

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



ΜΙΑ ΝΕΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΨΗΛΑ ΚΤΙΡΙΑ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Δρ. Χ. ΓΑΝΤΕΣ -ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΓΚΙΩΝΗΣ Α. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ 1999

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



ΜΙΑ ΝΕΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΨΗΛΑ ΚΤΙΡΙΑ

Διπλωματική εργασία: Γκιώνης Α. Γεώργιος
Επιβλέπων: Δρ. Χάρης Γαντές, Λέκτορας Ε.Μ.Π.
Μάρτιος 1999

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την εργασία αυτή επιχειρήθηκε και επιτεύχθηκε η δημιουργία μίας νέας μεθόδου προμελέτης για τα υψηλά κτίρια η οποία έχει εφαρμογή για ένα πλήθος στατικών συστημάτων υψηλών κτιρίων και της οποίας τα αποτελέσματα προσεγγίζουν ικανοποιητικά την πραγματικότητα.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται μία αναφορά στις υψηλές κατασκευές παρουσιάζοντας κατ' αρχήν τη γένεση αλλά και την εξέλιξη των υψηλών κτιρίων στο πέρασμα της ιστορίας. Επίσης παρουσιάζονται θέματα όπως τα πιο συνήθη στατικά συστήματα των υψηλών κτιρίων, η συμπεριφορά και η προσομοίωση των υψηλών κατασκευών, τα είδη των κρίσιμων φορτίσεων, η σημασία των ελέγχων λειτουργικότητας. Έτσι ο αναγνώστης παίρνει μία σύντομη εικόνα των αρχών που διέπουν την ανάλυση και το σχεδιασμό των υψηλών κτιρίων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο έχουμε μία βιβλιογραφική αναφορά. Παρουσιάζεται αναλυτικά μία ήδη υπάρχουσα μέθοδος προμελέτης των υψηλών κατασκευών η οποία αναφέρεται σε στατικά συστήματα που αποτελούνται από πλαίσια με συνθήκες πάκτωσης στη θεμελίωση. Οι εμπνευστές και συγγραφείς της μεθόδου είναι οι Bryan Stafford Smith, M. Kuster και ο J.C.D. Hoenderkamp. Στην αρχή αναπτύσσεται η μέθοδος και παρατίθεται το απαιτούμενο τυπολόγιο. Κατόπιν παρουσιάζονται οκτώ

εφαρμογές της μεθόδου, για δράση μοναδιαίου ομοιόμορφα κατανεμημένου εγκάρσιου φορτίου. Παράλληλα, εκτελείται και η ακριβής ανάλυση των οκτώ αυτών περιπτώσεων με το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων Msc/Nastran 2.0 δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στον αναγνώστη να κρίνει και να συμπεράνει για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της μεθόδου.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσεται αναλυτικά η προτεινόμενη από εμάς μέθοδος προμελέτης που αποτελεί και το ουσιαστικό προϊόν αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η μέθοδος αυτή αναφέρεται σε πλαίσια τα οποία είναι θεμελιωμένα είτε με αρθρώσεις είτε με αρθρώσεις και πεδιλοδοκούς. Στη μέθοδο αυτή προσομοιάζουμε διάφορους τύπους υψηλών κατασκευών με κατακόρυφο πρόβολο της οικογένειας των δοκών Timoschenko. Μορφώνουμε τη διαφορική εξίσωση των μετακινήσεων για τον ισοδύναμο πρόβολο. Έπειτα με τη βοήθεια μητρωϊκής στατικής ανάλυσης που εφαρμόζεται μέσω λογισμικού συμβολικών αλγεβρικών μετασχηματισμών, βρίσκουμε τις ισοδύναμες ποσότητες διατμητικής και καμπτικής δυσκαμψίας, προκειμένου να συσχετίσουμε τις δυσκαμψίες των τύπων των υψηλών κατασκευών που έχουμε επιλέξει με τις δυσκαμψίες του ισοδύναμου προβόλου. Έτσι καταλήγουμε στο να δίνουμε αναλυτικές εκφράσεις για τις ισοδύναμες δυσκαμψίες των διαφόρων περιπτώσεων που εξετάζουμε καθώς και τύπους των λύσεων των διαφορικών εξισώσεων κίνησης για δράση ομοιόμορφα κατανεμημένου και τριγωνικά κατανεμημένου εγκάρσιου φορτίου. Κατόπιν, εκτελούμε οκτώ εφαρμογές, τις αντίστοιχες με αυτές του δευτέρου κεφαλαίου, για κάθε έναν από τους δύο τύπους θεμελίωσης για τους οποίους έχει ισχύ η μέθοδος. Επίσης παραθέτουμε στον αναγνώστη την επαλήθευση της αξιοπιστίας της μεθόδου παρουσιάζοντας τις αντίστοιχες επιλύσεις των εφαρμογών με το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων Msc/Nastran 2.0, και κάνοντας συγκρίσεις με αποδόσεις των αποτελεσμάτων σε διαγράμματα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε μία πρόταση για την προμελέτη πλαισίων πακτωμένων στο έδαφος. Η πρόταση αυτή, όπως φαίνεται και από τις εφαρμογές που ακολουθούν, έχει κάποιες ατέλειες, αλλά έχουμε την πεποίθηση ότι μπορεί να αποτελέσει ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον αντικείμενο για μελλοντική έρευνα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο εφαρμόζουμε κάποιες παραμετρικές αναλύσεις στην προσπάθεια να δείξουμε πως μεταβάλλονται οι οριζόντιες μετατοπίσεις τριών υψηλών κτιρίων όταν εμείς αλλάζουμε κάποιες από τις παραμέτρους σχεδιασμού.

Τέλος, στο παράρτημα παραθέτουμε τον αναλυτικό προγραμματισμό της διαδικασίας που ακολουθήθηκε, κάνοντας χρήση του προγράμματος Mathematica 3.0 και παρέχοντας όλες τις απαραίτητες επεξηγήσεις για την κατανόηση του.

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
DIVISION OF STRUCTURAL ENGINEERING
Laboratory of Steel Structures



A NEW METHOD FOR THE PRELIMINARY DESIGN
OF HIGH-RISE BUILDINGS

Diploma thesis of George An. Gionis
Supervisor: Dr. Charis Gantes, Lecturer
Athens, March 1999

ABSTRACT

In the present thesis, the development of a new method for the preliminary design of tall buildings is presented. This method may be used for various structural systems of tall buildings and approximates the lateral displacement with satisfactory accuracy.

The first chapter consists of a general presentation of high-rise buildings. Emphasis is placed on the most usual structural systems, the behavior and the models used for analysis of high-rise buildings, the most critical loading cases, the importance of satisfying the serviceability criteria.

In the second chapter, a detailed literature review is presented. We present an already existing method for the preliminary analysis of tall buildings with structural systems consisting of rigid or braced frames clamped at the supports. This method was proposed by B. Stafford Smith, M. Kuster και ο J.C.D. Hoenderkamp. Firstly we present the theoretical background on which this method was based. The chapter also incorporates eight numerical applications in which a uniformly distributed load is acted upon the structures. We then proceed to the same eight numerical applications

by using the finite element software Msc/Nastran 2.0, allowing us to make conclusions concerning the reliability of the method.

In the third chapter we develop the new method for the preliminary design of tall buildings which is the actual product of this diploma thesis. This method concerns rigid and braced frames which are founded with pinned supports optionally connected by connecting beams. The method is based on transforming the properties of various tall building structures to stiffness equivalent vertical cantilevers which belong to the Timoschenko beam family. We then present the solution of the differential equation for the deflections of the equivalent cantilever subjected to uniform and triangular distributed loads. Based on the theory of matrix structural analysis and by using the software Mathematica 3.0, the equivalent bending and shear rigidities are calculated in order to achieve the stiffness equivalence between the structures and the equivalent cantilevers. Thus, approximate analytical expressions are presented which lead to the calculation of equivalent stiffness properties for various structural systems of high-rise buildings. We then proceed to the same eight numerical applications which we presented in the second chapter by using this new method. The chapter also incorporates these eight numerical applications, solved by the finite element software Msc/Nastran 2.0, allowing us to draw conclusions concerning the reliability of this method.

In the fourth chapter we present a suggested extension of this methodology for the preliminary design of frames founded with fixed supports. This approach has various imperfections. However, we believe that this subject is interesting for future research.

In the fifth chapter, a series of parametric studies is presented by changing some of the design parameters in order to observe the deflection behavior of three structural systems.

Finally, there is an appendix where the use of the software Mathematica 3.0 is presented in detail.