

“Design of a Commercial Steel Building with Composite Steel and Concrete Elements”

Christos Zafeiriadis, Aristotelis Spiliotis

Synopsis

The diploma thesis “*Design of a Commercial Steel Building with Composite Steel and Concrete Elements*” represents an alternative design of an existing commercial building which was initially designed as an immiscibly steel structure, consisting mainly of square hollow section columns and trusses. Truss structures, though they comprise a reliable statically solution for bays with long spans, they present difficulties in their analysis for lateral buckling. The difficulty of this analysis lies on the complex stresses, alternately compression and tension, developed to the elements of these trusses along their span. It is understandable that in order for the Engineer to carry out the above analysis for the various combinations of actions, it is necessary to go back to the basic engineering principles and design each of these elements individually for lateral buckling, which can be very time-consuming. For this reason this complicated lateral buckling on the existing structure was encountered by placing transversely steel elements at the connections of the trusses, limiting by this way the lateral displacements. The final configuration of the structure has as result a growth in the masses due to the large number of elements which comprise it and also seems to create constrains to the clear height of the floors at the places of the trusses. Those two factors were determinant in an attempt to find an alternative statically solution, which would combine the improvement of those and also the advantages of steel structures (fast construction, low masses, aesthetic result, etc.).

The alternative statically solution which was examined in this thesis is the resolution of the above building using composite elements (composite steel and concrete), instead of trusses for the 1st floor, aiming at reducing as far as possible the use of steel but also to illustrate the several advantages presented by composite against immiscibly steel structures, in cases of building with increased actions, of long areas and specific requirements for framework configuration. On the 2nd floor, it is rather preferred the use of immiscibly steel elements of H cross-section instead of the trusses presented on the existing structure. Also for the above case, it is examined the instance of placing composite elements with their web boxed with concrete.

A general report takes place for the functionality of composite structures, the approach method in their analysis and particular subjects requiring consideration. Subsequently is presented a way of applying the composite theory to the structure in replacement of the trusses, by mentioning the requirements of Eurocode 4 on composite steel and concrete structures. The extracted, from the analysis, results are used to make a comparison between the two different types of structures, the existing and the two types of composite, in order to become feasible to evaluate the three methods of structural solutions. Finally, it comes an afford to compare the two types of structures not only in terms of static requirements, but also in terms of the several actions in which they can be subjected during their life as well as for the degree of satisfying the building’s functionality.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία με τίτλο «*Μελέτη Μεταλλικού Εμπορικού Κτιρίου με Σύμμικτα Στοιχεία*» αποτελεί μια εναλλακτική μελέτη ενός υφιστάμενου εμπορικού κτιρίου το οποίο είχε αρχικά μελετηθεί ως μία αμιγώς μεταλλική κατασκευή, αποτελούμενη κυρίως από υποστυλώματα και δικτυώματα στοιχείων κοίλων ορθογωνικών διατομών. Τα δικτυώματα αυτά, παρότι αποτελούν μία αξιόπιστη στατικά λύση για τα μεγάλα ανοίγματα που δημιουργούνται σε τέτοιες κτιριακές κατασκευές, παρουσιάζουν δυσκολία στην ανάλυσή τους έναντι πλευρικού λυγισμού. Η δυσκολία της ανάλυσης αυτής έγκειται στη σύνθετη εντατική καταπόνηση, εναλλάξ εφελκυσμός - θλίψη, των κοίλων στοιχείων κατά το άνοιγμα των δικτυωμάτων, με αποτέλεσμα να καθίσταται πολύπλοκος ο υπολογισμός αυτός. Γίνεται κατανοητό ότι για να πραγματοποιηθεί ο ανωτέρω υπολογισμός για τους διάφορους συνδιασμούς δράσεων απαιτείται από τον Μηχανικό να ανατρέξει σε βασικές αρχές της μηχανικής ώστε να γίνει ο έλεγχος έναντι πλευρικού λυγισμού για κάθε στοιχείο μεμονωμένα, πράγμα αρκετά χρονοβόρο. Στο υφιστάμενο κτίριο λόγω των συνθηκών στη φάση της μελέτης (περιορισμένα χρονικά περιθώρια) αντιμετώπιστηκε ο πολύπλοκος αυτός πλευρικός λυγισμός των δικτυωμάτων με την τοποθέτηση εγκάρσιων στοιχείων στις θέσεις των κόμβων αυτών, περιορίζοντας έτσι τις μετακινήσεις κατά τη διεύθυνση αυτή. Η τελική διαμόρφωση ενός τέτοιου φορέα, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους λόγω των πολλών στοιχείων που τον απαρτίζουν αλλά και δημιουργεί και περιορισμούς στο καθαρό ύψος του κτιρίου στα σημεία των κύριων οριζόντιων στοιχείων (δικτυωμάτων). Οι δύο αυτοί παράγοντες έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην προσπάθεια ανεύρεσης μίας εναλλακτικής στατικά λύσης, η οποία θα συνδιάζει την βελτίωση αυτών και τα πλεονεκτήματα των μεταλλικών κατασκευών (γρήγορη κατασκευή, μειωμένο βάρος, καλαίσθητο αποτέλεσμα, κλπ.).

Η εναλλακτική στατικά λύση που διερευνήθηκε σε αυτή την μεταπτυχιακή εργασία είναι η επίλυση του ανωτέρω κτιρίου με σύμμικτα στοιχεία, αντί δικτυωμάτων, στον 1^ο όροφο αποσκοπώντας στην περιορισμένη, κατά το δυνατόν, χρήση χάλυβα αλλά και να αναδείξει τα διάφορα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι σύμμικτοι φορείς έναντι των αμιγώς μεταλλικών, όταν πρόκειται για κτίρια με αυξημένες δράσεις, μεγάλου εμβαδού και πλαισιακής διαμόρφωσης ιδιαίτερων απαιτήσεων. Στον 2^ο όροφο προτιμήθηκε η χρήση αμιγώς μεταλλικών στοιχείων διατομής Η αντί των δικτυωμάτων που εμφανίζονται στο υφιστάμενο κτίριο. Ακόμα, εξετάστηκε και η περίπτωση τοποθέτησης σύμμικτων δοκών με κορμό εγκιβωτισμένο σε σκυρόδεμα για τον ανωτέρω φορέα.

Γίνεται μία γενική αναφορά για τον τρόπο λειτουργίας των σύμμικτων κατασκευών, την μέθοδο προσέγγισής τους κατά την ανάλυση και τα ειδικά θέματα που χρήζουν προβληματισμού. Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο τρόπος εφαρμογής της σύμμικτης τεχνολογίας στο εν λόγω κτίριο αντί των δικτυωμάτων θίγοντας τις απαιτήσεις του Ευρωκώδικα 4 περί σύμμικτων κατασκευών. Τα εξαγόμενα, από την ανάλυση, στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν ώστε να γίνει μία σύγκριση μεταξύ των φορέων, του υφιστάμενου και των δύο εναλλακτικών σύμμικτων, ώστε να γίνει δυνατή η αξιολόγηση των τριών διαφορετικών μεθόδων στατικής επίλυσης. Τελικώς γίνεται μία προσπάθεια σύγκρισης των δύο φορέων όχι μόνο ως προς τις στατικές απαιτήσεις αλλά για όλες τις συνθήκες δράσεων όπου πρόκειται να υποβληθεί ένα τέτοιο κτίριο κατά τη διάρκεια ζωής του καθώς και για τον βαθμό που ικανοποιούν την λειτουργικότητά του.