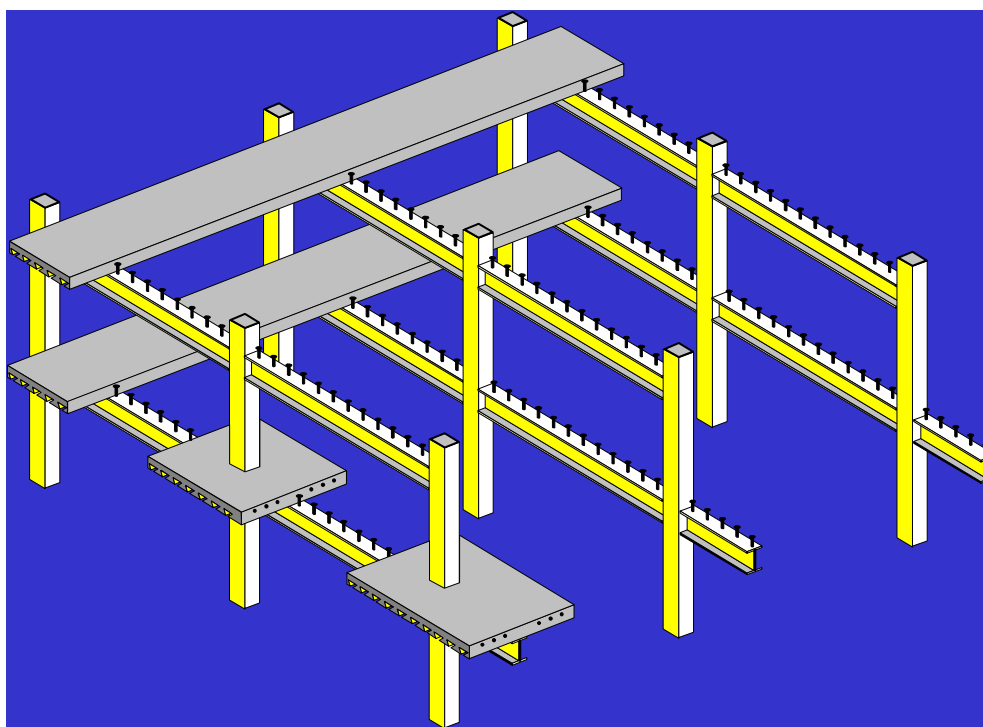


# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
“ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ”  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ EC4 ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΟΝ LRFD



Μεταπτυχιακή Εργασία

**Μαρία Μ. Βίλλη Μπίλλη**

Επιβλέπων

**Δρ. Χάρης Γαντές**

**Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

Αθήνα, Οκτώβριος 2003

# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
“ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ”  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΕΚ4 ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΟΝ LRFD

Μεταπτυχιακή εργασία  
Μαρία Μ. Βίλλη Μπίλλη  
Επιβλέπων  
Δρ. Χάρης Γαντές  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.  
Αθήνα, Οκτώβριος 2003

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ολοένα και αυξανόμενη χρήση σύμμεικτων δομικών στοιχείων στις κατασκευές Πολιτικού Μηχανικού αποτέλεσε το ερέθισμα για την εμβάθυνση στο σχεδιασμό τους. Με την παρούσα μεταπτυχιακή εργασία γίνεται μια προσπάθεια κατανόησης του Ευρωπαϊκού Κανονισμού ΕΚ4, όσον αφορά το σχεδιασμό σύμμεικτων δοκών και σύμμεικτων πλακών, καθώς και μια προσπάθεια «αξιολόγησης» της γενικότερης φιλοσοφίας του, μέσω σύγκρισης με τον αντίστοιχο Αμερικάνικο Κανονισμό LRFD. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται τα πλεονεκτήματα από τη χρήση σύμμεικτων δομικών στοιχείων στην κατασκευή, τα οποία και έχουν προκαλέσει την ταχύτατη διάδοση των σύμμεικτων κατασκευών διεθνώς.

Στο δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η θεωρία των σύμμεικτων διατομών αμφιέρειστων και συνεχών δοκών αντίστοιχα, βάσει του ΕΚ4, καθώς και τα διαγράμματα ροής διαστασιολόγησης σύμμεικτων δοκών από μεταλλική διατομή

τύπου I και πλάκα σκυροδέματος. Τα διαγράμματα ροής περιλαμβάνουν πλαστική διαστασιολόγηση υποστηριζόμενης ή μη σύμμεκτης διατομής. Επίσης, ελαστική διαστασιολόγηση υποστηριζόμενης ή μη σύμμεκτης διατομής, ή οποία χρησιμοποιείται σε κτίρια αποθήκευσης ή σε συνήθη κτίρια. Τέλος, υπολογίζονται ελαστικά και πλαστικά οι διατμητικοί σύνδεσμοι που απαιτούνται για πλήρη η μερική διατμητική σύνδεση.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη θεωρία των σύμμεκτων πλακών από χαλυβδόφυλλο, σκυρόδεμα και οπλισμό βάσει του ΕΚ4, καθώς και τα διαγράμματα ανάλυσης και διαστασιολόγησης σύμμεκτων πλακών. Τα διαγράμματα ροής περιλαμβάνουν ανάλυση και διαστασιολόγηση του χαλυβδόφυλλου στη φάση κατασκευής, υπό τα φορτία κατασκευής, στην οριακή κατάσταση αστοχίας και στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας. Επίσης, περιλαμβάνουν ανάλυση και διαστασιολόγηση της σύμμεκτης πλάκας στη φάση λειτουργίας, υπό τα μόνιμα και κινητά φορτία, στην οριακή κατάσταση αστοχίας και στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

Στο πέμπτο και έκτο κεφάλαιο γίνεται η σύγκριση του ΕΚ4 με τον LRFD για το σχεδιασμό σύμμεκτων διατομών αμφιέριστων και συνεχών δοκών και σύμμεκτων πλακών αντίστοιχα. Συγκρίνεται η μεθοδολογία διαστασιολόγησης, καθώς και οι απαιτήσεις και τα όρια που τίθενται από τους δύο κανονισμούς για κάθε περίπτωση.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρατίθενται τρεις εφαρμογές σύμμεκτων στοιχείων, μία σύμμεκτη διατομή αμφιέριστης δοκού, η ίδια σύμμεκτη διατομή αλλά για συνεχή δοκό και μία διατομή σύμμεκτης πλάκας, οι οποίες διαστασιολογούνται και με τους δύο κανονισμούς.

Στο όγδοο κεφάλαιο εξάγονται συμπεράσματα από τη σύγκριση των δύο κανονισμών και γίνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο των σύμμεκτων κατασκευών.

# **NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS**

## **INTERDISCIPLINARY POSTGRADUATE COURSE OF STUDIES**

**“STRUCTURAL DESIGN AND ANALYSIS OF STRUCTURES”**

**SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING**



## **DESIGN FLOWCHARTS OF COMPOSITE ELEMENTS BASED ON EC4 AND COMPARISON WITH LRFD**

Postgraduate Dissertation

Maria M. Villi Billi

Supervisor

Dr. Charis Gantes

Assistant Professor N.T.U.A.

Athens, October 2003

### **ABSTRACT**

The incentive to investigate the design of composite structures was their continuously increasing use in civil engineering works. The purpose of the present postgraduate dissertation was the comprehension of the European Code EC4, as far as the design of composite beams and composite plates are concerned, and also a critical evaluation of the general philosophy of EC4, through a comparison with the equivalent American Standard LRFD.

The first chapter presents the advantages of the use of composite elements in structures, which have caused the rapid spread of this technology all around the world.

The second and third chapter present the theory of composite sections for simply supported and continuous beams based on EC4, and the design flowcharts of composite beams made up of steel I sections and concrete slabs. The flowcharts take into account elastic or plastic stress distribution of a propped or unpropped, composite section. In addition, the flowcharts include the calculation of an elastic or plastic

distribution of shear connectors, which are demanded for full or partial shear connection.

The fourth chapter includes the theory of composite slabs with profiled steel sheeting based on EC4 and the design flowcharts of these composite slabs. The flowcharts include the analysis and design of the profiled steel sheeting during the construction, for the ultimate limit state and the serviceability limit state, under the construction loads and the wet concrete. Furthermore, they include the analysis and design of the composite section, during the service phase, for the ultimate limit state and the serviceability limit state, under the dead load and the live load of the structure.

The fifth and sixth chapters present the comparison between EC4 and LRFD, as far as the design of composite beams, (simply supported and continuous), and composite slabs, is concerned. Particularly, they focus on the comparison of the design method, which is used by the two codes and the difference in the demands and the limits, which are applied from each code, for each particular case of composite design.

The seventh chapter includes design examples of three different composite elements, one composite section of a simply supported beam, the same composite section but for a continuous beam and a composite slab with profiled steel sheeting. All composite elements are designed with both codes.

The eighth chapter summarizes the conclusions derived from the comparison of the results.