

## ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

**Τσολάκης Ελευθέριος**  
Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π., M.Sc.  
Τ.Ε. Σύμβουλοι Μηχανικοί  
Χανιά  
e-mail: [info@etsolakis.gr](mailto:info@etsolakis.gr)

**Καλογεράκης Λυκούργος**  
Πολιτικός Μηχανικός  
Χανιά  
e-mail: [ldkaloger@gmail.com](mailto:ldkaloger@gmail.com)

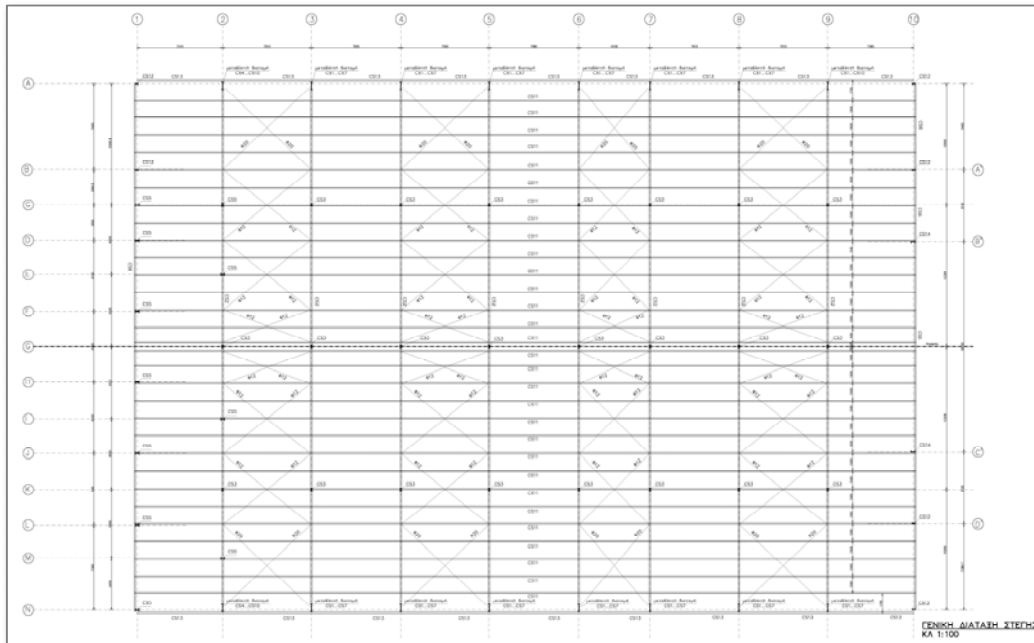
### 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το έργο αφορά την αλλαγή χρήσης ισογείου βιομηχανικού κτηρίου, σε ΙΚΤΕΟ, το οποίο βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή των Χανίων. Μία επένδυση της εταιρείας ΙΚΤΕΟ Λασιθίου Α.Ε. Η παρουσίαση αφορά τη μελέτη στατικής επάρκειας και ενισχύσεων, η οποία εκπονήθηκε από τον Τσολάκη Ελευθέριο, Πολιτικό Μηχανικό Ε.Μ.Π. Η αρχιτεκτονική μελέτη εκπονήθηκε από τον Καλογεράκη Λυκούργο, Πολιτικό Μηχανικό. Το κτήριο κατασκευάστηκε το 1981 και δεν ήταν δυνατόν να ανευρεθεί η στατική μελέτη. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε αποτύπωση στο σύνολο του μεταλλικού φέροντα οργανισμού, που αφορούσε τόσο τη γενική διάταξη των μελών, όσο και τη διαμόρφωση των συνδέσεων. Όλα τα μέλη και οι συνδέσεις ήταν εμφανή και προσβάσιμα από το εσωτερικό του κτηρίου. Στόχος ήταν να επανασχεδιαστεί το κτήριο με βάση τον Ευρωκώδικα και να γίνουν οι απαιτούμενες επεμβάσεις για το σκοπό αυτό.

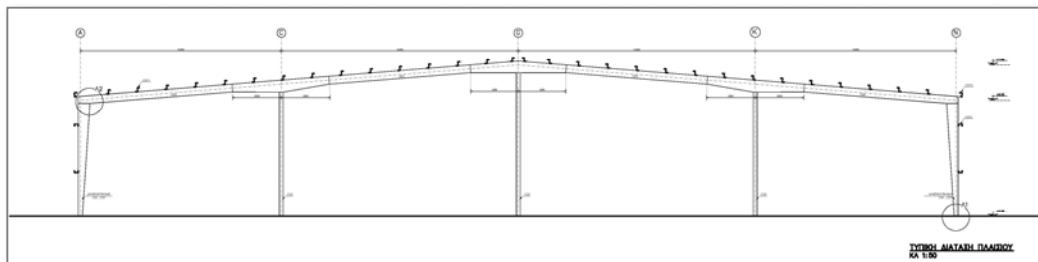
### 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υφιστάμενο κτήριο ήταν διαστάσεων 67,10μ\*45,60μ. (Φωτ. 1), ισόγειο με δίρριχτη στέγη και μέγιστο ύψος 8,20μ. Ο φορέας αποτελείται από δέκα πεντάστηλα πλαίσια και σε τμήμα του κτηρίου έχει διαμορφωθεί πατάρι. Οι αποστάσεις μεταξύ των πλαισίων είναι από 6,10μ. έως 7,60μ.. Τα ανοίγματα των δοκών είναι από 10,35μ. έως 12,20μ. Όλα τα κύρια μέλη του φορέα αποτελούνται από συγκολλητές διατομές. Οι ακραίοι στύλοι των πλαισίων, καθώς και τμήματα των δοκών, αποτελούνται από μεταβλητές διατομές (Φωτ. 2). Οι διατομές των τεγίδων και των μηκίδων είναι ψυχρής έλασης μορφής “Z” και “C”, αντίστοιχα. Οι κατακόρυφοι και οριζόντιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας αποτελούνται από συμπαγείς ράβδους διατομής Φ16 και Φ20, αντίστοιχα. Το πατάρι έχει διαμορφωθεί με αμφιέριστες διαδοκίδες μορφής δικτύωματος.

Οι στύλοι των πλαισίων εδράζονται αρθρωτά, οι συνδέσεις μεταξύ κύριων δοκών και ακραίων στύλων είναι συνδέσεις ροπής, ενώ οι ενδιάμεσοι στύλοι συνδέονται αρθρωτά με τις κύριες δοκούς. Το ρόλο των κεφαλόδεσμων έχουν οι ακραίες τεγίδες.



Φωτ. 1 Γενική διάταξη στέγης

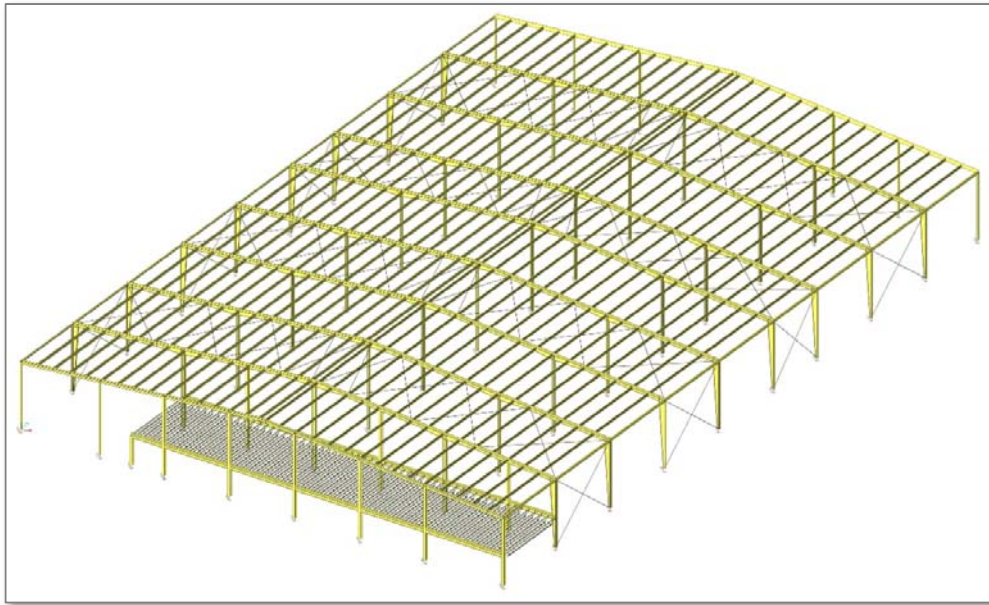


Φωτ. 2 Διάταξη τυπικού πλαισίου

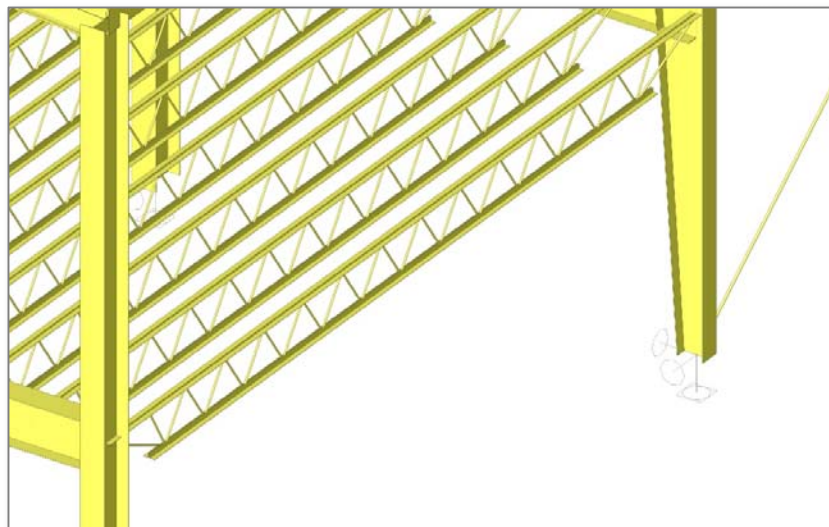
### 3. ΜΟΡΦΩΣΗ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΜΕΛΩΝ

Για τις ανάγκες του ελέγχου επάρκειας και του ανασχεδιασμού, δημιουργήθηκε προσομοίωμα γραμμικών πεπερασμένων στοιχείων. Όλες οι διατομές σχεδιάστηκαν από την αρχή, τηρήθηκε η γεωμετρία του φορέα στο σύνολό της και διαμορφώθηκαν τα μέλη από μεταβλητές διατομές (Φωτ. 3 & Φωτ. 4). Τα φορτία χιονιού και ανέμου εφαρμόστηκαν βάσει του Ευρωκώδικα 1. Λόγω της γεωμετρίας του φορέα εκτελέστηκε αρχικά Ανάλυση Ευστάθειας για τον υπολογισμό των συντελεστών  $a_{cr}$  και των αντίστοιχων ιδιομορφών λυγισμού. Στην συνέχεια έγινε Γραμμική και Ιδιομορφική Φασματική Ανάλυση και ακολούθησε έλεγχος των μελών.

Από τον έλεγχο των μελών προέκυψαν ανεπάρκειες, τόσο στις τεγίδες, όσο και στους κατακόρυφους και οριζόντιους συνδέσμους δυσκαμψίας.



*Φωτ. 3 Τρισδιάστατο προσομοίωμα υφιστάμενου φέροντα οργανισμού*



*Φωτ. 4 Διαδοκίδες παταριού*

#### **4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ**

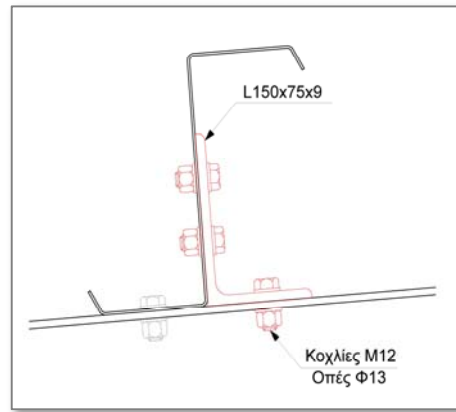
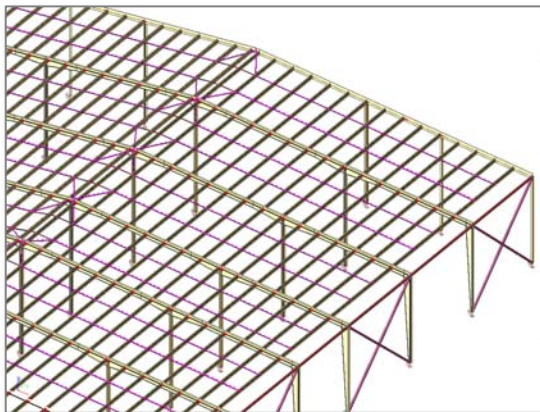
Βασικός περιορισμός στις προτεινόμενες επεμβάσεις, ήταν να μην επηρεαστεί η λειτουργία του κτηρίου. Για το λόγο αυτό δεν ήταν εφικτή η αποξήλωση των επικαλύψεων και η αντικατάσταση των τεγίδων.

Οι τεγίδες είναι ψυχρής έλασης, διατομής “Z” και έχουν διαμορφωθεί ως συνεχείς δοκοί πολλών ανοιγμάτων, με αλληλοεπικάλυψη στις θέσεις των στηρίξεων σε μήκος 1,10μ. Στο σύνολο των τεγίδων έχουν τοποθετηθεί αντηρίδες (Φωτ. 5). Η στήριξη επί των δοκών γινόταν με απλή κοιλίωση του κάτω πέλματος των τεγίδων, επί του άνω πέλματος των δοκών. Η επέμβαση αφορούσε την τοποθέτηση δύο ντιζών ανά άνοιγμα

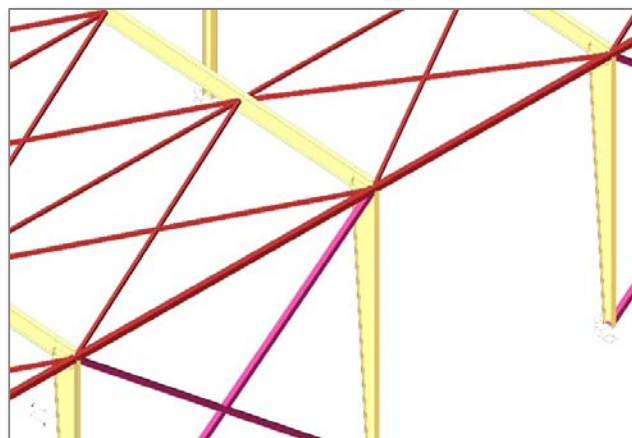
σε όλες τις τεγίδες «[1]» καθώς και τοποθέτηση γωνιακών διατομής L150\*75\*90 για την στήριξη των τεγίδων επί των δοκών «[2]» (Φωτ. 6 & 7).



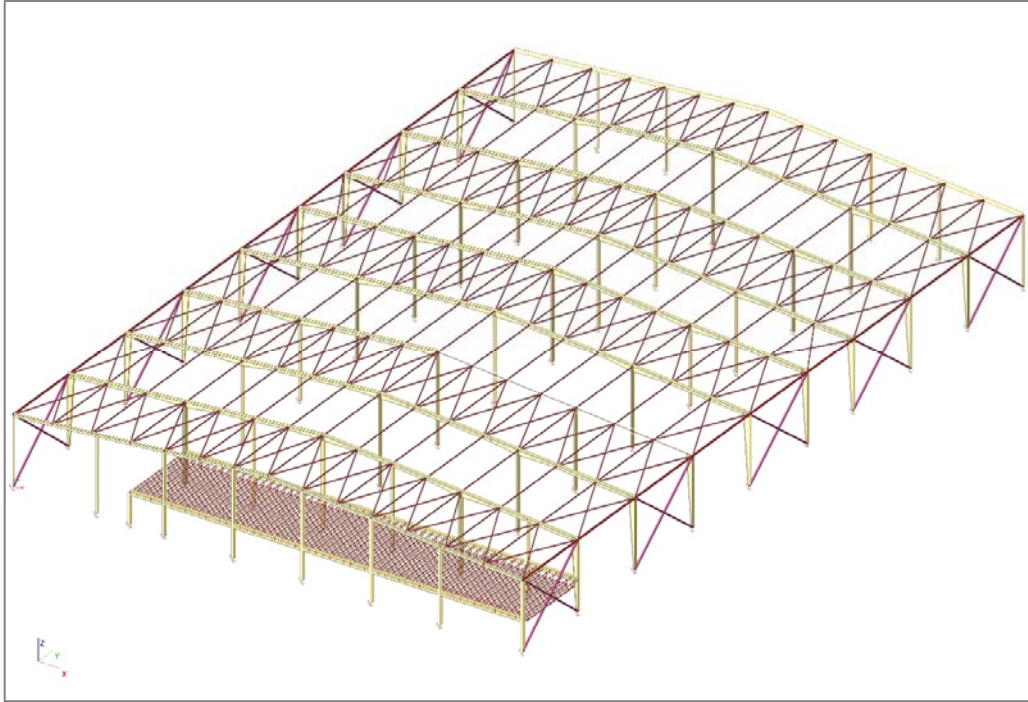
Φωτ. 5 Υφιστάμενες τεγίδες



Φωτ. 6 & 7 Τοποθέτηση ντιζών. Τοποθέτηση γωνιακών για τη στήριξη των τεγίδων



Φωτ. 8 Με κόκκινο χρώμα τα πρόσθετα μέλη

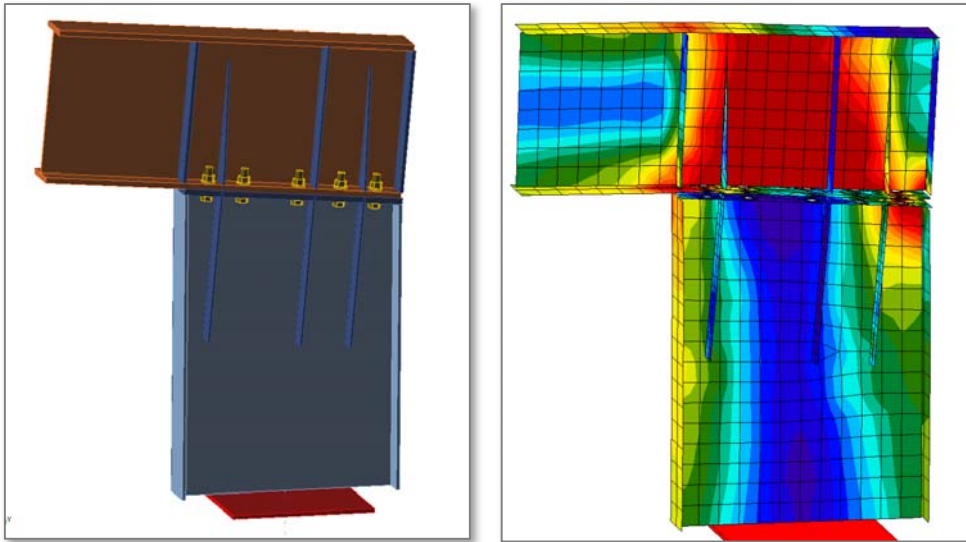


*Φωτ. 9 Τρισδιάστατο προσομοίωμα νέου φέροντα οργανισμού (απουσιάζουν οι τεγίδες για λόγους παρουσίας)*

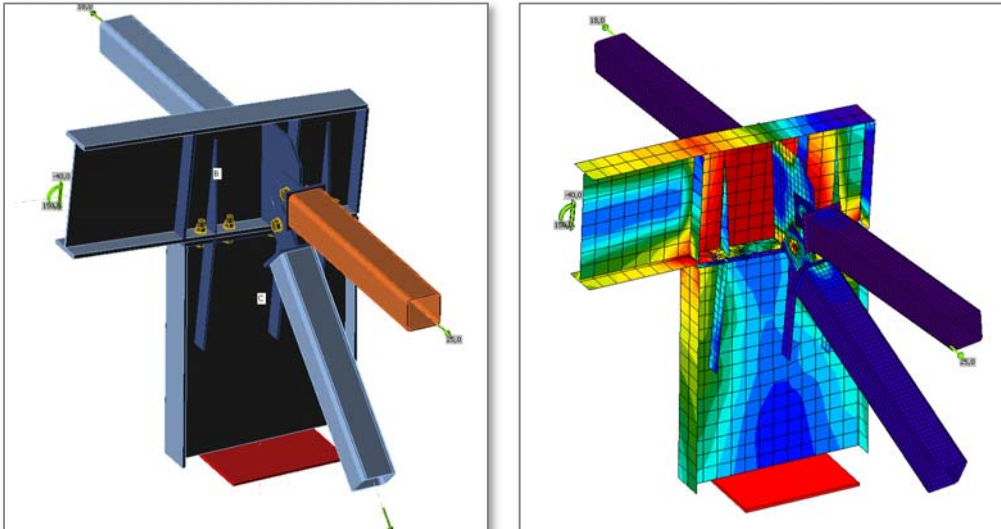
Η επόμενη επέμβαση αφορούσε την αντικατάσταση των κατακόρυφων και οριζόντιων συνδέσμων δυσκαμψίας «[3]». Για τα αντιανέμια της στέγης επιλέχθηκαν κοιλοδοκοί διατομής SHS70\*6 και ορθοστάτες ίδιας διατομής. Ως κατακόρυφοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας επιλέχθηκαν κοιλοδοκοί διατομής SHS120\*5, προστέθηκαν και κεφαλόδεσμοι ίδιας διατομής (Φωτ. 8 & 9) «[4]».

Το σύνολο των συνδέσεων, πριν και μετά την τοποθέτηση των κατακόρυφων στοιχείων, διαστασιολογήθηκε με προσομοιώματα πεπερασμένων στοιχείων (Φωτ 10 & 11).





Φωτ. 10 Σύνδεση δοκού – υποστύλωματος



Φωτ. 11 Σύνδεση δοκού – υποστύλωματος μετά την προσθήκη κατακόρυφων συνδέσμων δυσκαμψίας και κεφαλόδεσμων

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ΒΑΓΙΑΣ Ι., ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ Ι., ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ Γ. “Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα”, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, σελ. 357.
- [2] ΒΑΓΙΑΣ Ι., ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ Ι., ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ Γ. “Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα”, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, σελ. 363.
- [3] ΒΑΓΙΑΣ Ι., ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ Ι., ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ Γ. “Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα”,

*Εκδόσεις Κλειδάριθμος, σελ. 329, σελ. 340.*

- [4] ΒΑΓΙΑΣ Ι., ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ Ι., ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ Γ. “Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα”,  
*Εκδόσεις Κλειδάριθμος, σελ. 245.*

**Tsolakis Eleftherios**  
Civil Engineer N.T.U.A., M.Sc.  
T.E., Consulting Engineers  
Chania  
e-mail: [info@etsolakis.gr](mailto:info@etsolakis.gr)

**Kalogerakis Lykourgos**  
Civil Engineer  
Athens  
e-mail: [ldkaloger@gmail.com](mailto:ldkaloger@gmail.com)

## **SUMMARY**

This project includes an existing single floor industrial plant. The dimensions of the building are about 67,10m.\*45,60m. and the maximum height is about 8.20m. The structure constitutes ten frames, each of them has five columns. All cross sections were welded and tapered. Part of the building constitutes a loft, about 230s.m. constructed by truss beams and concrete floor. The construction date was during 1981. A 3D model of this complex structure was created. First, we performed Stability Analysis, to calculate the  $a_{cr}$  factors. The next step was to perform Linear Analysis. Seismic design followed, as well. It was a challenge, to model exactly the geometry of each member due to the welded and tapered cross sections. The purpose was to redesign and retrofit the structure, according to Eurocode.