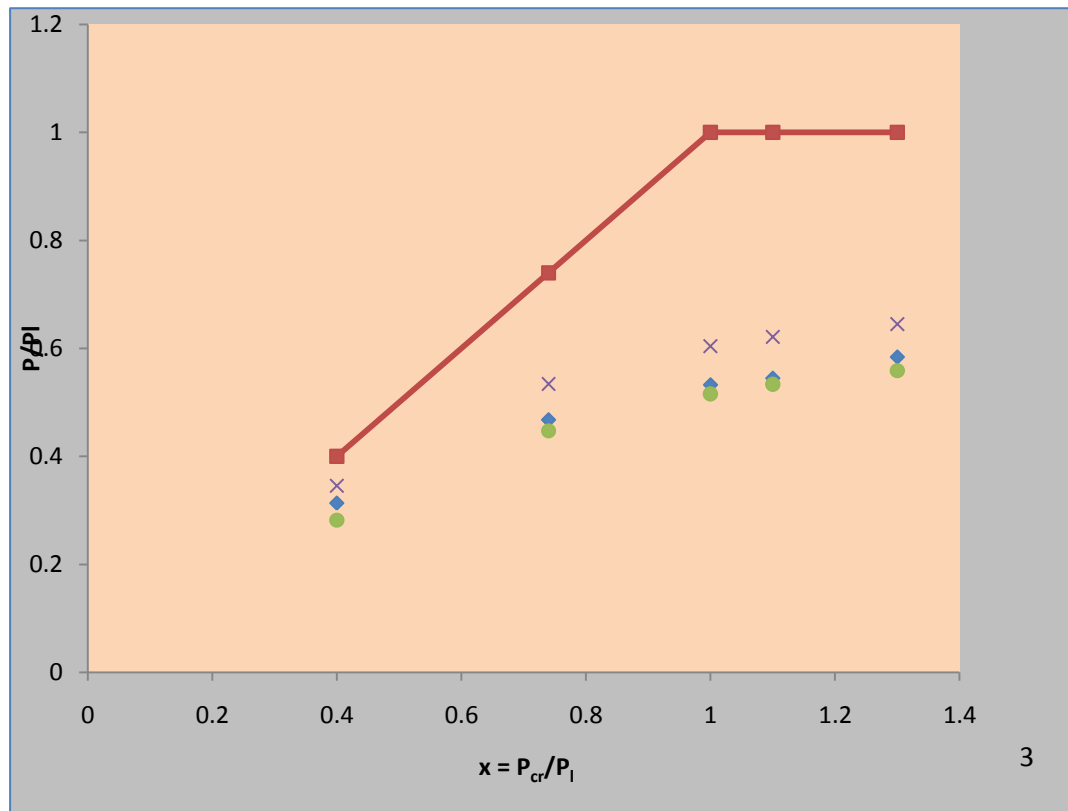




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



ΤΑΚΟΥ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Χ. Ι. ΓΑΝΤΕΣ Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Κ. ΚΑΛΟΧΑΙΡΕΤΗΣ Υ.Δ. Ε.Μ.Π.

[ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ]

ΑΘΗΝΑ 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ **ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ**

Διπλωματική εργασία
της Μαργαρίτας Τάκου

Επιβλέπων : Χάρης Ι. Γαντές, Αναπλ. Καθ. Ε.Μ.Π.

Συνεπιβλέπων : Κωνσταντίνος Καλοχαιρέτης, Υ.Δ. Ε.Μ.Π.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται σύγκριση τριών μεθόδων υπολογισμού της αντοχής σύνθετων υποστυλωμάτων: (i) σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3, (ii) βάσει μη γραμμικών αναλύσεων γεωμετρίας και υλικού με τη μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων, και (iii) σύμφωνα με μία προτεινόμενη ημι-αναλυτική μέθοδο. Παρατηρούνται κάποιες διαφορές στα αποτελέσματα των τριών μεθόδων, τα οποία και αναλύονται στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας.

Αρχικά αναλύεται η συμπεριφορά και η λειτουργία του σύνθετου υποστυλώματος και έπειτα γίνεται σύγκριση με τα υποστυλώματα συμπαγούς διατομής. Η κύρια διαφορά εντοπίζεται στον υπολογισμό της αντοχής, αφού στα υποστυλώματα με συμπαγή διατομή η αντοχή εξαρτάται από το μήκος και από την καμπτική δυσκαμψία της διατομής τους, ενώ στα υποστυλώματα πολυμελών διατομών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η επιρροή της διάτμησης στο βέλος κάμψης καθώς και το ενδεχόμενο πρόωρου τοπικού λυγισμού κάποιου μεμονωμένου μέλους της διατομής, πριν το υποστυλώμα εξαντλήσει την φέρουσα ικανότητά του. Η ανάλυση των φαινομένων αυτών γίνεται στο 2^ο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας.

Στο 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 που αφορούν θλιβόμενα μέλη πολυμελούς διατομής που συνδέονται είτε με οριζόντιες λεπίδες σύνδεσης είτε με ράβδους δικτύωσης. Παρουσιάζονται οι έλεγχοι για κατάλληλο σχεδιασμό των σύνθετων υποστυλωμάτων βάσει του Ευρωκώδικα 3.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια προτεινόμενη μέθοδος εύρεσης φέρουσας ικανότητας σύνθετου υποστυλώματος με ράβδους δικτύωσης η οποία φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική για ελαστική αστοχία σύνθετων υποστυλωμάτων σε σχέση με τα αποτελέσματα του Ευρωκώδικα 3.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι αναλύσεις μέσω πεπερασμένων στοιχείων για ελαστοπλαστική και ελαστική αστοχία υποστυλώματος. Αναλύονται πέντε μοντέλα για κάθε μορφή αστοχίας με το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων adina. Αρχικά πραγματοποιείται γραμμική ανάλυση λυγισμού από την οποία προκύπτουν οι ιδιομορφές λυγισμού του υποστυλώματος, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να εισαχθούν αρχικές ατέλειες. Στη συνέχεια εκτελείται μη γραμμική ανάλυση με ατέλειες για ελαστικό και ελαστοπλαστικό υλικό. Στο κεφάλαιο αυτό συμπεριλαμβάνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η γραφική τους αναπαράσταση. Για κάθε παράδειγμα γίνεται συνοπτική σύγκριση των τριών μεθόδων.

Στο 6^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τριών μεθόδων, για ελαστοπλαστική και ελαστική αστοχία, σχολιασμός των αποτελεσμάτων καθώς και προτάσεις για βέλτιστο σχεδιασμό των σύνθετων υποστυλωμάτων.



**NATIONAL TECHNICAL OF ATHENS
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Division of Structural Engineering
Laboratory of Steel Structures**

NUMERICAL AND ANALYTICAL INVESTIGATION OF FAILURE OF BUILT-UP COLUMNS

**Diploma Thesis
of Takou Margarita**

Supervisor: Dr. Charis Gantes, Associate Professor N.T.U.A.

Co-supervisor: Konstantinos Kalochairetis

ABSTRACT

This thesis compares three methods for calculating the ultimate capacity of built-up columns: (i) according to Eurocode 3, (ii) based on finite element geometrically and materially non-linear analysis, and (iii) according to a proposed semi-analytical method. Some differences are observed in the results obtained with the three methods, which is also analyzed in the final chapter of this thesis.

The 2nd chapter presents the behavior and function of built-up columns and also a comparison with the columns of solid cross-section. The main difference lies in the calculation of the resistance, since in the solid cross-section columns the buckling strength depends exclusively on the length and the bending stiffness, while for the built-up columns one has to take into account the shear deformation and the case of premature local buckling of a single panel, before the column exceeds its bearing capacity.

The 3rd chapter presents the specifications of Eurocode 3 that refer to built-up columns under compression with either lacing bars or batten plates. The checks that should be performed for their proper design according to EC3 are mentioned.

In the 4th chapter a different method for calculating the strength of built-up columns with lacing bars is presented, which compared to Eurocode 3 is capable of capturing the case of elastic failure of built-up columns.

In the 5th chapter the analyses performed using finite element models are presented, including cases of both elastoplastic and elastic types of failure of built-up columns. For each type of failure, five models are analyzed making use of the finite element software Adina. Initially a linearized buckling analysis is done for obtaining the shapes of the buckling modes of the built-up column, which will be used for inserting initial imperfections. Afterwards, non-linear collapse analysis with initial imperfection is done for both elastic and plastic material. The presentation of the results and their comprehensive graphic interpretation consists the final part of this chapter.

The 6th chapter includes the results obtained with the three different methods for elastic and elastoplastic failure, discussion of the results and suggestions for optimal design of built-up columns.