



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Κατασκευών»

Τομέας Δομοστατικής - Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Μεταπτυχιακή Εργασία

**ΦΟΡΤΙΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ**



Ανδρέας Μπέντας, Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π

Επιβλέπων : Καθ. Ε.Μ.Π Δρ. Χάρης Γαντές

ΑΘΗΝΑ 2014

ΕΜΚ ΜΕ 2014 1



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Κατασκευών»
Τομέας Δομοστατικής - Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Μεταπτυχιακή Εργασία Ανδρέα Μπέντα - ΕΜΚ ΜΕ 2014 1

ΦΟΡΤΙΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Επιβλέπων : Καθ. Ε.Μ.Π. Δρ. Χάρης Γαντές

Ιανουάριος 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή τη μεταπτυχιακή εργασία γίνεται μια προσπάθεια διερεύνησης της συμπεριφοράς των θαλασσιών ανεμογεννητριών μέσα από τον καθορισμό των φορτίων που ασκούνται σε αυτές τις κατασκευές. Σκοπός της εργασίας είναι μέσα από μια σειρά παραμετρικών επιλύσεων να διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των θαλάσσιων ανεμογεννητριών καθώς και η βαρύτητα τους. Μεταβάλλοντας παραμέτρους που αφορούν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του φορέα, τον τρόπο προσομοίωσης του εδάφους αλλά και τη φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελιώσεως προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για τις εντατικές καταπονήσεις και τις παραμορφώσεις της θαλάσσιας ανεμογεννήτριας.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια αναφορά στους διάφορους τύπους φορέων των θαλάσσιων ανεμογεννητριών. Εξηγούνται τα βασικά μέρη της ανεμογεννήτριας και περιγράφεται ο τρόπος περιστροφής των πτερυγίων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφεται η διαδικασία υπολογισμού του υδροδυναμικού φορτίου που ασκείται στη κατασκευή. Πραγματοποιούνται μια σειρά από παραμετρικές επιλύσεις μέσα από τις οποίες διερευνάται ο ρόλος της κάθε παραμέτρου στο υδροδυναμικό φορτίο της ανεμογεννήτριας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφεται η διαδικασία προσομοίωσης του εδάφους θεμελιώσεως της ανεμογεννήτριας μέσω ελατηρίων. Πραγματοποιούνται μια σειρά από παραμετρικές επιλύσεις μέσα από τις οποίες διερευνάται ο ρόλος της κάθε παραμέτρου στη δυσκαμψία των ελατηρίων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, περιγράφεται η διαδικασία υπολογισμού του αεροδυναμικού φορτίου που ασκείται κατά μήκος του πυλώνα της ανεμογεννήτριας. Καθορίζονται επίσης και τα χαρακτηριστικά της συνολικής φόρτισης της κατασκευής στην οριακή κατάσταση αστοχίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη δοκιμή στατικής ανάλυσης της θαλάσσιας ανεμογεννήτριας. Πραγματοποιούνται επίσης μια σειρά παραμετρικών στατικών επιλύσεων όπου μεταβάλλονται διάφορες παράμετροι της κατασκευής και προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για τη συμπεριφορά της ανεμογεννήτριας.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη δοκιμή δυναμικής ανάλυσης της θαλάσσιας ανεμογεννήτριας. Πραγματοποιούνται επίσης μια σειρά παραμετρικών δυναμικών επιλύσεων όπου μεταβάλλονται διάφορες παράμετροι της κατασκευής και προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για τη συμπεριφορά της ανεμογεννήτριας.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της μεταπτυχιακής εργασίας.



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
POSTGRADUATE COURSE OF STUDIES
«Analysis and Design of Earthquake Resistant Structures»
Division of Structural Engineering - Laboratory of Steel Structures

Postgraduate Thesis by Andreas Bentas - MSL PT 2014 1

LOADS, ANALYSIS, BEHAVIOR AND STRUCTURAL DESIGN OF OFFSHORE WIND TURBINES

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

January 2014

ABSTRACT

In this postgraduate thesis is attempted the investigation of the behavior of offshore wind turbines through the determination of loads exerted on such structures. The aim of the thesis is to be investigated the factors that affect the behavior of offshore wind turbines and their severities through a series of parametric solutions. Interesting conclusions about the stresses and strains of the offshore wind turbine was received by varying parameters of the structure such as geometry, simulation of the soil and the bearing capacity of the foundation.

The first chapter is referred to the types of offshore wind turbines. Furthermore, it is explained the basic parts of the wind turbine and it is described the rotation of the blades.

In the second chapter it is described the calculation process of the hydrodynamic load that exerts on the structure. A series of parametric solutions is conducted, trying to investigate the role of each parameter to the hydrodynamic load of the structure.

In the third chapter it is described the simulation process of the soil through linear and non-linear springs. A series of parametric solutions is conducted, trying to investigate the role of each parameter in the stiffness of the springs.

In the fourth chapter it is described the calculation process of the aerodynamic load that exerts along the tower of the wind turbine. Furthermore, the characteristics of the overall load of the structure are determined in its ultimate limit state.

In the fifth chapter it is presented a comprehensive static analysis of the offshore wind turbine. It is also performed a series of parametric static analysis where while changing parameters of the structure, useful conclusions were received about the behavior of the wind turbine.

In the sixth chapter it is presented a comprehensive dynamic analysis of the offshore wind turbine. It is also performed a series of parametric dynamic analysis where while changing parameters of the structure, useful conclusions were received about the behavior of the wind turbine.

In the seventh chapter it is presented the conclusions of the postgraduate thesis.