



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

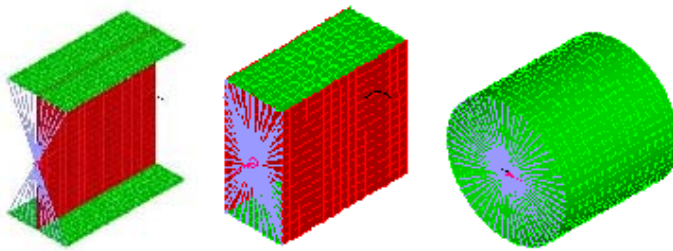
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Διπλωματική εργασία

**<<ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ, ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΗ
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΛΑΣΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ
ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΥΠΟ ΑΠΛΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΕΣ
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ>>**



Αντιγόνη Κοψιδά

Επιβλέπων: Χάρης Ι. Γαντές, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ 2008



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ, ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΛΑΣΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΥΠΟ ΑΠΛΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ

Διπλωματική εργασία

Της Αντιγόνης Κοψιδά

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται η ελαστοπλαστική συμπεριφορά μεταλλικών διατομών με αναλυτικές και αριθμητικές μεθόδους. Τα αποτελέσματα των δύο αυτών τύπων αναλύσεων συγκρίνονται με τις αντίστοιχες κανονιστικές διατάξεις. Οι διατομές αναλύονται σε απλή κάμψη αλλά και σε σύνθετες καταπονήσεις. Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μια γενική περιγραφή του σκοπού της εργασίας ενώ στο 2^ο κεφάλαιο παρατίθενται τρία βασικά προσομοιώματα συμπεριφοράς του υλικού.

Στο 3^ο κεφάλαιο αναλύονται διατομές διπλού ταυ, κοίλου ορθογωνικού και κοίλου κυκλικού σχήματος σε απλή κάμψη. Η ανάλυση γίνεται με αναλυτικές μεθόδους, αλλά και με το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων Adina. Επιπλέον για τη διατομή διπλού ταυ χρησιμοποιείται το πρόγραμμα ανάλυσης διατομών x-tract. Ακόμα παρατίθενται οι σχέσεις που προτείνει ο Ευρωκώδικας 3 για απλή κάμψη. Στο 4^ο κεφάλαιο παρατίθεται ένα φύλλο υπολογισμού της αντοχής σε απλή κάμψη προτύπων και συγκολλητών διατομών. Ακόμη περιέχονται πίνακες κατηγορίας των προτύπων διατομών σε απλή κάμψη περί τους κύριους άξονες, διαγράμματα αντοχής σε απλή κάμψη προς το εμβαδό διατομής και πίνακες αντοχής σε απλή κάμψη.

Στο 5^ο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση των ίδιων τύπων διατομών για συνδυασμένη καταπόνηση σε καμπτική ροπή και εφελκυστική αξονική δύναμη. Από τις αναλυτικές σχέσεις προκύπτουν διαγράμματα αλληλεπίδρασης τα οποία συγκρίνονται με τα αντίστοιχα διαγράμματα αλληλεπίδρασης που προκύπτουν από την ανάλυση με το Adina και τα διαγράμματα που προτείνει ο Ευρωκώδικας 3. Επιπλέον γίνεται μια προσπάθεια συσχέτισης των αναλυτικών σχέσεων με τις σχέσεις του Ευρωκώδικα. Στο 6^ο κεφάλαιο παρατίθεται ένα φύλλο υπολογισμού της αντοχής σε κάμψη για συνδυασμένη καταπόνηση της διατομής σε καμπτική ροπή και εφελκυστική αξονική δύναμη. Ακόμη για τις πρότυπες διατομές παρουσιάζονται διαγράμματα αλληλεπίδρασης ροπής και εφελκυστικής αξονικής δύναμης καθώς και διαγράμματα αλληλεπίδρασης ροπής διαιρεμένης με το εμβαδό και εφελκυστικής αξονικής δύναμης διαιρεμένης με το εμβαδό.

Στο 7^ο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση των διατομών για καταπόνηση σε διαξονική κάμψη. Από τις αναλυτικές σχέσεις προκύπτουν διαγράμματα αλληλεπίδρασης τα οποία συγκρίνονται με τα αντίστοιχα διαγράμματα αλληλεπίδρασης που προκύπτουν από την ανάλυση με το Adina και τα διαγράμματα που προτείνει ο Ευρωκώδικας 3. Επιπρόσθετα γίνεται προσπάθεια συσχέτισης των αναλυτικών σχέσεων με τις αντίστοιχες σχέσεις που προτείνει ο Ευρωκώδικας 3. Το 8^ο κεφάλαιο περιέχει ένα φύλλο υπολογισμού της αντοχής των διατομών σε διαξονική κάμψη. Ακόμη για τις πρότυπες διατομές παρουσιάζονται τα διαγράμματα αλληλεπίδρασης ροπής περί τον ισχυρό άξονα και ροπής περί τον ασθενή άξονα και διαγράμματα αλληλεπίδρασης ροπής περί τον ισχυρό άξονα διαιρεμένης με το εμβαδό και ροπής περί τον ασθενή άξονα διαιρεμένης με το εμβαδό.



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

**ANALYTICAL, NUMERICAL AND CODE-BASED INVESTIGATION OF ELASTIC- PLASTIC
BEHAVIOR OF STEEL CROSS-SECTIONS UNDER SIMPLE AND COMBINED LOADING**

**Diploma Thesis
of Antigoni Kopsida**

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

ABSTRACT

In this thesis the elastic-plastic behavior of steel cross-sections is analyzed using analytical and numerical methods. The results of these two types of analysis are compared with those proposed by Eurocode 3. The cross-sections are analyzed in simple and combined loading.

In the 1st chapter there is a general description of the aim of the thesis. The 2nd chapter contains three main models simulating the material behavior.

In the 3rd chapter I sections, rectangular hollow sections and circular hollow sections are subjected to bending loading and analyzed with the finite element software Adina. Additionally for the I section the program of analysis of cross-sections x-tract is used. Furthermore, the Eurocode 3 specifications are mentioned. In the 4th chapter an excel spreadsheet was created for the calculation of resistance in simple bending of the above cross-sections. Also, there are tables of the category of cross sections for bending and diagrams of resistance in simple bending to the area of the cross sections.

In the 5th chapter steel cross sections are analyzed for combined loading of bending and axial force. The analytical relations result in interaction diagrams. These diagrams are compared with the interaction diagrams obtained with Adina and those proposed by Eurocode 3. In the 6th chapter an excel spreadsheet was created to calculate the resistance in bending when the cross-section is subjected to both bending and axial force. The chapter also contains interaction diagrams of bending and axial force as well as bending divided by the area of the cross-section and axial force divided by the area of the cross section.

In the 7th chapter steel cross sections are analyzed for loading of biaxial bending. The analytical relations result in interaction diagrams. These diagrams are compared with the ones obtained with Adina and those proposed by Eurocode 3. The 8th chapter contains an excel spreadsheet that calculates the resistance in biaxial bending. The chapter also contains interaction diagrams of biaxial bending and interaction diagrams of biaxial bending divided by the area of the cross-section.