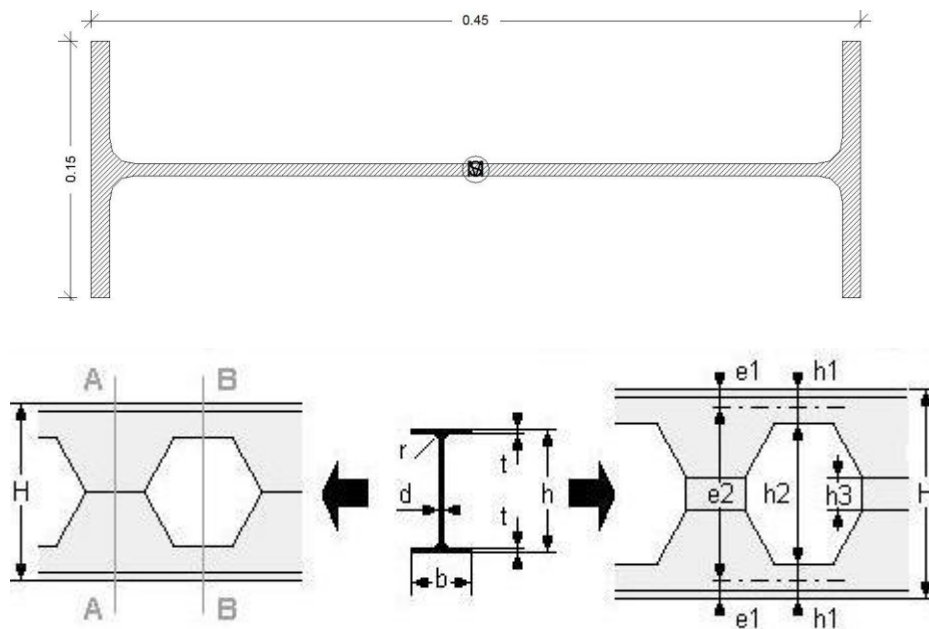
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| Height H | mm | HEA 400-585 |
|--------------------------|---------------------|--------------------|
| Ratio H / h | - | 1.5 |
| Weight | kg/m | 127.2 |
| Paint surface | m ² /m | 2.302 |
| Paint surface | m ² /ton | 18.1 |
| Top edge h1 | Mm | 97.5 |
| Gap height h2 | Mm | 390 |
| Spacer plate h3 | Mm | 0 |
| Bottom edge h1 | Mm | 97.5 |
| I-x in A-A | cm ⁴ | 110817 |
| I-x in B-B | cm ⁴ | 105379 |
| W-x in A-A | cm ³ | 3789 |
| W-x in B-B | cm ³ | 3603 |
| I-y in A-A | cm ⁴ | 8568 |
| I-y in B-B | cm ⁴ | 8564 |
| W-y in A-A | cm ³ | 571 |
| W-y in B-B | cm ³ | 571 |
| S-x in A-A | cm ³ | 2108 |
| S-x in B-B | cm ³ | 1899 |
| Sectional area in A-A | cm ² | 180 |
| Sectional area in B-B | cm ² | 138 |

Διατομή 15 ΔΟΚΟΣ με Εξαγωνικές Οπές Στον Κορμό IPE 300-450:



| Height H | mm | IPE 300-450 |
|-----------------|---------------------|-------------|
| Ratio H / h | - | 1.5 |
| Weight | kg/m | 43 |
| Paint surface | m ² /m | 1.46 |
| Paint surface | m ² /ton | 34 |
| Top edge h1 | mm | 75 |
| Gap height h2 | mm | 300 |
| Spacer plate h3 | mm | 0 |
| Bottom edge h1 | mm | 75 |
| I-x in A-A | cm ⁴ | 21008 |
| I-x in B-B | cm ⁴ | 19411 |

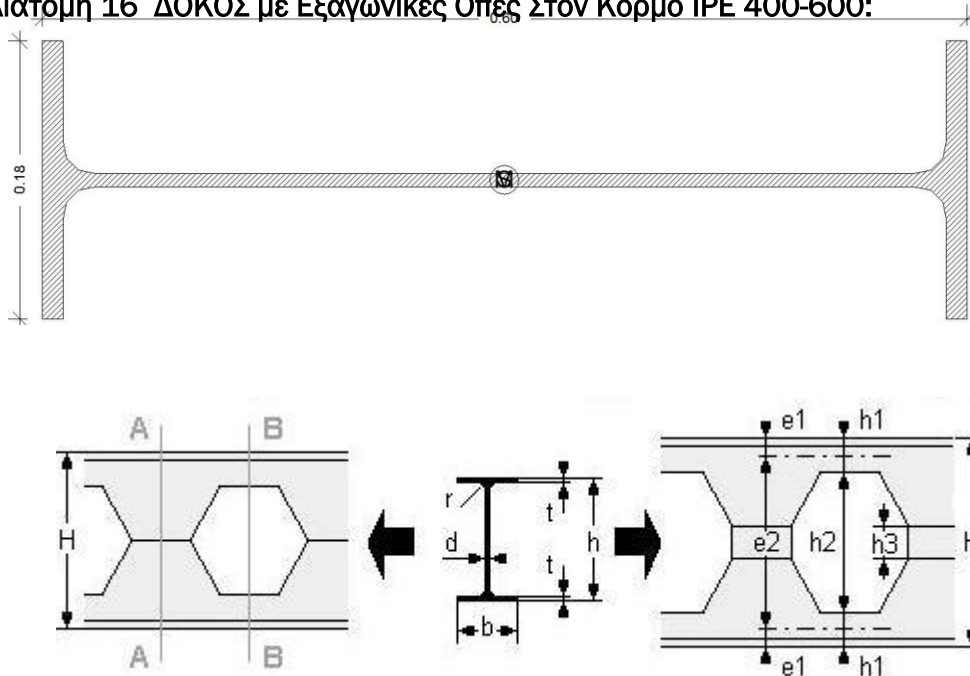
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | |
|-----------------------|---------------|-----|
| W_x in A-A | cm^3 | 934 |
| W_x in B-B | cm^3 | 863 |
| I_y in A-A | cm^4 | 604 |
| I_y in B-B | cm^4 | 603 |
| W_y in A-A | cm^3 | 81 |
| W_y in B-B | cm^3 | 80 |
| S_x in A-A | cm^3 | 536 |
| S_x in B-B | cm^3 | 456 |
| Sectional area in A-A | cm^2 | 64 |
| Sectional area in B-B | cm^2 | 43 |

Διατομή 16 ΔΟΚΟΣ με Εξαγωνικές Οπές Στον Κορμό IPE 400-600:



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

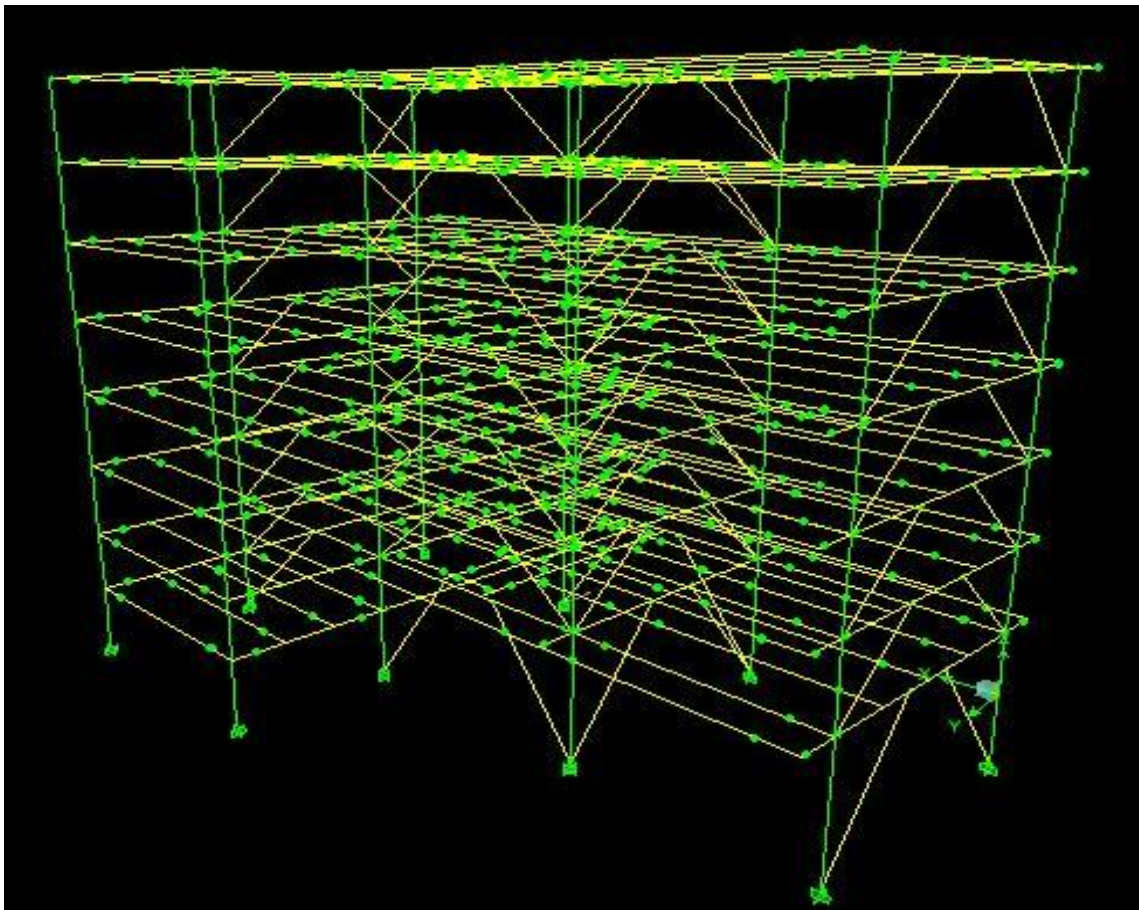
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| Height H | mm | IPE 400-600 |
|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Ratio H / h | - | 1.5 |
| Weight | kg/m | 67.6 |
| Paint surface | m ² /m | 1.867 |
| Paint surface | m ² /ton | 27.6 |
| Top edge h1 | mm | 100 |
| Gap height h2 | mm | 400 |
| Spacer plate h3 | mm | 0 |
| Bottom edge h1 | mm | 100 |
| I-x in A-A | cm ⁴ | 58291 |
| I-x in B-B | cm ⁴ | 53704 |
| W-x in A-A | cm ³ | 1943 |
| W-x in B-B | cm ³ | 1790 |
| I-y in A-A | cm ⁴ | 1320 |
| I-y in B-B | cm ⁴ | 1317 |
| W-y in A-A | cm ³ | 147 |
| W-y in B-B | cm ³ | 146 |
| S-x in A-A | cm ³ | 1119 |
| S-x in B-B | cm ³ | 947 |
| Sectional area in A-A | cm ² | 102 |
| Sectional area in | cm ² | 67 |

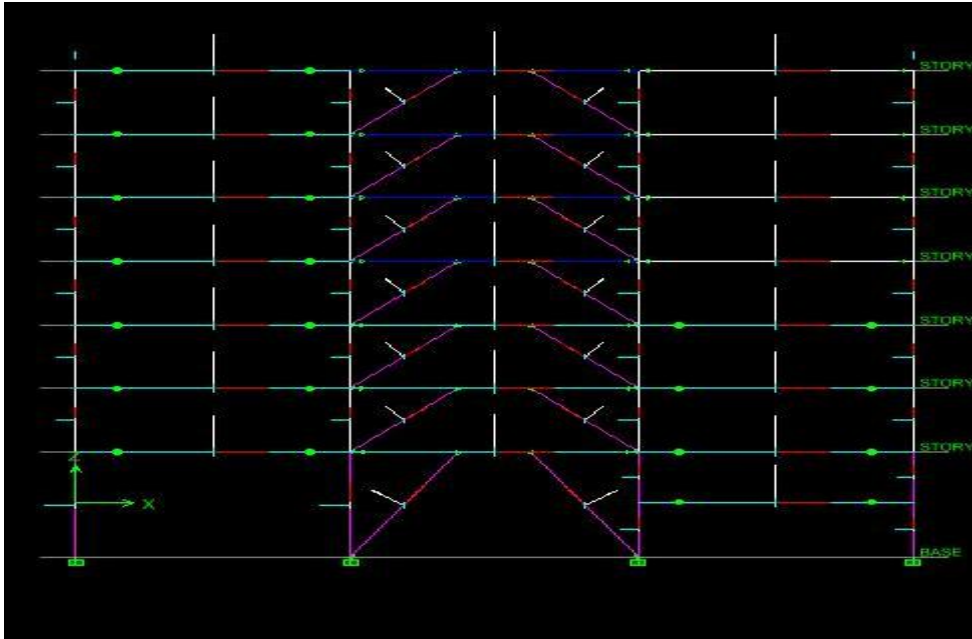
B-B

ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ

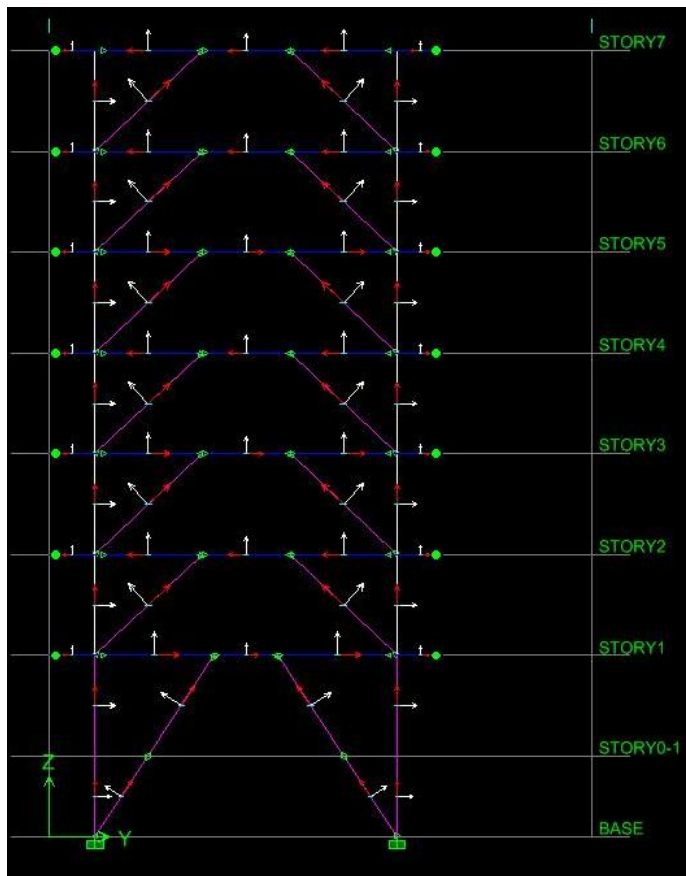
Τρισδιάστατο Μοντέλο:



Μπροστινή – Πίσω Όψη:



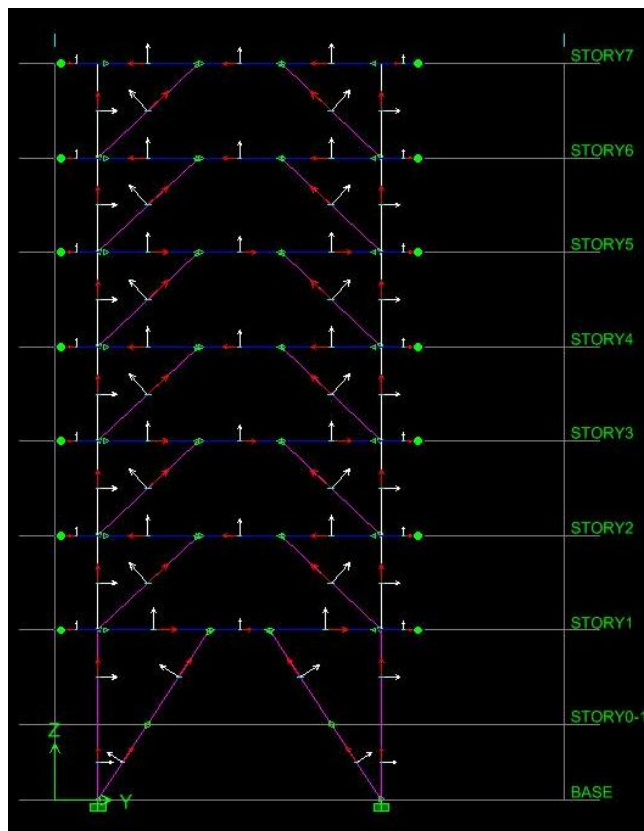
Πλαϊνές Όψεις:



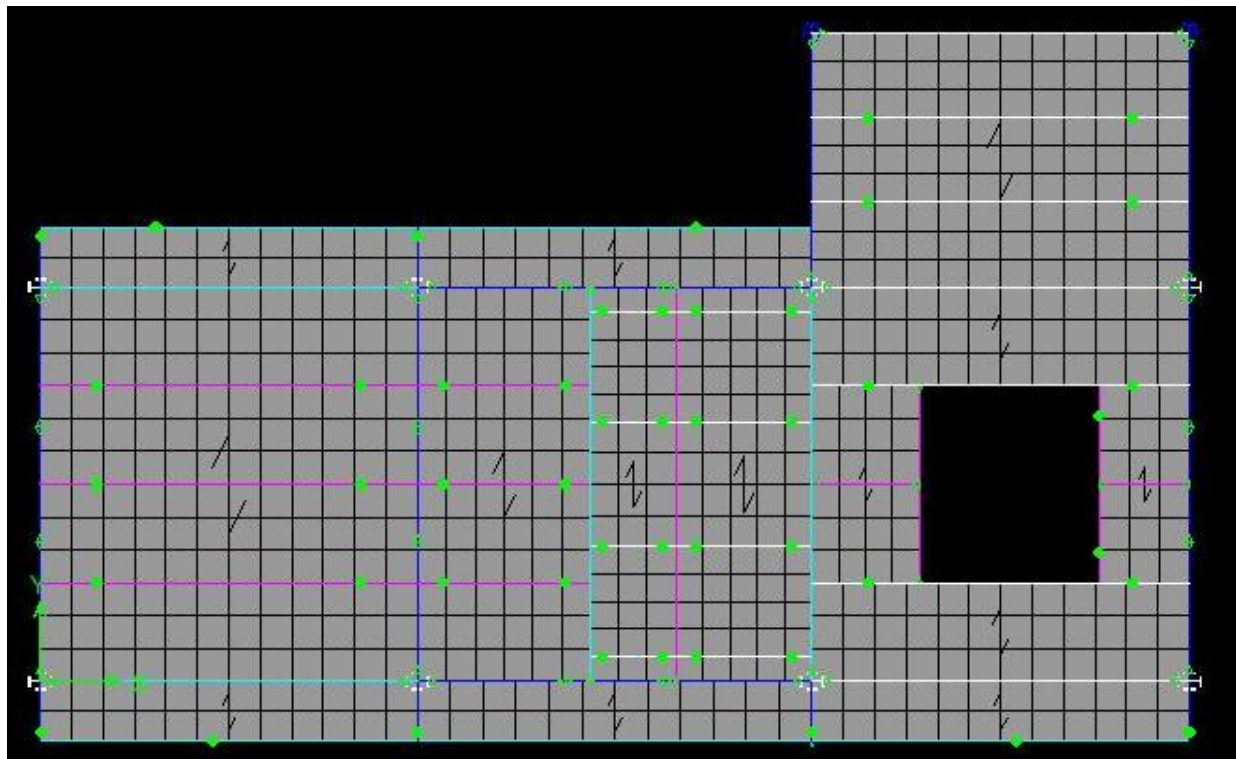
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Τυπική Κάτοψη



Το προσομοίωμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της κατασκευής έγινε προσπάθεια ώστε να **απεικονίζει με σαφήνεια και όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια** τόσο τον πραγματικό φορέα ως σύνολο όσο και τα επιμέρους στοιχεία του.

Πρόκειται για ένα «πλαίσιο» (μοντέλο) χωρικό το οποίο μορφώθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος ETABS που χρησιμοποιήθηκε έπειτα για την ανάλυση και για τον έλεγχο της κατασκευής.

Αρχικά στήθηκε ο **σκελετός** του κτιρίου (φέρων οργανισμός), **υποστυλώματα, δοκοί** (κύριες και δευτερεύουσες) και **κατακόρυφοι έκκεντροι σύνδεσμοι Λ** τα οποία προσομοιώθηκαν ως γραμμικά στοιχεία.

Για την καλύτερη προσομοίωση του φορέα καθώς και για την ακριβέστερη διανομή των φορτίων στα παραπάνω στοιχεία, σε κάθε όροφο δημιουργήθηκαν πλάκες με τις οποίες προσομοιώθηκε η μεταφορά των κατακόρυφων φορτίων και των οριζόντιων σεισμικών δράσεων. Οι πλάκες που σχεδιάστηκαν ήταν σύμμικτες συνολικού πάχους 11cm. Για την ακριβέστερη διανομή των φορτίων στις δοκούς του κάθε ορόφου **η πλάκα προσομοιώθηκε με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων** και διακριτοποιήθηκε σε στοιχεία με μέγιστη διάσταση 1 μέτρου το καθένα. Επίσης στις πλάκες κάθε ορόφου ορίστηκε και από ένα (άκαμπτο) διάφραγμα.

Επιπλέον το κτήριο έχει κατασκευαστεί με ορισμένες από τις δοκούς που έχουν εξαγωνικές οπές στον κορμό τους (είτε για οικονομία στο βάρος είτε για διευκόλυνση τοποθέτησης των Η/Μ εγκαταστάσεων). Επειδή το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε δεν υποστήριζε τέτοιου είδους διατομές επιλέχθηκαν Γενικές διατομές (General Section) με τα μέσα χαρακτηριστικά (ανά μέτρο) μια τέτοιας διατομής δοκού με εξαγωνικές οπές.

Στις δυο όψεις (εκεί όπου το κτίριο δεν επικοινωνεί με τα διπλανά του) τοποθετήθηκαν επιφάνειες για να προσομοιωθούν τα πανέλα της όψεως και να αναπαραστεί η διανομή των ανεμοπιέσεων σε αυτά μεγαλύτερη ακρίβεια. Τα παραπάνω επιφανειακά στοιχεία προσομοιώθηκαν με την βοήθεια πεπερασμένων στοιχείων.

Σε σχέση με την επιρροή της συμπεριφοράς των κόμβων στην κατανομή των εντατικών μεγεθών και των συνολικών παραμορφώσεων του φορέα, οι κόμβοι των περισσότερων κύριων στοιχείων θεωρήθηκαν άκαμπτοι (πακτώσεις, λόγω των ισχυρών συνδέσεων που είχαν κατασκευαστεί σε αυτούς. Έπρεπε για να εξασφαλιστεί η πλαισιακή λειτουργία έπρεπε να διαμορφωθούν κόμβοι ροπής και στους δυο κύριους άξονες των υποστυλωμάτων. Για αυτό τον λόγο και τα υποστυλώματα διαμορφώθηκαν έτσι ώστε και στις δυο διευθύνσεις να έχουν παρόμοιες στατικές ιδιότητες) ενώ για τις δευτερεύουσες δοκούς και για τη σύνδεσή τους με τις κύριες επιλέχτηκαν απλές αρθρώσεις.

Ένα άλλος σημαντικός παράγοντας είναι η θεμελίωση της ανωδομής. Η όλη κατασκευή στηρίζεται σε μία εκτεταμένη θεμελίωση από ωπλισμένο σκυρόδεμα με υπόγειους ορόφους και για το λόγο αυτό τα θεμέλια επιλέχτηκαν να προσομοιωθούν με πλήρεις πακτώσεις.

Τέλος η προσομοίωση των σεισμικών δράσεων έγινε με **Δυναμική Φασματική Ανάλυση (Βλ. κεφ. 2 και 5).**

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4]



ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΛΩΝ

4.1 Γενικά

Η επίλυση του φορέα πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα **ETABS**. Το πρόγραμμα **ETABS** έχει τη δυνατότητα εύρεσης των εντατικών μεγεθών που καταπονούν τα στοιχεία που απαρτίζουν την κατασκευή για όλα τα φορτία και για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων που επιβάλλονται στο φορέα, καθώς και έλεγχο όλων των μελών με βάση των Ευρωκώδικα 3.

Επειδή οι δοκοί τόσο οι κύριες και όσο και οι δευτερεύουσες δεν διαφοροποιούνται από όροφο σε όροφο καθώς επίσης και τα επιβαλλόμενα φορτία είναι ίδια, τα αποτελέσματα τόσο της ανάλυσης όσο και του ελέγχου με βάση τον Ευρωκώδικα 3 είναι όμοια από όροφο σε όροφο (μόνο για τις δοκούς). Γι' αυτό τον λόγο επιλέχτηκε να παρουσιαστεί στο παρόν κεφάλαιο η ανάλυση και ο έλεγχος των δοκών ενός ορόφου, συγκεκριμένα της τελευταίας οροφής μιας και καταπονείται επιπρόσθετα από το χιόνι και τον άνεμο, με ελάχιστες διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματα από τα υπόλοιπα. Σε ότι αφορά τα υποστυλώματα και τους έκκεντρους συνδέσμους θα ελεγχθούν χαρακτηριστικά στοιχεία (κυρίως του ισογείου) που αναπτύσσουν την μεγαλύτερη ένταση.

4.2 Κατάταξη των διατομών - Βασικές αρχές

Ο ρόλος της κατάταξης των διατομών είναι να αναγνωρίσει την έκταση στην οποία η αντοχή και η ικανότητα στροφής των διατομών περιορίζεται από την αντοχή τους σε τοπικό λυγισμό.

Κατάταξη

- *Διατομές κατηγορίας 1* είναι εκείνες που μπορούν να σχηματίσουν πλαστική άρθρωση με την απαιτούμενη από την πλαστική ανάλυση δυνατότητα στροφής χωρίς μείωση της αντοχής τους.
- *Διατομές κατηγορίας 2* είναι εκείνες που μπορούν να αναπτύξουν την πλαστική ροπή αντοχής τους, αλλά έχουν περιορισμένη δυνατότητα στροφής λόγω τοπικού λυγισμού.
- *Διατομές κατηγορίας 3* είναι εκείνες στις οποίες η τάση στην ακραία θλιβόμενη ίνα του χαλύβδινου μέλους, υποθέτοντας ελαστική κατανομή των τάσεων, μπορεί να φτάσει την αντοχή διαρροής, αλλά ο τοπικός λυγισμός είναι πιθανόν να εμποδίσει την ανάπτυξη της πλαστικής ροπής αντοχής.
- *Διατομές κατηγορίας 4* είναι εκείνες στις οποίες τοπικός λυγισμός θα συμβεί πριν την ανάπτυξη της τάσης διαρροής σε ένα ή περισσότερα μέρη της διατομής.

Οι ροπές αντοχής για τις τέσσερις κατηγορίες διατομών είναι :

Κατηγορίες 1 και 2: η πλαστική ροπή

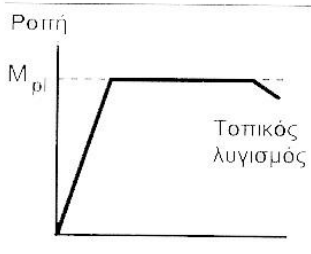
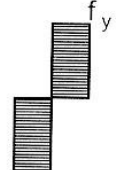
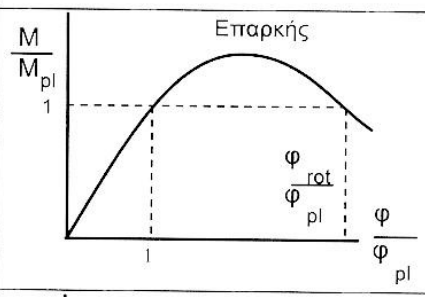
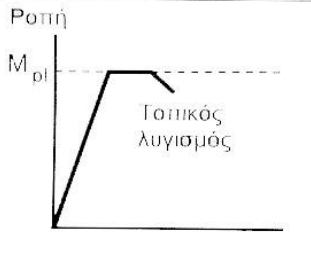
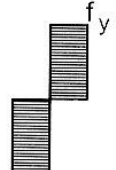
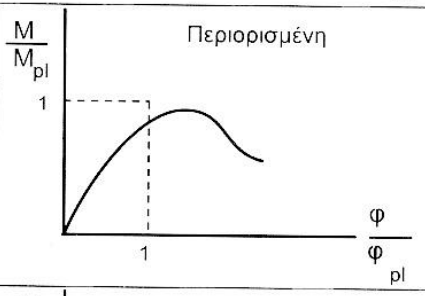
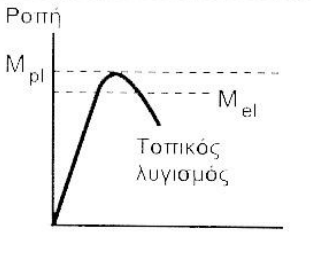
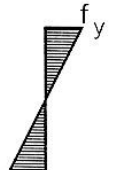
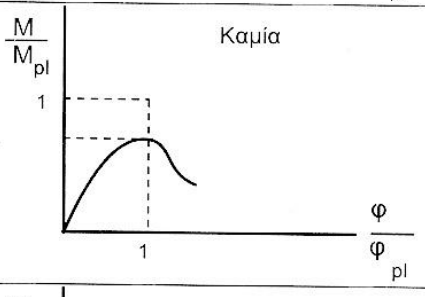
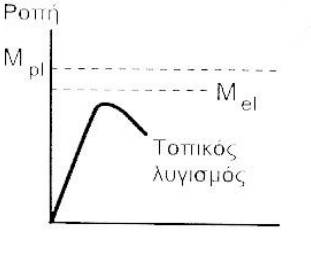
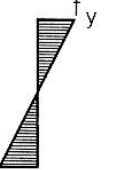
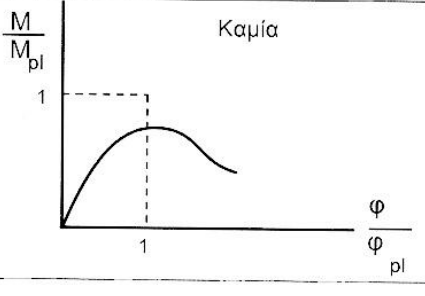
Κατηγορία 3: η ελαστική ροπή

Κατηγορία 4: η ροπή τοπικού λυγισμού

Η κατάταξη μιας διατομής εξαρτάται από το λόγο πλάτους προς το πάχος (c/t) καθενός από τα λόγω αξονικής δύναμης ή/και καμπτικής ροπής θλιβόμενα πλακοειδή στοιχεία της. Επομένως η κατηγορία κάθε διατομής εξαρτάται τόσο από τη γεωμετρία της όσο και από τον τύπο της φόρτισης που επιβάλλεται σε αυτή.

Ακολουθούν 3 πίνακες με βάση τους οποίους γίνεται η κατάταξη

Πιν 4.1 Κατάταξη διατομών σε σχέση με τη ροπή αντοχής και τη στρωφική ικανότητα

| Μοντέλο Συμπεριφοράς | Ροπή Αντοχής | Στρωφική Ικανότητα | Κατηγορία |
|---|---|---|-----------|
|  <p>Ροπή</p> <p>M_{pl}</p> <p>Τοπικός λυγισμός</p> |  <p>Πλαστική ροπή της πλήρους διατομής</p> <p>f_y</p> |  <p>$\frac{M}{M_{pl}}$</p> <p>1</p> <p>Επαρκής</p> <p>$\frac{\varphi_{rot}}{\varphi_{pl}}$</p> <p>$\frac{\varphi}{\varphi_{pl}}$</p> | 1 |
|  <p>Ροπή</p> <p>M_{pl}</p> <p>Τοπικός λυγισμός</p> |  <p>Πλαστική ροπή της πλήρους διατομής</p> <p>f_y</p> |  <p>$\frac{M}{M_{pl}}$</p> <p>1</p> <p>Περιορισμένη</p> <p>$\frac{\varphi}{\varphi_{pl}}$</p> | 2 |
|  <p>Ροπή</p> <p>M_{pl}</p> <p>M_{el}</p> <p>Τοπικός λυγισμός</p> |  <p>Ελαστική ροπή της πλήρους διατομής</p> <p>f_y</p> |  <p>$\frac{M}{M_{pl}}$</p> <p>1</p> <p>Καμία</p> <p>$\frac{\varphi}{\varphi_{pl}}$</p> | 3 |
|  <p>Ροπή</p> <p>M_{pl}</p> <p>M_{el}</p> <p>Τοπικός λυγισμός</p> |  <p>Ελαστική ροπή της ενεργού διατομής</p> <p>f_y</p> |  <p>$\frac{M}{M_{pl}}$</p> <p>1</p> <p>Καμία</p> <p>$\frac{\varphi}{\varphi_{pl}}$</p> | 4 |

M_{el} ελαστική ροπή αντοχής της διατομής

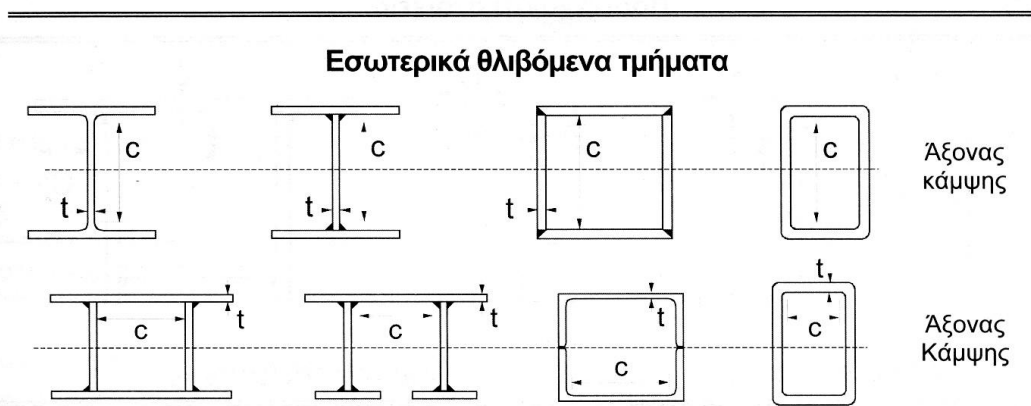
M_{pl} πλαστική ροπή αντοχής της διατομής

M δρώσα ροπή

φ στρωφή (καμπυλότητα) της διατομής

φ_{pl} στρωφή (καμπυλότητα) της διατομής απαιτούμενη για να προκαλέσει πλήρη πλαστική κατανομή τάσεων στη διατομή

Πιν. 4.2 Μέγιστοι λόγοι πλάτους προς πάχος για θλιβόμενα στοιχεία



| Κατηγορία | Τμήμα που υπόκειται σε κάμψη | Τμήμα που υπόκειται σε θλίψη | Τμήμα που υπόκειται σε κάμψη και θλίψη | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|--|------|------|------|
| Κατανομή τάσεων στα τμήματα (θλίψη θετική) | | | | | | |
| 1 | $c/t \leq 72\varepsilon$ | $c/t \leq 33\varepsilon$ | όταν $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ όταν $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$ | | | |
| 2 | $c/t \leq 83\varepsilon$ | $c/t \leq 38\varepsilon$ | όταν $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ όταν $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$ | | | |
| Κατανομή τάσεων στα τμήματα (θλίψη θετική) | | | | | | |
| 3 | $c/t \leq 124\varepsilon$ | $c/t \leq 42\varepsilon$ | όταν $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ όταν $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1-\psi)\sqrt{-\psi}$ | | | |
| $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ | f_y | 235 | 275 | 355 | 420 | 460 |
| | ε | 1,00 | 0,92 | 0,81 | 0,75 | 0,71 |

*) $\psi \leq -1$ εφαρμόζεται όπου η θλιπτική τάση $\sigma < f_y$ είτε η εφελκυστική παραμόρφωση $\varepsilon_y > f_y/E$

Πιν. 4.3 Μέγιστοι λόγοι πλάτους προς πάχος για θλιβόμενα στοιχεία

| Προεξέχοντα στοιχεία | | | | | | |
|--|-----------------------|--|---|-------------------|------|------|
| Ελατές διατομές | | | Συγκολλητές διατομές | | | |
| Κατηγορία | Στοιχείο υπό θλίψη | Στοιχείο υπό κάμψη και θλίψη | | | | |
| | | Άκρο σε θλίψη | | Άκρο σε εφελκυσμό | | |
| Πλαστική κατανομή τάσεων στο στοιχείο (θλίψη θετική) | | | | | | |
| 1 | $c/t \leq 9\epsilon$ | $c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$ | $c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$ | | | |
| 2 | $c/t \leq 10\epsilon$ | $c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$ | $c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$ | | | |
| Ελαστική κατανομή τάσεων στο στοιχείο (θλίψη θετική) | | | | | | |
| 3 | $c/t \leq 14\epsilon$ | $c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$ Για k_σ βλέπε EN 1993-1-5 | | | | |
| $\epsilon = \sqrt{235/f_y}$ | f_y | 235 | 275 | 355 | 420 | 460 |
| | ϵ | 1,00 | 0,92 | 0,81 | 0,75 | 0,71 |

4.3 Οριακή κατάσταση αστοχίας

Αντοχή διατομών, όποια και αν είναι η κατηγορία : $\gamma_{MO} = 1,10$

4.3.1 Αντοχή διατομών

4.3.1.1 Αντοχή σε μονοαξονικό εφελκυσμό

Η τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής δύναμης $N_{t,Sd}$ σε κάθε διατομή πρέπει να ικανοποιεί:

$$\frac{N_{t,Sd}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

Πλαστική αντοχή σχεδιασμού της ολικής διατομής

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{MO}} \quad \text{ή} \quad N_{t,Rd}$$

4.3.1.2 Αντοχή σε θλίψη

Ένα θλιβόμενο μέλος πρέπει να ελέγχεται έναντι λυγισμού ως εξής:

$$\frac{N_{C,Sd}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

όπου $N_{C,Sd}$ είναι η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής δύναμης

$N_{pl,Rd}$ είναι η αντοχή του θλιβόμενου μέλους

Η αντοχή ενός θλιβόμενου μέλους πρέπει να λαμβάνεται ως:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 1, 2 και 3}$$

4.3.1.3 Αντοχή σε τέμνουσα

Η τιμή σχεδιασμού της διατμητικής δύναμης V_{Sd} σε κάθε διατομή πρέπει να ικανοποιεί:

$$\frac{V_{Sd}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

Για απουσία στρέψης, η πλαστική διατμητική αντοχή δίνεται από:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

όπου A_v είναι η επιφάνεια διάτμησης.

Η επιφάνεια διάτμησης A_v μπορεί να λαμβάνεται ως εξής:

α) ελατές διατομές I και H, με φορτίο παράλληλο στον κορμό $A_v = 1,04h_w t_w$

t_w είναι το πάχος του κορμού (Εάν το πάχος του κορμού δεν είναι σταθερό, ως t_w θα πρέπει να λαμβάνεται το ελάχιστο πάχος.).

β) ελατές διατομές I και H, με φορτίο παράλληλο στα πέλματα $A_v = 2bt_f$

γ) κοίλες κυκλικές διατομές και σωλήνες ομοιόμορφου πάχους $2A/\pi$

όπου A είναι η επιφάνεια της διατομής

b είναι το συνολικό πλάτος

h είναι το συνολικό ύψος

h_w είναι το ύψος του κορμού

t_f είναι το πάχος του πέλματος

4.3.1.4 Αντοχή σε κάμψη

$$M_{Sd} = M_{pl,Sd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 1 και 2}$$

$$M_{Sd} = M_{el,Sd} = \frac{W_{el} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 3}$$

4.3.1.5 Έλεγχος σε διαξονική κάμψη και αξονική θλίψη

$$\frac{N_{Sd}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_\mu}} + \frac{M_{y,Sd}}{W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_\mu}} + \frac{M_{z,Sd}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_\mu}} \leq 1,00$$

όπου N_{Sd} , $M_{y,Sd}$ και $M_{z,Sd}$ είναι οι τιμές σχεδιασμού της θλιπτικής δύναμης και των μεγίστων ροπών ως προς τους y-y και z-z άξονες κατά μήκος του μέλους, αντίστοιχα

4.3.2 Αντοχή Μελών

4.3.2.1 Καμπικός Λυγισμός

Η αντοχή ενός θλιβόμενου μέλους δίνεται από την σχέση:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}}$$

χ είναι οι μειωτικοί συντελεστές λόγω καμπικού λυγισμού από την

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \text{αλλά } \chi \leq 1,0$$

$$\text{όπου } \Phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

α είναι συντελεστής ατελειών

λ ανηγμένη λυγηρότητα

$$\lambda = \frac{l \sqrt{\beta_A}}{i \cdot 93,9\varepsilon} \quad (\beta_A = 1,0 \text{ κατηγορία διατομής 1,2,3})$$

4.3.2.2 Στρεπτοκαμπτικός (πλευρικός) Λυγισμός

$$M_{sd} \leq M_{b,Rd}$$

Όπου $M_{b,Rd}$ η αντοχή μιας δοκού σε πλευρικό λυγισμό και είναι

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{αλλά } \chi \leq 1,0$$

$$\text{όπου } \Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

α είναι συντελεστής ατελειών

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad \text{ανηγμένη λυγηρότητα πλευρικού λυγισμού}$$

$$M_{cr} = \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(kL)^2} \left\{ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 z_g - C_3 z_j)^2} - (C_2 z_g - C_3 z_j)^2 \right\}$$

Παρακάτω ακολουθούν ορισμένοι πίνακες για τον υπολογισμό των μεγεθών που υπεισέρχονται στον έλεγχο έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Πιν. 4.4 Συντελεστές ατελειών για καμπύλες πλευρικού λυγισμού

| Καμπύλη λυγισμού | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> | <i>d</i> |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Συντελεστής ατελειών α_{LT} | 0,21 | 0,34 | 0,49 | 0,76 |



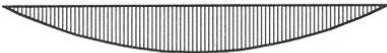

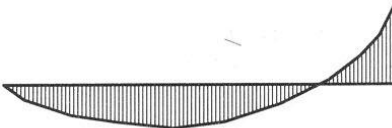

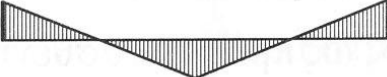
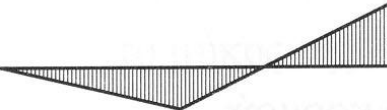
Πιν. 4.5 Καμπύλες πλευρικού λυγισμού

| Διατομή | Όρια | Καμπύλη λυγισμού |
|------------------------|--------------|------------------|
| Ελατές διατομές I | $h/b \leq 2$ | <i>a</i> |
| | $h/b > 2$ | <i>b</i> |
| Συγκολλητές διατομές I | $h/b \leq 2$ | <i>c</i> |
| | $h/b > 2$ | <i>d</i> |
| Άλλες διατομές | – | <i>d</i> |

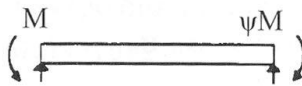





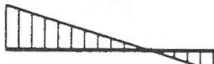


Πιν. 4.6 Καμπύλες πλευρικού λυγισμού

| Διατομή | Όρια | Καμπύλη λυγισμού |
|------------------------|--------------|------------------|
| Ελατές διατομές I | $h/b \leq 2$ | <i>b</i> |
| | $h/b > 2$ | <i>c</i> |
| Συγκολλητές διατομές I | $h/b \leq 2$ | <i>c</i> |
| | $h/b > 2$ | <i>d</i> |

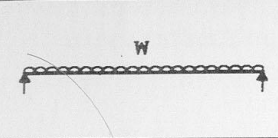
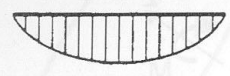
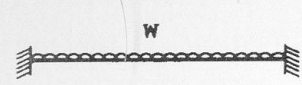
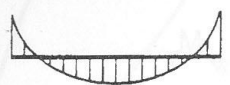
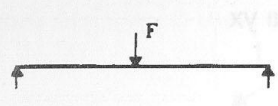
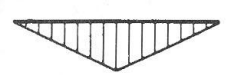
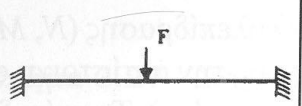

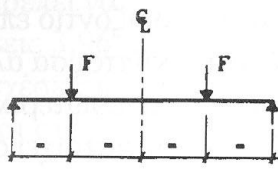

Πιν. 4.7 Διορθωτικοί Συντελεστές k_c

| Κατανομή ροπής | k_c |
|--|------------------------------|
|  $\psi = 1$ | 1,0 |
|  $-1 \leq \psi \leq 1$ | $\frac{1}{1,33 - 0,33 \psi}$ |
|  | 0,94 |
|  | 0,90 |
|  | 0,91 |
|  | 0,86 |
|  | 0,77 |
|  | 0,82 |

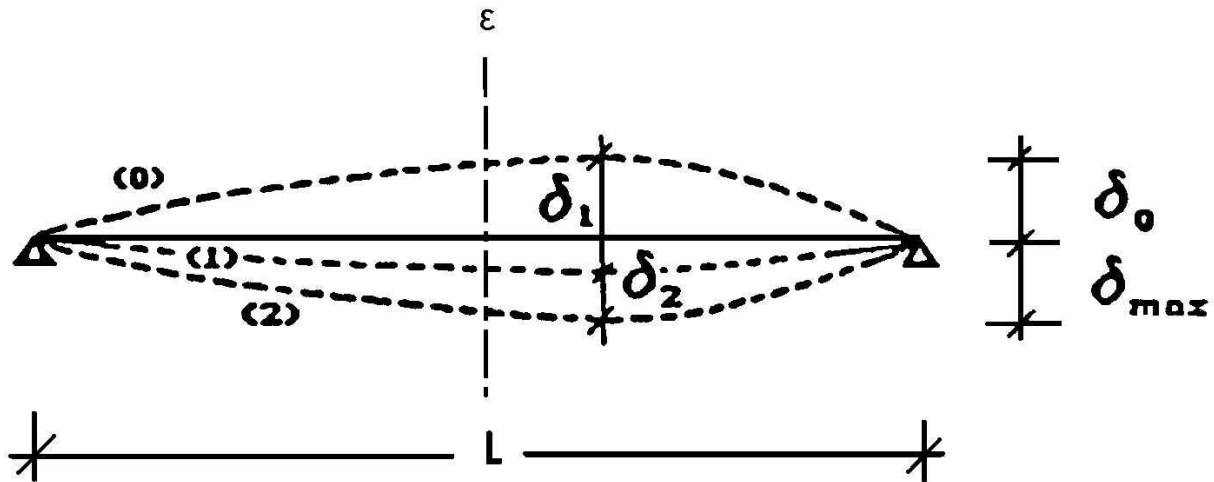
Πιν. 4.8 Συντελεστές C1, C2, C3

| Φόρτιση και συνθήκες στήριξης | ψ | Διάγραμμα καμπτικών ροπών | Τιμή του k | Συντελεστές | | |
|---|---|---|------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | C ₁ | C ₂ | C ₃ |
|  | +1 |  | 1,0 | 1,000 | 0 | 1,000 |
| | | 0,7 | 1,000 | 0 | 1,113 | |
| | | 0,5 | 1,000 | 0 | 1,114 | |
| | +1/2 |  | 1,0 | 1,323 | 0 | 0,992 |
| | | 0,7 | 1,473 | 0 | 1,556 | |
| | | 0,5 | 1,514 | 0 | 2,271 | |
| | +1/4 |  | 1,0 | 1,563 | 0 | 0,977 |
| | | 0,7 | 1,739 | 0 | 1,531 | |
| | | 0,5 | 1,788 | 0 | 2,235 | |
| | 0 |  | 1,0 | 1,879 | 0 | 0,939 |
| | | 0,7 | 2,092 | 0 | 1,473 | |
| | | 0,5 | 2,150 | 0 | 2,150 | |
| -1/4 |  | 1,0 | 2,281 | 0 | 0,855 | |
| | 0,7 | 2,538 | 0 | 1,340 | | |
| | 0,5 | 2,609 | 0 | 1,957 | | |
| -1/2 |  | 1,0 | 2,704 | 0 | 0,676 | |
| | 0,7 | 3,009 | 0 | 1,059 | | |
| | 0,5 | 3,093 | 0 | 1,546 | | |
| -3/4 |  | 1,0 | 2,927 | 0 | 0,366 | |
| | 0,7 | 3,258 | 0 | 0,575 | | |
| | 0,5 | 3,348 | 0 | 0,837 | | |
| -1 |  | 1,0 | 2,752 | 0 | 0,000 | |
| | 0,7 | 3,063 | 0 | 0,000 | | |
| | 0,5 | 3,149 | 0 | 0,000 | | |

Πιν. 4.9 Συντελεστές C1, C2, C3

| Φόρτιση και συνθήκες στήριξης | Διάγραμμα καμπτικών ροπών | Τιμή του k | Συντελεστές | | |
|---|---|------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | C ₁ | C ₂ | C ₃ |
|  |  | 1,0 0,5 | 1,132 0,972 | 0,459 0,304 | 0,525 0,980 |
|  |  | 1,0 0,5 | 1,285 0,712 | 1,562 0,652 | 0,753 1,070 |
|  |  | 1,0 0,5 | 1,365 1,070 | 0,553 0,432 | 1,730 3,050 |
|  |  | 1,0 0,5 | 1,565 0,938 | 1,267 0,715 | 2,640 4,800 |
|  |  | 1,0 0,5 | 1,046 1,010 | 0,430 0,410 | 1,120 1,890 |

4.4 Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας



Μέγιστες αποδεκτές τιμές βελών κάμψης

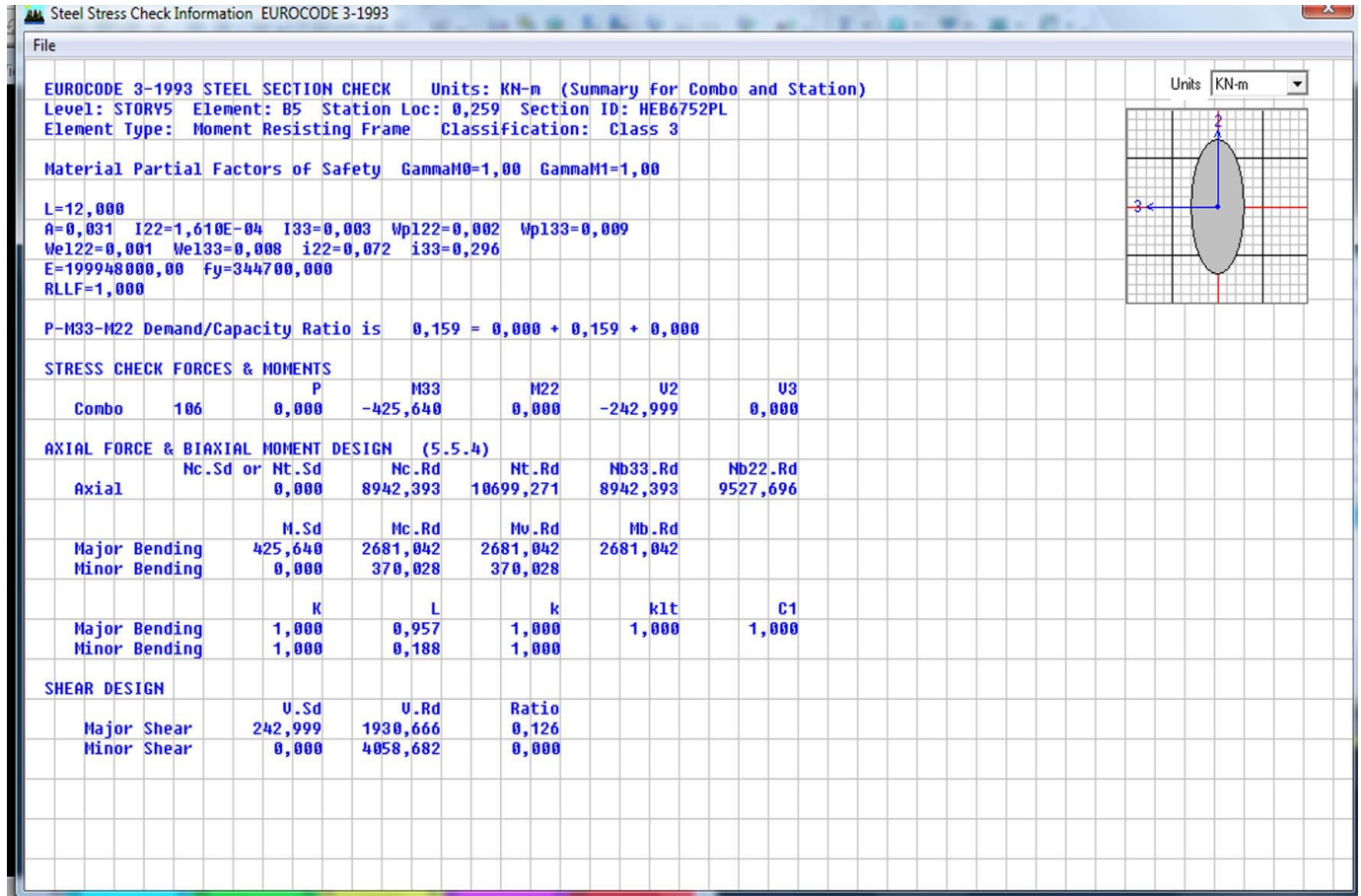
$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} \quad \text{όπου} \quad \delta_{max} < \frac{l}{250}, \quad \delta_2 < \frac{l}{300}$$

για δάπεδα γενικά και για οροφές υποδεχόμενες πρόσωπα πέραν του προσωπικού συντηρήσεως.

4.5 Ανάλυση και Έλεγχος Μελών

- ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΥΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ

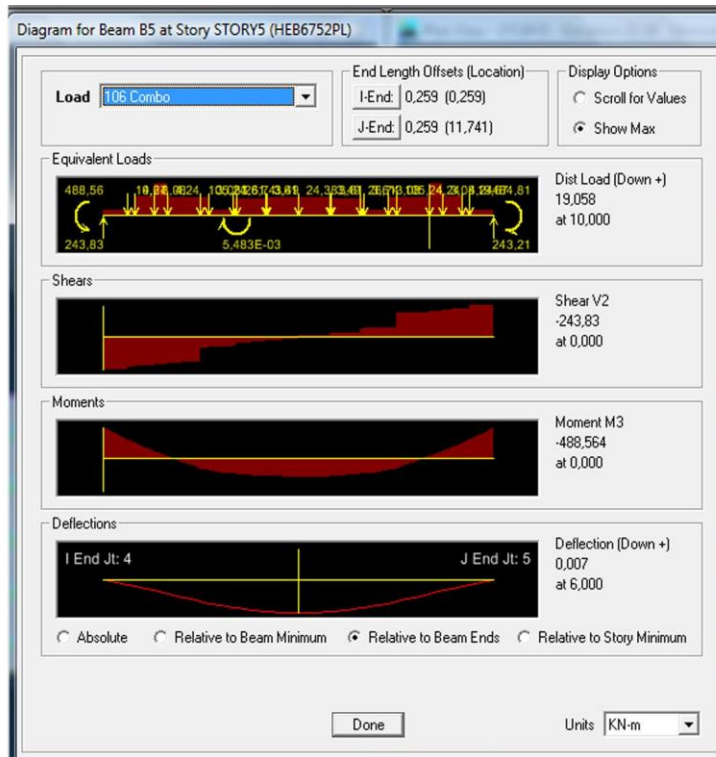
B5



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

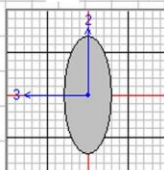
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B5 Station Loc: 6,000 Section ID: HEB6752PL
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=12,000
 $A=0,031$ $I_{22}=1,610E-04$ $I_{33}=0,003$ $W_{p122}=0,002$ $W_{p133}=0,009$
 $W_{e122}=0,001$ $W_{e133}=0,008$ $i_{22}=0,072$ $i_{33}=0,296$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $R_{LLF}=1,000$

| DEFLECTION CHECK (Combo 201) | | | | | |
|------------------------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
| Dead Load | Yes | 0,003 | 0,025 | 0,099 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 0,001 | 0,025 | 0,051 | OK |
| Live Load | Yes | 0,001 | 0,025 | 0,051 | OK |
| Total Load | Yes | 0,004 | 0,025 | 0,151 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,004 | 0,025 | 0,151 | OK |

Units: KN-m



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

B11

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B11 Station Loc: 11,245 Section ID: HE600B
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

$L=11,495$
 $A=0,027$ $I_{22}=1,353E-04$ $I_{33}=0,002$ $W_{p122}=0,001$ $W_{p133}=0,006$
 $W_{e122}=9,020E-04$ $W_{e133}=0,006$ $i_{22}=0,071$ $i_{33}=0,252$
 $E=199948000,00$ $f_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is $0,091 = 0,000 + 0,091 + 0,000$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Combo 106 | 0,000 | -95,121 | 0,000 | 55,767 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

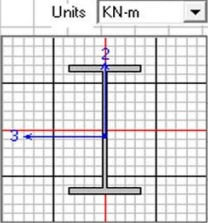
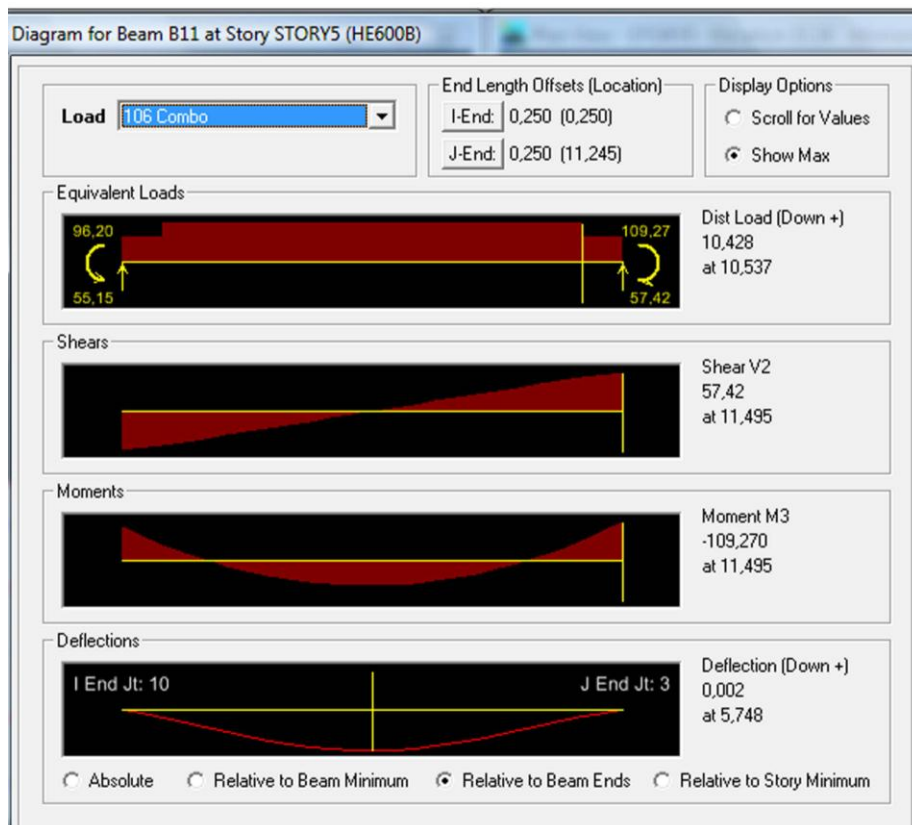
| | Nc.Sd or Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Axial | 0,000 | 1860,918 | 9306,900 | 8360,880 | 1860,918 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd |
|---------------|--------|----------|----------|----------|
| Major Bending | 95,121 | 2214,698 | 2214,698 | 1043,488 |
| Minor Bending | 0,000 | 479,478 | 479,478 | |

| | K | L | k | kIt | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 0,957 | 1,000 | 1,000 | 1,056 |
| Minor Bending | 1,000 | 0,957 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

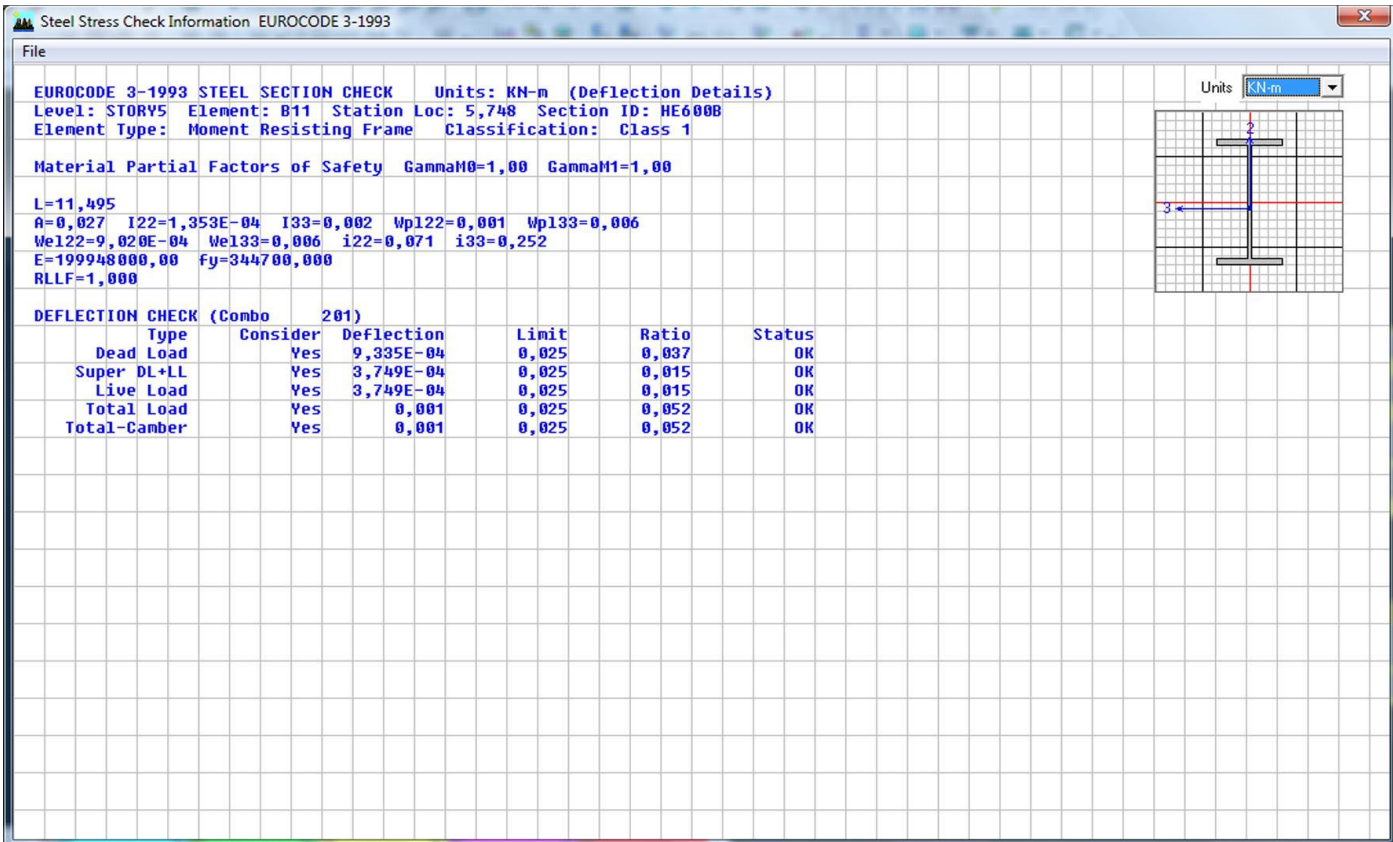
| | U.Sd | U.Rd | Ratio |
|-------------|--------|----------|-------|
| Major Shear | 55,767 | 1850,818 | 0,030 |
| Minor Shear | 0,000 | 2985,190 | 0,000 |

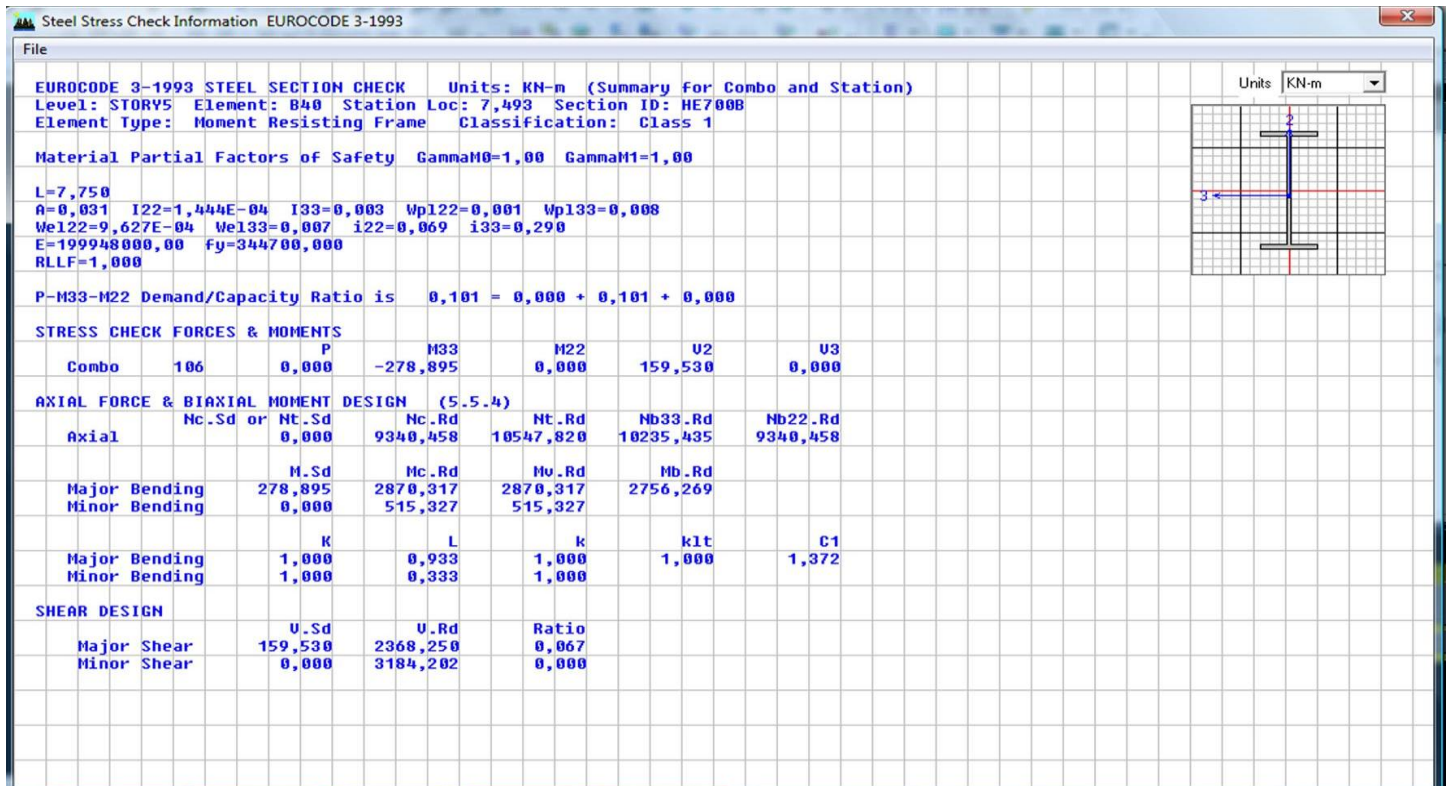
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



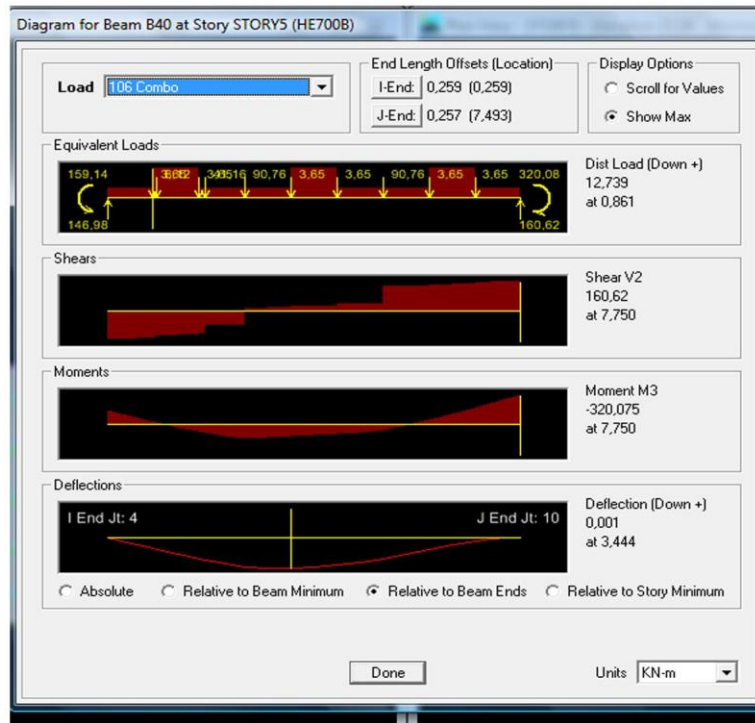
B40



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B40 Station Loc: 3,444 Section ID: HE700B
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

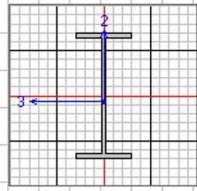
Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

$L=7,750$
 $A=0,031$ $I_{22}=1,444E-04$ $I_{33}=0,003$ $W_{p122}=0,001$ $W_{p133}=0,008$
 $W_{e122}=9,627E-04$ $W_{e133}=0,007$ $i_{22}=0,069$ $i_{33}=0,290$
 $E=199948000,00$ $f_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

DEFLECTION CHECK (Combo 201)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 4,552E-04 | 0,025 | 0,018 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 2,087E-04 | 0,025 | 0,008 | OK |
| Live Load | Yes | 2,087E-04 | 0,025 | 0,008 | OK |
| Total Load | Yes | 6,642E-04 | 0,025 | 0,026 | OK |
| Total-Camber | Yes | 6,642E-04 | 0,025 | 0,026 | OK |

Units: KN-m



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

B41

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B41 Station Loc: 0,350 Section ID: HEB6752PL
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 $A=0,031$ $I_{22}=1,610E-04$ $I_{33}=0,003$ $W_{p122}=0,002$ $W_{p133}=0,009$
 $W_{e122}=0,001$ $W_{e133}=0,008$ $i_{22}=0,072$ $i_{33}=0,296$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is $0,086 = 0,000 + 0,086 + 0,000$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | 106 | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-----|-------|----------|-------|----------|-------|
| | | 0,000 | -231,463 | 0,000 | -115,625 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

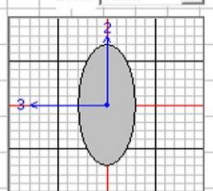
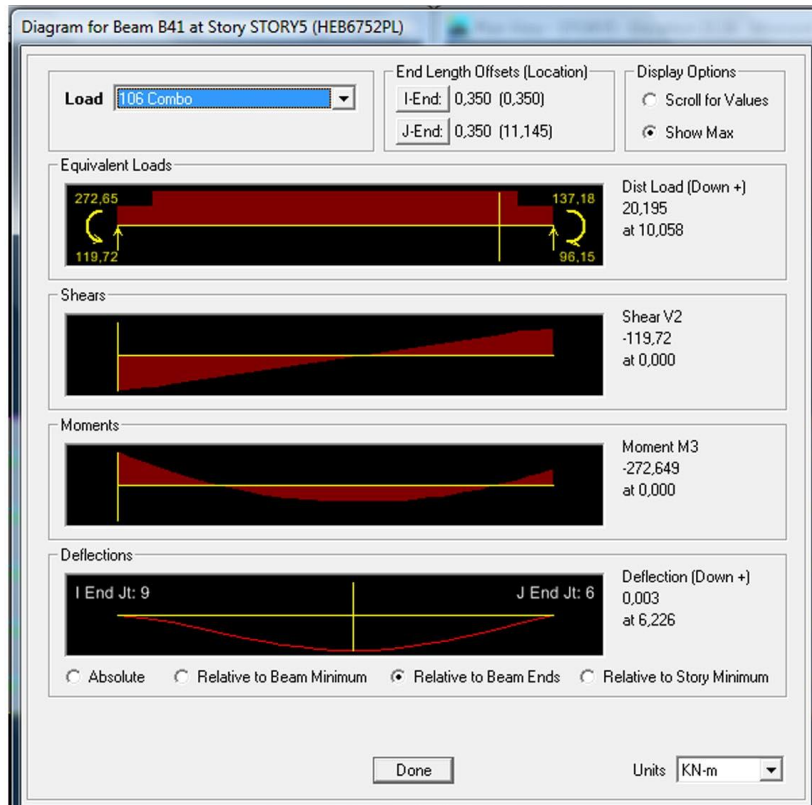
| | Nc.Sd or Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------------|----------|-----------|----------|----------|
| Axial | 0,000 | 2134,058 | 10699,271 | 9125,922 | 2134,058 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mu.Rd | Mb.Rd |
|---------------|---------|----------|----------|----------|
| Major Bending | 231,463 | 2681,042 | 2681,042 | 2681,042 |
| Minor Bending | 0,000 | 370,028 | 370,028 | |

| | K | L | k | k1t | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 0,939 | 1,000 | 1,000 | 1,355 |
| Minor Bending | 1,000 | 0,939 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

| | U.Sd | U.Rd | Ratio |
|-------------|---------|----------|-------|
| Major Shear | 115,625 | 1930,666 | 0,060 |
| Minor Shear | 0,000 | 4058,682 | 0,000 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

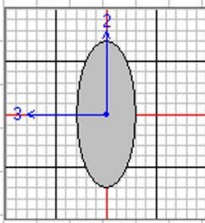
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B41 Station Loc: 6,226 Section ID: HEB6752PL
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 A=0,031 I22=1,610E-04 I33=0,003 Wp122=0,002 Wp133=0,009
 We122=0,001 We133=0,008 i22=0,072 i33=0,296
 E=199948000,00 fy=344700,000
 RLLF=1,000

DEFLECTION CHECK (Combo 201)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 9,722E-04 | 0,025 | 0,038 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 4,853E-04 | 0,025 | 0,019 | OK |
| Live Load | Yes | 4,853E-04 | 0,025 | 0,019 | OK |
| Total Load | Yes | 0,001 | 0,025 | 0,058 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,001 | 0,025 | 0,058 | OK |



B43

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B43 Station Loc: 11,145 Section ID: HE600B
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 A=0,027 I22=1,353E-04 I33=0,002 Wp122=0,001 Wp133=0,006
 We122=9,020E-04 We133=0,006 i22=0,071 i33=0,252
 E=199948000,00 fy=344700,000
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,174 = 0,000 + 0,174 + 0,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-------|----------|-------|---------|-------|
| 106 | 0,000 | -208,506 | 0,000 | 107,152 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

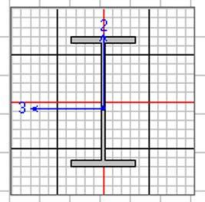
| | Nc.Sd or Mc.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Axial | 0,000 | 1922,935 | 9306,900 | 8395,835 | 1922,935 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mu.Rd | Mb.Rd |
|---------------|---------|----------|----------|----------|
| Major Bending | 208,506 | 2214,698 | 2214,698 | 1195,860 |
| Minor Bending | 0,000 | 479,478 | 479,478 | |

| | K | L | k | kIt | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 0,939 | 1,000 | 1,000 | 1,241 |
| Minor Bending | 1,000 | 0,939 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

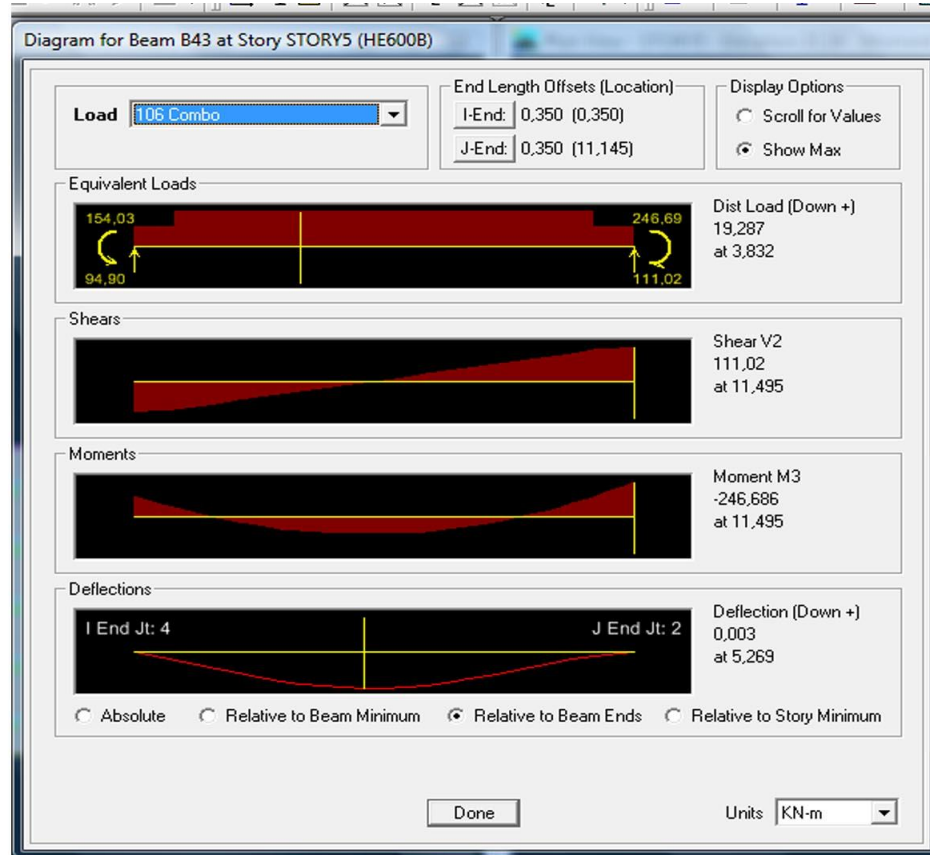
| | U.Sd | U.Rd | Ratio |
|-------------|---------|----------|-------|
| Major Shear | 107,152 | 1850,818 | 0,058 |
| Minor Shear | 0,000 | 2985,190 | 0,000 |



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B43 Station Loc: 5,269 Section ID: HE600B
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

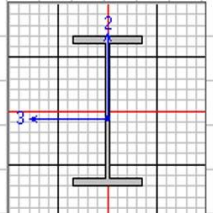
Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

$L=11,495$
 $A=0,027$ $I_{22}=1,353E-04$ $I_{33}=0,002$ $W_{p122}=0,001$ $W_{p133}=0,006$
 $W_{e122}=9,020E-04$ $W_{e133}=0,006$ $i_{22}=0,071$ $i_{33}=0,252$
 $E=199948000,00$ $f_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

DEFLECTION CHECK (Combo 201)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 0,001 | 0,025 | 0,054 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 6,939E-04 | 0,025 | 0,027 | OK |
| Live Load | Yes | 6,939E-04 | 0,025 | 0,027 | OK |
| Total Load | Yes | 0,002 | 0,025 | 0,081 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,002 | 0,025 | 0,081 | OK |

Units: KN-m



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

B44

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B44 Station Loc: 0,350 Section ID: HEB6752PL
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 $A=0,031$ $I_{22}=1,610E-04$ $I_{33}=0,003$ $W_{p122}=0,002$ $W_{p133}=0,009$
 $W_{e122}=0,001$ $W_{e133}=0,008$ $i_{22}=0,072$ $i_{33}=0,296$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $R_{LLF}=1,000$

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is $0,092 = 0,000 + 0,092 + 0,000$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | 106 | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-----|-------|----------|-------|----------|-------|
| | | 0,000 | -246,534 | 0,000 | -117,847 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

| | Mc.Sd or | Nt.Sd | Mc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------|-------|----------|-----------|----------|----------|
| Axial | | 0,000 | 2134,058 | 10699,271 | 9125,922 | 2134,058 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd |
|---------------|---------|----------|----------|----------|
| Major Bending | 246,534 | 2681,042 | 2681,042 | 2681,042 |
| Minor Bending | 0,000 | 370,028 | 370,028 | |

| | K | L | k | klt | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 0,939 | 1,000 | 1,000 | 1,416 |
| Minor Bending | 1,000 | 0,939 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

| | V.Sd | V.Rd | Ratio |
|-------------|---------|----------|-------|
| Major Shear | 117,847 | 1930,666 | 0,061 |
| Minor Shear | 0,000 | 4058,682 | 0,000 |

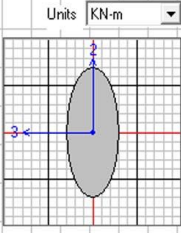



Diagram for Beam B44 at Story STORY5 (HEB6752PL)

Load: 106 Combo

End Length Offsets (Location)
 I-End: 0,350 (0,350)
 J-End: 0,350 (11,145)


Display Options
 Scroll for Values
 Show Max

Equivalent Loads




Dist Load (Down +)
 20,195
 at 10,058

Shears



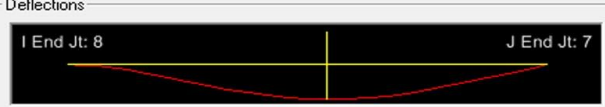
Shear V2
 -121,94
 at 0,000

Moments



Moment M3
 -288,498
 at 0,000

Deflections



Deflection (Down +)
 0,002
 at 6,226

Absolute Relative to Beam Minimum Relative to Beam Ends Relative to Story Minimum

Done

Units: KN-m

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

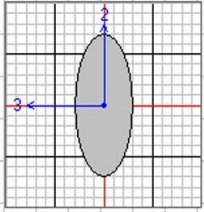
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B44 Station Loc: 6,226 Section ID: HEB6752PL
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 A=0,031 I22=1,610E-04 I33=0,003 Wp122=0,002 Wp133=0,009
 We122=0,001 We133=0,008 i22=0,072 i33=0,296
 E=199948000,00 fy=344700,000
 RLLF=1,000

DEFLECTION CHECK (Combo 201)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 9,355E-04 | 0,025 | 0,037 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 4,670E-04 | 0,025 | 0,018 | OK |
| Live Load | Yes | 4,670E-04 | 0,025 | 0,018 | OK |
| Total Load | Yes | 0,001 | 0,025 | 0,055 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,001 | 0,025 | 0,055 | OK |



B46

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B46 Station Loc: 11,145 Section ID: HE600B
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 A=0,027 I22=1,353E-04 I33=0,002 Wp122=0,001 Wp133=0,006
 We122=9,020E-04 We133=0,006 i22=0,071 i33=0,252
 E=199948000,00 fy=344700,000
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,178 = 0,000 + 0,178 + 0,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | 106 | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-----|-------|----------|-------|---------|-------|
| | | 0,000 | -212,288 | 0,000 | 109,561 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

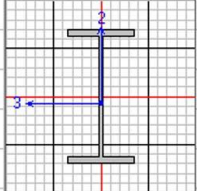
| | Nc.Sd or | Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Axial | | 0,000 | 1922,935 | 9306,900 | 8395,835 | 1922,935 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd |
|---------------|---------|----------|----------|----------|
| Major Bending | 212,288 | 2214,698 | 2214,698 | 1189,733 |
| Minor Bending | 0,000 | 479,478 | 479,478 | |

| | K | L | k | kl | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 0,939 | 1,000 | 1,000 | 1,232 |
| Minor Bending | 1,000 | 0,939 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

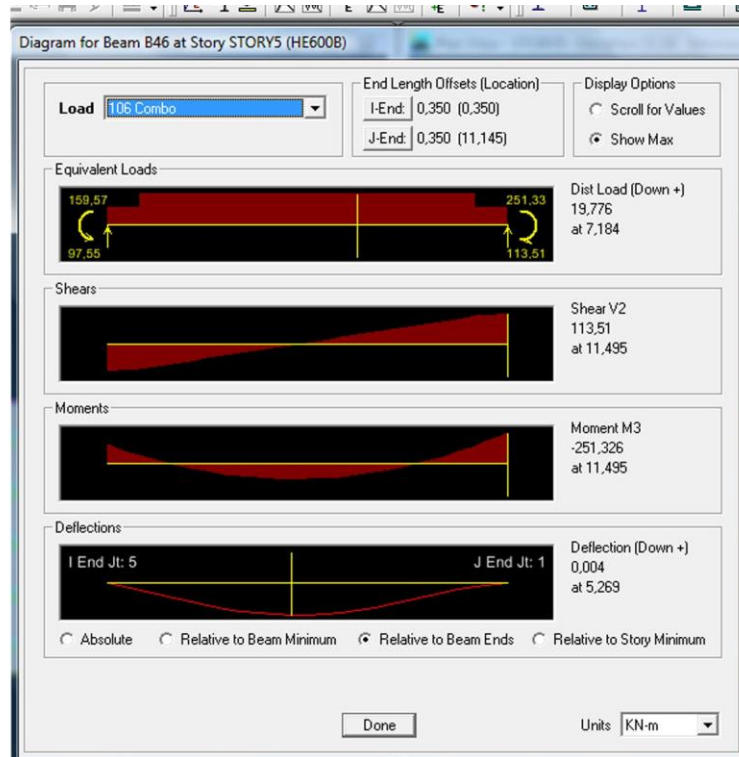
| | U.Sd | U.Rd | Ratio |
|-------------|---------|----------|-------|
| Major Shear | 109,561 | 1850,818 | 0,059 |
| Minor Shear | 0,000 | 2985,190 | 0,000 |



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B46 Station Loc: 5,269 Section ID: HE600B
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

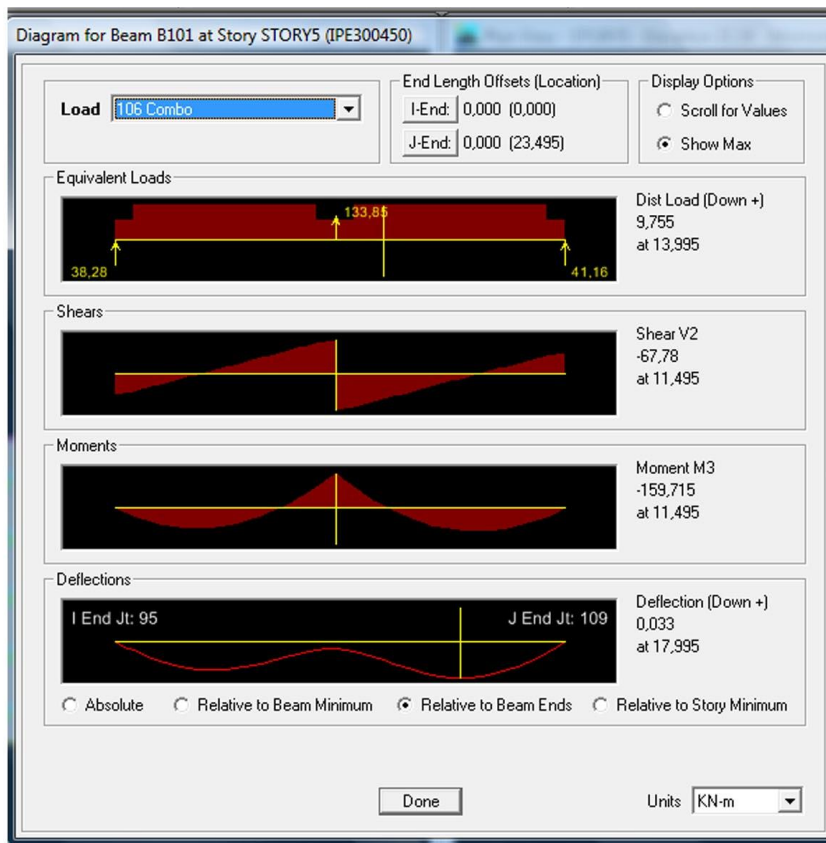
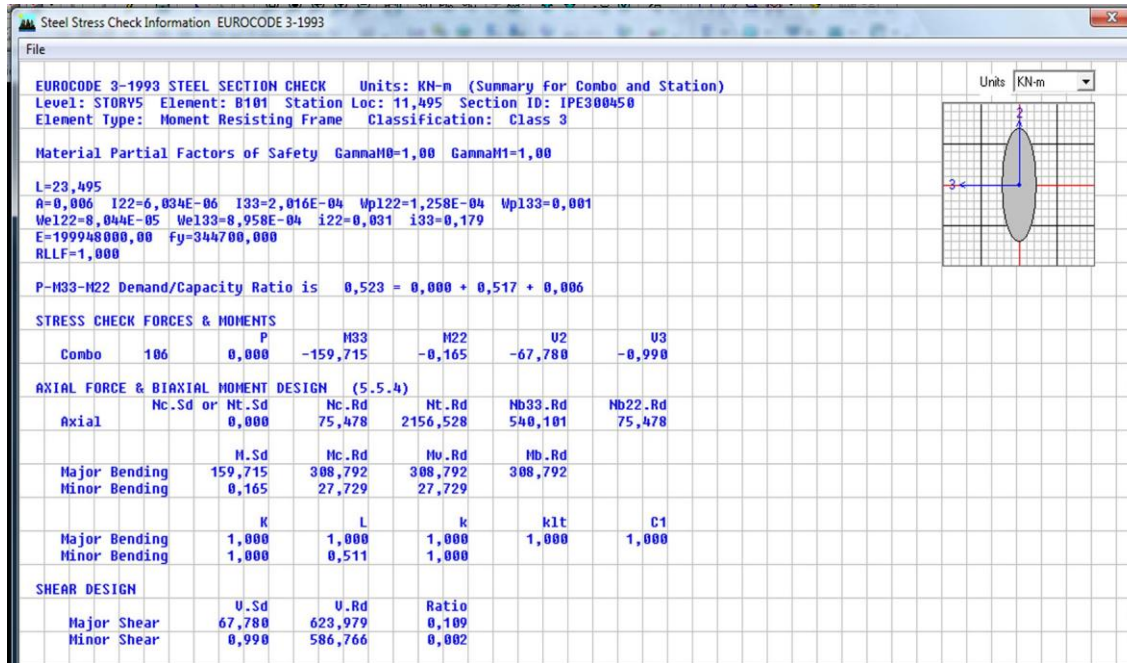
Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 $A=0,027$ $I_{22}=1,353E-04$ $I_{33}=0,002$ $W_{p122}=0,001$ $W_{p133}=0,006$
 $W_{e122}=9,020E-04$ $W_{e133}=0,006$ $i_{22}=0,071$ $i_{33}=0,252$
 $E=199948000,00$ $f_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

| DEFLECTION CHECK (Combo 201) | | | | | | |
|------------------------------|----------|------------|-------|-------|--------|--|
| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status | |
| Dead Load | Yes | 0,001 | 0,025 | 0,055 | OK | |
| Super DL+LL | Yes | 7,144E-04 | 0,025 | 0,028 | OK | |
| Live Load | Yes | 7,144E-04 | 0,025 | 0,028 | OK | |
| Total Load | Yes | 0,002 | 0,025 | 0,083 | OK | |
| Total-Camber | Yes | 0,002 | 0,025 | 0,083 | OK | |

Units: KN-m

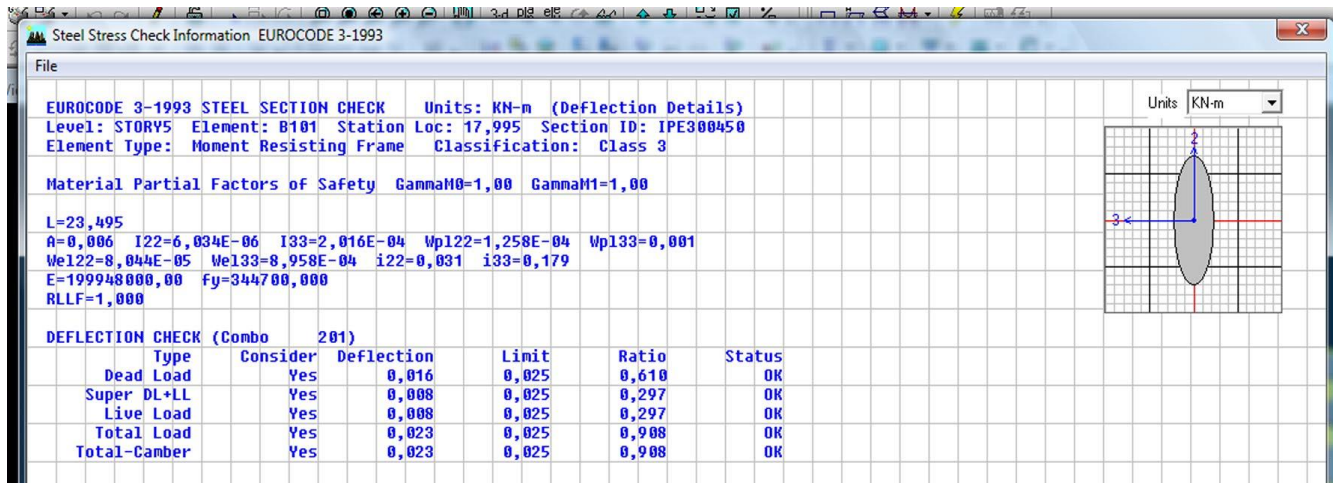
B101



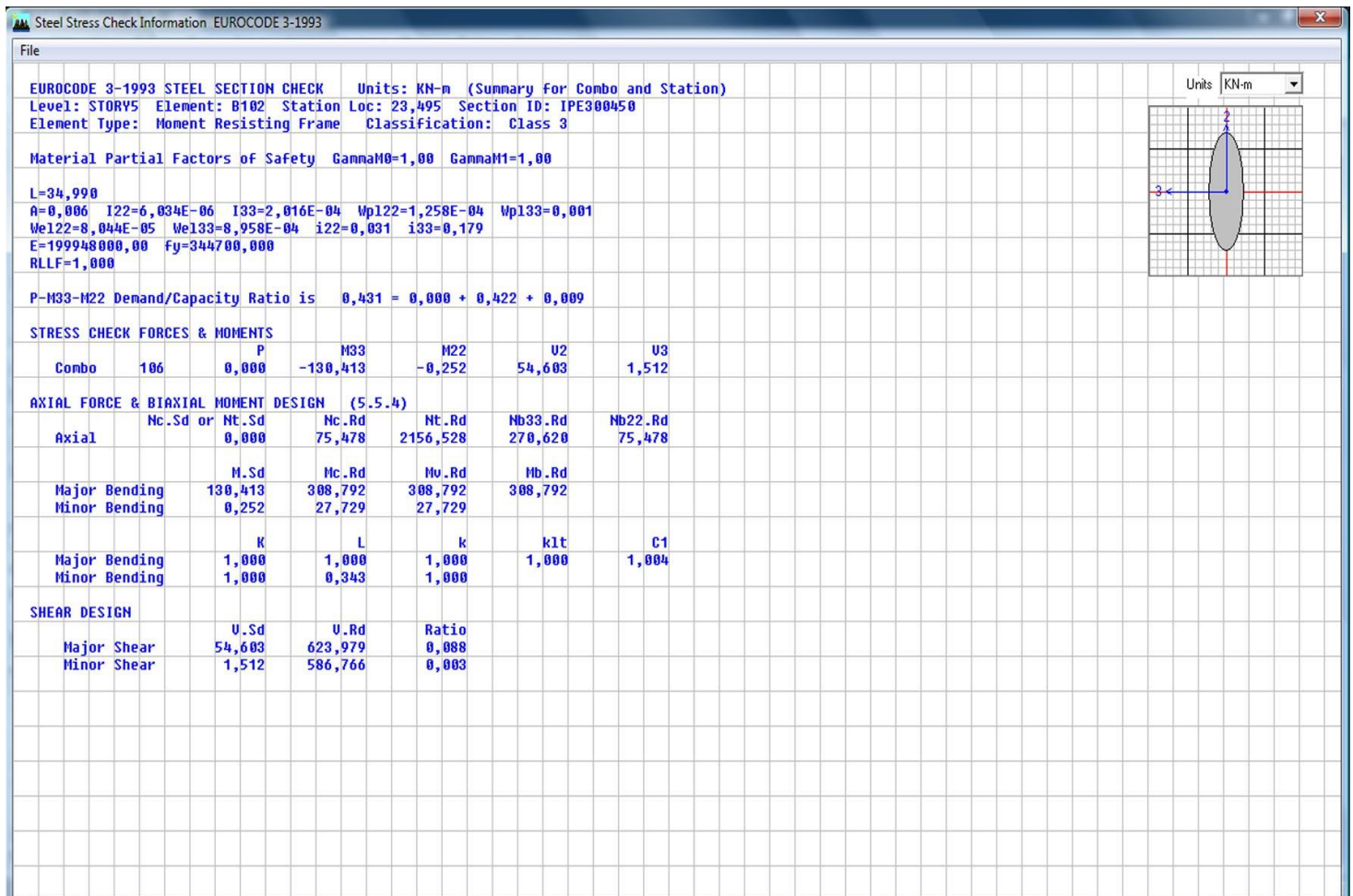
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



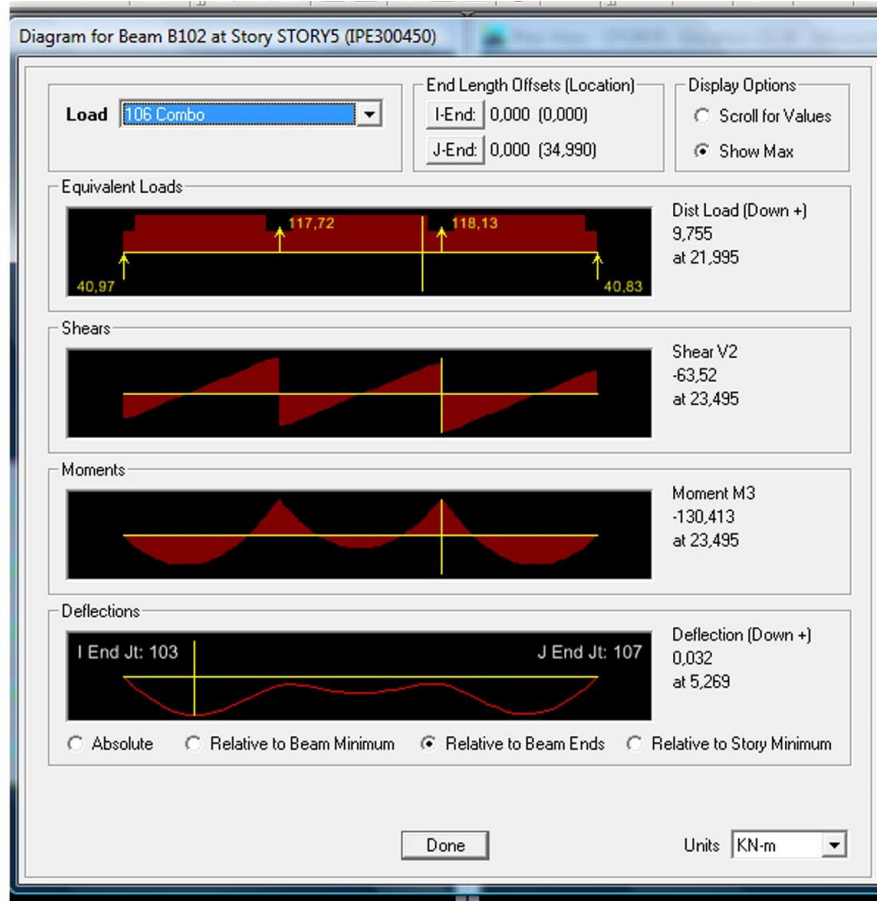
B102



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B102 Station Loc: 5,269 Section ID: IPE300450
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=34,990
 $A=0,006$ $I_{22}=6,034E-06$ $I_{33}=2,016E-04$ $W_{p122}=1,258E-04$ $W_{p133}=0,001$
 $W_{e122}=8,044E-05$ $W_{e133}=8,958E-04$ $i_{22}=0,031$ $i_{33}=0,179$
 $E=199948000,00$ $f_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

DEFLECTION CHECK (Combo 201)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 0,015 | 0,025 | 0,592 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 0,007 | 0,025 | 0,288 | OK |
| Live Load | Yes | 0,007 | 0,025 | 0,288 | OK |
| Total Load | Yes | 0,022 | 0,025 | 0,882 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,022 | 0,025 | 0,882 | OK |

Units: KN-m

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΩΝ ΔΟΚΩΝ

B13

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B13 Station Loc: 5,748 Section ID: HEA400585
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 A=0,017 I22=8,556E-05 I33=0,001 Wp122=8,715E-04 Wp133=0,004
 We122=5,704E-04 We133=0,004 i22=0,070 i33=0,247
 E=199948000,00 fy=344700,000
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,222 = 0,000 + 0,222 + 0,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | 106 | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-----|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | 0,000 | 278,326 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

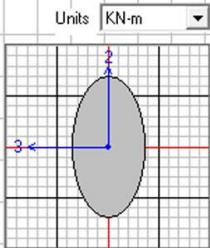
| | Nc.Sd or | Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Axial | | 0,000 | 1024,329 | 6003,277 | 4661,862 | 1024,329 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd |
|---------------|---------|----------|----------|----------|
| Major Bending | 278,326 | 1252,892 | 1252,892 | 1252,892 |
| Minor Bending | 0,000 | 196,601 | 196,601 | |

| | K | L | k | kl1 | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Minor Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

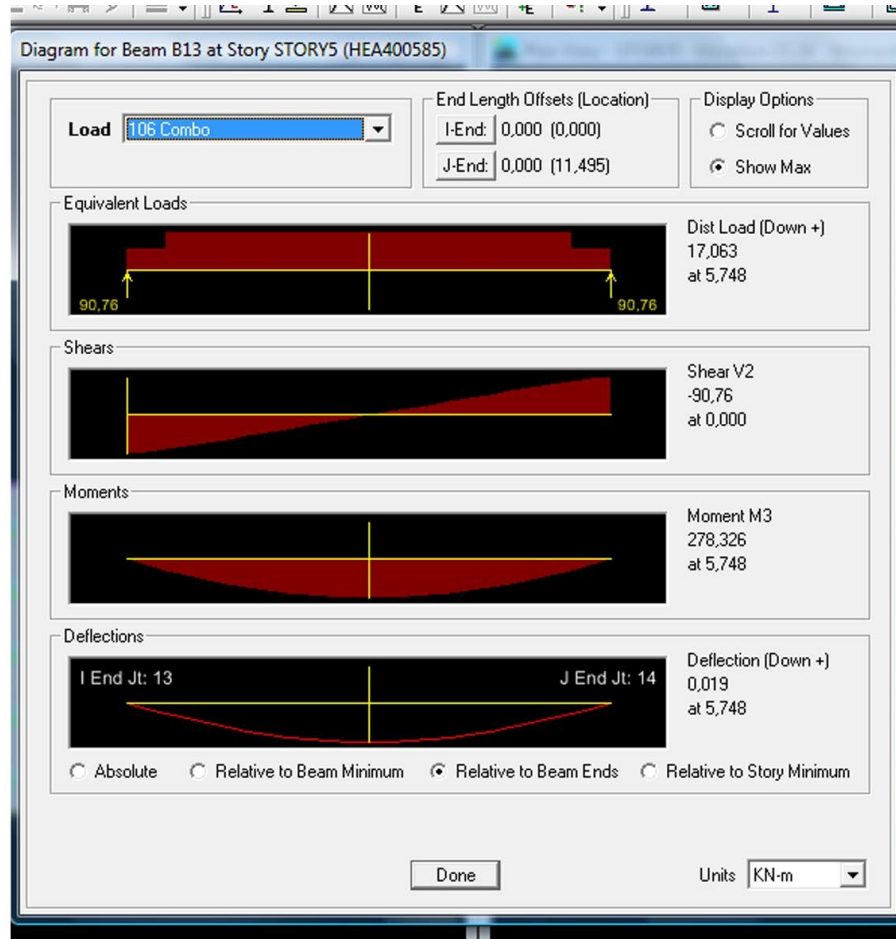
| | V.Sd | V.Rd | Ratio |
|-------------|-------|----------|-------|
| Major Shear | 0,000 | 1268,717 | 0,000 |
| Minor Shear | 0,000 | 2032,838 | 0,000 |



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B13 Station Loc: 5,748 Section ID: HEA400585
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

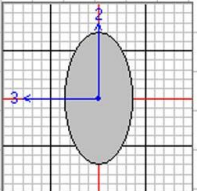
Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 A=0,017 I22=8,556E-05 I33=0,001 Wp122=0,715E-04 Wp133=0,004
 We122=5,704E-04 We133=0,004 i22=0,070 i33=0,247
 E=199948000,00 fy=344700,000
 RLLF=1,000

DEFLECTION CHECK (Combo 202)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 0,008 | 0,025 | 0,326 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 0,005 | 0,025 | 0,178 | OK |
| Live Load | Yes | 0,005 | 0,025 | 0,178 | OK |
| Total Load | Yes | 0,013 | 0,025 | 0,504 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,013 | 0,025 | 0,504 | OK |

Units: KN-m

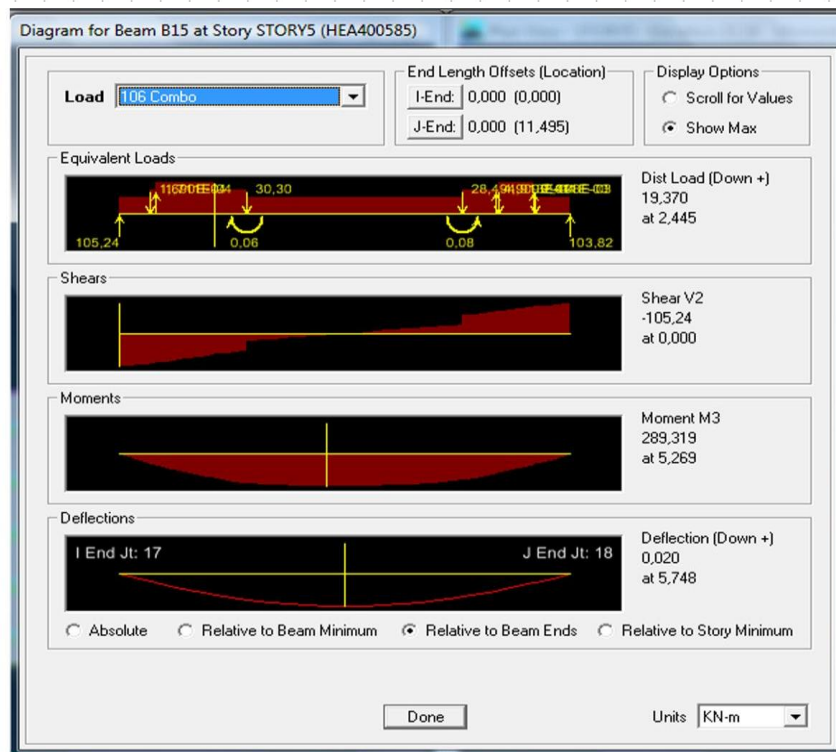
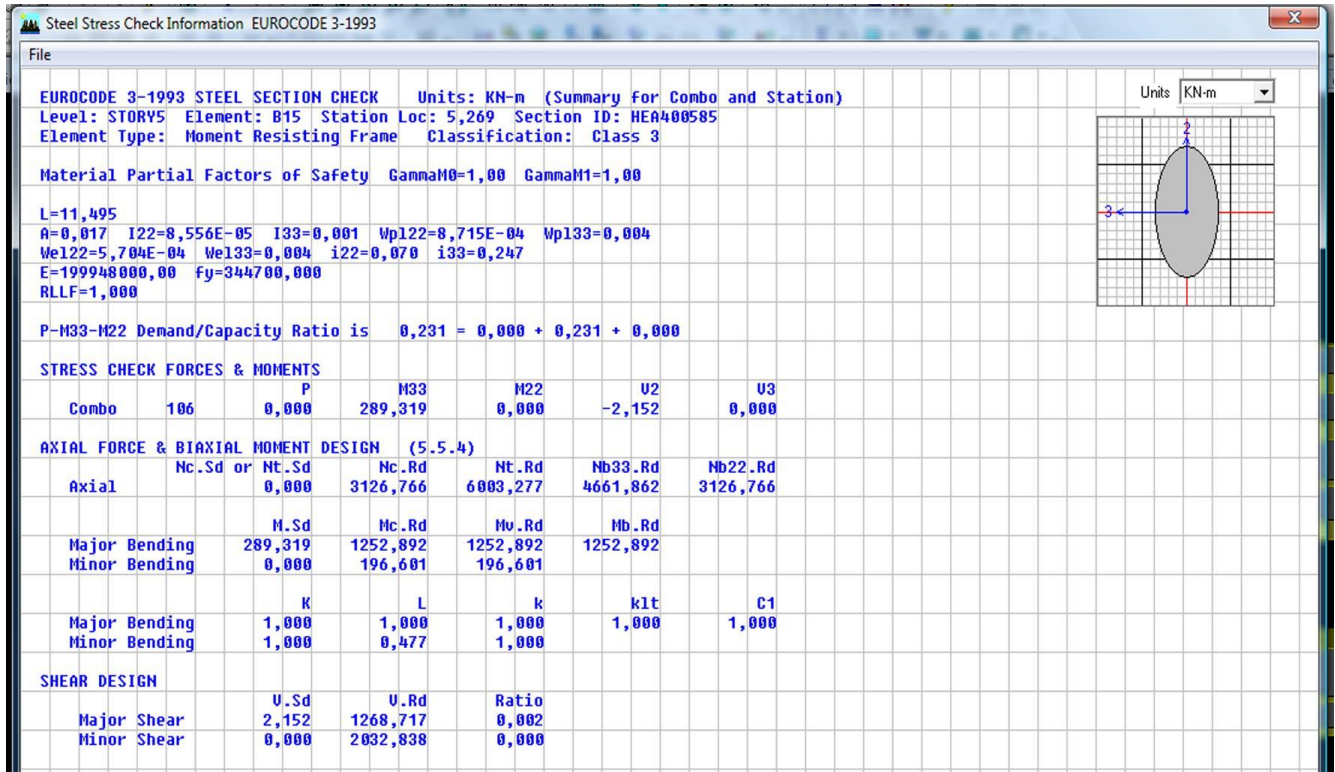


Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

B15



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

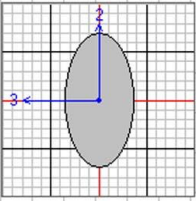
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
Level: STORY5 Element: B15 Station Loc: 5,748 Section ID: HEA400585
Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
A=0,017 I22=8,556E-05 I33=0,001 Wp122=0,715E-04 Wp133=0,004
We122=5,704E-04 We133=0,004 i22=0,070 i33=0,247
E=199948000,00 fy=344700,000
RLLF=1,000

DEFLECTION CHECK (Combo 202)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 0,009 | 0,025 | 0,362 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 0,005 | 0,025 | 0,185 | OK |
| Live Load | Yes | 0,005 | 0,025 | 0,185 | OK |
| Total Load | Yes | 0,014 | 0,025 | 0,547 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,014 | 0,025 | 0,547 | OK |



B16

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B16 Station Loc: 5,748 Section ID: IPE400600
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 A=0,010 I22=1,315E-05 I33=5,529E-04 Wp122=2,293E-04 Wp133=0,002
 We122=1,461E-04 We133=0,002 i22=0,037 i33=0,238
 E=199948000,00 fy=344700,000
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,477 = 0,000 + 0,477 + 0,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | 106 | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-----|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | 0,000 | 302,995 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

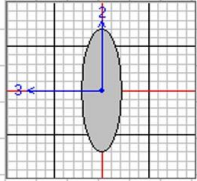
| Axial | Nc.Sd or Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------------|---------|----------|----------|---------|
| | 0,000 | 175,598 | 3374,568 | 2571,007 | 175,598 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd |
|---------------|---------|---------|---------|---------|
| Major Bending | 302,995 | 635,296 | 635,296 | 635,296 |
| Minor Bending | 0,000 | 50,376 | 50,376 | |

| | K | L | k | k1t | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Minor Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

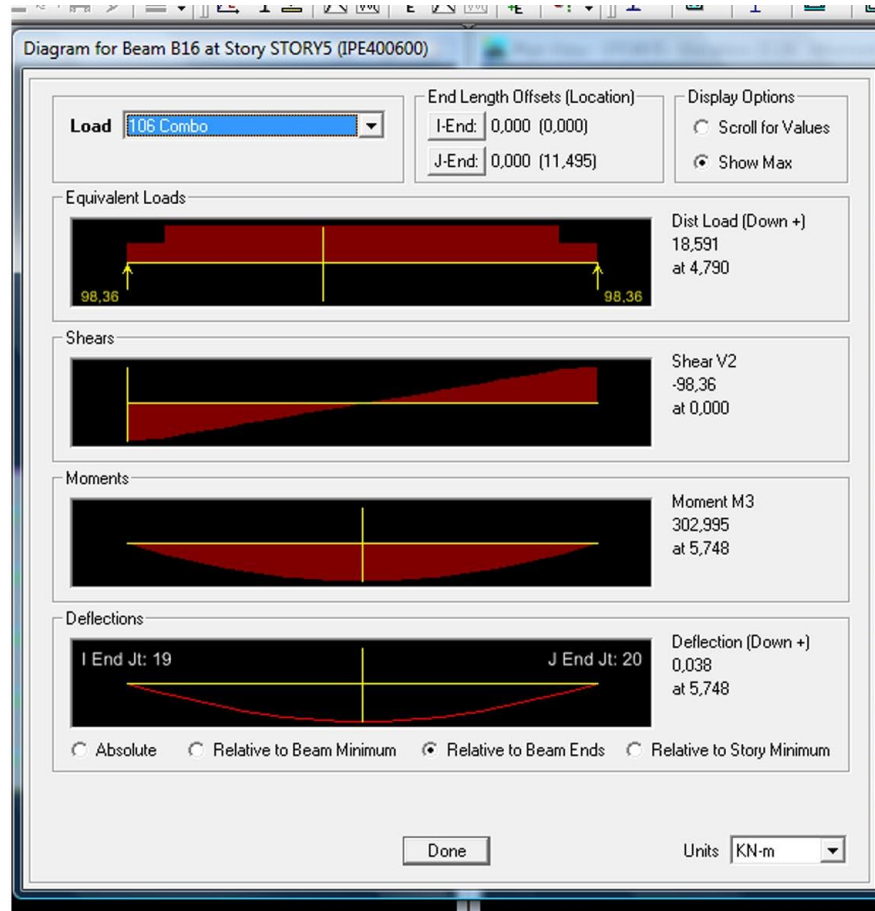
| | U.Sd | U.Rd | Ratio |
|-------------|-------|----------|-------|
| Major Shear | 0,000 | 1006,247 | 0,000 |
| Minor Shear | 0,000 | 889,311 | 0,000 |



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B16 Station Loc: 5,748 Section ID: IPE400600
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

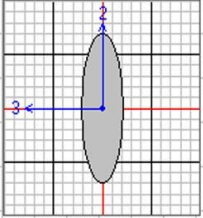
Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 $A=0,010$ $I_{22}=1,315E-05$ $I_{33}=5,529E-04$ $W_{p122}=2,293E-04$ $W_{p133}=0,002$
 $W_{e122}=1,461E-04$ $W_{e133}=0,002$ $i_{22}=0,037$ $i_{33}=0,238$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

DEFLECTION CHECK (Combo 201)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 0,017 | 0,025 | 0,654 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 0,010 | 0,025 | 0,398 | OK |
| Live Load | Yes | 0,010 | 0,025 | 0,398 | OK |
| Total Load | Yes | 0,027 | 0,025 | 1,052 | Not OK |
| Total-Camber | Yes | 0,027 | 0,025 | 1,052 | Not OK |

Units: KN-m



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

B17

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B17 Station Loc: 5,748 Section ID: IPE400600
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=11,495
 A=0,010 I22=1,315E-05 I33=5,529E-04 Wp122=2,293E-04 Wp133=0,002
 We122=1,461E-04 We133=0,002 i22=0,037 i33=0,238
 E=199948000,00 Fy=344700,000
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,477 = 0,000 + 0,477 + 0,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | 106 | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-----|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | 0,000 | 302,995 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

| | Nc.Sd or Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------------|---------|----------|----------|---------|
| Axial | 0,000 | 175,598 | 3374,568 | 2571,007 | 175,598 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd |
|---------------|---------|---------|---------|---------|
| Major Bending | 302,995 | 635,296 | 635,296 | 635,296 |
| Minor Bending | 0,000 | 50,376 | 50,376 | |

| | K | L | k | k1t | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Minor Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |

Shear DESIGN

| | V.Sd | V.Rd | Ratio |
|-------------|-------|----------|-------|
| Major Shear | 0,000 | 1006,247 | 0,000 |
| Minor Shear | 0,000 | 889,311 | 0,000 |

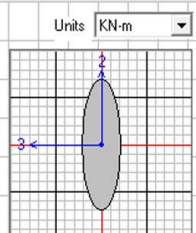
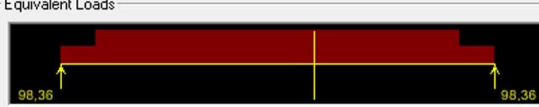



Diagram for Beam B17 at Story STORY5 (IPE400600)


Load: 106 Combo

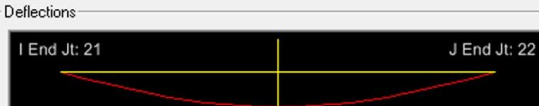
End Length Offsets (Location)
 I-End: 0,000 (0,000)
 J-End: 0,000 (11,495)

Display Options
 Scroll for Values
 Show Max

Equivalent Loads

 Dist Load (Down +)
 18,591
 at 6,705

Shears

 Shear V2
 -98,36
 at 0,000

Moments

 Moment M3
 302,995
 at 5,748

Deflections

 Deflection (Down +)
 0,038
 at 5,748

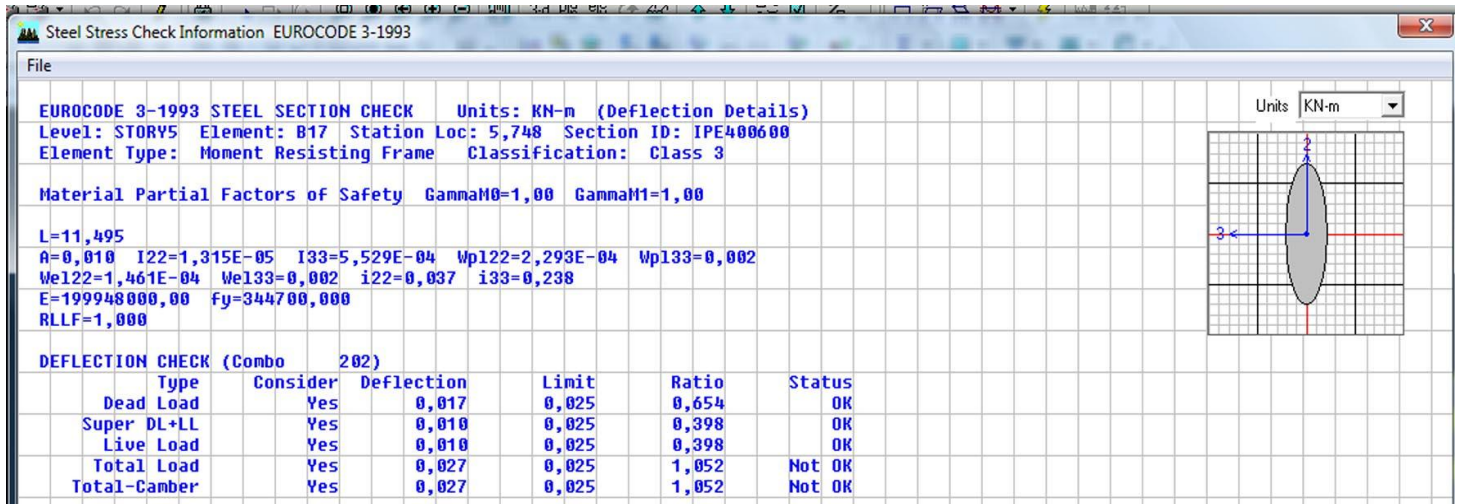
Absolute Relative to Beam Minimum Relative to Beam Ends Relative to Story Minimum

Done Units: KN-m

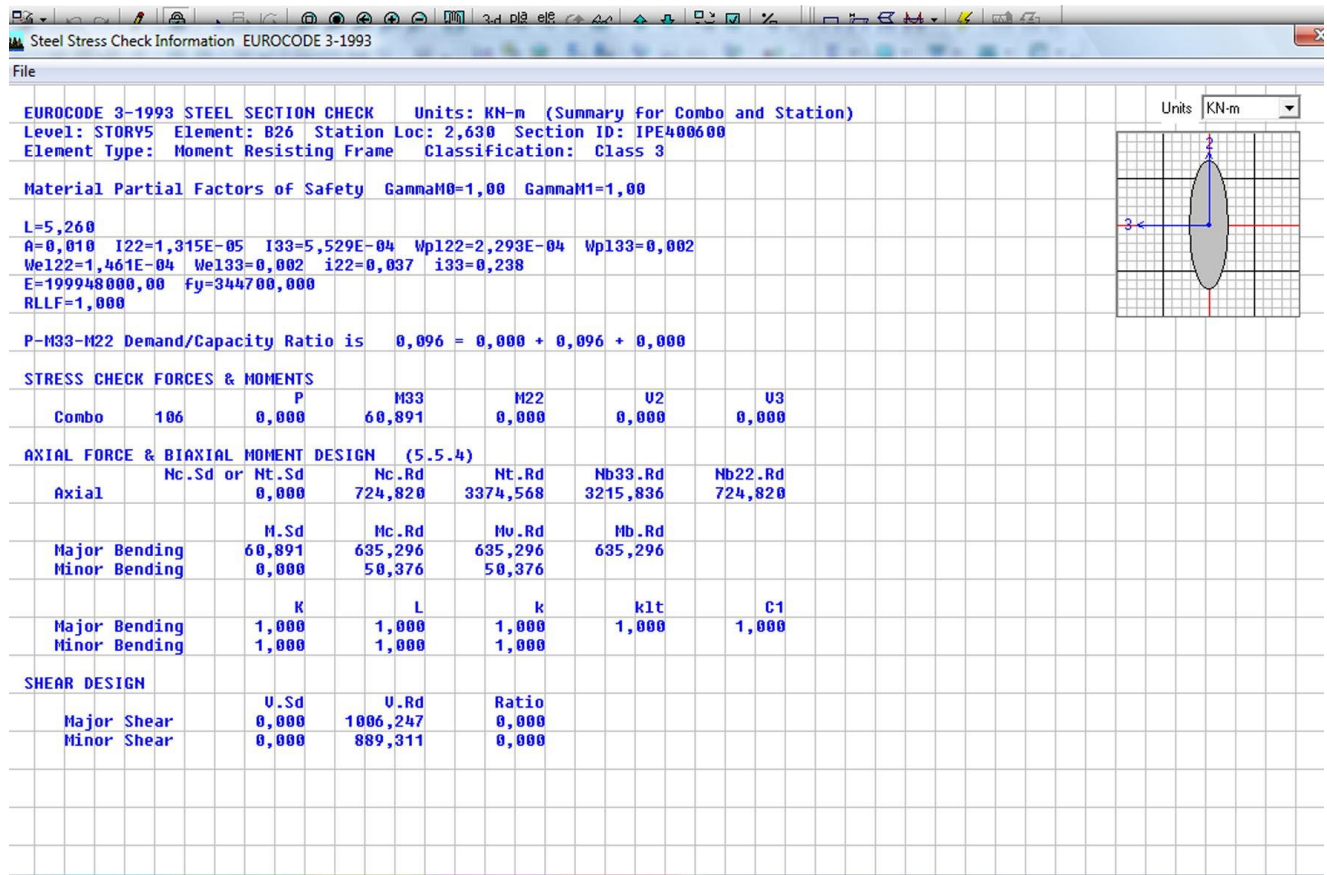
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



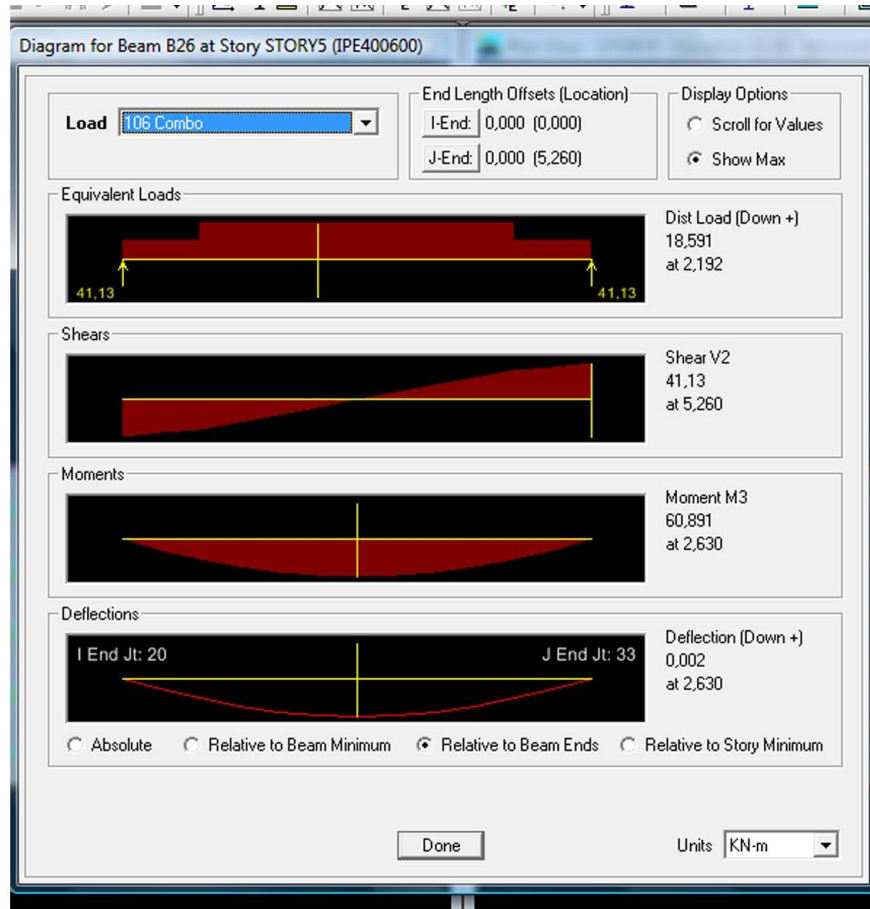
B26



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

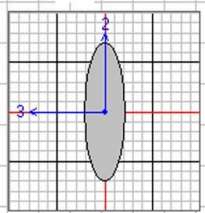
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B26 Station Loc: 2,630 Section ID: IPE400600
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

$L=5,260$
 $A=0,010$ $I_{22}=1,315E-05$ $I_{33}=5,529E-04$ $W_{p122}=2,293E-04$ $W_{p133}=0,002$
 $W_{e122}=1,461E-04$ $W_{e133}=0,002$ $i_{22}=0,037$ $i_{33}=0,238$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

| DEFLECTION CHECK (Combo 201) | | | | | | |
|------------------------------|----------|------------|-------|-------|--------|--|
| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status | |
| Dead Load | Yes | 6,921E-04 | 0,021 | 0,033 | OK | |
| Super DL+LL | Yes | 4,189E-04 | 0,021 | 0,020 | OK | |
| Live Load | Yes | 4,189E-04 | 0,018 | 0,024 | OK | |
| Total Load | Yes | 0,001 | 0,021 | 0,053 | OK | |
| Total-Camber | Yes | 0,001 | 0,021 | 0,053 | OK | |

Units: KN-m



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

B27

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B27 Station Loc: 2,630 Section ID: IPE400600
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=5,260
 A=0,010 I22=1,315E-05 I33=5,529E-04 Wp122=2,293E-04 Wp133=0,002
 We122=1,461E-04 We133=0,002 i22=0,037 i33=0,238
 E=199948000,00 $f_y=344700,000$
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,096 = 0,000 + 0,096 + 0,000

| STRESS CHECK FORCES & MOMENTS | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-------|--------|-------|-------|-------|
| Combo | 106 | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
| | | 0,000 | 60,891 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

| AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4) | | | | | | |
|---|----------|-------|---------|----------|----------|---------|
| Axial | Nc.Sd or | Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
| | | 0,000 | 724,820 | 3374,568 | 3215,836 | 724,820 |

| Major Bending | | | | | | |
|---------------|--------|---------|---------|---------|--|--|
| Major Bending | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd | | |
| | 60,891 | 635,296 | 635,296 | 635,296 | | |

| Minor Bending | | | | | | |
|---------------|-------|--------|--------|--------|--|--|
| Minor Bending | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd | | |
| | 0,000 | 50,376 | 50,376 | 50,376 | | |

| SHEAR DESIGN | | | | | | |
|--------------|-------|----------|-------|--|--|--|
| Major Shear | U.Sd | U.Rd | Ratio | | | |
| | 0,000 | 1006,247 | 0,000 | | | |

| Minor Shear | | | | | | |
|-------------|-------|---------|-------|--|--|--|
| Minor Shear | U.Sd | U.Rd | Ratio | | | |
| | 0,000 | 889,311 | 0,000 | | | |

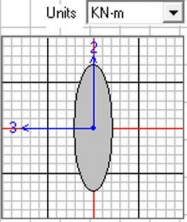



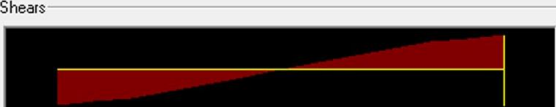
Diagram for Beam B27 at Story STORY5 (IPE400600)

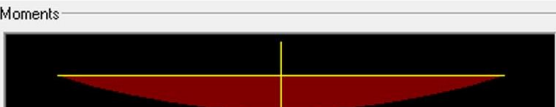
Load: 106 Combo

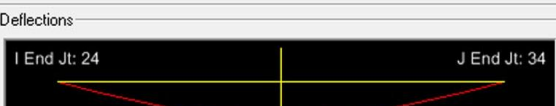
End Length Offsets (Location)
 I-End: 0,000 (0,000)
 J-End: 0,000 (5,260)

Display Options
 Scroll for Values
 Show Max

Equivalent Loads

 Dist Load (Down +)
 18,591
 at 2,192

Shears

 Shear V2
 41,13
 at 5,260

Moments

 Moment M3
 60,891
 at 2,630

Deflections

 Deflection (Down +)
 0,002
 at 2,630

Absolute Relative to Beam Minimum Relative to Beam Ends Relative to Story Minimum

Done

Units: KN-m

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

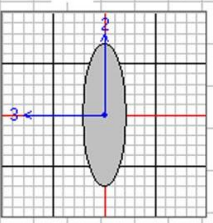
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B27 Station Loc: 2,630 Section ID: IPE400600
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 3

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

$L=5,260$
 $A=0,010$ $I_{22}=1,315E-05$ $I_{33}=5,529E-04$ $W_{p122}=2,293E-04$ $W_{p133}=0,002$
 $W_{e122}=1,461E-04$ $W_{e133}=0,002$ $i_{22}=0,037$ $i_{33}=0,238$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

DEFLECTION CHECK (Combo 201)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 6,921E-04 | 0,021 | 0,033 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 4,189E-04 | 0,021 | 0,020 | OK |
| Live Load | Yes | 4,189E-04 | 0,018 | 0,024 | OK |
| Total Load | Yes | 0,001 | 0,021 | 0,053 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,001 | 0,021 | 0,053 | OK |



B29

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B29 Station Loc: 6,000 Section ID: HE700M
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

$L=12,000$
 $A=0,038$ $I_{22}=1,880E-04$ $I_{33}=0,003$ $W_{p122}=0,002$ $W_{p133}=0,011$
 $W_{e122}=0,001$ $W_{e133}=0,009$ $i_{22}=0,070$ $i_{33}=0,293$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is $0,166 = 0,000 + 0,166 + 0,000$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-------|---------|-------|--------|-------|
| 106 | 0,000 | 578,874 | 0,000 | 20,552 | 0,000 |

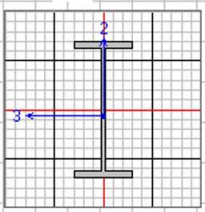
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

| | Nc.Sd or | Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|---------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Axial | 0,000 | | 12028,109 | 13202,010 | 12028,109 | 12096,453 |
| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd | | |
| Major Bending | 578,874 | 3633,138 | 3633,138 | 3489,591 | | |
| Minor Bending | 0,000 | 664,926 | 664,926 | | | |

| | K | L | k | kIt | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Minor Bending | 1,000 | 0,188 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

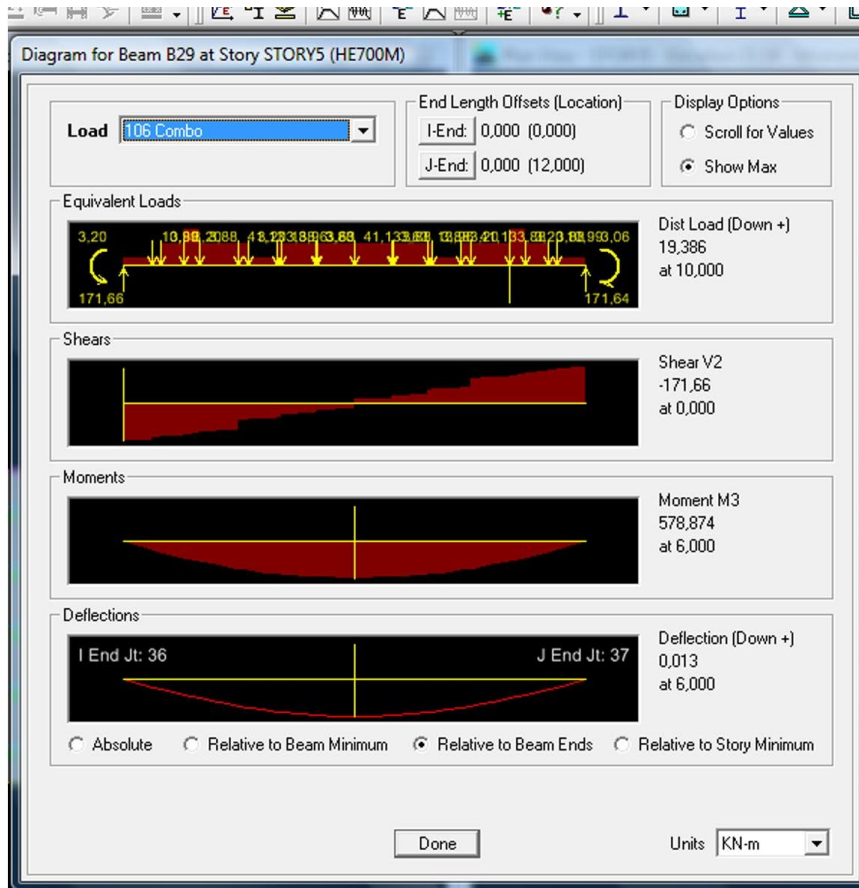
| | U.Sd | U.Rd | Ratio |
|-------------|--------|----------|-------|
| Major Shear | 20,552 | 2992,354 | 0,007 |
| Minor Shear | 0,000 | 4033,323 | 0,000 |



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

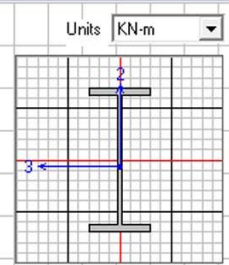
File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B29 Station Loc: 6,000 Section ID: HE700M
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

$L=12,000$
 $A=0,038$ $I_{22}=1,880E-04$ $I_{33}=0,003$ $W_{p122}=0,002$ $W_{p133}=0,011$
 $W_{e122}=0,001$ $W_{e133}=0,009$ $i_{22}=0,070$ $i_{33}=0,293$
 $E=199948000,00$ $f_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

| DEFLECTION CHECK (Combo 201) | | | | | | |
|------------------------------|----------|------------|-------|-------|--------|--|
| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status | |
| Dead Load | Yes | 0,006 | 0,025 | 0,242 | OK | |
| Super DL+LL | Yes | 0,003 | 0,025 | 0,122 | OK | |
| Live Load | Yes | 0,003 | 0,025 | 0,122 | OK | |
| Total Load | Yes | 0,009 | 0,025 | 0,364 | OK | |
| Total-Camber | Yes | 0,009 | 0,025 | 0,364 | OK | |



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

B31

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B31 Station Loc: 1,295 Section ID: HE100A
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=2,590
 A=0,002 I22=1,340E-06 I33=3,490E-06 Wp122=4,110E-05 Wp133=8,300E-05
 We122=2,680E-05 We133=7,271E-05 i22=0,025 i33=0,041
 E=199948000,00 Fy=344700,000
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,346 = 0,000 + 0,346 + 0,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Combo 106 | 0,000 | 7,809 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

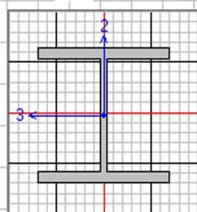
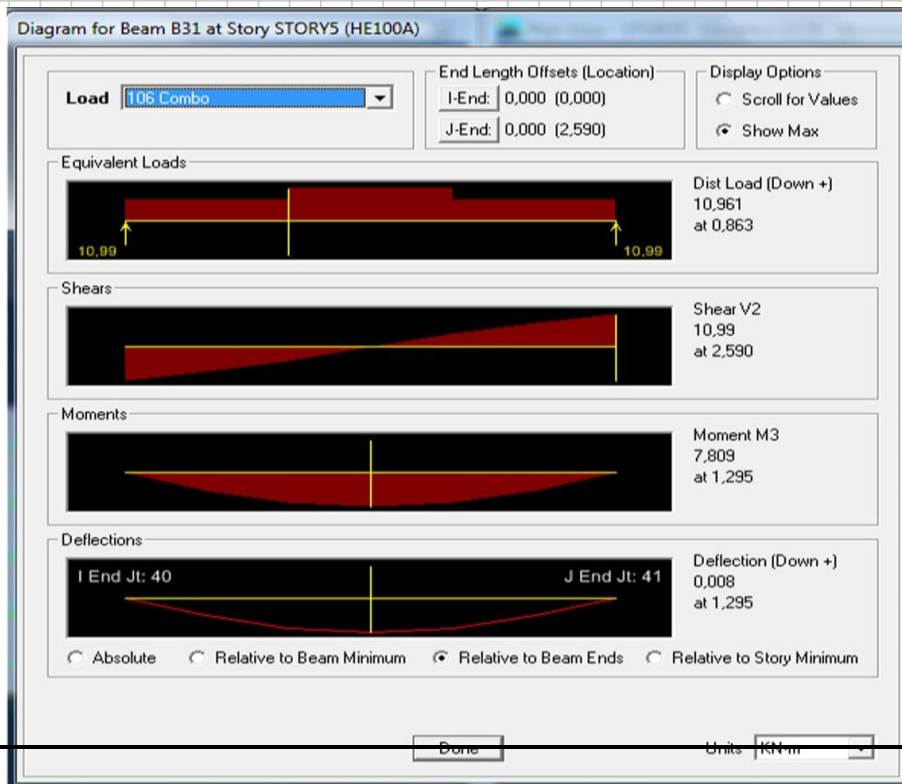
| | Nc.Sd or Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|-------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| Axial | 0,000 | 265,884 | 730,764 | 509,458 | 265,884 |

| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd |
|---------------|-------|--------|--------|--------|
| Major Bending | 7,809 | 28,610 | 28,610 | 22,600 |
| Minor Bending | 0,000 | 14,167 | 14,167 | |

| | K | L | k | kIt | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Minor Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

| | U.Sd | U.Rd | Ratio |
|-------------|-------|---------|-------|
| Major Shear | 0,000 | 95,526 | 0,000 |
| Minor Shear | 0,000 | 265,350 | 0,000 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

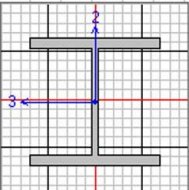
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
Level: STORY5 Element: B31 Station Loc: 1,295 Section ID: HE100A
Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

L=2,590
A=0,002 I22=1,340E-06 I33=3,490E-06 Wp122=4,110E-05 Wp133=8,300E-05
We122=2,680E-05 We133=7,271E-05 i22=0,025 i33=0,041
E=199948000,00 Fy=344700,000
RLLF=1,000

DEFLECTION CHECK (Combo 202)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 0,003 | 0,010 | 0,314 | OK |
| Super DL+LL | Yes | 0,002 | 0,010 | 0,199 | OK |
| Live Load | Yes | 0,002 | 0,009 | 0,239 | OK |
| Total Load | Yes | 0,005 | 0,010 | 0,514 | OK |
| Total-Camber | Yes | 0,005 | 0,010 | 0,514 | OK |



B35

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B35 Station Loc: 2,075 Section ID: HE100A
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\Gamma_{M0}=1,00$ $\Gamma_{M1}=1,00$

L=4,150
 A=0,002 I22=1,340E-06 I33=3,490E-06 Wp122=4,110E-05 Wp133=8,300E-05
 We122=2,680E-05 We133=7,271E-05 i22=0,025 i33=0,041
 E=199948000,00 Fy=344700,000
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is $1,768 = 0,000 + 1,768 + 0,000$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Combo | 106 | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-----|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | 0,000 | 31,836 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

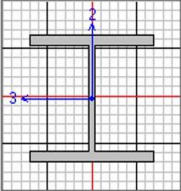
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

| | Nc.Sd or | Nt.Sd | Nc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|---------------|----------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Axial | | 0,000 | 123,285 | 730,764 | 294,299 | 123,285 |
| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd | | |
| Major Bending | 31,836 | 28,610 | 28,610 | 18,008 | | |
| Minor Bending | 0,000 | 14,167 | 14,167 | | | |

| | K | L | k | k1t | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Minor Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

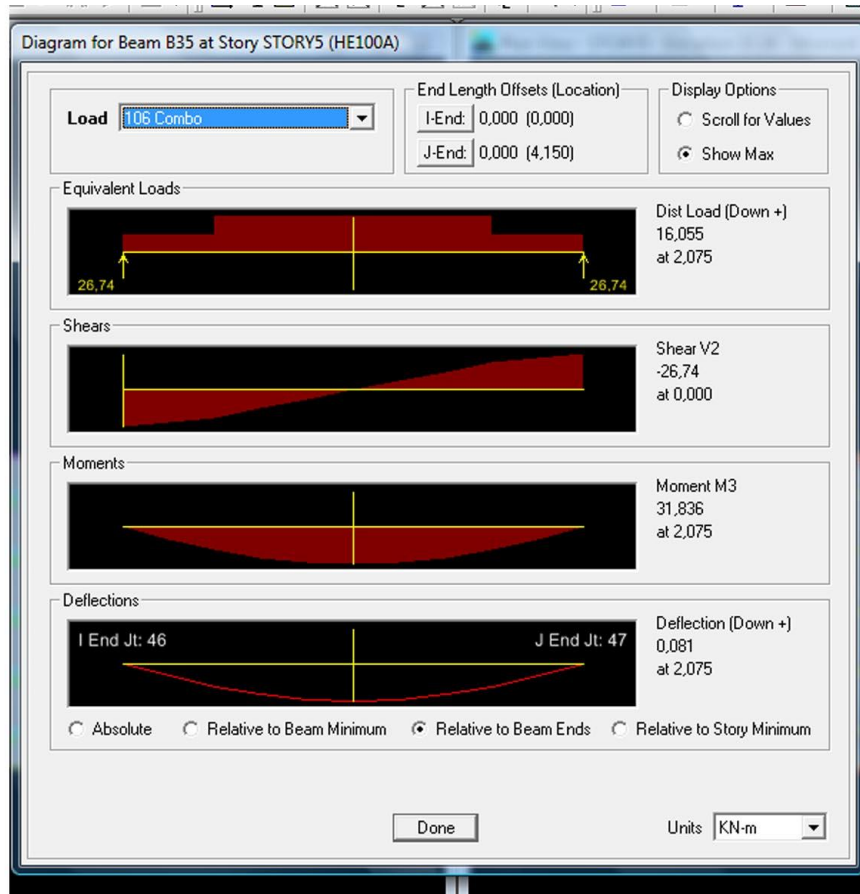
| | V.Sd | V.Rd | Ratio |
|-------------|-------|---------|-------|
| Major Shear | 0,000 | 95,526 | 0,000 |
| Minor Shear | 0,000 | 265,350 | 0,000 |



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

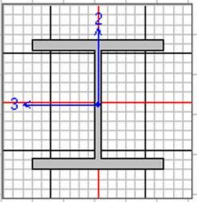
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B35 Station Loc: 2,075 Section ID: HE100A
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

L=4,150
 $A=0,002$ $I_{22}=1,340E-06$ $I_{33}=3,490E-06$ $W_{p122}=4,110E-05$ $W_{p133}=8,300E-05$
 $W_{e122}=2,680E-05$ $W_{e133}=7,271E-05$ $i_{22}=0,025$ $i_{33}=0,041$
 $E=199948000,00$ $f_y=344700,000$
 $R_{LLF}=1,000$

| DEFLECTION CHECK (Combo 202) | | | | | | |
|------------------------------|----------|------------|-------|-------|--------|--|
| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status | |
| Dead Load | Yes | 0,035 | 0,017 | 2,082 | Not OK | |
| Super DL+LL | Yes | 0,022 | 0,017 | 1,340 | Not OK | |
| Live Load | Yes | 0,022 | 0,014 | 1,608 | Not OK | |
| Total Load | Yes | 0,057 | 0,017 | 3,422 | Not OK | |
| Total-Camber | Yes | 0,057 | 0,017 | 3,422 | Not OK | |

Units: KN-m



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

B38

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY5 Element: B38 Station Loc: 2,075 Section ID: HE100A
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

$L=4,150$
 $A=0,002$ $I_{22}=1,340E-06$ $I_{33}=3,490E-06$ $W_{p122}=4,110E-05$ $W_{p133}=8,300E-05$
 $W_{e122}=2,680E-05$ $W_{e133}=7,271E-05$ $i_{22}=0,025$ $i_{33}=0,041$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is $1,239 = 0,000 + 1,239 + 0,000$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-----------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Combo 106 | 0,000 | 22,319 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

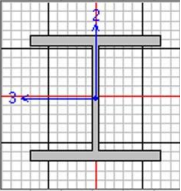
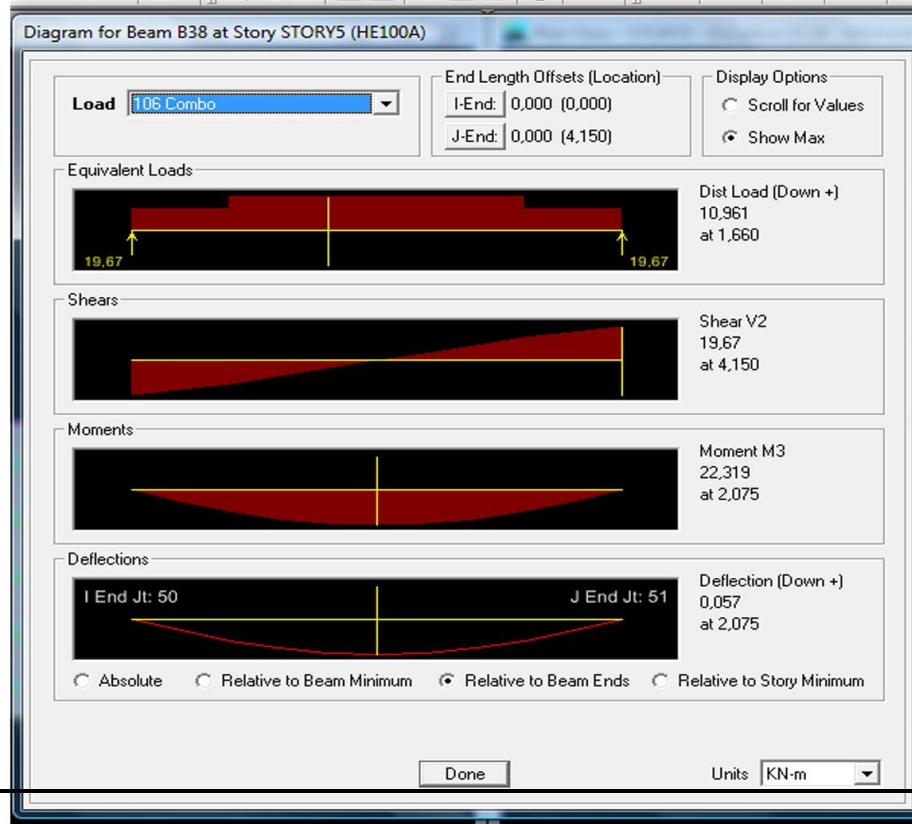
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

| | Nc.Sd or Axial | Nt.Sd M.Sd | Nc.Rd Mc.Rd | Nt.Rd Mv.Rd | Nb33.Rd Mb.Rd | Nb22.Rd |
|---------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|------------------|---------|
| Major Bending | | 22,319 | 28,610 | 28,610 | 18,000 | |
| Minor Bending | | 0,000 | 14,167 | 14,167 | | 123,285 |

| | K | L | k | k1t | C1 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Major Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Minor Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

| | V.Sd | V.Rd | Ratio |
|-------------|-------|---------|-------|
| Major Shear | 0,000 | 95,526 | 0,000 |
| Minor Shear | 0,000 | 265,350 | 0,000 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

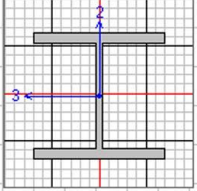
EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Deflection Details)
 Level: STORY5 Element: B38 Station Loc: 2,075 Section ID: HE100A
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

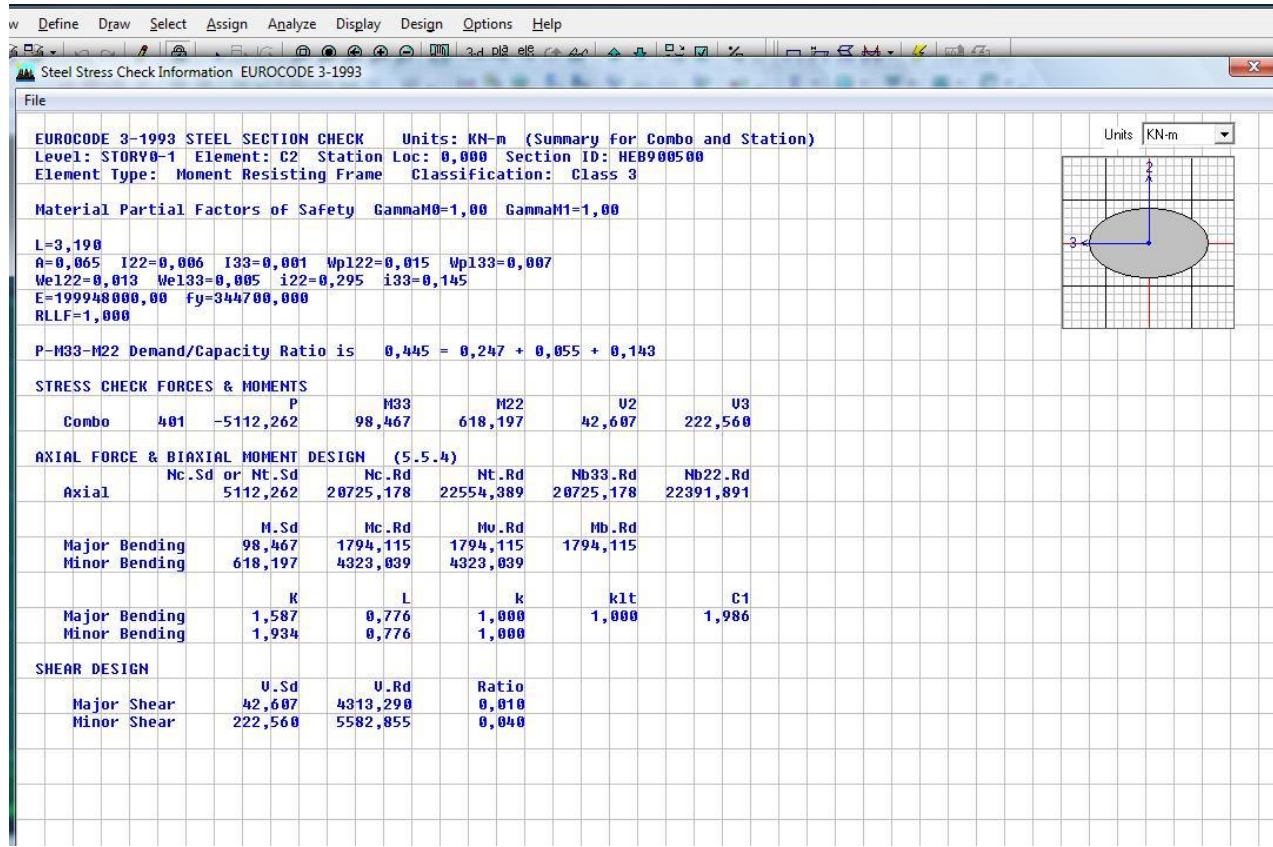
L=4,150
 $A=0,002$ $I_{22}=1,340E-06$ $I_{33}=3,490E-06$ $W_{p122}=4,110E-05$ $W_{p133}=8,300E-05$
 $W_{e122}=2,680E-05$ $W_{e133}=7,271E-05$ $i_{22}=0,025$ $i_{33}=0,041$
 $E=199948000,00$ $F_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

DEFLECTION CHECK (Combo 202)

| Type | Consider | Deflection | Limit | Ratio | Status |
|--------------|----------|------------|-------|-------|--------|
| Dead Load | Yes | 0,024 | 0,017 | 1,473 | Not OK |
| Super DL+LL | Yes | 0,016 | 0,017 | 0,938 | OK |
| Live Load | Yes | 0,016 | 0,014 | 1,125 | Not OK |
| Total Load | Yes | 0,040 | 0,017 | 2,411 | Not OK |
| Total-Camber | Yes | 0,040 | 0,017 | 2,411 | Not OK |



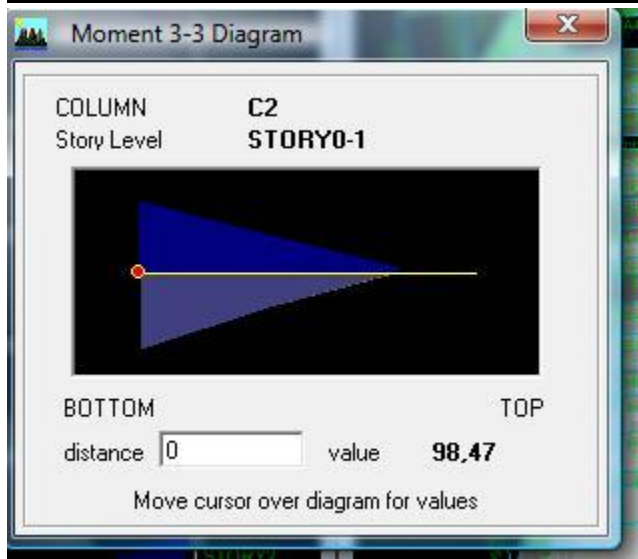
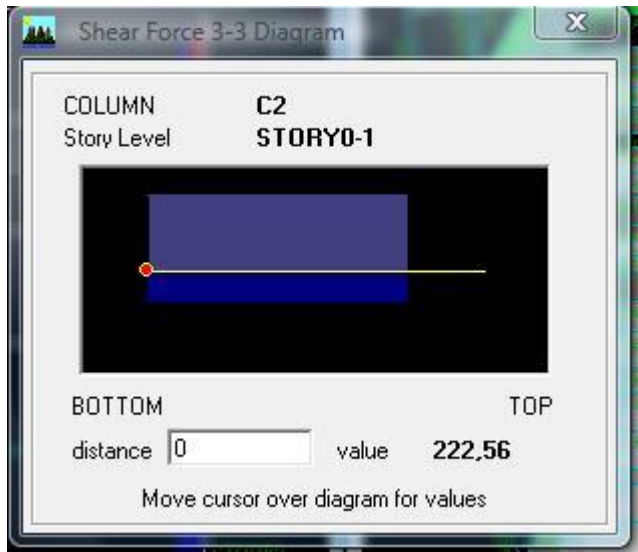
Υποστηλώματα C2



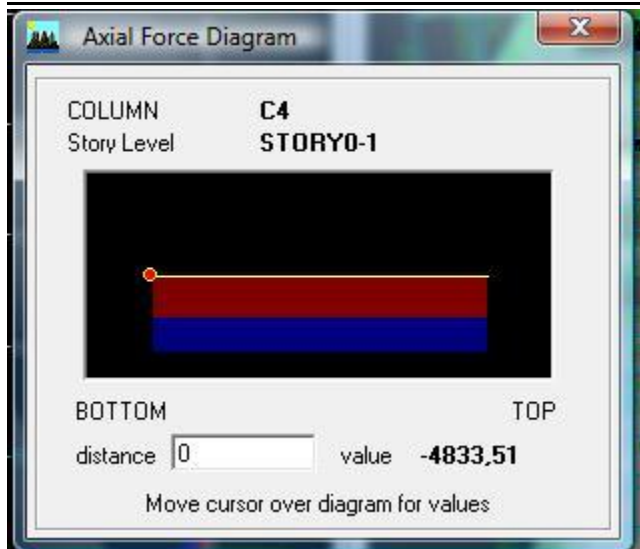
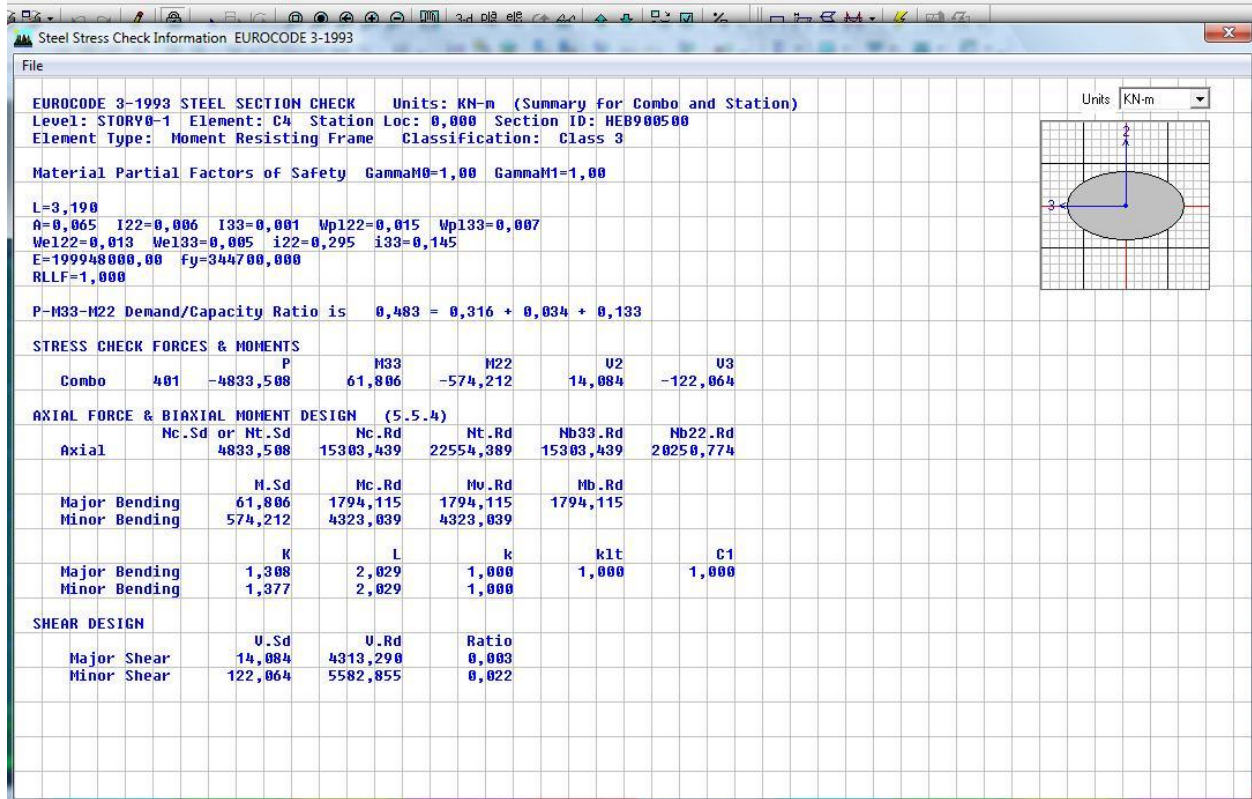
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



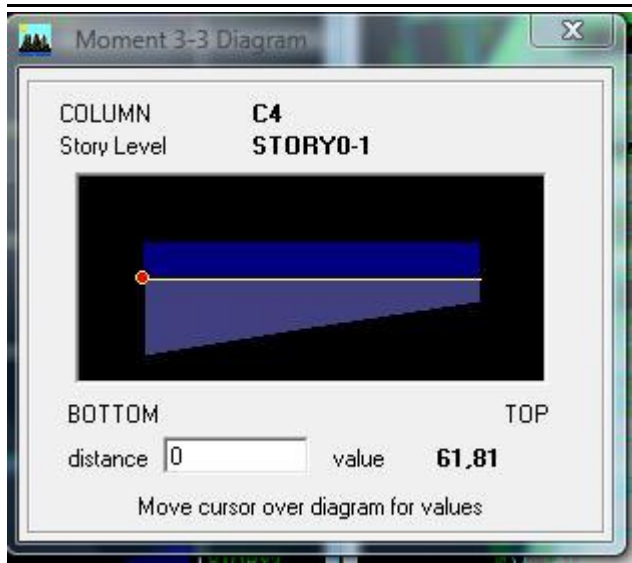
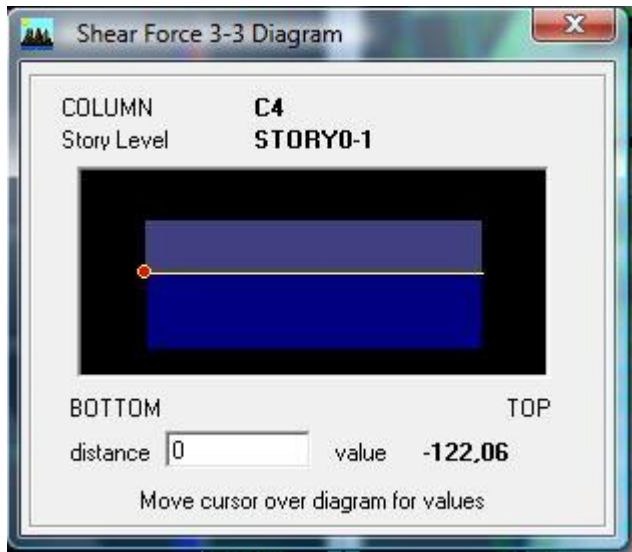
C4



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

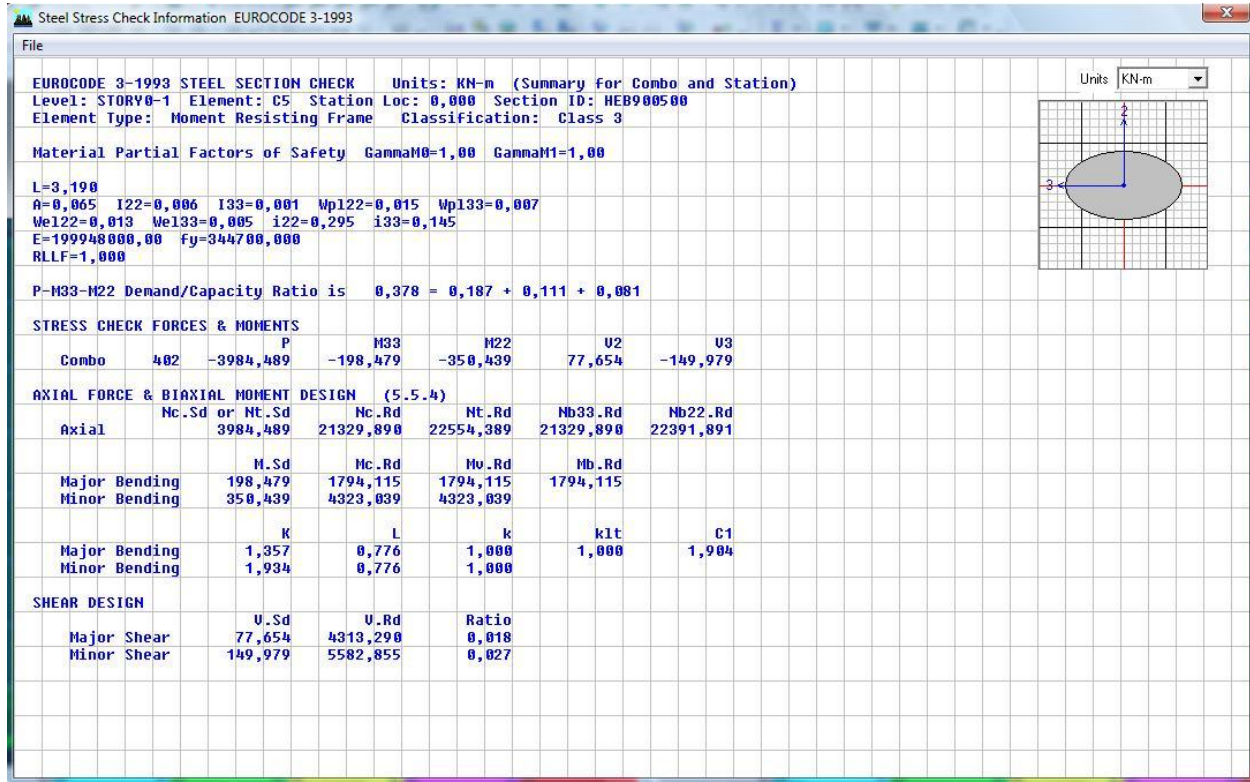


Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

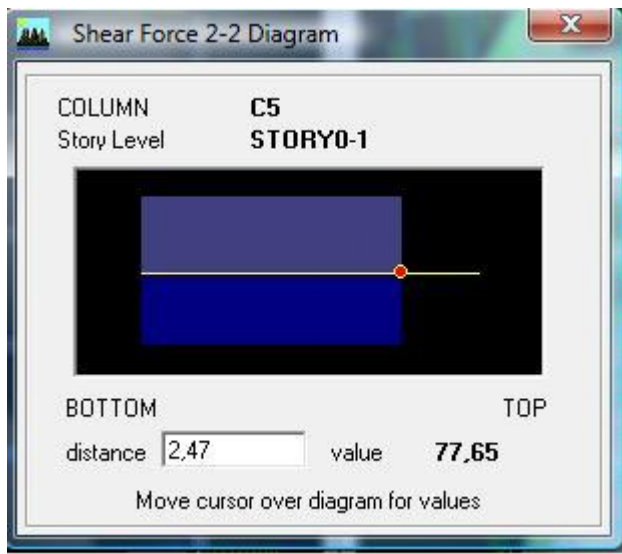
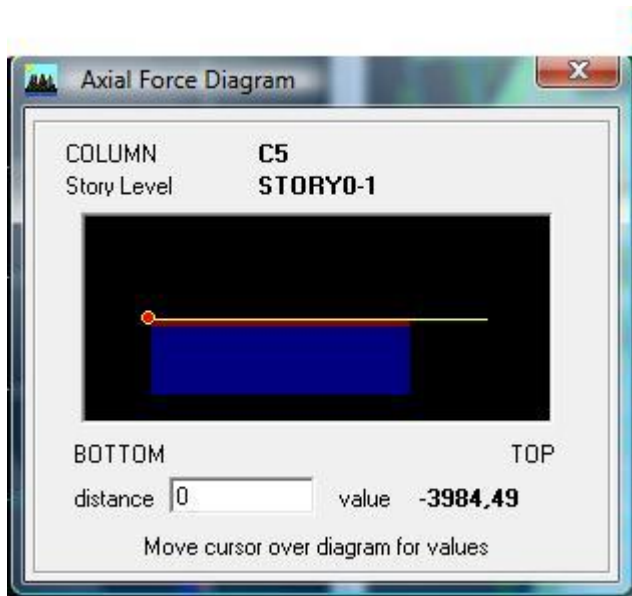
C5



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

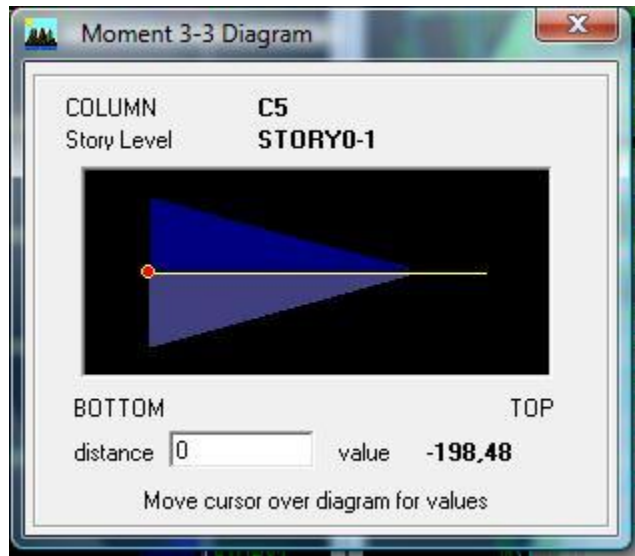
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



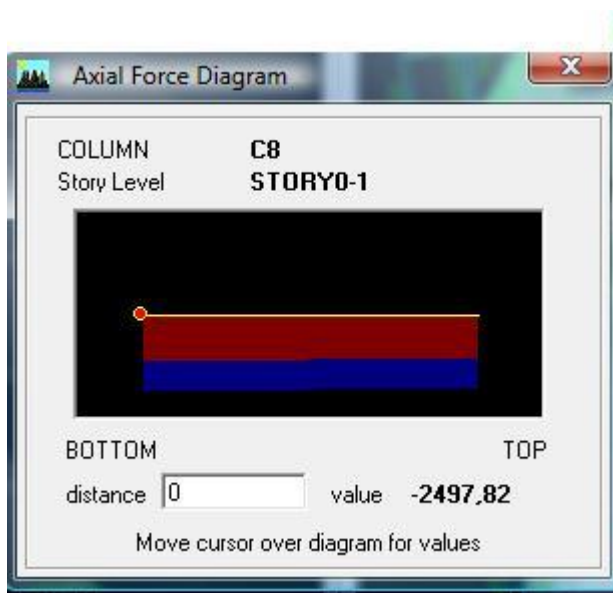
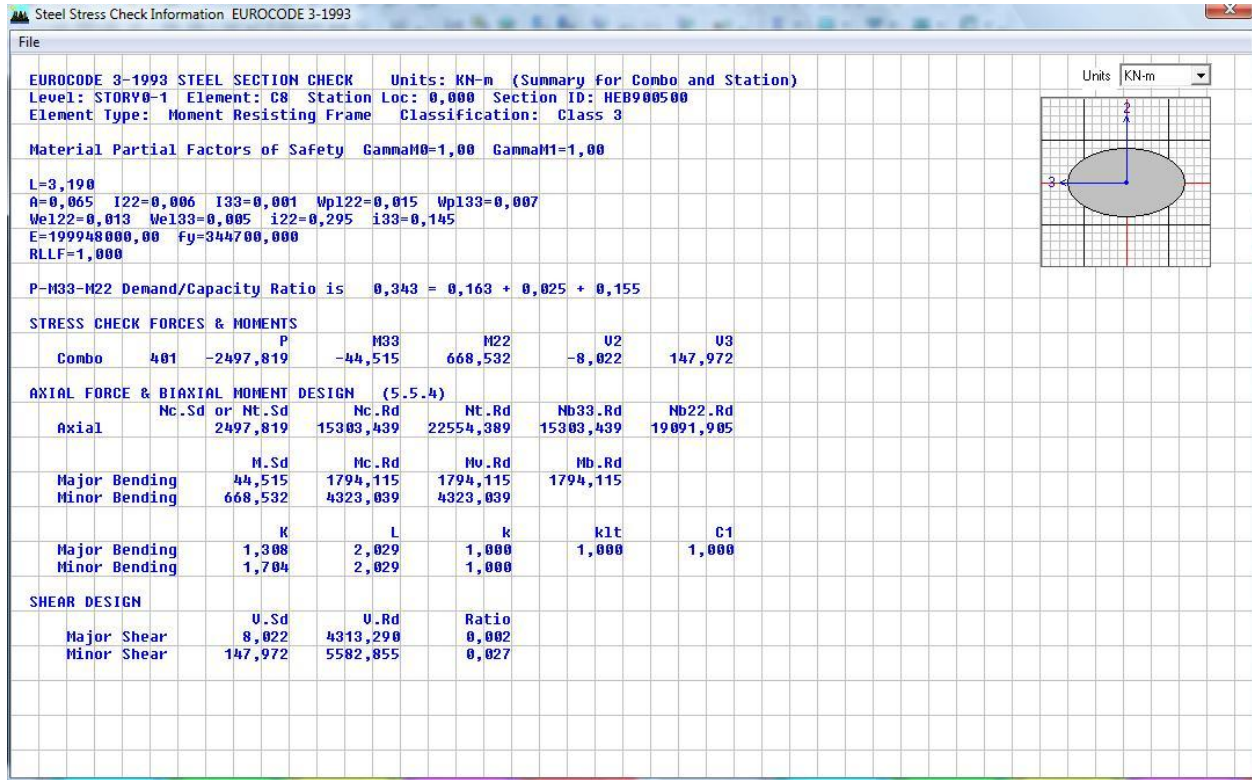
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



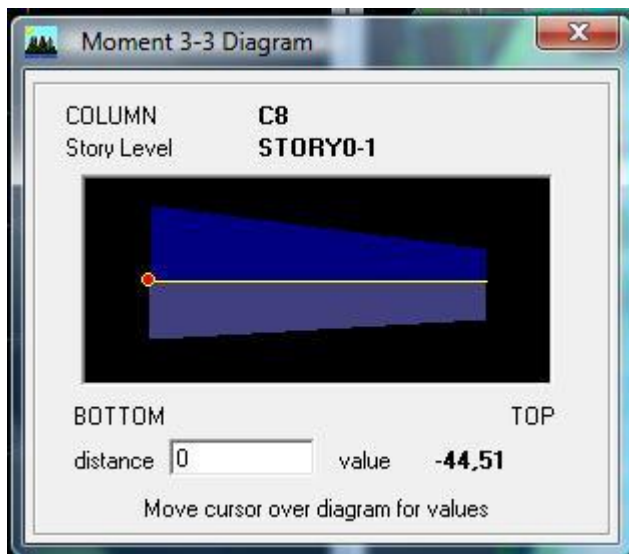
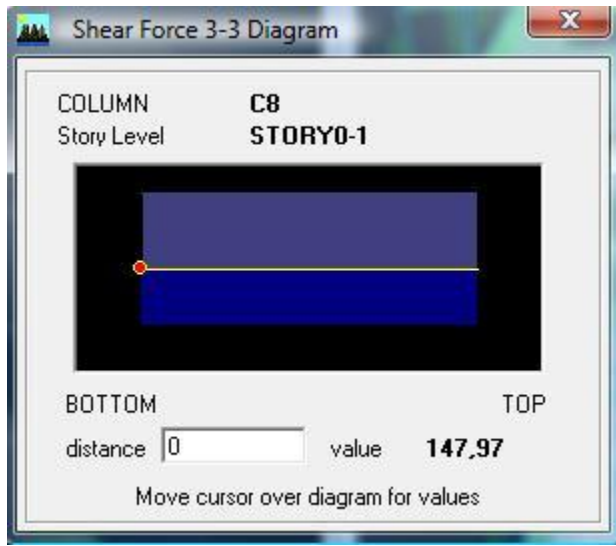
C8



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

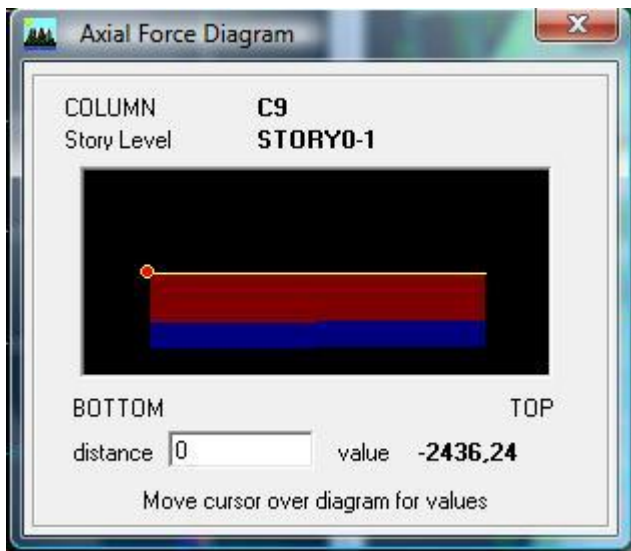
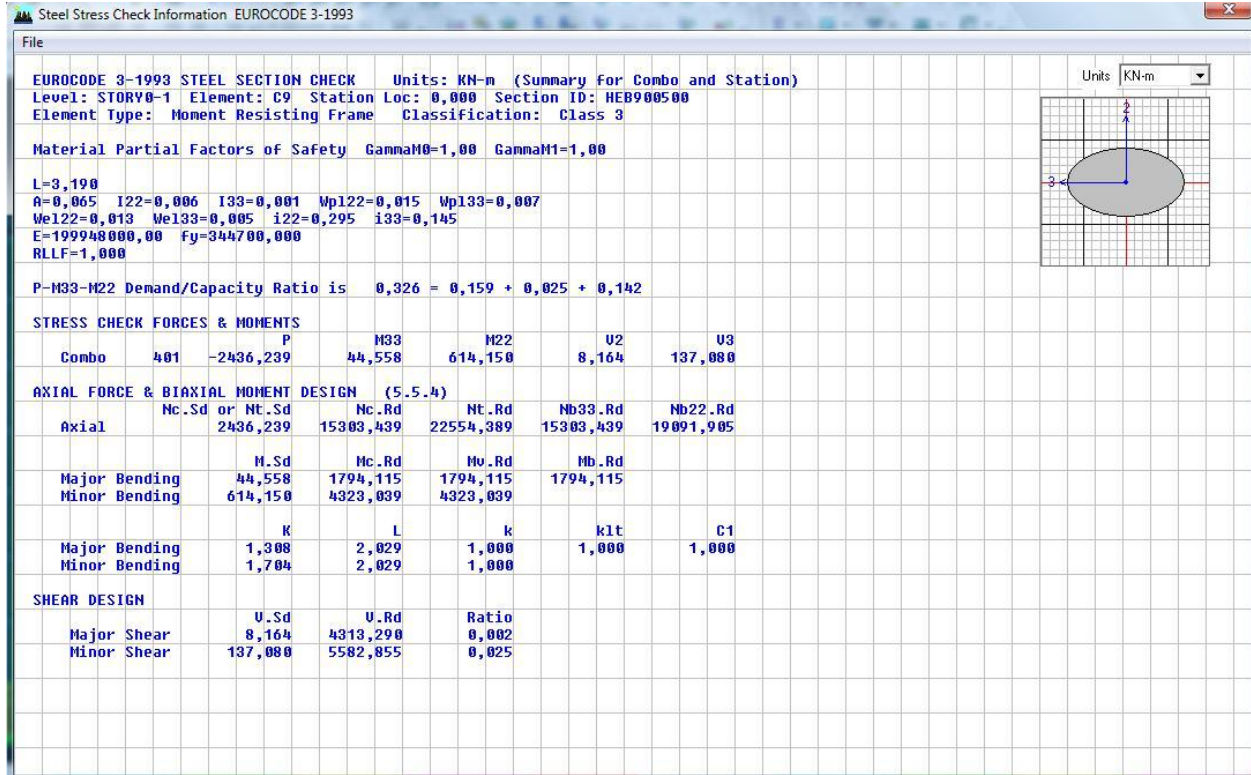


Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

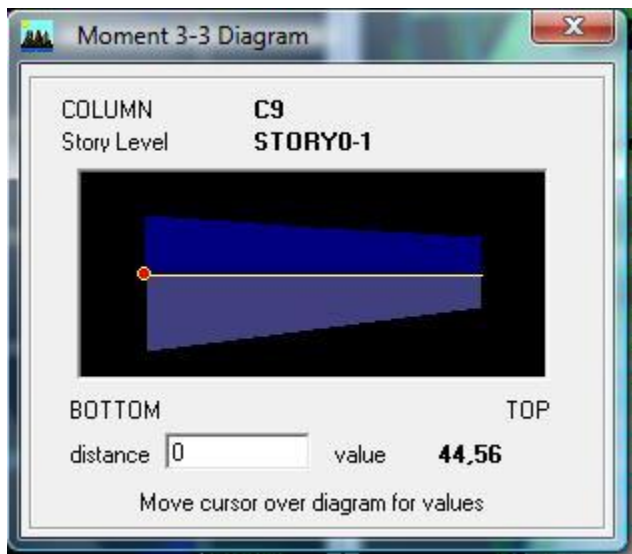
C9



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Σύνδεσμοι δυσκαμψίας

D12

Steel Stress Check Information EUROCODE 3-1993

File

EUROCODE 3-1993 STEEL SECTION CHECK Units: KN-m (Summary for Combo and Station)
 Level: STORY0-1 Element: D12 Station Loc: 0,000 Section ID: HE320M
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Class 1

Material Partial Factors of Safety $\gamma_{M0}=1,00$ $\gamma_{M1}=1,00$

$L=5,314$
 $A=0,031$ $I_{22}=1,971E-04$ $I_{33}=6,813E-04$ $W_{p122}=0,002$ $W_{p133}=0,004$
 $W_{e122}=0,001$ $W_{e133}=0,004$ $i_{22}=0,079$ $i_{33}=0,148$
 $E=199948000,00$ $f_y=344700,000$
 $RLLF=1,000$

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is $0,175 = 0,105 + 0,063 + 0,007$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

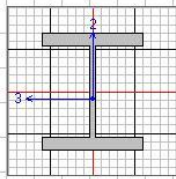
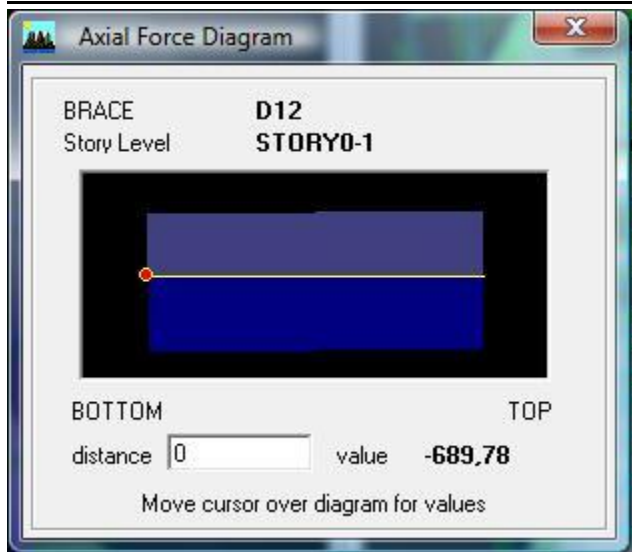
| | P | M33 | M22 | U2 | U3 |
|-------|-----|----------|---------|--------|---------|
| Combo | 402 | -689,777 | -94,626 | -4,702 | -41,783 |
| | | | | | 0,929 |

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (5.5.4)

| | Nc.Sd or Nt.Sd | Mc.Rd | Nt.Rd | Nb33.Rd | Nb22.Rd |
|---------------|----------------|----------|-----------|----------|----------|
| Axial | 689,777 | 6559,536 | 10754,640 | 9625,490 | 6559,536 |
| | M.Sd | Mc.Rd | Mv.Rd | Mb.Rd | |
| Major Bending | 94,626 | 1528,745 | 1528,745 | 1475,095 | |
| Minor Bending | 4,702 | 672,510 | 672,510 | | |
| | K | L | k | k1t | C1 |
| Major Bending | 1,000 | 1,000 | 0,959 | 0,982 | 2,700 |
| Minor Bending | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |

SHEAR DESIGN

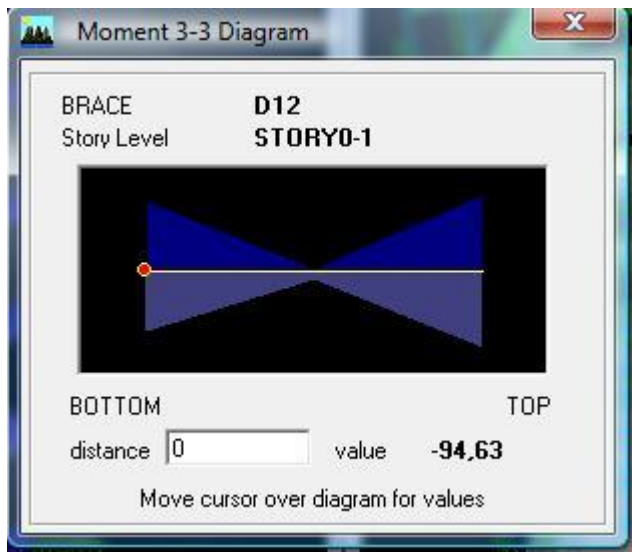
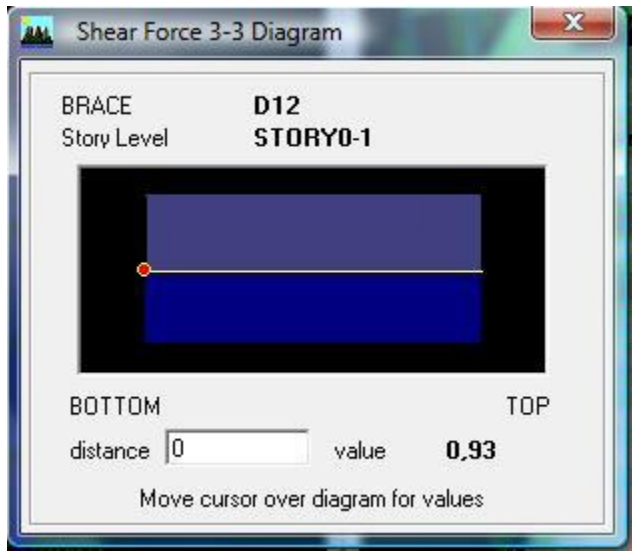
| | U.Sd | U.Rd | Ratio |
|-------------|--------|----------|-------|
| Major Shear | 41,783 | 1500,356 | 0,028 |
| Minor Shear | 0,929 | 4099,660 | 0,000 |

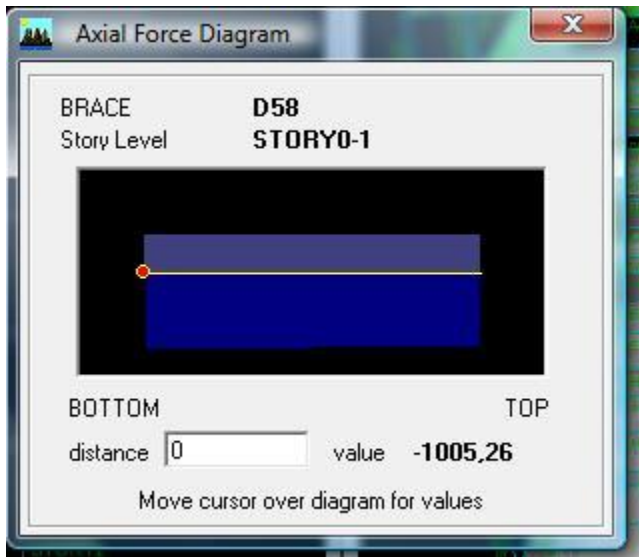
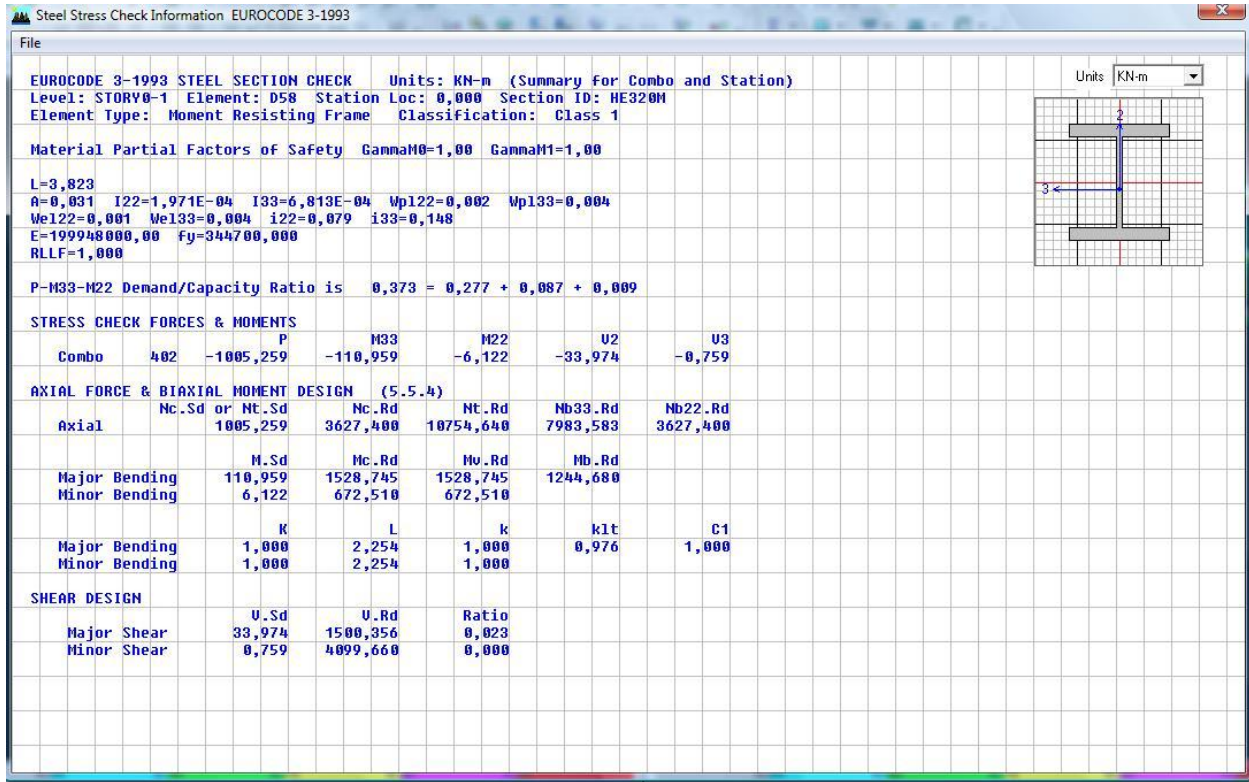
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



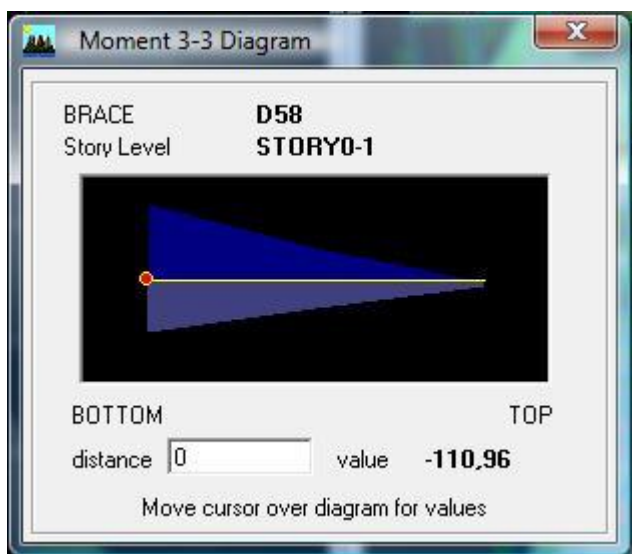
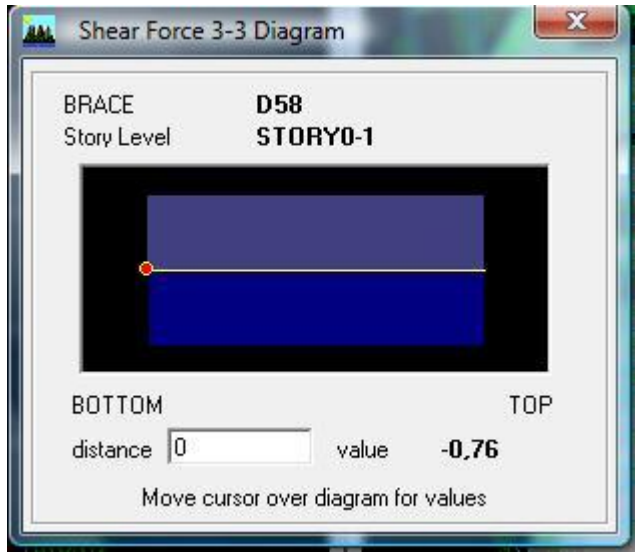
D58



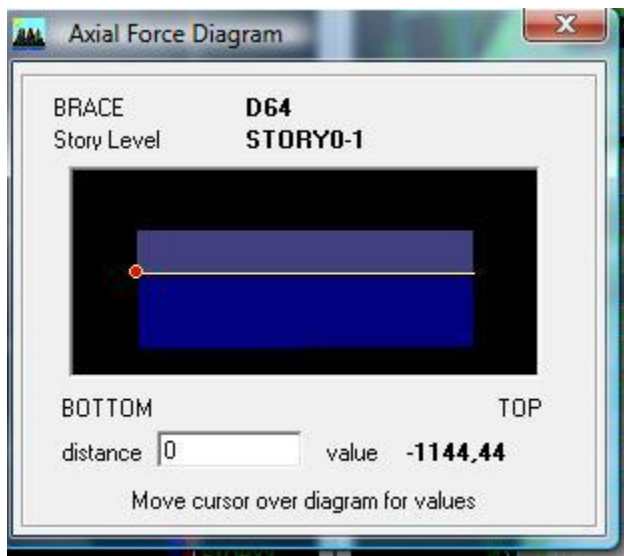
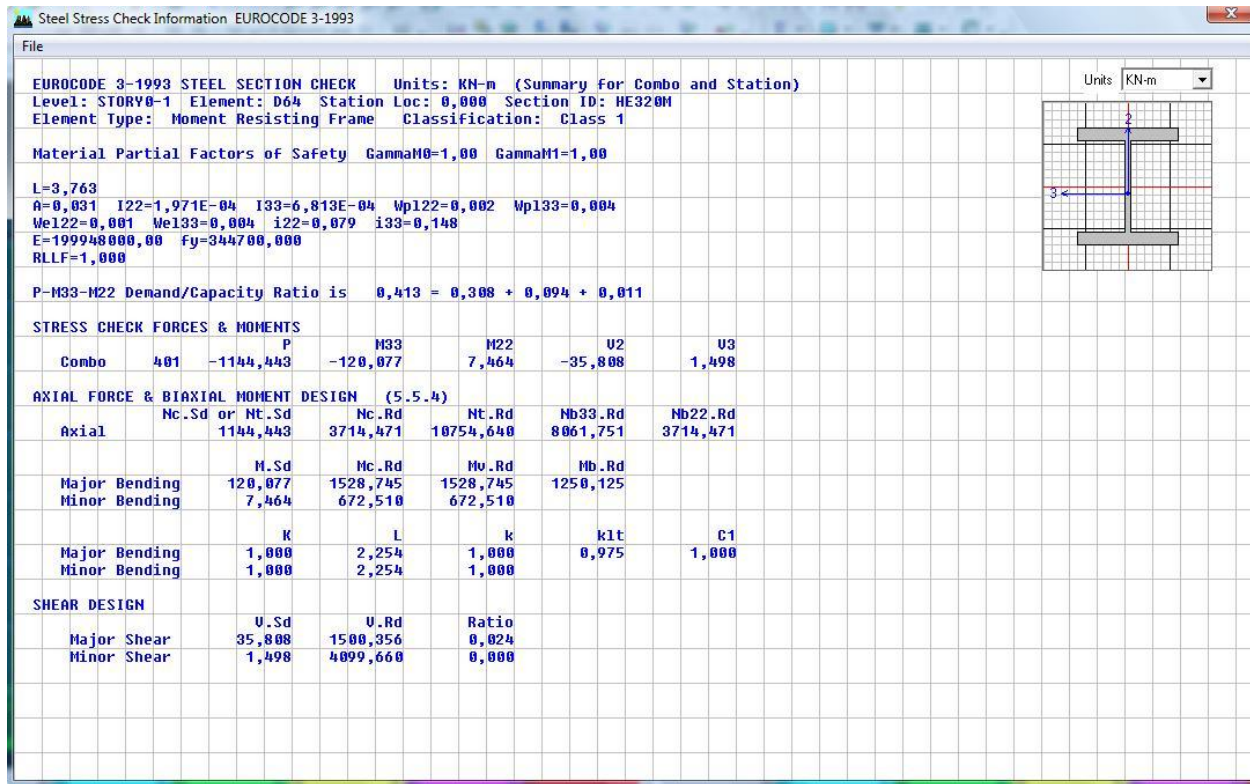
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



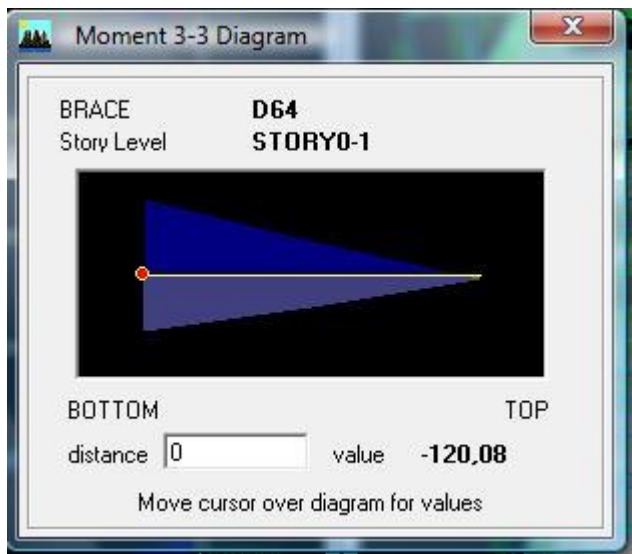
D64



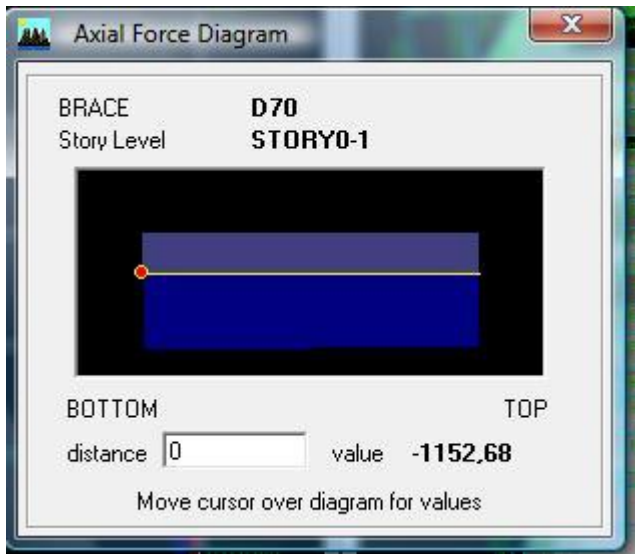
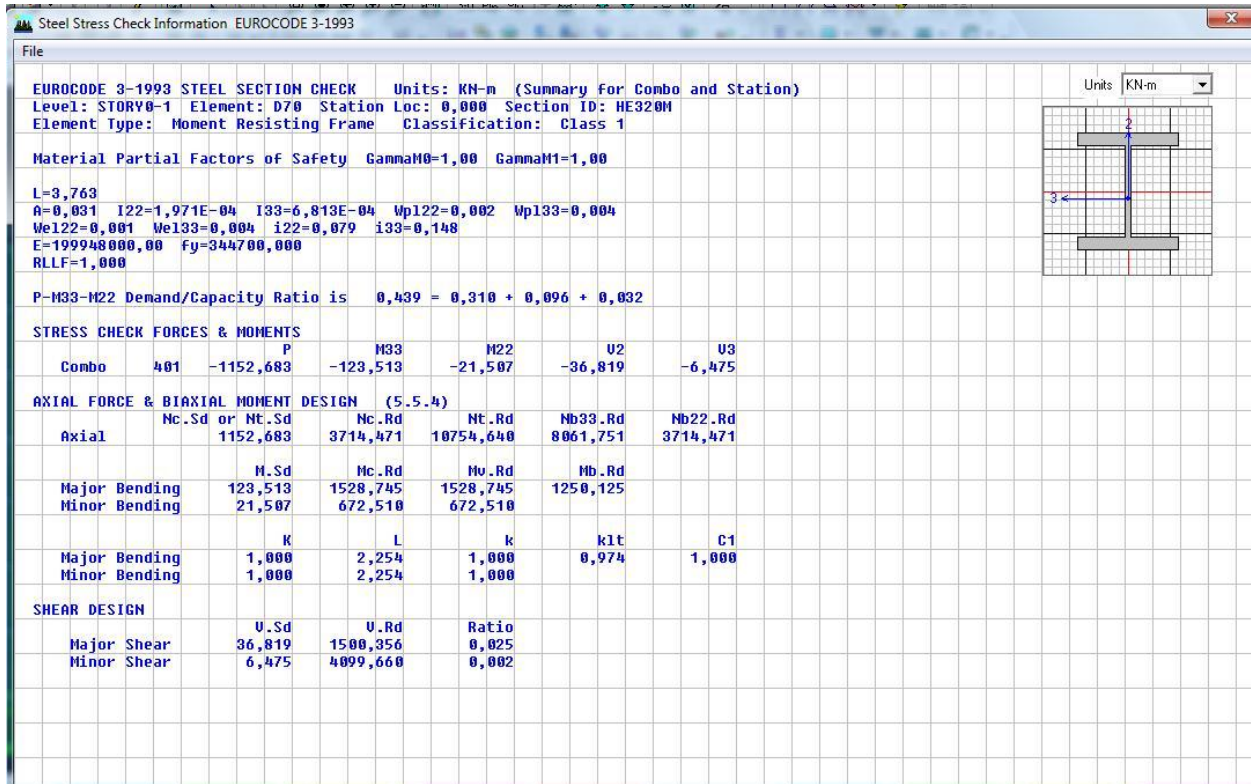
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



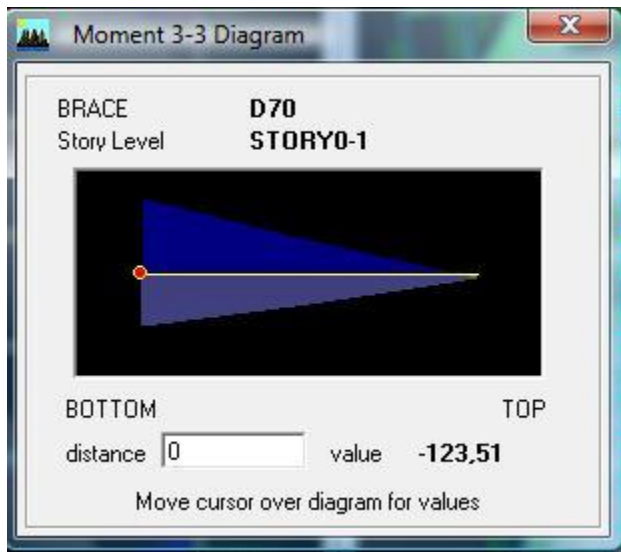
D70



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

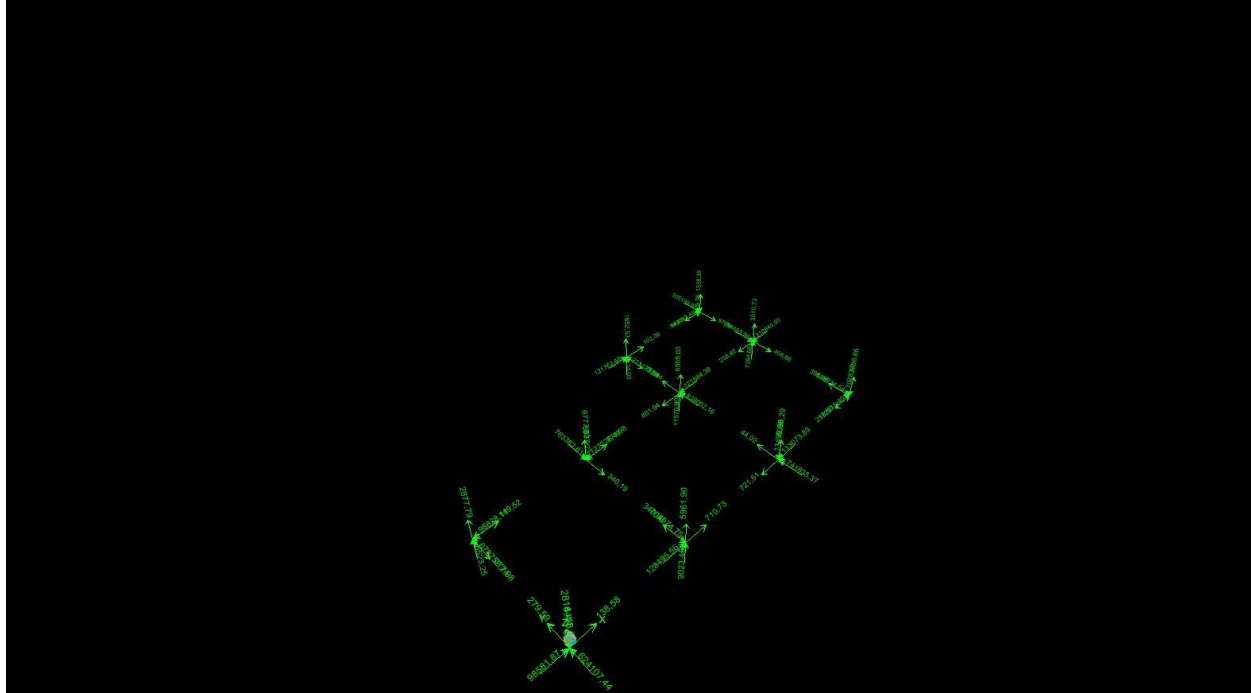
Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



4.6 Αντιδράσεις Στήριξεων Εδάφους

Για κάθε συνδυασμό φόρτισης δίνονται οι αντιδράσεις στήριξης της κατασκευής στο Παράρτημα Γ



| Story | Point | Load | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |
|-------|-------|------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| BASE | 1 | 101 | -97.41 | -73.4 | 3279.75 | 69721.37 | -42222.3 | -123.362 |
| BASE | 1 | 106 | -97.41 | -73.4 | 3279.75 | 69721.37 | -42222.3 | -123.362 |
| BASE | 1 | 401 MAX | 98.58 | 396.96 | 3736.66 | 172215.4 | 542444.5 | 7014.393 |
| BASE | 1 | 401 MIN | -210.5 | -318.67 | 748.97 | -162068 | -595732 | -7078.59 |
| BASE | 1 | 402 MAX | 39.02 | 643.04 | 4371.83 | 290084.6 | 300053.5 | 3627.713 |
| BASE | 1 | 402 MIN | -150.95 | -564.75 | 113.81 | -279937 | -353341 | -3691.91 |
| BASE | 1 | 403 MAX | -3.24 | 241.28 | 3027.78 | 100231.4 | 163386.3 | 2269.15 |
| BASE | 1 | 403 MIN | -108.68 | -162.99 | 1457.86 | -90083.8 | -216673 | -2333.35 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | | | |
|------|---|------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| BASE | 2 | 101 | -125.53 | -159.63 | 4708.24 | 32524.7 | -77085.5 | 25.905 |
| BASE | 2 | 106 | -125.53 | -159.63 | 4708.24 | 32524.7 | -77085.5 | 25.905 |
| BASE | 2 | 401 MAX | 114.48 | 385.61 | 3510.73 | 164857.4 | 610770.1 | 7394.602 |
| BASE | 2 | 401 MIN | -258.82 | -408.66 | 1796.34 | -210845 | -694494 | -7386.39 |
| BASE | 2 | 402 MAX | 14.61 | 664.27 | 4395.72 | 294182.7 | 269317.5 | 3621.925 |
| BASE | 2 | 402 MIN | -158.95 | -687.32 | 911.35 | -340170 | -353041 | -3613.72 |
| BASE | 2 | 403 MAX | -12.08 | 214.15 | 3280.71 | 83196.27 | 167884.9 | 2390.193 |
| BASE | 2 | 403 MIN | -132.27 | -237.2 | 2026.36 | -129183 | -251609 | -2381.99 |
| BASE | 3 | 101 | -21.15 | -62.13 | 2213.15 | 82743.36 | -16805.3 | -5.3 |
| BASE | 3 | 106 | -21.15 | -62.13 | 2213.15 | 82743.36 | -16805.3 | -5.3 |
| BASE | 3 | 401 MAX | 73.95 | 43.01 | 1528.35 | 148192.5 | 187805.2 | -0.752 |
| BASE | 3 | 401 MIN | -98.83 | -87.78 | 1049.45 | -106036 | -205200 | -8.78 |
| BASE | 3 | 402 MAX | 25.83 | 88.37 | 1838.6 | 236168.1 | 79280.05 | -0.733 |
| BASE | 3 | 402 MIN | -50.72 | -133.15 | 739.2 | -194012 | -96674.8 | -8.799 |
| BASE | 3 | 403 MAX | 15.09 | 14.67 | 1506.67 | 93035.53 | 53856.97 | -3.002 |
| BASE | 3 | 403 MIN | -39.98 | -59.44 | 1071.14 | -50879.4 | -71251.8 | -6.531 |
| BASE | 4 | 101 | -111.41 | -11.9 | 7608.03 | 57165.03 | 118754.6 | 15889.58 |
| BASE | 4 | 106 | -111.41 | -11.9 | 7608.03 | 57165.03 | 118754.6 | 15889.58 |
| BASE | 4 | 401 MAX | 670.54 | 71.44 | 6565.03 | 118597 | 839002.2 | 11570.9 |
| BASE | 4 | 401 MIN | -801.94 | -50.41 | 2494.43 | -121584 | -692087 | 4622.809 |
| BASE | 4 | 402 MAX | 284.87 | 128.72 | 5523.24 | 228762.1 | 437657 | 14540.38 |
| BASE | 4 | 402 MIN | -416.27 | -107.68 | 3536.22 | -231749 | -290742 | 1653.33 |
| BASE | 4 | 403 MAX | 170.48 | 49.08 | 5279.48 | 73606.22 | 319199.1 | 10907.36 |
| BASE | 4 | 403 MIN | -301.88 | -28.04 | 3779.98 | -76593.6 | -172284 | 5286.343 |
| BASE | 5 | 101 | -105.41 | -16.86 | 6798.06 | 32904.95 | 125355.8 | -12368.2 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | | | |
|------|---|------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| BASE | 5 | 106 | -105.41 | -16.86 | 6798.06 | 32904.95 | 125355.8 | -12368.2 |
| BASE | 5 | 401 MAX | 584.07 | 44.02 | 6056.29 | 91039.9 | 741835.4 | -4838.27 |
| BASE | 5 | 401 MIN | -721.51 | -38.3 | 2182.75 | -113074 | -598831 | -11490.9 |
| BASE | 5 | 402 MAX | 297.3 | 81.97 | 4998.58 | 183752.9 | 453382.2 | -1603.78 |
| BASE | 5 | 402 MIN | -434.74 | -76.25 | 3240.46 | -205787 | -310378 | -14725.4 |
| BASE | 5 | 403 MAX | 147.86 | 28.82 | 4821.89 | 52588.91 | 294833.2 | -5346.02 |
| BASE | 5 | 403 MIN | -285.31 | -23.11 | 3417.15 | -74622.8 | -151829 | -10983.2 |
| BASE | 6 | 101 | 179.42 | -347.03 | 7511.29 | 8418.24 | -99319 | -3322.25 |
| BASE | 6 | 106 | 179.42 | -347.03 | 7511.29 | 8418.24 | -99319 | -3322.25 |
| BASE | 6 | 401 MAX | 771.98 | 103.35 | 6777.82 | 57287.68 | 653594.5 | 4907.322 |
| BASE | 6 | 401 MIN | -551.37 | -340.19 | 1726.56 | -127226 | -763363 | -6837.23 |
| BASE | 6 | 402 MAX | 426.21 | 331.4 | 5747.29 | 162209.3 | 295973.6 | 6917.654 |
| BASE | 6 | 402 MIN | -205.6 | -568.24 | 2757.09 | -232148 | -405742 | -8847.56 |
| BASE | 6 | 403 MAX | 322.46 | 25.9 | 5190.99 | 27823.97 | 173984.3 | 1906.785 |
| BASE | 6 | 403 MIN | -101.86 | -262.74 | 3313.39 | -97762.8 | -283752 | -3836.69 |
| BASE | 7 | 101 | 193.61 | 63.64 | 6586.94 | 113846.6 | -73607.4 | 7.754 |
| BASE | 7 | 106 | 193.61 | 63.64 | 6586.94 | 113846.6 | -73607.4 | 7.754 |
| BASE | 7 | 401 MAX | 710.73 | 340.3 | 5961.9 | 128495.6 | 597472.6 | 9023.462 |
| BASE | 7 | 401 MIN | -487.01 | -93.96 | 2424.45 | -65404.9 | -704075 | -6986.35 |
| BASE | 7 | 402 MAX | 444.84 | 576.47 | 6591.32 | 225172.3 | 292954.9 | 5958.522 |
| BASE | 7 | 402 MIN | -221.12 | -330.13 | 1795.03 | -162082 | -399557 | -3921.41 |
| BASE | 7 | 403 MAX | 310.16 | 267.82 | 5137.93 | 94020.35 | 160082.6 | 3770.548 |
| BASE | 7 | 403 MIN | -86.44 | -21.47 | 3248.42 | -30929.7 | -266685 | -1733.44 |
| BASE | 8 | 101 | 33.34 | -9.71 | 3140.9 | 95716.51 | 85144.19 | -135.641 |
| BASE | 8 | 106 | 33.34 | -9.71 | 3140.9 | 95716.51 | 85144.19 | -135.641 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | | | |
|------|----|------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| BASE | 8 | 401 MAX | 138.58 | 279.59 | 2814.44 | 98581.87 | 624107.4 | 6292.69 |
| BASE | 8 | 401 MIN | -101.38 | -101.76 | 1512.38 | -61396.8 | -534216 | -6418.09 |
| BASE | 8 | 402 MAX | 83.51 | 507.33 | 3621.36 | 193218.3 | 359558.6 | 3217.055 |
| BASE | 8 | 402 MIN | -46.32 | -329.5 | 705.46 | -156033 | -269667 | -3342.45 |
| BASE | 8 | 403 MAX | 58.1 | 221.36 | 2645.16 | 74024.99 | 235506.4 | 2012.018 |
| BASE | 8 | 403 MIN | -20.91 | -43.52 | 1681.66 | -36839.9 | -145615 | -2137.42 |
| BASE | 9 | 101 | 29.87 | -305.63 | 3995.17 | 38191.17 | 68346.57 | 105.003 |
| BASE | 9 | 106 | 29.87 | -305.63 | 3995.17 | 38191.17 | 68346.57 | 105.003 |
| BASE | 9 | 401 MAX | 149.52 | 104.21 | 2877.79 | 60294.46 | 678752.2 | 6523.253 |
| BASE | 9 | 401 MIN | -112.26 | -277.98 | 1414.81 | -98828.1 | -589711 | -6401.11 |
| BASE | 9 | 402 MAX | 82.6 | 330.8 | 3460.62 | 156161.2 | 353409.9 | 3328.356 |
| BASE | 9 | 402 MIN | -45.34 | -504.58 | 831.98 | -194695 | -264369 | -3206.21 |
| BASE | 9 | 403 MAX | 60.82 | 45.41 | 2602.18 | 36328.49 | 248507 | 2161.87 |
| BASE | 9 | 403 MIN | -23.56 | -219.18 | 1690.42 | -74862.1 | -159466 | -2039.72 |
| BASE | 10 | 101 | 24.68 | -67.49 | 2290.46 | 88933.26 | 21383.61 | 6.027 |
| BASE | 10 | 106 | 24.68 | -67.49 | 2290.46 | 88933.26 | 21383.61 | 6.027 |
| BASE | 10 | 401 MAX | 102.06 | 23.16 | 1652.53 | 121762.5 | 211123.5 | 14.004 |
| BASE | 10 | 401 MIN | -70.83 | -73.94 | 1051.5 | -74850.7 | -181560 | -5.545 |
| BASE | 10 | 402 MAX | 53.85 | 69.89 | 1699.61 | 213061.2 | 102870 | 14.775 |
| BASE | 10 | 402 MIN | -22.63 | -120.67 | 1004.41 | -166149 | -73306 | -6.316 |
| BASE | 10 | 403 MAX | 43.16 | 5.55 | 1505.33 | 85143.3 | 77307.92 | 8.386 |
| BASE | 10 | 403 MIN | -11.94 | -56.32 | 1198.69 | -38231.5 | -47743.9 | 0.073 |

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5]



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Οι σεισμοί θέτουν ένα ξεχωριστό τεχνικό πρόβλημα, αφού ένας δυνατός σεισμός αποτελεί τη δυσμενέστερη φόρτιση στην οποία είναι πιθανό να υποβληθούν οι περισσότερες κατασκευές, παρόλο που η πιθανότητα μιας δοσμένης κατασκευής να υποστεί ένα μεγάλο σεισμό είναι πολύ μικρή. Η βέλτιστη πρακτική προσέγγιση αυτού του συνδυασμού συνθηκών είναι να σχεδιαστεί η κατασκευή έτσι, ώστε να αποφύγει την κατάρρευση στην περίπτωση του πιο ισχυρού πιθανού σεισμού.

Τα προβλήματα που εμπεριέχονται στην επαρκή αναπαράσταση της σεισμικής συμπεριφοράς κατά την ανάλυση της κατασκευής είναι πολυάριθμα, και πολλοί συνδυασμοί θα πρέπει να γίνουν ακόμα και στις πιο επιτηδευμένες αναλύσεις. Με τον όρο «σεισμική απόκριση» νοείται, γενικά, η ένταση και η μετακίνηση/παραμόρφωση που προκύπτει σε τυχόν σημείο του συστήματος λόγω της σεισμικής δόνησης του εδάφους. Η κατανόηση των δυναμικών χαρακτηριστικών απόκρισης των κατασκευών είναι ουσιώδης προκειμένου να αποκομίσουμε το μέγιστο όφελος, ακόμα και από την απλούστερη μέθοδο σεισμικής ανάλυσης. Οι πολλές μέθοδοι που υπάρχουν για τον γραμμικό υπολογισμό της σεισμικής απόκρισης των κατασκευών εμπίπτουν σε δύο διακεκριμένες κατηγορίες:

- **Ανάλυση με ισοδύναμα στατικά φορτία**
- **Δυναμική ανάλυση**

Στην αντισεισμική μηχανική, η επιρροή της συμπεριφοράς του υλικού στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης αποτελεί πολύ σημαντικότερο θέμα απ' ό τι στα προβλήματα της μη-σεισμικής μηχανικής. Το όλο πρόβλημα μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες με βάση το αν η συμπεριφορά του υλικού χαρακτηρίζεται ως ψαθυρή ή όλκιμη, δηλαδή αν μπορεί να θεωρηθεί σαν γραμμικά ελαστική ή ανελαστική. Τα υλικά της όλκιμης κατηγορίας είναι πιο ικανοποιητικά στην αντισεισμική συμπεριφορά από τα ψαθυρά λόγω της δυνατότητας ανελαστικής τους παραμόρφωσης, αλλά είναι για τον ίδιο λόγο λιγότερο βολικά στην ανάλυσή τους. Παρατηρώντας τον παρακάτω πίνακα μπορούμε να πούμε ότι για τις κανονικές χαλύβδινες κατασκευές οι μέθοδοι (4) και (5) μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικές λόγω της υψηλής πλαστιμότητας του χάλυβα.

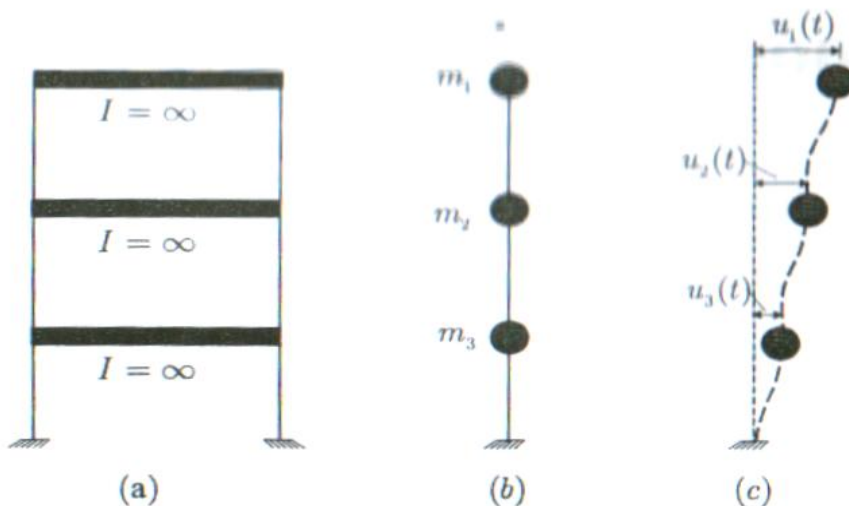
Πίνακας 5.3 Σεισμική ανάλυση και μέθοδοι σχεδιασμού

| Συμπεριφορά ύλικου | Μέθοδος ανάλυσης | Σεισμική φόρτιση | Παραδοχές υπολογισμού |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------|---|
| Γραμμικά έλαστική (ψαθυρή) | Ίσοδύναμη —στατική | Αυθαίρετα μειωμένη | (1) Μέθοδος έπιτρεπομένων τάσεων ή συνολικής άντοχής, σὺν τὴν ἐπιπρόσθετη συμβατική πλαστι- μότητα |
| | Γραμμική δυναμική | Αυθαίρετα μειωμένη | (2) Μέθοδος έπιτρεπομένων τάσεων ή συνολικής άντοχής, σὺν τὴν ἐπιπρόσθετη συμβατική πλαστι- μότητα |
| | | Πλήρης | (3) Συνολική άντοχή, σὺν τὴν ἐπιπρόσθετη συμβατική πλαστι- μότητα |
| | Ίσοδύναμη —στατική | Αυθαίρετα μειωμένη | (4) * Μέθοδος έπιτρεπομένων τάσεων ή συνολικής άντοχής, σὺν ἐπι- πρόσθετη αυθαίρετη πλαστιμό- τητα |
| Άνελαστική (πλαστική) | Γραμμική δυναμική | Αυθαίρετα μειωμένη | (5) * Μέθοδος έπιτρεπομένων τάσεων ή συνολικής άντοχής, σὺν ἐπι- πρόσθετη αυθαίρετη πλαστιμό- τητα |
| | | Αυθαίρετα μειωμένη | (6) * Μέθοδος έπιτρεπομένων τάσεων ή συνολικής άντοχής, σὺν προσεγγιστική ανάλυση για τις ἀπαιτήσεις πλαστιμότητας |
| | | Πλήρης | (7) Κατασκευή προοριζόμενη νά παραμείνει έλαστική, ἀλλά με ἐπι- πρόσθετη συμβατική πλαστιμό- τητα |
| | Άνελαστική δυναμική | Πλήρης | (8) Άπαιτήσεις πλαστιμότητας ποὺ προκύπτουν ἀπὸ τις στροφές στὴς πλαστικές ἀρθρώσεις |

* Οί πὸ συνηθισμένες μέθοδοι

5.2 Προσομοίωση Μαζών

Στους φορείς η μάζα, ενώ είναι κατανεμημένη σε όλα τα μέλη τους, συχνά εμφανίζει συγκεντρώσεις σε ορισμένα σημεία ή περιοχές, στα κτίρια π.χ. η μάζα συγκεντρώνεται στις στάθμες των ορόφων, υιοθετείται δηλαδή η παραδοχή συγκεντρωμένων μαζών στα άκρα των δοκών και των υποστυλωμάτων τους. Αυτό επιτρέπει να περιγράψουμε την κίνηση του απειροβάθμιου συστήματος με πολυβάθμιο λαμβάνοντας ως συντεταγμένες της παραμόρφωσης τις συνιστώσες μετατόπισης των σημείων της κατασκευής που παρουσιάζουν συγκέντρωση των αδρανειακών χαρακτηριστικών τους (μαζών, ροπών αδρανείας). Στο σχήμα (α) φαίνεται ένα τριώροφο πλαίσιο του οποίου τα ζυγώματα είναι πρακτικά άκαμπτα. Στην κατασκευή αυτή οι μάζες είναι συγκεντρωμένες στις στάθμες των ορόφων. Επομένως μπορούμε να την προσεγγίσουμε με το μοντέλο του σχήματος (β). Στο σχήμα (γ) φαίνεται το μοντέλο σε κίνηση.



Συνεπώς, κάνοντας την παραδοχή συγκεντρωμένων μαζών υιοθετούμε για το φορέα ένα μοντέλο που απέχει αρκετά από τη πραγματικότητα και, επιπλέον, θεωρώντας πως τα φορτία επιβάλλονται ως στατικά (θεώρηση που γίνεται στην Ισοδύναμη Στατική Μέθοδο) απομακρυνόμαστε αρκετά από το να περιγράψουμε το φυσικό φαινόμενο του σεισμού και τις συνέπειες αυτού όπως έχουν στην πράξη.

Θεώρηθηκε ως μάζα που διεγείρεται από το συνδυασμό $G+0.5*Q+0.3S$.

5.3 Μέθοδος Υπολογισμού

5.3.1 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η δυναμική φασματική μέθοδος περιλαμβάνει πλήρη ιδιομορφική ανάλυση του συστήματος και υπολογισμό της μέγιστης σεισμικής απόκρισης για κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης. Εφαρμόζεται χωρίς περιορισμούς σε όλες τις περιπτώσεις κατασκευών που καλύπτει ο ΕΑΚ2000. Με τη μέθοδο αυτή υπολογίζονται οι πιθανές ακραίες τιμές τυχόντος μεγέθους απόκρισης με τετραγωνική επαλληλία των ιδιομορφικών τιμών του υπόψη μεγέθους. Κατά την εφαρμογή της αρκεί η θεώρηση ενός μόνον προσανατολισμού των δύο οριζόντιων (και κάθετων μεταξύ τους) συνιστωσών του σεισμού. Για $q=1$ χρησιμοποιείται το ελαστικό φάσμα $\Phi_e(T)$ (με εισαγωγή της κατάλληλης τιμής του συντελεστή θεμελίωσης θ), ενώ για $q>1$ χρησιμοποιείται το φάσμα σχεδιασμού $\Phi_d(T)$.

Στη δυναμική ανάλυση προσδιορίστηκαν οι ιδιομορφές του κτιρίου με αύξουσα σειρά τιμής ιδιοσυχνότητας. Οι ιδιομορφές είναι ανεξάρτητες της φόρτισης και εξαρτώνται μόνο από το **μητρώο μάζας [m]** και το **μητρώο ακαμψίας** της κατασκευής [**K**]. Για κάθε συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης θα λαμβάνεται υποχρεωτικά υπόψη ένας αριθμός ιδιομορφών, έως ότου το άθροισμα των δρώσων ιδιομορφικών μαζών ΣM φθάσει στο 90% της συνολικής ταλαντούμενης μάζας M του συστήματος (ΕΑΚ2000). Συνολική ταλαντούμενη μάζα είναι η μάζα άνωθεν της διεπιφάνειας κατασκευής-εδάφους, η οποία υφίσταται ελεύθερη μετατόπιση κατά την θεωρούμενη διεύθυνση υπολογισμού. Δρώσα ιδιομορφική μάζα είναι το μέρος της συνολικής ταλαντούμενης μάζας που ενεργοποιείται για κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης. Οι ιδιομορφές με ιδιοπερίοδο $T \geq 0,20 \text{ sec}$ λαμβάνονται πάντοτε υπόψη. Ο αριθμός των απαιτούμενων ιδιομορφικών μαζών προσδιορίστηκε κάνοντας επάλληλες δοκιμές και αυξάνοντας κάθε φορά τον αριθμό των απαιτούμενων ιδιομορφών και τρέχοντας ξανά την ανάλυση έτσι ώστε να προσεγγιστεί το επιθυμητό σύνολο. Μετά από πολλές δοκιμές καταλήξαμε στον απαιτούμενο **αριθμό ιδιομορφών** για τον οποίο το ποσοστό των

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

ιδιομορφικών μαζών ήταν πάνω από το 90% των δρώσων ιδιομορφικών μαζών όπως φαίνεται στους πίνακες που ακολουθούν.

Το σύνολο των ιδιομορφών αυξήθηκε ως το 50 για να μπορέσουμε να πετύχουμε το 90% στην κατακόρυφη δρώσα μάζα MZ το οποίο όμως δεν επετεύχθει και το αντίστοιχο ποσοστό έφτασε στο 75% περίπου.

Τέλος σε ότι αφορά τη μεθοδολογία στη φασματική ανάλυση που έτρεξε το ETABS η σεισμική απόκριση υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας πλήρη τετραγωνική επαλληλία των ιδιομορφικών αποκρίσεων (CQC, Complete Quadratic Combination)

Αναλυτικά η σεισμική μάζα και η ιδιοπερίοδος της κατασκευής σε κάθε ιδιομορφή φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

| Mode | Period | UX | UY | UZ | SumUX | SumUY | SumUZ |
|------|----------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
| 1 | 0,749405 | 76,7282 | 6,2698 | 0 | 76,7282 | 6,2698 | 0 |
| 2 | 0,72886 | 7,1059 | 74,7951 | 0,0006 | 83,8341 | 81,0649 | 0,0006 |
| 3 | 0,57487 | 0,715 | 1,2985 | 0,0004 | 84,5491 | 82,3634 | 0,001 |
| 4 | 0,349061 | 0,0586 | 0,0006 | 2,4801 | 84,6077 | 82,364 | 2,4811 |
| 5 | 0,347526 | 0,0032 | 0 | 0,0253 | 84,6109 | 82,364 | 2,5064 |
| 6 | 0,347313 | 0 | 0 | 0,0103 | 84,611 | 82,364 | 2,5167 |
| 7 | 0,339708 | 0,0038 | 0,0002 | 1,2641 | 84,6148 | 82,3642 | 3,7808 |
| 8 | 0,339321 | 0,0013 | 0 | 0,0622 | 84,6161 | 82,3642 | 3,843 |
| 9 | 0,33878 | 0,0009 | 0 | 0,513 | 84,617 | 82,3643 | 4,356 |
| 10 | 0,327677 | 0,0006 | 0,0022 | 0,7615 | 84,6176 | 82,3664 | 5,1176 |
| 11 | 0,265146 | 9,3673 | 0,2592 | 0,1402 | 93,9849 | 82,6256 | 5,2577 |
| 12 | 0,263287 | 0,1466 | 10,0478 | 0,0016 | 94,1315 | 92,6735 | 5,2594 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | | |
|----|----------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 13 | 0,240242 | 0,2085 | 0 | 2,5689 | 94,34 | 92,6735 | 7,8282 |
| 14 | 0,215295 | 0,1141 | 0,3504 | 0,0026 | 94,4541 | 93,0239 | 7,8308 |
| 15 | 0,204733 | 0,0017 | 0,0514 | 0,0058 | 94,4558 | 93,0752 | 7,8367 |
| 16 | 0,177766 | 0,0118 | 0,0002 | 18,7816 | 94,4675 | 93,0754 | 26,6183 |
| 17 | 0,169363 | 0,018 | 0,0002 | 1,1565 | 94,4855 | 93,0756 | 27,7748 |
| 18 | 0,167726 | 0,0409 | 0 | 0 | 94,5264 | 93,0756 | 27,7748 |
| 19 | 0,167154 | 0,0016 | 0 | 0,0228 | 94,528 | 93,0756 | 27,7976 |
| 20 | 0,166767 | 0,0223 | 0 | 0,2193 | 94,5503 | 93,0756 | 28,0169 |
| 21 | 0,166324 | 0,0024 | 0 | 0,0524 | 94,5527 | 93,0756 | 28,0692 |
| 22 | 0,16581 | 0,0194 | 0 | 1,2314 | 94,5721 | 93,0757 | 29,3007 |
| 23 | 0,164168 | 0,0388 | 0,0001 | 2,963 | 94,6109 | 93,0758 | 32,2637 |
| 24 | 0,162902 | 0,0014 | 0 | 0,1854 | 94,6123 | 93,0758 | 32,4491 |
| 25 | 0,161745 | 0,0012 | 0 | 0,0655 | 94,6135 | 93,0758 | 32,5147 |
| 26 | 0,160602 | 0,0001 | 0,0003 | 0,177 | 94,6135 | 93,0761 | 32,6917 |
| 27 | 0,159733 | 0 | 0,012 | 0,0107 | 94,6136 | 93,0882 | 32,7024 |
| 28 | 0,15936 | 0,002 | 0,0118 | 0,3888 | 94,6156 | 93,0999 | 33,0912 |
| 29 | 0,154484 | 0,0021 | 0 | 1,9905 | 94,6176 | 93,1 | 35,0817 |
| 30 | 0,150794 | 0,0011 | 2,5448 | 0,0093 | 94,6187 | 95,6447 | 35,091 |
| 31 | 0,141605 | 0,794 | 0,0246 | 0,1991 | 95,4126 | 95,6693 | 35,2901 |
| 32 | 0,141071 | 0,0268 | 0,0065 | 4,9637 | 95,4395 | 95,6758 | 40,2538 |
| 33 | 0,139187 | 0,9607 | 0,0013 | 0,2036 | 96,4002 | 95,6771 | 40,4574 |
| 34 | 0,127947 | 0,0001 | 0,0001 | 10,4323 | 96,4002 | 95,6772 | 50,8897 |
| 35 | 0,12628 | 0,0694 | 0,2453 | 0,0163 | 96,4696 | 95,9225 | 50,9061 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | | |
|----|----------|--------|--------|--------|----------------|---------------|----------------|
| 36 | 0,121441 | 0,0002 | 0 | 0,2141 | 96,4698 | 95,9225 | 51,1201 |
| 37 | 0,120526 | 0,0001 | 0,0312 | 0,0012 | 96,4699 | 95,9537 | 51,1213 |
| 38 | 0,118917 | 0,0022 | 0,0004 | 0,7645 | 96,4721 | 95,9541 | 51,8858 |
| 39 | 0,116823 | 0,0152 | 0,0014 | 4,2033 | 96,4873 | 95,9555 | 56,0891 |
| 40 | 0,115969 | 0,0314 | 0,0004 | 3,6331 | 96,5187 | 95,9559 | 59,7222 |
| 41 | 0,114061 | 0,0008 | 0,0939 | 0,1973 | 96,5195 | 96,0498 | 59,9195 |
| 42 | 0,112646 | 0,0011 | 0,0136 | 0,1724 | 96,5206 | 96,0634 | 60,0919 |
| 43 | 0,109606 | 0,005 | 0,5698 | 1,021 | 96,5256 | 96,6332 | 61,113 |
| 44 | 0,108474 | 0,0196 | 0,0216 | 9,9084 | 96,5452 | 96,6548 | 71,0213 |
| 45 | 0,104282 | 0 | 0,0818 | 0,0141 | 96,5452 | 96,7365 | 71,0354 |
| 46 | 0,103487 | 0,0225 | 0,0012 | 2,4486 | 96,5677 | 96,7378 | 73,484 |
| 47 | 0,102236 | 0,0009 | 0,0718 | 0,067 | 96,5685 | 96,8096 | 73,5511 |
| 48 | 0,101355 | 0,0605 | 0,0007 | 0,0537 | 96,6291 | 96,8103 | 73,6048 |
| 49 | 0,101293 | 0,0001 | 0,023 | 0,0294 | 96,6292 | 96,8333 | 73,6342 |
| 50 | 0,10106 | 0,0009 | 0,0028 | 0,0029 | 96,6301 | 96,836 | 73,6371 |

| Mode | RX | RY | RZ | SumRX | SumRY | SumRZ |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 7,0345 | 70,4015 | 0,9495 | 7,0345 | 70,4015 | 0,9495 |
| 2 | 84,1925 | 6,458 | 0,44 | 91,227 | 76,8596 | 1,3895 |
| 3 | 1,6068 | 0,6503 | 80,4562 | 92,8338 | 77,5099 | 81,8457 |
| 4 | 0,008 | 0,0107 | 0,0002 | 92,8418 | 77,5206 | 81,8459 |
| 5 | 0,0001 | 0,0033 | 0 | 92,8418 | 77,5239 | 81,8459 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 6 | 0 | 0,0001 | 0 | 92,8419 | 77,5239 | 81,8459 |
| 7 | 0,0041 | 0,0318 | 0,0006 | 92,8459 | 77,5558 | 81,8465 |
| 8 | 0,0002 | 0,0072 | 0,0001 | 92,8462 | 77,563 | 81,8466 |
| 9 | 0,002 | 0,0359 | 0,0008 | 92,8481 | 77,5989 | 81,8474 |
| 10 | 0,0023 | 0 | 0 | 92,8504 | 77,5989 | 81,8474 |
| 11 | 0,0016 | 0,8332 | 0,1107 | 92,852 | 78,4321 | 81,9581 |
| 12 | 0,2928 | 0,0225 | 0,2775 | 93,1448 | 78,4546 | 82,2356 |
| 13 | 0,0076 | 0,1204 | 0,0084 | 93,1524 | 78,575 | 82,2441 |
| 14 | 0,0028 | 0,0145 | 9,4154 | 93,1552 | 78,5895 | 91,6595 |
| 15 | 0,0378 | 0,0022 | 0,425 | 93,193 | 78,5917 | 92,0845 |
| 16 | 0,0499 | 0,0836 | 0,0003 | 93,2428 | 78,6753 | 92,0847 |
| 17 | 0,0043 | 0,0249 | 0 | 93,2472 | 78,7002 | 92,0848 |
| 18 | 0 | 0,0088 | 0,0004 | 93,2472 | 78,709 | 92,0851 |
| 19 | 0 | 0,001 | 0 | 93,2472 | 78,71 | 92,0851 |
| 20 | 0,0006 | 0,0004 | 0 | 93,2479 | 78,7105 | 92,0851 |
| 21 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 | 93,248 | 78,7105 | 92,0852 |
| 22 | 0,0046 | 0,0005 | 0,0015 | 93,2526 | 78,711 | 92,0867 |
| 23 | 0,0038 | 0,6979 | 0 | 93,2564 | 79,4089 | 92,0867 |
| 24 | 0,0004 | 0,029 | 0 | 93,2568 | 79,4379 | 92,0867 |
| 25 | 0,0003 | 0,0081 | 0 | 93,257 | 79,446 | 92,0867 |
| 26 | 0,001 | 0,0179 | 0 | 93,258 | 79,4639 | 92,0867 |
| 27 | 0,0011 | 0,0004 | 0,0007 | 93,2591 | 79,4643 | 92,0874 |
| 28 | 0,0043 | 0,0403 | 0,0002 | 93,2634 | 79,5046 | 92,0875 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

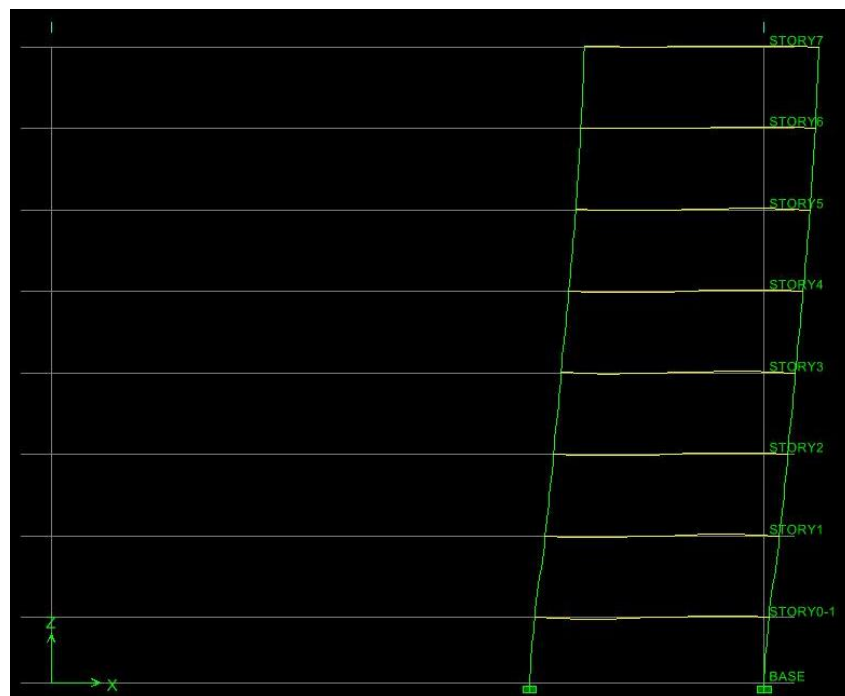
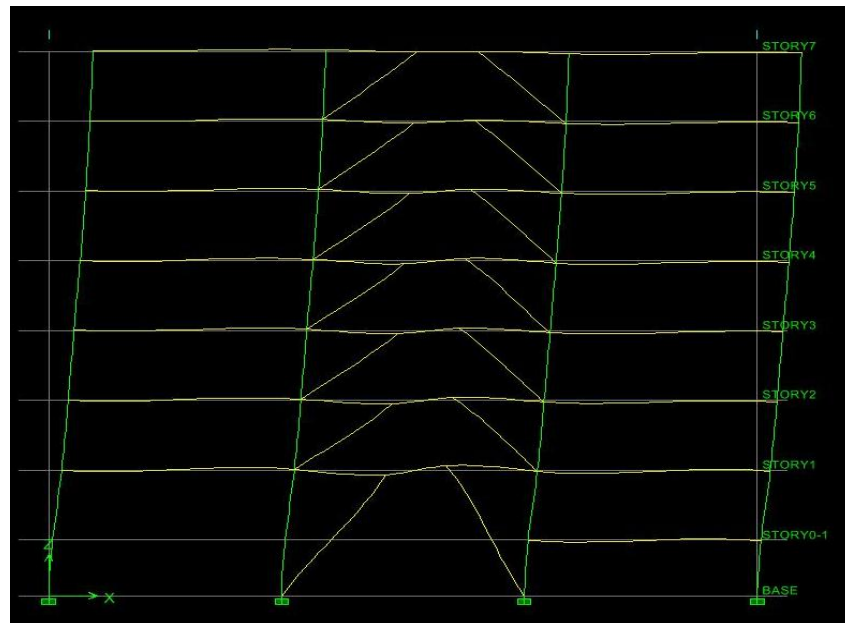
Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|----------------|----------------|----------------|
| 29 | 0,0093 | 1,2768 | 0 | 93,2727 | 80,7814 | 92,0875 |
| 30 | 0,1248 | 0 | 0,105 | 93,3974 | 80,7815 | 92,1926 |
| 31 | 0,0029 | 0,3683 | 0,0673 | 93,4003 | 81,1497 | 92,2598 |
| 32 | 0,0169 | 2,3192 | 0,0032 | 93,4172 | 83,469 | 92,263 |
| 33 | 0,0027 | 0,0127 | 0,1543 | 93,4199 | 83,4817 | 92,4173 |
| 34 | 0,0015 | 0,2267 | 0,0038 | 93,4214 | 83,7083 | 92,4211 |
| 35 | 0,0035 | 0,0013 | 2,5212 | 93,4249 | 83,7096 | 94,9423 |
| 36 | 0,0001 | 0,0012 | 0,0003 | 93,4251 | 83,7108 | 94,9426 |
| 37 | 2,4345 | 0,0792 | 0,0644 | 95,8596 | 83,79 | 95,007 |
| 38 | 0,1314 | 0,0018 | 0,0044 | 95,991 | 83,7918 | 95,0113 |
| 39 | 0,0157 | 0,0104 | 0 | 96,0068 | 83,8022 | 95,0114 |
| 40 | 0,0006 | 0,0468 | 0,0027 | 96,0074 | 83,8491 | 95,014 |
| 41 | 0,0056 | 0,0063 | 0,0048 | 96,013 | 83,8554 | 95,0188 |
| 42 | 0,0023 | 0,0285 | 0,0024 | 96,0153 | 83,8839 | 95,0212 |
| 43 | 0,0545 | 0,3031 | 0,0002 | 96,0698 | 84,187 | 95,0214 |
| 44 | 0,0455 | 5,1164 | 0,0028 | 96,1153 | 89,3034 | 95,0241 |
| 45 | 0,0134 | 0,0013 | 0,0631 | 96,1287 | 89,3047 | 95,0873 |
| 46 | 0,1322 | 0,7465 | 0,0026 | 96,261 | 90,0512 | 95,0898 |
| 47 | 0,0407 | 0,0017 | 0,0246 | 96,3017 | 90,0529 | 95,1144 |
| 48 | 0,0123 | 0,2574 | 0,0245 | 96,3139 | 90,3103 | 95,1389 |
| 49 | 0,0007 | 0,0106 | 0,0066 | 96,3146 | 90,321 | 95,1455 |
| 50 | 0,0012 | 0,0028 | 0,0051 | 96,3158 | 90,3237 | 95,1506 |

Από τις ιδιομορφές που παρήχθησαν από την δυναμική ανάλυση του φορέα ξεχωρίζουν οι πρώτες 2. Στην πρώτη δεσπόζει η μεταφορική κίνηση κατά X ενώ στην 2^η η αντίστοιχη κατά Y. Αξίζει να σημειωθεί ότι η (μεταφορική) κίνηση κατά Z αρχίζει να είναι σημαντική μετά την 16^η ιδιομορφή. Παρακάτω φαίνονται οι ιδιομορφές σε χαρακτηριστικές τομές-όψεις του κτιρίου και αναλυτικά όλες οι παραγόμενες ιδιοπερίοδοι.

1^η Ιδιομορφή:

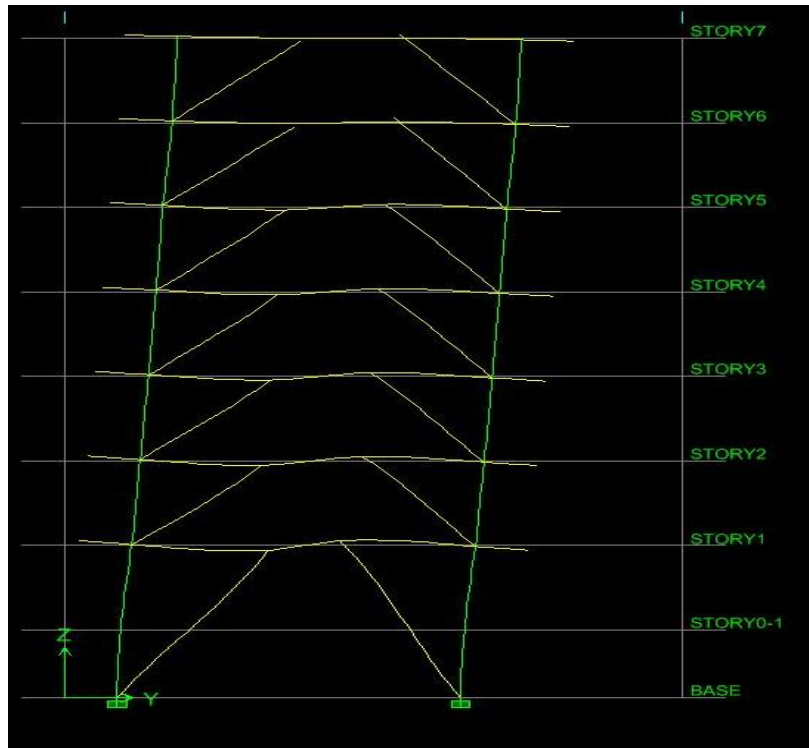
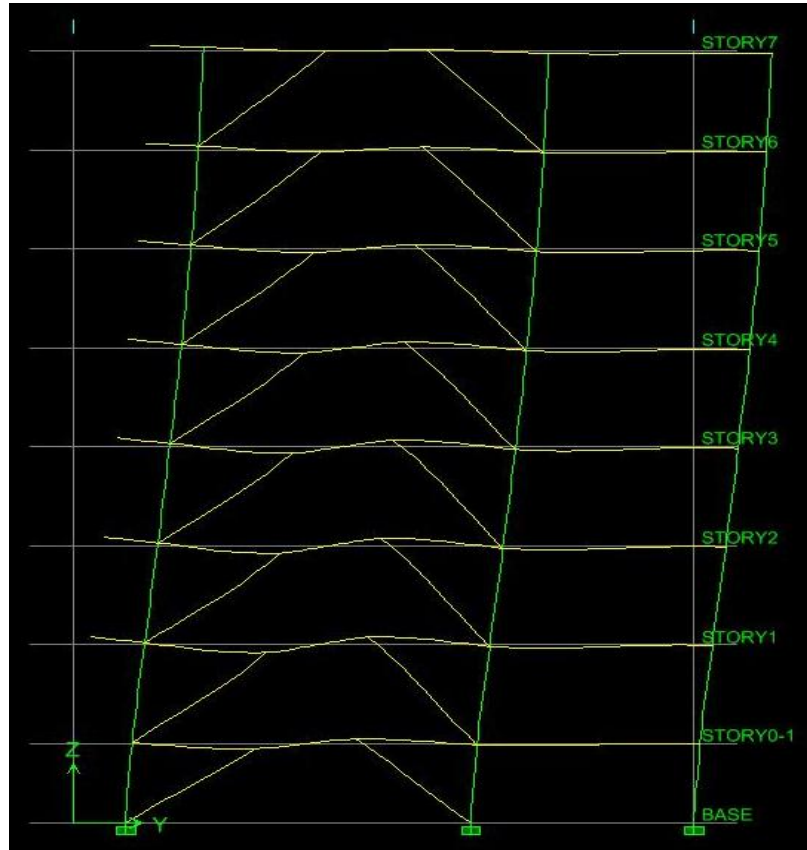


Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

2^η Ιδιομορφή



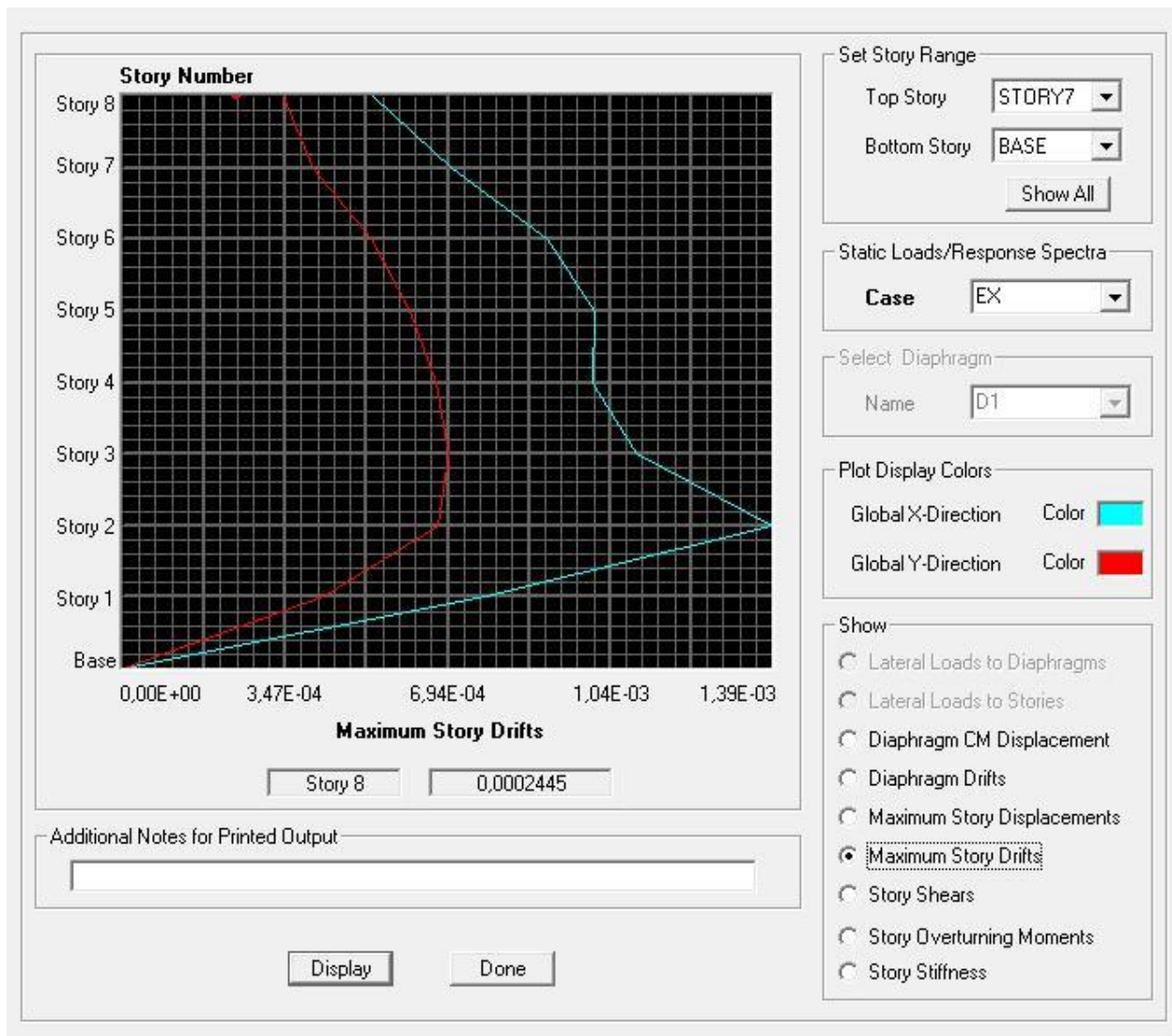
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

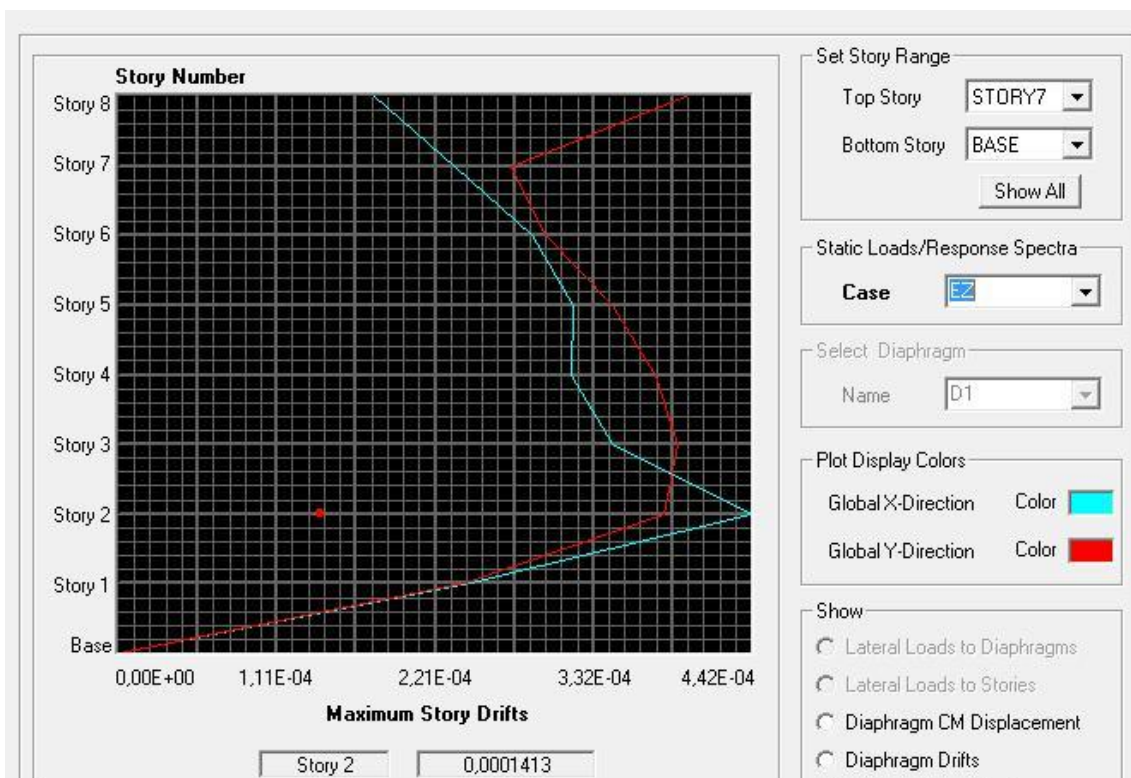
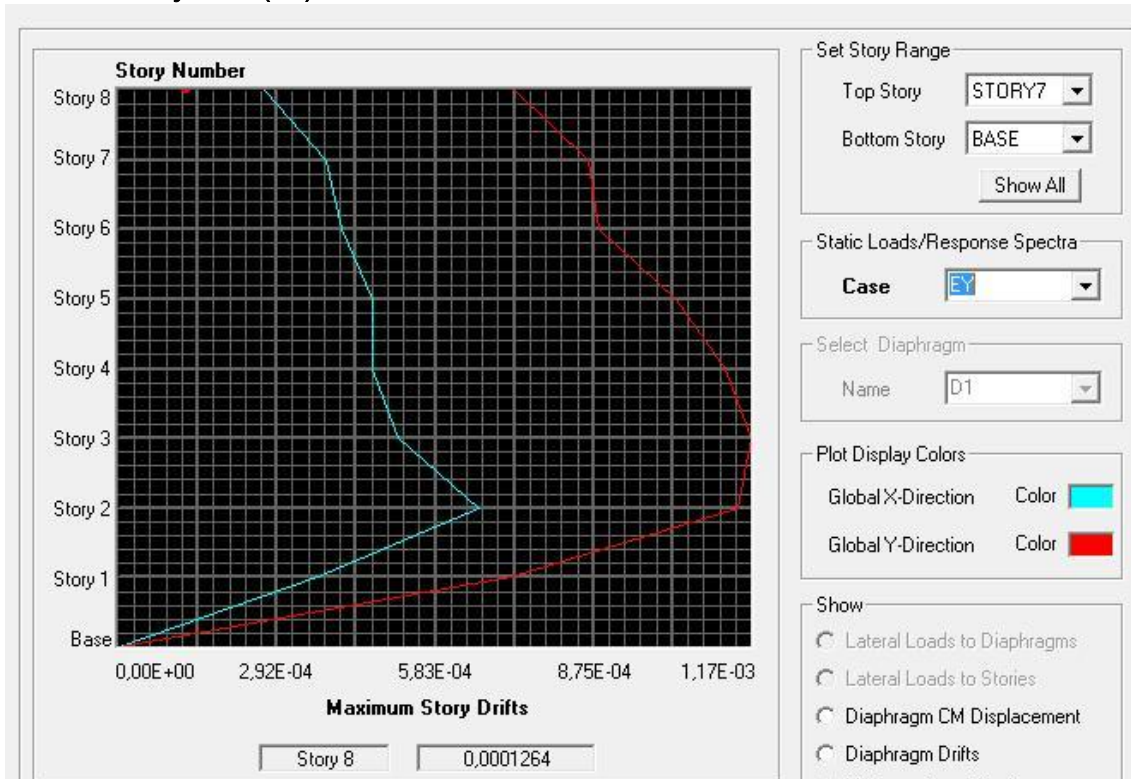
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Παρακάτω φαίνονται οι σχετικές μετακινήσεις των ορόφων σε κάθε περίπτωση σεισμού (EX, EY, EZ) (Maximum story Drifts) στον πίνακα που ακολουθεί οι μέγιστες μετακινήσεις των διαφραγμάτων των ορόφων:

Maximum Story Drift (EX)



Maximum Story Drift (EY)



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

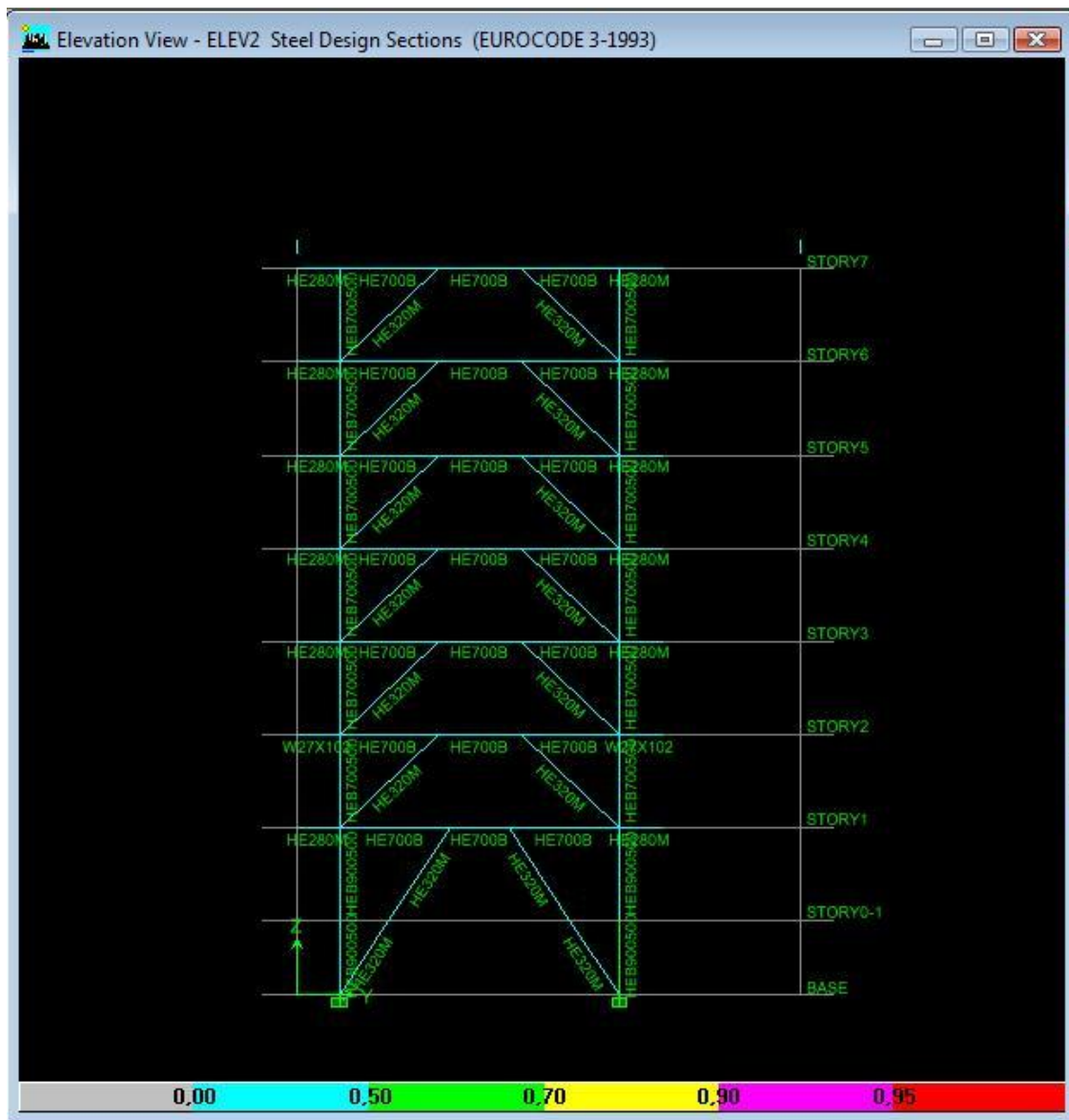
| Story | Diaphragm | Load | UX | UY | UZ | RX | RY | RZ | Point | X | Y | Z |
|--------|-----------|------|--------|--------|----|----|----|---------|-------|--------|-------|-------|
| STORY7 | D8 | EX | 0,0253 | 0,0129 | 0 | 0 | 0 | 0,00031 | 424 | 18,848 | 7,252 | 31,19 |
| STORY7 | D8 | EY | 0,0126 | 0,0247 | 0 | 0 | 0 | 0,00028 | 424 | 18,848 | 7,252 | 31,19 |
| STORY7 | D8 | EZ | 0,0081 | 0,008 | 0 | 0 | 0 | 0,00012 | 424 | 18,848 | 7,252 | 31,19 |
| STORY6 | D7 | EX | 0,0236 | 0,0119 | 0 | 0 | 0 | 0,00029 | 425 | 18,34 | 7,302 | 27,19 |
| STORY6 | D7 | EY | 0,0118 | 0,0228 | 0 | 0 | 0 | 0,00027 | 425 | 18,34 | 7,302 | 27,19 |
| STORY6 | D7 | EZ | 0,0076 | 0,0074 | 0 | 0 | 0 | 0,00011 | 425 | 18,34 | 7,302 | 27,19 |
| STORY5 | D6 | EX | 0,0212 | 0,0104 | 0 | 0 | 0 | 0,00027 | 426 | 18,34 | 7,302 | 23,19 |
| STORY5 | D6 | EY | 0,0106 | 0,0199 | 0 | 0 | 0 | 0,00026 | 426 | 18,34 | 7,302 | 23,19 |
| STORY5 | D6 | EZ | 0,0068 | 0,0065 | 0 | 0 | 0 | 0,00011 | 426 | 18,34 | 7,302 | 23,19 |
| STORY4 | D5 | EX | 0,018 | 0,0088 | 0 | 0 | 0 | 0,00023 | 427 | 18,34 | 7,302 | 19,19 |
| STORY4 | D5 | EY | 0,009 | 0,0169 | 0 | 0 | 0 | 0,00022 | 427 | 18,34 | 7,302 | 19,19 |
| STORY4 | D5 | EZ | 0,0058 | 0,0055 | 0 | 0 | 0 | 0,00009 | 427 | 18,34 | 7,302 | 19,19 |
| STORY3 | D4 | EX | 0,0146 | 0,0071 | 0 | 0 | 0 | 0,00018 | 428 | 18,378 | 7,318 | 15,19 |
| STORY3 | D4 | EY | 0,0073 | 0,0136 | 0 | 0 | 0 | 0,00018 | 428 | 18,378 | 7,318 | 15,19 |
| STORY3 | D4 | EZ | 0,0047 | 0,0044 | 0 | 0 | 0 | 0,00007 | 428 | 18,378 | 7,318 | 15,19 |
| STORY2 | D3 | EX | 0,0111 | 0,0051 | 0 | 0 | 0 | 0,00013 | 429 | 18,382 | 7,321 | 11,19 |
| STORY2 | D3 | EY | 0,0056 | 0,0099 | 0 | 0 | 0 | 0,00012 | 429 | 18,382 | 7,321 | 11,19 |
| STORY2 | D3 | EZ | 0,0036 | 0,0032 | 0 | 0 | 0 | 0,00005 | 429 | 18,382 | 7,321 | 11,19 |
| STORY1 | D2 | EX | 0,0073 | 0,0031 | 0 | 0 | 0 | 0,00007 | 430 | 18,385 | 7,312 | 7,19 |
| STORY1 | D2 | EY | 0,0037 | 0,006 | 0 | 0 | 0 | 0,00007 | 430 | 18,385 | 7,312 | 7,19 |
| STORY1 | D2 | EZ | 0,0024 | 0,0019 | 0 | 0 | 0 | 0,00003 | 430 | 18,385 | 7,312 | 7,19 |

Μετακινήσεις Διαφραγμάτων (σε m)

5.4 Σύγκριση καταπόνησης χαρακτηριστικών στοιχείων κτιρίου με συνδέσμους δυσκαμψίας μορφής χιαστί με συνδέσμους μορφής έκκεντρου Λ.

Παρακάτω θα ακολουθήσει μία σύγκριση μεταξύ διαφόρων χαρακτηριστικών στοιχείων του κτιρίου, το οποίο ελέγξαμε μία φορά σύμφωνα με τα αρχικά σχέδια, όπου οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας ήταν της μορφής τύπου έκκεντρων λάμδα και μία φορά τροποποιώντας και μετατρέποντας τους συνδέσμους αυτούς σε μορφή χιαστί.

Αρχικά:



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

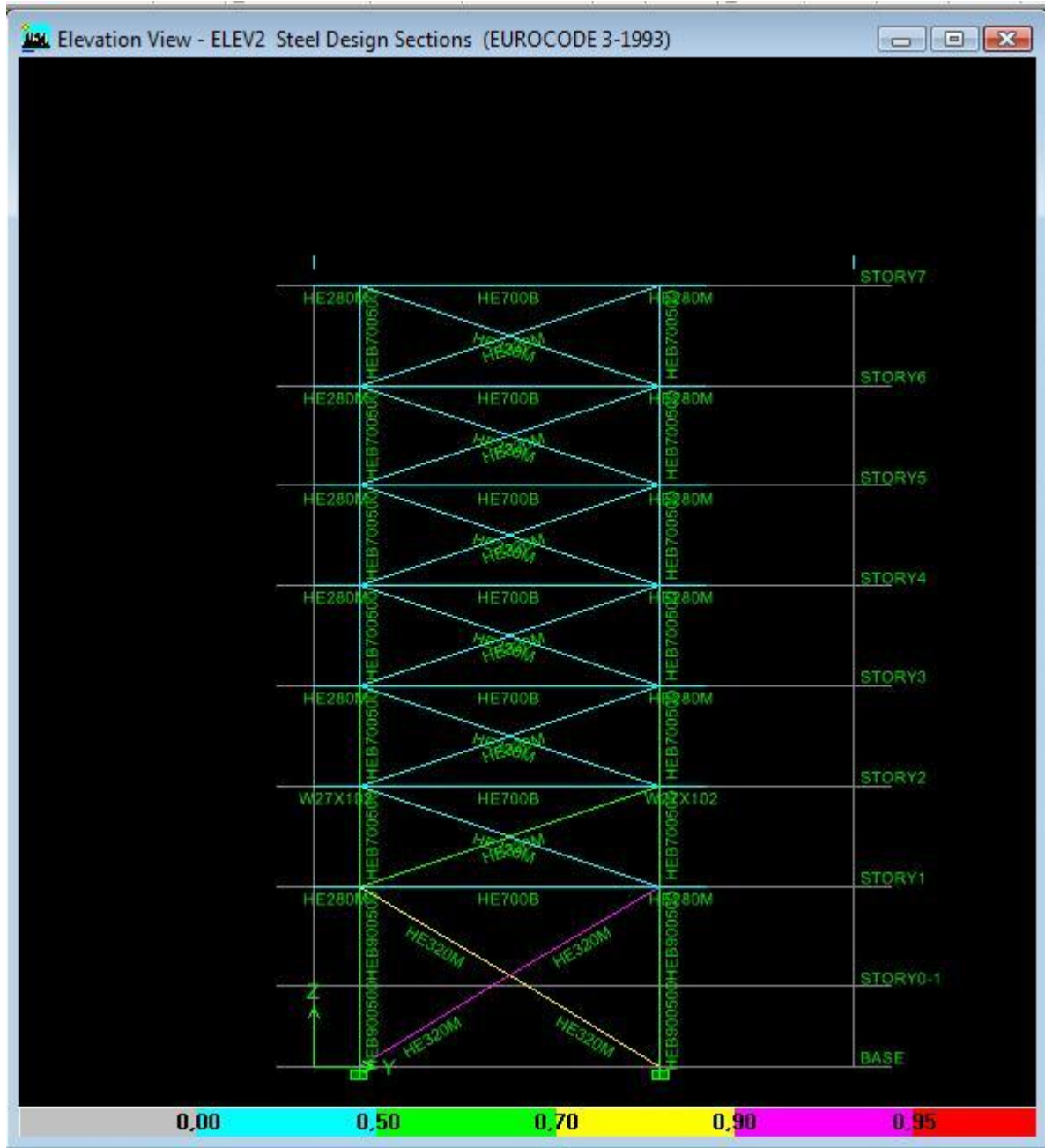
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Μετά την τροποποίηση:

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



| ELEVATION B | Brace | analysis section | ratio | AXL | B-MAJ | B-MIN |
|-------------|-------|------------------|-------|-----|-------|-------|
|-------------|-------|------------------|-------|-----|-------|-------|

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | | |
|--------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| (x-x) | D99 | HE320M | 1.214 | 1.186 | 0.02 | 0.008 |
| ΧΙΑΣΤΙ | D104 | HE320M | 1.19 | 1.161 | 0.021 | 0.008 |
| | C15 | HEB900500 | 0.5 | 0.354 | 0.051 | 0.095 |
| | C6 | HEB900500 | 0.672 | 0.537 | 0.035 | 0.099 |
| | B119 | HE700M | 0.195 | 0 | 0.195 | 0 |

| | | | | | | |
|---------|-----|-----------|-------|-------|-------|-------|
| ΤΥΠΟΥ Λ | D46 | HE320M | 0.446 | 0.334 | 0.101 | 0.011 |
| | D49 | HE320M | 0.475 | 0.338 | 0.105 | 0.032 |
| | C6 | HEB900500 | 0.53 | 0.352 | 0.034 | 0.144 |
| | C15 | HEB900500 | 0.495 | 0.26 | 0.072 | 0.163 |
| | B90 | HE700M | 0.27 | 0 | 0.27 | 0 |
| | B92 | HE700M | 0.264 | 0 | 0.264 | 0 |
| | B91 | HE700M | 0.295 | 0 | 0.295 | 0 |

| | | | | | | |
|-------------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| ELEVATION 2 | D81 | HE320M | 0.922 | 0.895 | 0.022 | 0.005 |
| (y-y) | D86 | HE320M | 0.847 | 0.818 | 0.024 | 0.005 |
| ΧΙΑΣΤΙ | C4 | HEB900500 | 0.604 | 0.48 | 0.036 | 0.088 |
| | C6 | HEB900500 | 0.672 | 0.537 | 0.035 | 0.099 |
| | B107 | HE700B | 0.279 | 0 | 0.279 | 0 |

| | | | | | | |
|---------|-----|-----------|-------|-------|-------|-------|
| ΤΥΠΟΥ Λ | D58 | HE320M | 0.373 | 0.277 | 0.087 | 0.009 |
| | D61 | HE320M | 0.371 | 0.273 | 0.089 | 0.009 |
| | C4 | HEB900500 | 0.483 | 0.316 | 0.034 | 0.133 |
| | C6 | HEB900500 | 0.53 | 0.352 | 0.034 | 0.144 |
| | B76 | HE700B | 0.237 | 0 | 0.237 | 0 |
| | B74 | HE700B | 0.229 | 0 | 0.229 | 0 |
| | B75 | HE700B | 0.271 | 0 | 0.271 | 0 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Περίοδος – Μετακίνηση

| X | |
|------|----------|
| Mode | Period |
| 1 | 0.592309 |
| 2 | 0.538707 |
| 3 | 0.393003 |
| 4 | 0.366459 |
| 5 | 0.364896 |
| 6 | 0.364556 |
| 7 | 0.363618 |
| 8 | 0.36035 |
| 9 | 0.360219 |
| 10 | 0.35985 |

| Λ | |
|------|----------|
| Mode | Period |
| 1 | 0.749405 |
| 2 | 0.72886 |
| 3 | 0.57487 |
| 4 | 0.349061 |
| 5 | 0.347526 |
| 6 | 0.347313 |
| 7 | 0.339708 |
| 8 | 0.339321 |
| 10 | 0.33878 |
| | 0.327677 |

| Λ | | | | | |
|--------|-----------|------|---------|---------|----------|
| Story | Diaphragm | Load | UX | UY | SRSS |
| STORY7 | D8 | EX | 25.2591 | 12.9233 | 28.37312 |
| STORY7 | D8 | EY | 12.5866 | 24.7331 | 27.75155 |
| STORY7 | D8 | EZ | 8.1135 | 8.0197 | 11.40809 |

| X | | | | | |
|--------|-----------|------|---------|---------|----------|
| Story | Diaphragm | Load | UX | UY | SRSS |
| STORY7 | D8 | EX | 26.5951 | 8.3969 | 27.8892 |
| STORY7 | D8 | EY | 9.9401 | 19.7425 | 22.10366 |
| STORY7 | D8 | EZ | 8.1633 | 6.1636 | 10.22885 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Αντιδράσεις Στηρίξεων

| Λ | Story | Point | Load | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ | F SRSS |
|---|-------|-------|------|---------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | BASE | 1 | EX | 154.54 | 357.82 | 1493.84 | 167141.6 | 569088 | 7046.492 | 1543.851 |
| | BASE | 1 | EY | 94.98 | 603.89 | 2129.01 | 285010.8 | 326697 | 3659.811 | 2215.037 |
| | BASE | 2 | EX | 186.65 | 397.14 | 857.19 | 187851 | 652632 | 7390.498 | 962.9814 |
| | BASE | 2 | EY | 86.78 | 675.79 | 1742.18 | 317176.2 | 311179.4 | 3617.821 | 1870.672 |
| | BASE | 2 | EZ | 60.09 | 225.68 | 627.18 | 106189.8 | 209746.8 | 2386.089 | 669.2511 |
| | BASE | 3 | EX | 86.39 | 65.4 | 239.45 | 127114.4 | 196502.6 | 4.014 | 262.8245 |
| | BASE | 3 | EY | 38.27 | 110.76 | 549.7 | 215090 | 87977.45 | 4.033 | 562.052 |
| | BASE | 3 | EZ | 27.54 | 37.06 | 217.77 | 71957.45 | 62554.37 | 1.765 | 222.611 |
| | BASE | 4 | EX | 736.24 | 60.92 | 2035.3 | 120090.7 | 765544.8 | 3474.044 | 2165.227 |
| | BASE | 4 | EY | 350.57 | 118.2 | 993.51 | 230255.8 | 364199.6 | 6443.523 | 1060.157 |
| | BASE | 4 | EZ | 236.18 | 38.56 | 749.75 | 75099.9 | 245741.7 | 2810.51 | 787.0152 |
| | BASE | 5 | EX | 652.79 | 41.16 | 1936.77 | 102056.9 | 670333.1 | 3326.313 | 2044.238 |
| | BASE | 5 | EY | 366.02 | 79.11 | 879.06 | 194769.8 | 381879.9 | 6560.805 | 955.4975 |
| | BASE | 5 | EZ | 216.59 | 25.96 | 702.37 | 63605.88 | 223330.9 | 2818.57 | 735.465 |
| | BASE | 6 | EX | 661.68 | 221.77 | 2525.63 | 92257.08 | 708478.5 | 5872.274 | 2620.269 |
| | BASE | 6 | EY | 315.91 | 449.82 | 1495.1 | 197178.7 | 350857.7 | 7882.606 | 1592.941 |
| | BASE | 6 | EZ | 212.16 | 144.32 | 938.8 | 62793.38 | 228868.4 | 2871.738 | 973.2346 |
| | BASE | 7 | EX | 598.87 | 217.13 | 1768.72 | 96950.25 | 650773.7 | 8004.908 | 1879.936 |
| | BASE | 7 | EY | 332.98 | 453.3 | 2398.14 | 193627 | 346256 | 4939.968 | 2463.216 |
| | BASE | 7 | EZ | 198.3 | 144.64 | 944.75 | 62475.04 | 213383.7 | 2751.994 | 976.1128 |
| | BASE | 8 | EX | 119.98 | 190.67 | 651.03 | 79989.35 | 579161.8 | 6355.388 | 688.9052 |
| | BASE | 8 | EY | 64.92 | 418.42 | 1457.95 | 174625.8 | 314613 | 3279.753 | 1518.192 |
| | BASE | 8 | EZ | 39.5 | 132.44 | 481.75 | 55432.47 | 190560.8 | 2074.717 | 501.1823 |
| | BASE | 9 | EX | 130.89 | 191.09 | 731.49 | 79561.28 | 634231.7 | 6462.179 | 767.2843 |
| | BASE | 9 | EY | 63.97 | 417.69 | 1314.32 | 175428 | 308889.3 | 3267.282 | 1380.577 |
| | BASE | 9 | EZ | 42.19 | 132.3 | 455.88 | 55595.32 | 203986.4 | 2100.796 | 476.5604 |
| | BASE | 10 | EX | 86.44 | 48.55 | 300.51 | 98306.57 | 196341.5 | 9.775 | 316.4415 |
| | BASE | 10 | EY | 38.24 | 95.28 | 347.6 | 189605.3 | 88087.97 | 10.545 | 362.4449 |
| | BASE | 10 | EZ | 27.55 | 30.93 | 153.32 | 61687.38 | 62525.93 | 4.156 | 158.8165 |
| | | | | 6227.21 | 6125.8 | 31118.07 | 3938923 | 10144424 | 105432.4 | |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| X | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|---------------|
| Story | Point | Load | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ | | F SRSS |
| BASE | 1 | EX | 91.76 | 494.07 | 2108.69 | 106851.6 | 327477.1 | 1019.081 | | 2167.74 |
| BASE | 1 | EY | 76.34 | 1080.31 | 4124.15 | 235260.5 | 214724.7 | 504.518 | | 4263.978 |
| BASE | 1 | EZ | 35.54 | 341.48 | 1342.16 | 74275.53 | 115319.8 | 335.797 | | 1385.375 |
| BASE | 2 | EX | 121.28 | 508.14 | 1493.94 | 119151.5 | 400502.2 | 1163.643 | | 1582.647 |
| BASE | 2 | EY | 45.93 | 1129.02 | 3642.06 | 262935.3 | 141760.5 | 402.677 | | 3813.318 |
| BASE | 2 | EZ | 38.67 | 355.96 | 1144.72 | 82981.57 | 125198.7 | 363.365 | | 1199.411 |
| BASE | 3 | EX | 56.05 | 54.36 | 214.74 | 101669.6 | 125162.8 | 5.385 | | 228.4948 |
| BASE | 3 | EY | 30.11 | 120.91 | 567.2 | 225391 | 62645.78 | 8.892 | | 580.7251 |
| BASE | 3 | EZ | 18.71 | 38.12 | 174.56 | 71084.83 | 41046.57 | 2.996 | | 179.6508 |
| BASE | 4 | EX | 1279.97 | 40.01 | 3874.73 | 76123.18 | 405175.6 | 3493.717 | | 4080.865 |
| BASE | 4 | EY | 481.25 | 98.56 | 1533.46 | 182393.6 | 144188.2 | 6659.134 | | 1610.222 |
| BASE | 4 | EZ | 412.72 | 30.68 | 1282.32 | 56955.81 | 126568.8 | 6864.951 | | 1347.451 |
| BASE | 5 | EX | 1144.79 | 29.93 | 3745.42 | 66841.33 | 330635.6 | 3450.877 | | 3916.582 |
| BASE | 5 | EY | 527.56 | 70.3 | 1484.25 | 156133.2 | 217864.5 | 6224.561 | | 1576.788 |
| BASE | 5 | EZ | 382.08 | 22.08 | 1241.76 | 48970 | 116453.9 | 6403.578 | | 1299.4 |
| BASE | 6 | EX | 1261.41 | 497.15 | 4394.35 | 24318.65 | 388987.9 | 6943.939 | | 4598.763 |
| BASE | 6 | EY | 436.43 | 706.3 | 2312.74 | 67075.23 | 136035.7 | 6726.65 | | 2457.254 |
| BASE | 6 | EZ | 389.99 | 253.71 | 1504.24 | 22470.82 | 120927.5 | 8111.754 | | 1574.547 |
| BASE | 7 | EX | 1081.4 | 360.1 | 3515.43 | 30743.98 | 342292.2 | 6760.006 | | 3695.585 |
| BASE | 7 | EY | 618.58 | 808.83 | 3415.25 | 63330.15 | 174881 | 5750.622 | | 3563.815 |
| BASE | 7 | EZ | 363.97 | 259.88 | 1485.96 | 22314.81 | 112943.3 | 7345.919 | | 1551.802 |
| BASE | 8 | EX | 57.67 | 177.47 | 727.19 | 13949.67 | 311131.4 | 4844.085 | | 750.7508 |
| BASE | 8 | EY | 31.91 | 474.45 | 1775.55 | 39247.1 | 164907.7 | 2125.946 | | 1838.124 |
| BASE | 8 | EZ | 19.39 | 153.54 | 692.82 | 15564.59 | 103003.6 | 2482.772 | | 709.8944 |
| BASE | 9 | EX | 67.07 | 161.88 | 673.6 | 14508.44 | 356260.6 | 5023.948 | | 696.0176 |
| BASE | 9 | EY | 23.43 | 466.11 | 1687.65 | 39463.93 | 123793.7 | 1939.848 | | 1750.991 |
| BASE | 9 | EZ | 20.88 | 149.8 | 667.02 | 15983.79 | 110249.4 | 2501.237 | | 683.953 |
| BASE | 10 | EX | 56.08 | 32.28 | 176.94 | 64249.36 | 125090 | 7.786 | | 188.4004 |
| BASE | 10 | EY | 30.21 | 81.45 | 370.37 | 155674.4 | 62376.29 | 17.59 | | 380.4217 |
| BASE | 10 | EZ | 18.73 | 25.2 | 122.44 | 48420.18 | 40994.86 | 5.537 | | 126.4018 |
| | | | 9219.91 | 9022.08 | 51495.71 | 2504334 | 5568600 | 97490.81 | | |

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6]

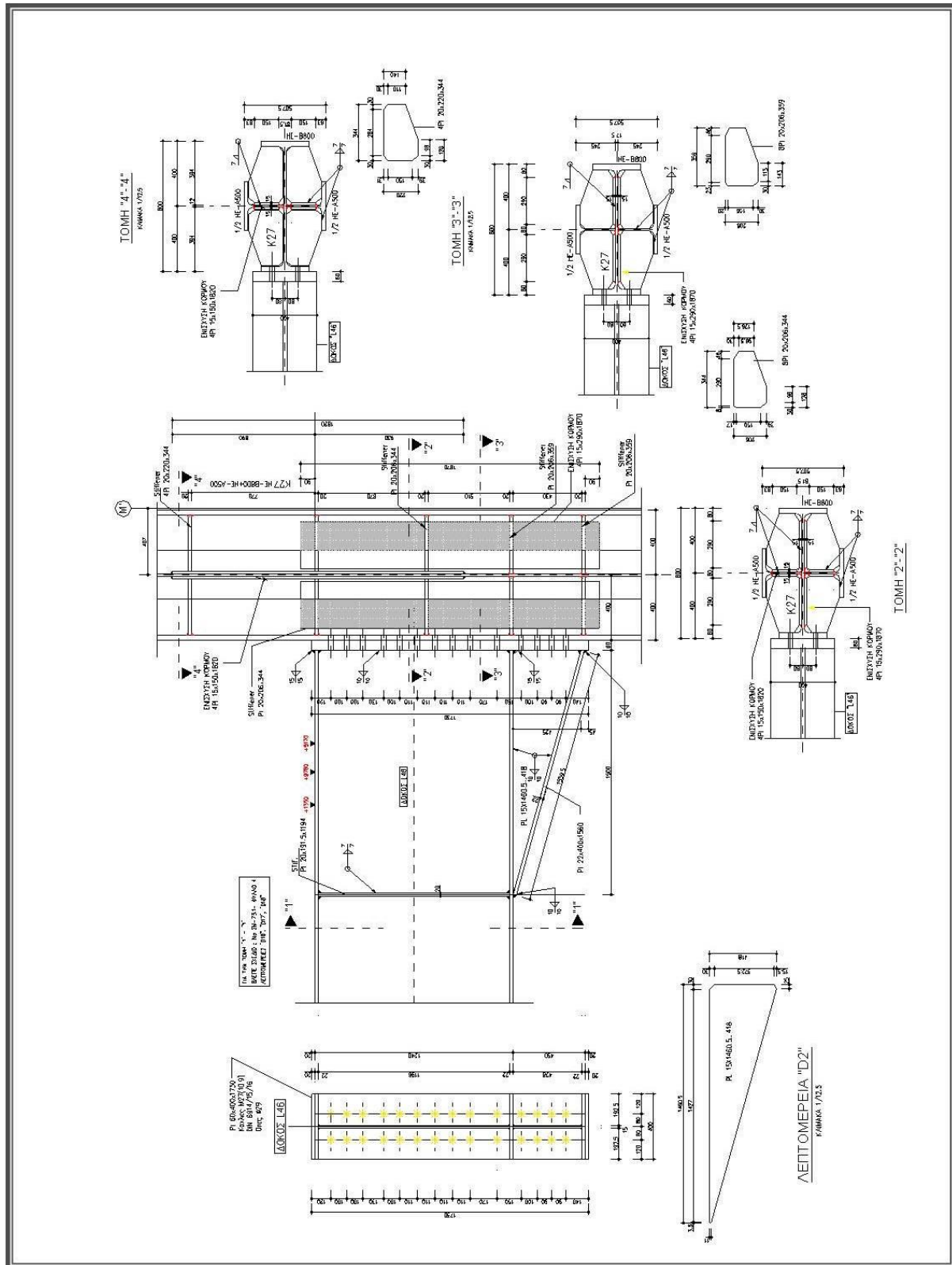


ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

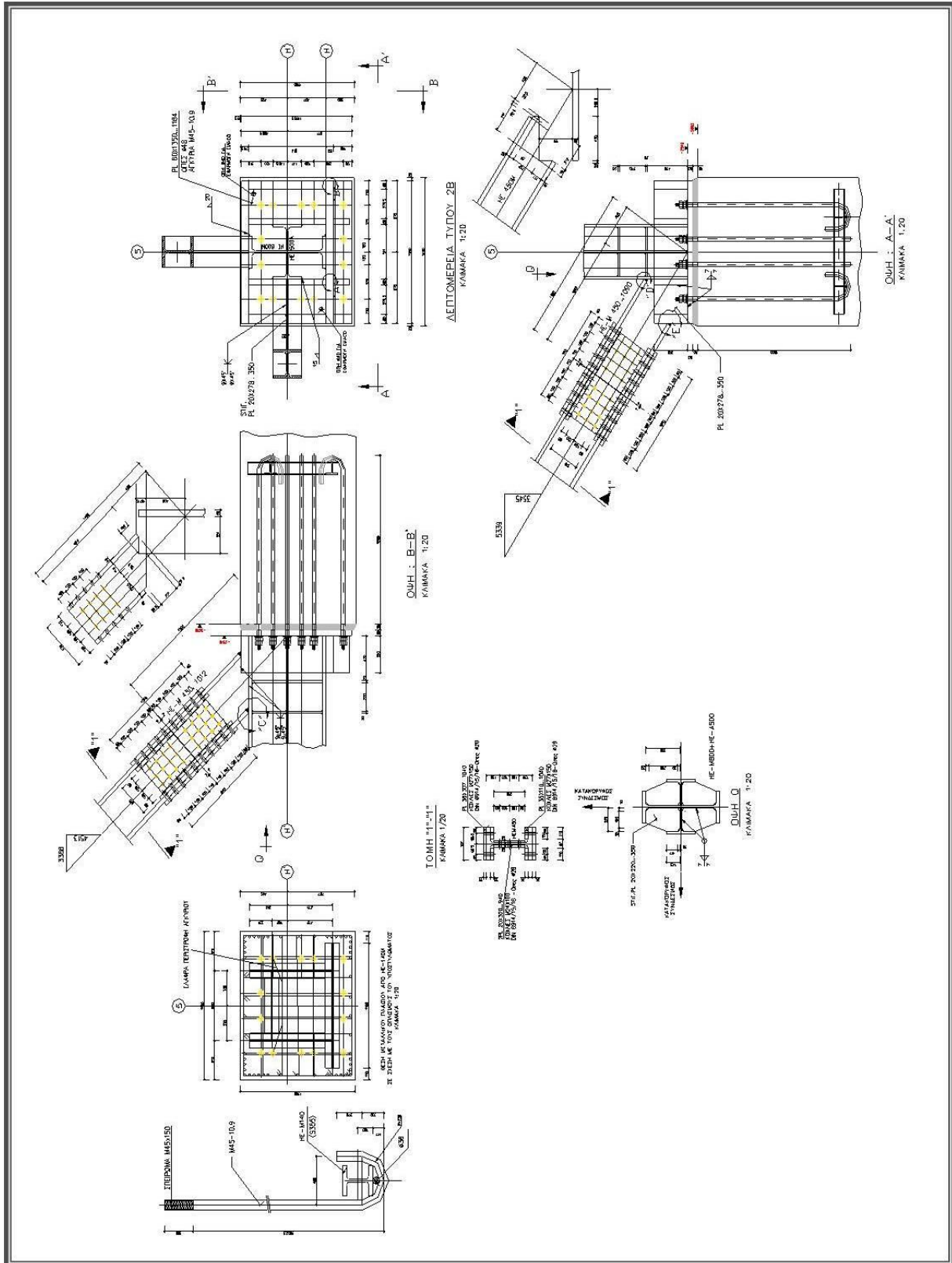
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



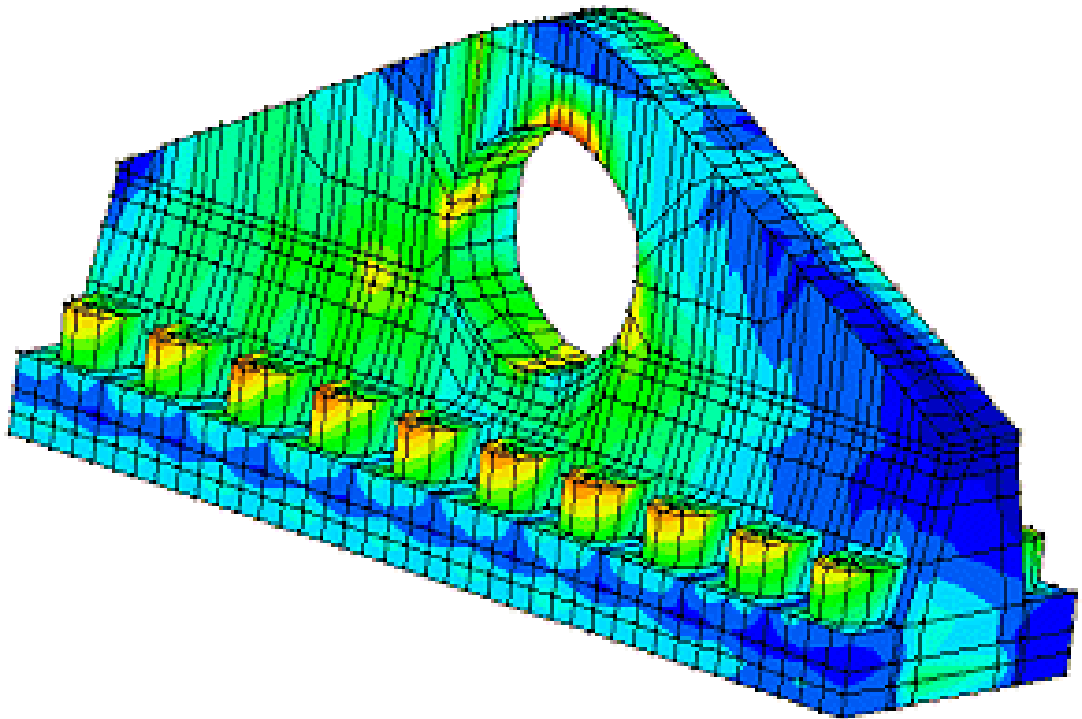
Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7]



ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

7.1 Δοκός με Πολλαπλά Πολυγωνικά (Εξαγωνικά) Ανοίγματα στον Κορμό της

Στο MPC πολλές από τις δοκούς τόσο κύριες όσο και δευτερεύουσες έχουν διαμορφωθεί με ανοίγματα στον κορμό τους (κυκλικά ή εξαγωνικά) για να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες για την τοποθέτηση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.



Οι διατομές με εξαγωνικές οπές στον κορμό τους είναι κατασκευασμένες από πρότυπα θερμής έλασης I-H-ή U-ενόητες. Ο κορμός της διατομής διαχωρίζεται κατά μήκος σε δύο μέρη. Τα μισά που προκύπτουν έτσι έχουν μετατοπιστεί το ένα σε σχέση με ένα άλλο και στη συνέχεια συγκολλούνται μαζί με τις κορυφές των δοντιών. Το αποτέλεσμα είναι μια διασταύρωση με μια σειρά από εξαγωνικές τρύπες στον κορμό. Η δοκός είναι πολύ βαθύτερη από το αρχικό προφίλ από όπου είναι κατασκευασμένο, ενώ το βάρος του είναι, φυσικά, (σχεδόν) το ίδιο. Είναι επίσης δυνατό να συγκόλληθούν τετράγωνες ή ορθογωνικές πλάκες μεταξύ τους, μισά κομμένα, δίνοντας μια ακόμη βαθύτερη δοκό, τώρα με οκταγωνικό τρύπες στον κορμό της.

Ειδικές δυνατότητες

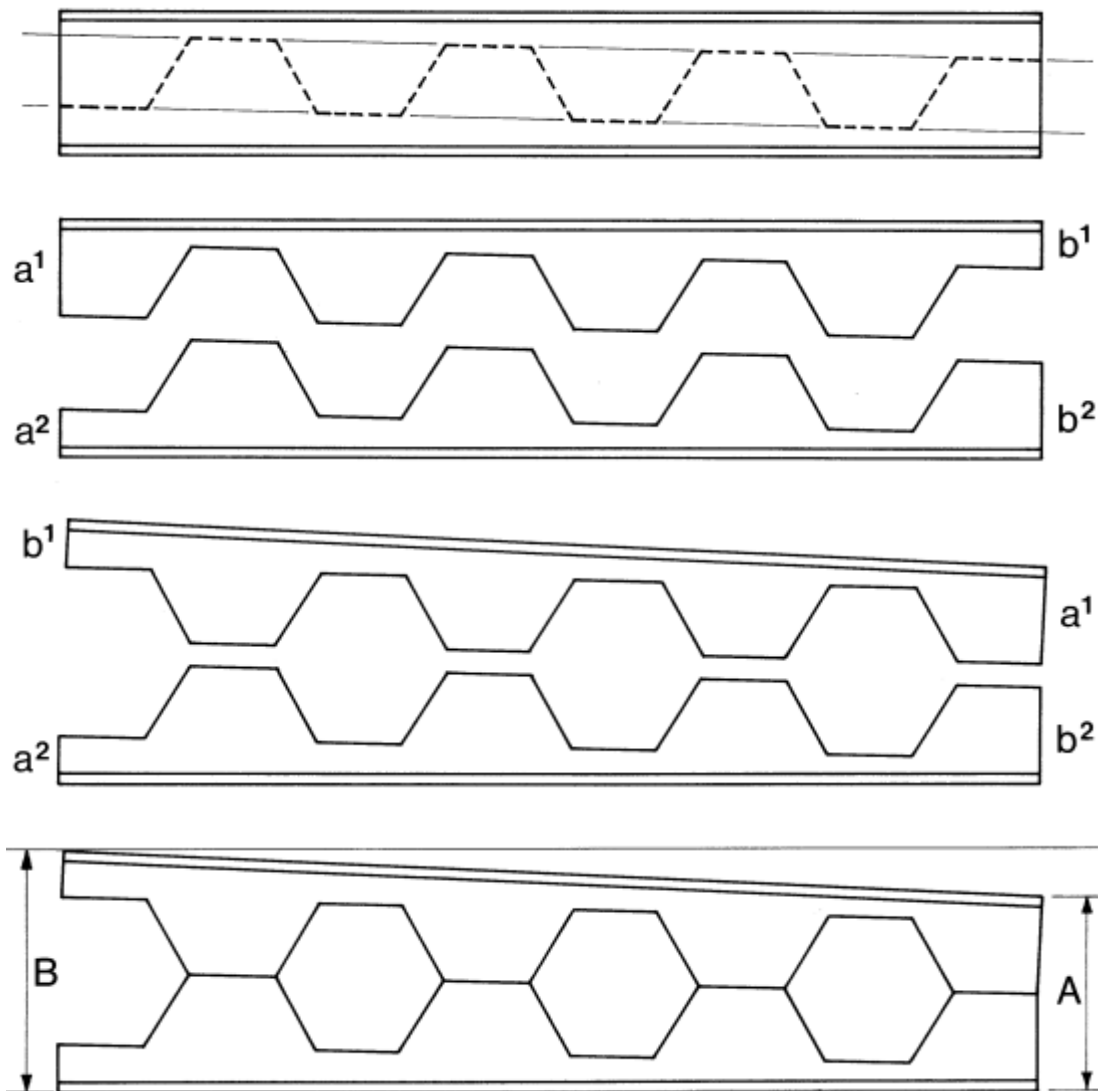
Οι διατομές με εξαγωνικές οπές στον κορμό τους έχουν ορισμένες ειδικές δυνατότητες και πλεονεκτήματα. Είναι ελαφριες και ισχυρές. Είναι φθηνές. Είναι εύκολο να συγκεντρωθούν στο εργοτάξιο. Τα ανοίγματα στον κορμό απλοποιούν το έργο της εγκατάστασης και του ηλεκτρολόγου, μιας και το πέρασμα των σωληνώσεων στα δοκάρια δεν παρουσιάζει προβλήματα. Μετά από όλα, ο κορμός της δοκού ήδη έχει πολλά μεγάλα ανοίγματα από τη φύση του. Δευτεροβάθμια κατασκευαστικά στοιχεία, όπως τα συστήματα οροφής, μπορούν επίσης να εγκατασταθούν εύκολα. Οι συγκεκριμένες δοκοί είναι κομψές. Οι πιο πολλοί αρχιτέκτονες αξιολογούν πολύ υψηλά την αισθητική αξία αυτών των διατομών. Για το λόγο αυτό είναι και πολύ πιθανό να χρησιμοποιηθούν σε εμφανή σημεία κατασκευών.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η επιλογή για δοκούς μπορεί να μην είναι τόσο προφανής. Για παράδειγμα, όταν μια δοκός υφίσταται σε συγκεντρωμένα φορτία. Ή όταν η δοκός χρησιμοποιείται ή ακόμα και όταν χρησιμοποιείται ως μία συνεχής διατομή κατά μήκος διαφόρων στηρίξεων, οι συγκεντρώσεις του φορτίου που συμβαίνουν είναι σχετικά δυσμενείς για τα δοκάρια. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι δοκοί πρέπει να ενισχυθούν στους χώρους όπου πραγματοποιούνται οι συγκεντρώσεις των φορτίων. Για παράδειγμα, με την προσθήκη δίσκων σε ένα ή περισσότερα από τα ανοίγματα του κορμού. Η τοποθέτηση και η επιπλέον εργασία συγκόλλησης που εμπλέκονται σε αυτή είναι σχετικά ακριβός. Μετά από όλα, κάθε πλάκα απαιτεί έξι (ή οκτώ) συγκολλήσεις. Κάτι το οποίο σε μία δοκό με μήκος 12 μέτρων αυξάνει το κόστος της συγκόλλησης στο ήμισυ (ή ακόμα και στα δύο τρίτα). Οι καλύτερη (τεχνικά) λύση σε τέτοιες περιπτώσεις είναι να συνόρων τα ανοίγματα σε ερώτηση με συγκολλημένες-με ανυψωμένα χείλη. Δυστυχώς, αυτή είναι και η πιο ακριβή λύση Ένα άλλο σημείο μείον. Όταν είναι πολύ υψηλές απαιτήσεις για την αντοχή στη φωτιά, αυτά τα δοκάρια θα μπορούσαν να είναι λιγότερο ελκυστικά από την πυρκαγιά ανθεκτική επικάλυψη πρέπει να είναι περίπου 20% παχύτερο από έλασης για τμήματα, προκειμένου να λάβει την ίδια αντοχή στη φωτιά.

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

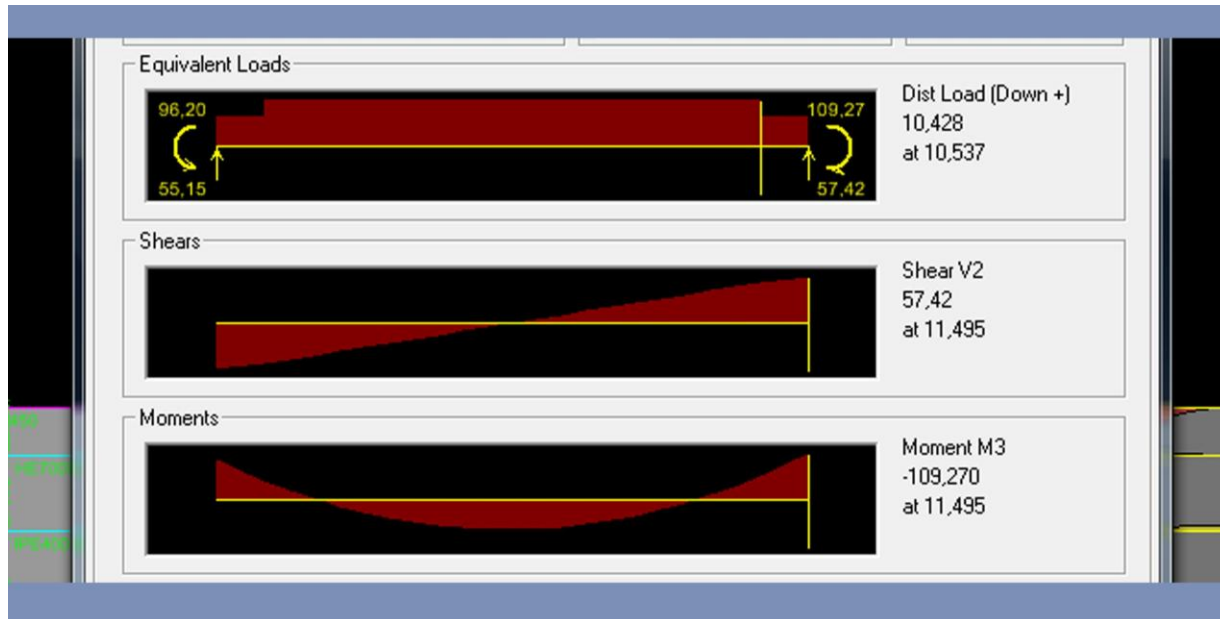
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Μια τρίτη ειδική δυνατότητα είναι ο συνδυασμός ενός ελαφρύτερου πάνω μισού με ένα βαρύτερο κάτω μισό. Προφανώς, αυτά θα πρέπει να κοπούν από δύο ξεχωριστά τμήματα έλασης. Όσο ο αριθμός των δοκών που θα κατασκευαστούν είναι ίσος, υλικό δεν θα πάει χαμένο. Το τελευταίο αυτό σχέδιο είναι ελκυστικό, για παράδειγμα, όταν ένα υποδάπεδο χάλυβα και σκυροδέματος συνδυάζονται. Τα δοκάρια αυτά μπορούν πολύ εύκολα να καμπυλωθούν και να σπάσουν.

Ακολουθεί ο υπολογισμός μιας τέτοιας δοκού με εξαγωνικό άνοιγμα στον κορμό της.

Μεγέθη Σχεδιασμού:



Γεωμετρικοί περιορισμοί:

$$h_0 \leq 0.75d_w \text{ δηλαδή } 400 \leq 0,75(600-2 \times 30) = 405$$

$$d_1 \geq 0.10d_w \text{ δηλαδή } \frac{1}{4} \times 400 - 30 = 70 \geq 0.10 \times 540 = 54 \text{mm}$$

$$d_2 = d_1$$

$$a_0 \leq h_0$$

$$b_0 = w$$

$$0.25a_0 \leq w \leq 0.50 \times a_0 \text{ δηλαδή } 100 \leq 200 \leq 200$$

Διαπιστώνεται ότι ισχύουν όλοι.

Αντοχές Σχεδιασμού για τους διαφορετικούς τρόπους αστοχίας. Έλεγχοι επάρκειας

Αντοχή των απλών ταυ που διαμορφώνονται στη θέση του εξαγωνικού ανοιγματος στην περιοχή όπου αυτό έχει το μέγιστο ύψος του h_0

(α) Ακραίο άνοιγμα κοντά στη στήριξη.

Είναι $V_{sd} = 57,42\text{kN}$, $M_{sd} = 0$

Δρώσα ροπή $\Sigma M_{v,sd} = L_T V_{sd} = 0.30 \cdot 57.42 = 17.226\text{kNm}$

Επειδή $70/13,5 = 5,18 \leq 10e = 10$

Ο κορμός του απλού ταυ είναι ολόκληρος ενεργός κατά την πλήρη πλαστικοποίηση του ταυ. Τότε ο πλαστικός ουδέτερος άξονας απέχει από το ανώτερο σημείο της διατομής απόσταση x :

$$30x = 30(3-x) + 7 \cdot 1.35 \text{ Άρα } x = 1.66\text{cm}$$

Τέμνουσα δύναμη αντιστοιχούσα στο απλό ταυ

$$V_{T,sd} = \frac{1}{2} V_{sd} = 28,71\text{kN}$$

Επιφάνεια Διάτμησης

$$A_v = 10 \cdot 1.35 = 13.5$$

$$V_{pl,Rd} = A_v f_y / (3^{0.5} \gamma_{M0}) = 251,54\text{kN}$$

Όμως $V_{T,Rd} = 28.71\text{kN}$ άρα δεν απαιτείται να γίνει απομείωση αντοχής σε κάμψη.

Είναι $M_{b,Rd} = (S_1 + S_2) f_y / \gamma_{M0} = 34,72\text{ kNm}$ και άρα $\Sigma M_{v,Rd} = 4 M_{b,Rd} = 138.88\text{kNm}$ οπότε **επαρκεί.**

(β) άνοιγμα στο μέσο της δοκού

Είναι $V_{sd} = 0\text{kN}$, $M_{sd} = 109.27\text{kNm}$

Επιφάνεια διατομής απλού ταυ $A_m = \frac{1}{2} F_b = 86\text{cm}^2$

Απόσταση h_c μεταξύ των κέντρων βάρους των δυο απλών ταυ

$$h_c = 2S_b / A_m = 71.10\text{ cm}$$

Αξονική δύναμη λόγω της ροπής αντιστοιχούσα σε κάθε απλό ταυ της ίδιας διατομής

$$N_{M,Sd} = M_{sd}/h_c = 153.7 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = A_m f_y / \gamma_{M0} = 2619 \text{ kN}$$

Άρα επαρκεί.

(γ) Άνοιγμα περί το τέταρτο του ανοίγματος της δοκού

$$\text{Είναι } V_{sd} = 28.71 \text{ kN}, M_{sd} = 109.27 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{V,Sd} = 28.71 * 0.30 = 8.613 \text{ kNm}$$

$$N_{M,Sd} = 109.27 / 0.711 = 153.69$$

$$\Sigma M_{Nv,Rd} = \Sigma M_{Nv,Rd} [1 - (N_{sd}/N_{Rd})^2] = 108.96 \text{ kNm}$$

Και επειδή $\Sigma M_{V,Sd} \leq \Sigma M_{Nv,Rd}$ η διατομή επαρκεί.

Αντοχή Συμπαγών τμημάτων του κορμού

(α) έλεγχος σε διάτμηση

Με βάση το προσομοίωμα δοκού Vierendeel η τέμνουσα $V_{wp,Sd}$ στο μέσον του συμπαγούς τμήματος του κορμού είναι

$$V_{wp,Sd} = 2V_{T,Sd} \quad p/h_c = 48.33 \text{ kN}$$

Η τέμνουσα αυτή είναι αποδεκτή επειδή $V_{wp,Sd} \leq (w t_w f_y) / (3^{0.5} 1.10)$

(β) έλεγχος σε διαρροή ή λυγισμό

$$\alpha = p/h_0 = 1.5$$

$$\beta = h_0/t_w = 29.63$$

$$M_{wp,Sd} = V_{wp,Sd} (h_0/2) = 9.67 \text{ kNm}$$

$$C1 = 7.907$$

$$C2 = 2.693$$

$$C3 = 6.140$$

$$M_{el,Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0} = 1/6 \cdot 1,35 \cdot 40^2 \cdot 35,5 / 1,10 = 11618 \text{ kNcm} = 116.18 \text{ kNm}$$

Δεν υπάρχει κίνδυνος διαρροής ή λυγισμού επειδή:

$$M_{wp,Sd} = 9.67 \leq (C1 \alpha - C2 \alpha^2 - C3) M_{el,Rd} = 39.43 \text{ kNm}$$

$$\text{Και } M_{wp,Sd} \leq 0,6 M_{el,Rd}$$

Αντοχή κορμού στις στηρίξεις

(α) Έλεγχος έναντι σύνθλιψης του κορμού

$$S_s = t_w + 2t_f + 2r (2 - \sqrt{2}) = 1.35 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2.7 \cdot (2 - 1.41) = 10.7 \text{ cm}$$

$$S_y = 2t_f (b_f/t_w)^{0.5} = 28.28 \text{ cm}$$

Επειδή η στήριξη είναι ακραία θα ληφθεί το ήμισυ της παραπάνω ποσότητας.

$$R_{y,Rd} = (S_s + 1/2 S_y) t_w f_{yw} / \gamma_{M1} = 1082 \text{ kN} \geq V_{sd} = 57.42 \text{ kN}$$

(β) έλεγχος έναντι ρητίδωσης

$$R_{a,Rd} = 0.5 t_w^2 (E f_{yw})^{0.5} [(t_f/t_w)^{0.5} + 3(t_f/t_w)(S_s/d)] / \gamma_{M1} = 1279 \text{ kN} \geq V_{sd} = 57.42 \text{ kN}$$

Έλεγχος σε κύρτωση του κορμού δεν απαιτείται αφού $d/t_w < 69$

7.2 Πανέλα Όψεως

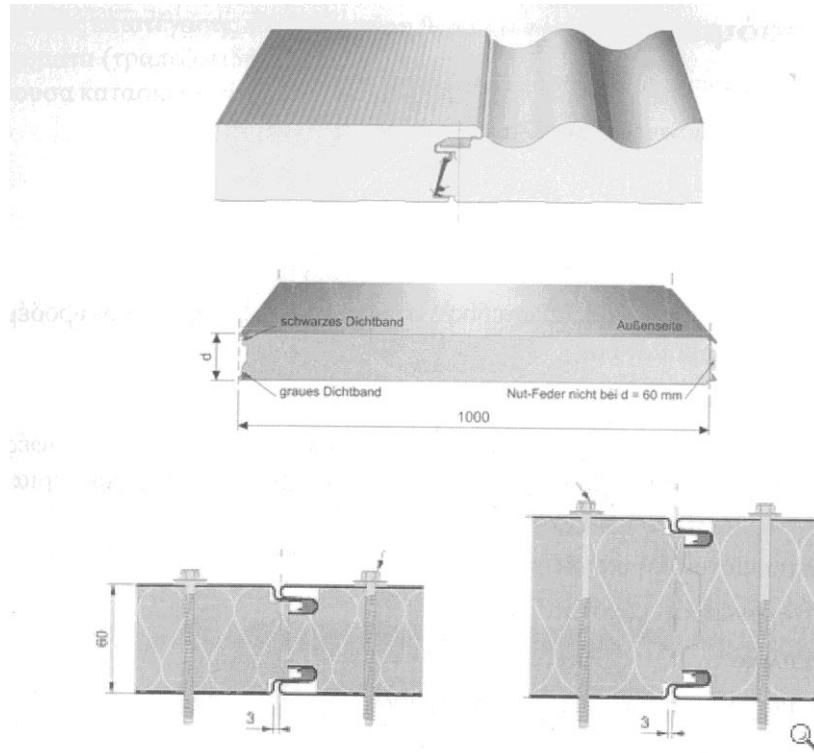
Ο συνηθέστερος τύπος προσόψεων είναι με χρήση θερμομονωτικών πανέλων σάντουιτς, σε διάφορες επιφανειακές διαμορφώσεις (επίπεδα, κυματοειδή, με νευρώσεις) και χρώματα. Τέτοια χρησιμοποιήθηκαν για την κάλυψη των προσόψεων του MPC. Τα πανέλα είναι παρόμοια με τα πανέλα στεγών. Οι αυλακώσεις μπορεί να είναι κατακόρυφες ή οριζόντιες. Συνήθως όμως για τις προσόψεις προτιμώνται τα επίπεδα πανέλα, τα οποία δεν λερώνουν εύκολα. Η στήριξη τους στη φέρουσα κατασκευή γίνεται με ειδικές βίδες από ανοξείδωτο χάλυβα.



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Ιδιότητες θερμομονωτικών πανέλων (έναντι πυρκαγιάς)

| Χρόνος πυραντίστασης min | Διεύθυνση τοποθέτησης | Μέγιστο άνοιγμα (m) | Πάχος στοιχείου (mm) |
|--------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| 30 | Κατακόρυφη | ≤ 4,0 | ≥ 60 |
| | Οριζόντια | ≤ 6,0 | ≥ 100 |
| 60 | Κατακόρυφη | ≤ 5,0 | ≥ 80 |
| | Οριζόντια | ≤ 6,0 | ≥ 120 |
| 90 | Κατακόρυφη | ≤ 5,0 (6,0) | ≥ 100 (120) |
| | Οριζόντια | ≤ 3,2 (6,0) | ≥ 100 (120) |
| 120 | Κατακόρυφη | ≤ 5,0 | ≥ 120 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| Πάχος εξωτερικού φύλλου (mm) | Βάρος (kg/m ²) | Μέγιστο μήκος (m) | Συντελεστής θερμοδιαπερατότητας (W/m ² K) |
|------------------------------|----------------------------|-------------------|--|
| 0,60 | 17,8 | 16,0 | 0,70 |
| 0,75 | 20,4 | 14,7 | |
| 0,60 | 20,3 | 14,8 | 0,54 |
| 0,75 | 22,9 | 13,1 | |
| 0,60 | 25,3 | 11,9 | 0,37 |
| 0,75 | 27,9 | 10,8 | |
| 0,60 | 30,3 | 9,9 | 0,28 |
| 0,75 | 32,9 | 9,1 | |



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπεράσματα σε ότι αφορά το κτίριο:

Το σημαντικότερο συμπέρασμα από την ανάλυση του κτιρίου υπήρξε η κρισιμότητα της σεισμικής δράσης όπως επίσης και το ότι ο άνεμος δεν αποτελεί κρίσιμη δράση για ένα τέτοιο κτίριο.

Ο κρίσιμος συνδιασμός για τις δοκούς των ορόφων είναι ο **1.35 G + 1.5 Q** ενώ για τα υποστηλώματα και τους συνδέσμους δυσκαμψίας είναι ο σεισμικός συνδιασμός.

Συμπεράσματα σε ότι αφορά τη μετατροπή των συνδέσμων δυσκαμψίας:

Κατά τη διάρκεια της μελέτης και της μετατροπής των συνδέσμων δυσκαμψίας από έκκεντρα λάμδα σε χιαστί παρατηρήσαμε τα εξής:

- Οι χιαστί σύνδεσμοι προσδίδουν στο κτίριο μεγαλύτερη ακαμψία καθώς ενεργοποιούνται σε μεγαλύτερο ποσοστό απ' ότι οι τύπου «έκκεντρα Λ».
- Πιθανό σφάλμα στην ενεργοποίηση των συνδέσμων τύπου έκκεντρου Λ λόγω της μη απολύτως ακριβούς μοντελοποίησης-προσομοίωσης της συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών της δοκού σύζευξης.
- Με την αντικατάσταση με χιαστί συνδέσμους δυσκαμψίας μπορούμε να εξασφαλίσουμε μικρότερο βάρος της συνολικής κατασκευής, χωρίς βέβαια αυτό να είναι απόλυτο μιας και θα χρειαστεί αύξηση της διατομής των συνδέσμων. Η αλλαγή που έγινε στη μελέτη έγινε με τις ίδιες ακριβώς διατομές και με μειωμένο q (περίπου 33%), σύμφωνα με τον ΕΑΚ.

Συμπεράσματα για το ETABS

Πρόκειται για ένα πολύ δυνατό πρόγραμμα ανάλυσης και ελέγχου.

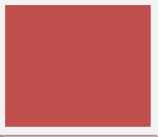
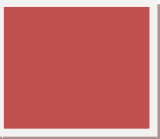
- ✓ Πλήρως τρισδιάστατο κτιριακό μοντέλο
- ✓ Κτιριακή ορολογία
- ✓ Αυτόματη γένεση φορτίων βαρύτητας
- ✓ Αυτόματη γένεση φορτίων ανέμου

- ✓ Αυτόματη γένεση σεισμικών φορτίων
- ✓ Τρισδιάστατη ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων
- ✓ Ραβδωτά, επιφανειακά, κομβικά στοιχεία και στοιχεία σύζευξης
- ✓ Δυνατότητα ανάλυσης φαινομένων δευτέρας τάξεως (P-Δ)
- ✓ Γραμμική στατική ανάλυση
- ✓ Ιδιομορφική ανάλυση
- ✓ Δυναμική φασματική ανάλυση
- ✓ Γραμμική ανάλυση με χρονοϊστορία
- ✓ Διαστασιολόγηση χάλυβα
- ✓ Διαστασιολόγηση οπλισμένου σκυροδέματος
- ✓ Διαστασιολόγηση συμμείκτων διατομών
- ✓ Διαστασιολόγηση τοιχωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα
- ✓ Επιλογή στατικής μη γραμμικής ανάλυσης
- ✓ Επιλογή μεγάλων μετατοπίσεων
- ✓ Επιλογή διαδοχικών φορτίσεων (φάσεων κατασκευής)
- ✓ Στοιχείο πλαστικής άρθρωσης

- ✓ Στατική Pushover ανάλυση με FEMA 273 και ATC-40
- ✓ Επιλογή μη γραμμικής δυναμικής ανάλυσης
- ✓ Στοιχεία Gap/Hook που αναλαμβάνουν μόνο θλίψη ή εφελκυσμό με αρχικό κενό ή όχι
- ✓ Στοιχείο αποσβεστήρα (damp element)

Ένα από τα λίγα μειονεκτηματα που διαπιστώθηκαν από την αρχή, είναι ότι δεν έχει ελληνικούς κανονισμούς, και Ευρωκώδικα 1 για των υπολογισμό των δράσεων ενώ περιλαμβάνει μια πληθώρα άλλων κανονισμών.

[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1]

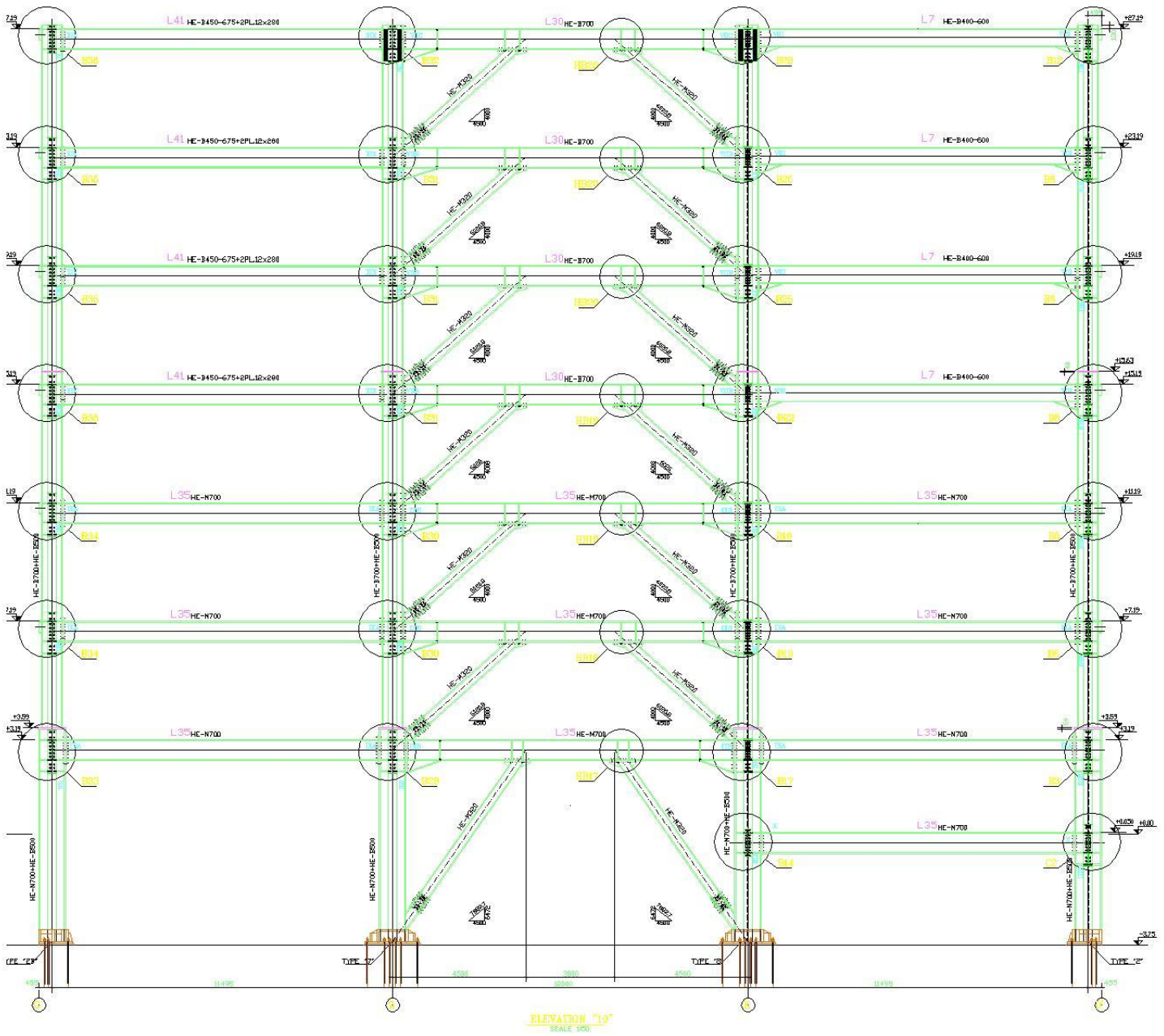


ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

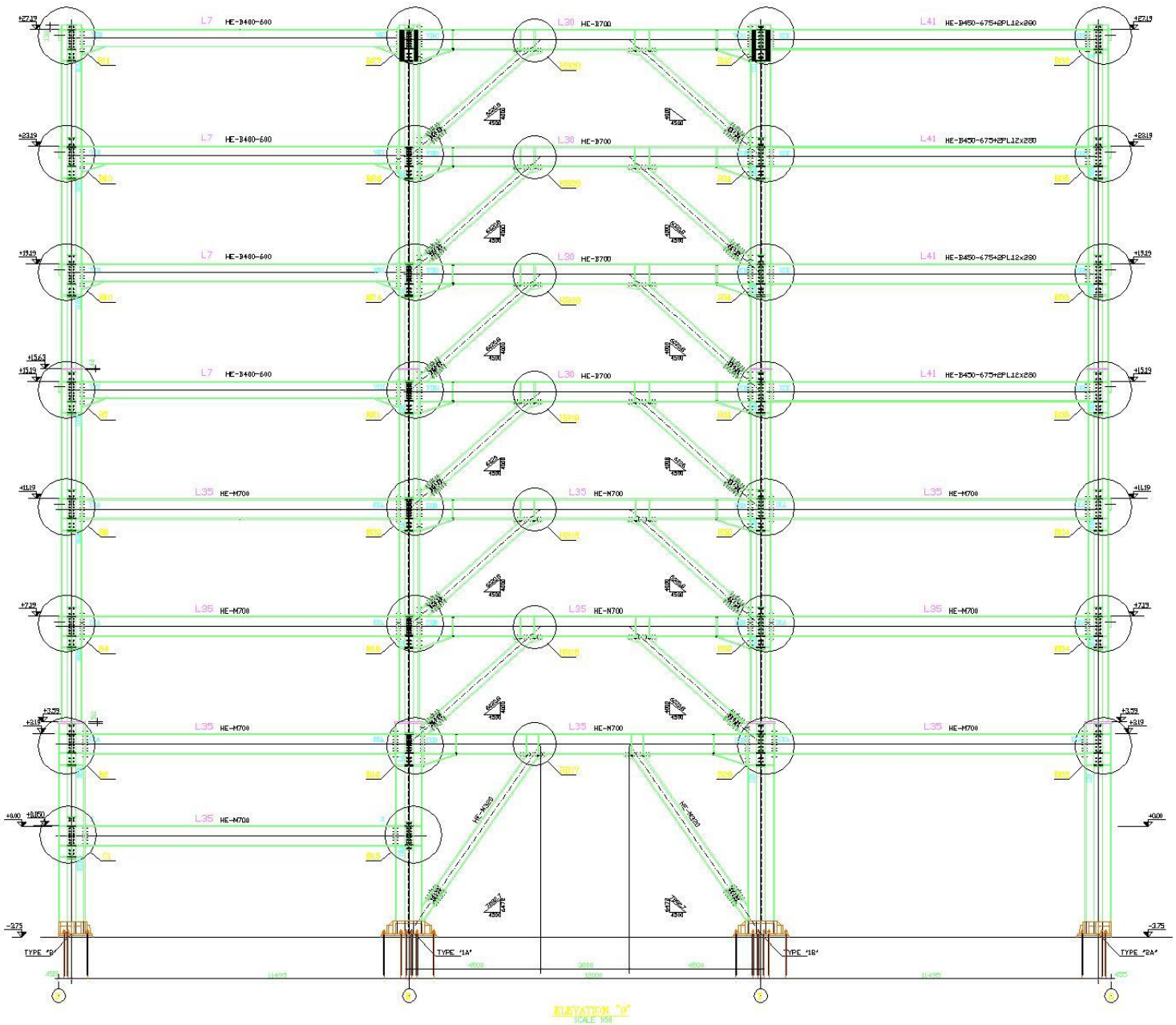
Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης - Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος



[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2]



ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Πίνακας Συνδυασμού Φορτίσεων

| Combo | Type | Case | Factor | CaseType | SortID |
|-----------|------|--------------|--------|----------|--------|
| COMBODEAD | ADD | DEAD | 1 | Static | 1 |
| COMBODEAD | | SDEAD | 1 | Static | 2 |
| COMBODEAD | | INCRUSTATION | 1 | Static | 3 |
| COMBODEAD | | CLADDING | 1 | Static | 4 |
| 101 | ADD | COMBODEAD | 1,35 | Combo | 5 |
| 101 | | LIVE | 1,5 | Static | 6 |
| 101 | | WINDP | 0,9 | Static | 7 |
| 101 | | SNOW | 0,9 | Static | 8 |
| 101 | | TEMP | 0,9 | Static | 9 |
| 102 | ADD | COMBODEAD | 1,35 | Combo | 10 |
| 102 | | LIVE | 0,9 | Static | 11 |
| 102 | | WINDP | 1,5 | Static | 12 |
| 102 | | SNOW | 0,9 | Static | 13 |
| 102 | | TEMP | 0,9 | Static | 14 |
| 103 | ADD | COMBODEAD | 1,35 | Combo | 15 |
| 103 | | LIVE | 0,9 | Static | 16 |
| 103 | | WINDP | 0,9 | Static | 17 |
| 103 | | SNOW | 1,5 | Static | 18 |
| 103 | | TEMP | 0,9 | Static | 19 |
| 104 | ADD | COMBODEAD | 1,35 | Combo | 20 |
| 104 | | LIVE | 0,9 | Static | 21 |
| 104 | | WINDP | 0,9 | Static | 22 |
| 104 | | SNOW | 0,9 | Static | 23 |
| 104 | | TEMP | 1,5 | Static | 24 |
| 105 | ADD | COMBODEAD | 1,35 | Combo | 25 |
| 105 | | LIVE | 0,9 | Static | 26 |
| 105 | | WINDP | 0,9 | Static | 27 |
| 105 | | SNOW | 0,9 | Static | 28 |
| 105 | | TEMP | -1,5 | Static | 29 |
| 106 | ADD | COMBODEAD | 1,35 | Combo | 30 |
| 106 | | LIVE | 1,5 | Static | 31 |
| 106 | | WINDP | 0,9 | Static | 32 |
| 106 | | SNOW | 0,9 | Static | 33 |
| 106 | | TEMP | -0,9 | Static | 34 |

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

| | | | | | |
|-----|-----|-----------|------|----------|----|
| 107 | ADD | COMBODEAD | 1,35 | Combo | 35 |
| 107 | | LIVE | 0,9 | Static | 36 |
| 107 | | WINDP | 1,5 | Static | 37 |
| 107 | | SNOW | 0,9 | Static | 38 |
| 107 | | TEMP | -0,9 | Static | 39 |
| 201 | ADD | COMBODEAD | 1 | Combo | 40 |
| 201 | | LIVE | 1 | Static | 41 |
| 201 | | SNOW | 1 | Static | 42 |
| 202 | ADD | COMBODEAD | 1 | Combo | 43 |
| 202 | | LIVE | 1 | Static | 44 |
| 401 | ADD | COMBODEAD | 1 | Combo | 45 |
| 401 | | LIVE | 0,5 | Static | 46 |
| 401 | | SNOW | 0,5 | Static | 47 |
| 401 | | EX | 1 | Spectrum | 48 |
| 402 | ADD | COMBODEAD | 1 | Combo | 49 |
| 402 | | LIVE | 0,5 | Static | 50 |
| 402 | | SNOW | 0,5 | Static | 51 |
| 402 | | EY | 1 | Spectrum | 52 |
| 403 | ADD | COMBODEAD | 1 | Combo | 53 |
| 403 | | LIVE | 0,5 | Static | 54 |
| 403 | | SNOW | 0,5 | Static | 55 |
| 403 | | EZ | 1 | Spectrum | 56 |

DEAD: Ίδιο Βάρος

INCRUSTATION: Επικάλυψη

CLADDING: Ίδιο βάρος πανέλων όψης

LIVE: Ωφέλιμο

WINDM: Άνεμος κατά -y

WINDP: Άνεμος κατά y

SNOW: Χιόνι

TEMP: Θερμοκρασιακή Μεταβολή

EXSTAT: Σεισμός κατά x (Ισοδύναμη Στατική)

EYSTAT: Σεισμός κατά y (Ισοδύναμη Στατική)

EX SPECTRUM: Σεισμός κατά x (Δυναμική Φασματική)

EY SPECTRUM: Σεισμός κατά y (Δυναμική Φασματική)

EZ SPECTRUM: Σεισμός κατά z (Δυναμική Φασματική)

[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3]



Φασματικές Επιταχύνσεις

Μελέτη Πολυόροφου Μεταλλικού Κτιρίου

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης – Ρίζος Ιωάννης

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γεώργιος

Φασματικές Επιταχύνσεις

| Story | Diaphragm | Load | UX | UY | UZ | RX | RY | RZ |
|--------|-----------|------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| STORY7 | D8 | EX | 2144.198 | 1262.508 | 3613.884 | 1.23217 | 1.30878 | 0.0282 |
| STORY7 | D8 | EY | 1011.948 | 2186.214 | 3306.359 | 1.20924 | 1.18528 | 0.03227 |
| STORY7 | D8 | EZ | 723.2011 | 2193.861 | 10811.83 | 3.93783 | 3.85623 | 0.01384 |
| STORY6 | D7 | EX | 1924.498 | 1155.064 | 2690.288 | 0.6599 | 1.07294 | 0.02498 |
| STORY6 | D7 | EY | 912.3391 | 1978.009 | 2645.251 | 0.72209 | 1.07192 | 0.02694 |
| STORY6 | D7 | EZ | 666.6575 | 914.3521 | 8691.754 | 2.11833 | 3.51442 | 0.01264 |
| STORY5 | D6 | EX | 1703.649 | 1038.006 | 1829.269 | 0.49903 | 0.71748 | 0.02317 |
| STORY5 | D6 | EY | 833.9877 | 1782.71 | 1783.714 | 0.54102 | 0.68518 | 0.02693 |
| STORY5 | D6 | EZ | 583.2926 | 662.7373 | 5934.709 | 1.57861 | 2.23255 | 0.01264 |
| STORY4 | D5 | EX | 1511.697 | 898.1811 | 1906.88 | 0.48505 | 0.72457 | 0.02031 |
| STORY4 | D5 | EY | 726.867 | 1564.138 | 1868.845 | 0.50584 | 0.73453 | 0.02385 |
| STORY4 | D5 | EZ | 561.2114 | 530.9694 | 6100.811 | 1.53507 | 2.33565 | 0.01112 |
| STORY3 | D4 | EX | 1339.853 | 749.7572 | 1381.238 | 0.36055 | 0.54572 | 0.01695 |
| STORY3 | D4 | EY | 618.1043 | 1330.738 | 1422.201 | 0.42028 | 0.56316 | 0.02023 |
| STORY3 | D4 | EZ | 520.3127 | 514.3101 | 4392.43 | 1.12688 | 1.74343 | 0.00821 |
| STORY2 | D3 | EX | 1163.273 | 585.8043 | 1300.486 | 0.33697 | 0.47338 | 0.01465 |
| STORY2 | D3 | EY | 530.174 | 1078.445 | 1341.709 | 0.42814 | 0.49186 | 0.0184 |
| STORY2 | D3 | EZ | 439.831 | 368.0266 | 4187.636 | 1.03499 | 1.52248 | 0.00907 |
| STORY1 | D2 | EX | 862.9476 | 400.3115 | 1368.477 | 0.31474 | 0.54929 | 0.01106 |
| STORY1 | D2 | EY | 397.1511 | 846.1306 | 1406.301 | 0.29795 | 0.56259 | 0.01445 |
| STORY1 | D2 | EZ | 420.4874 | 414.2082 | 4431.057 | 0.98702 | 1.77977 | 0.00815 |

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Αν. Καθηγητή ΕΜΠ κ. Ιωαννίδη Γεώργιο για την άριστη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μας εργασίας καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια που μας παρείχε σε κάθε στάδιο αυτής.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε και τους γονείς και τα αδέρφια μας που στάθηκαν δίπλα μας σε όλη την ακαδημαϊκή μας σταδιοδρομία ως τώρα, καθώς και τους φίλους οι οποίοι ήταν κοντά και μας βοήθησαν οποτεδήποτε αυτό κρίθηκε αναγκαίο.

Κούτσικος Χρυσοβαλάντης

Ρίζος Ιωάννης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ευρωκώδικας 1 : Basis of design and actions on structures - Part 1 : Basis of design , ENV 1991-2-4:1995
- Ευρωκώδικας 1 : Basis of design and actions on structures - Part 2-3 : Snow loads , ENV 1991-2-3:1995
- Ευρωκώδικας 1 : Basis of design and actions on structures - Part 2-4 : Wind actions , ENV 1991-2-4:1995
- Ευρωκώδικας 1 : Basis of design and actions on structures - Part 3 : Actions induced by cranes and other machinery , ENV 1991-5:1998
- Ευρωκώδικας 1 : Basis of design and actions on structures - Part 2-5 : Thermal actions , ENV 1991-2-5:1997
- Ευρωκώδικας 3 : Design of steel structures - Part 1-1 : General rules and rules for buildings , ENV 1993-1-1:1992
- Ευρωκώδικας 3 : Design of steel structures - Part 1-5 : General rules - Supplementary rules for planar plated structures without transverse loading , ENV 1993-1-5:1997
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000
- Σιδηρές κατασκευές Τόμος Ι , Βάγιας Ι. - Ερμόπουλος Ι. - Ιωαννίδης Γ. , εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ , ΑΘΗΝΑ 1998

- Σιδηρές κατασκευές Τόμος II , Βάγιας Ι. - Ερμόπουλος Ι. - Ιωαννίδης Γ. εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ , ΑΘΗΝΑ 1999
- Στοιχεία σχεδιασμού μεταλλικών κατασκευών , Ερμόπουλος Ι. , εκδόσεις Ε.Μ.Π. , ΑΘΗΝΑ 2000
- Α. Ν. Κουνάδη, 'Σιδηρές κατασκευές, Συμπεριφορά και ανάλυση', Τόμοι Ι και ΙΙ, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 1999.
- Ιωάννης Βάγιας, 'Σύμμικτες Κατασκευές από χάλυβα και οπλισμένο σκυρόδεμα', Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2001.
- Π. Γ. Καρύδη, 'Σημειώσεις αντισεισμικής τεχνολογίας', Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα 1996.
- Δ. Παπασταματίου, Ι. Ψυχάρης, 'Βοηθητικές σημειώσεις αντισεισμικής τεχνολογίας', Εκδόσεις Εθνικού Πολυτεχνείου, Αθήνα 2001.
- Ι.Θ. Κατσικαδέλης, ' Δυναμική των Κατασκευών', Τόμος ΙΙ, Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα 2003.
- Εγχειρίδια Προγραμματος Etabs