



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Προκαταρκτικός Σχεδιασμός Μονοπάσσαλης Θαλάσσιας Ανεμογεννήτριας



Νίκος Κουκουλάς

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

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

ΕΜΚ2014/29

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΜΚ ΔΕ 2014/29

Προκαταρκτικός σχεδιασμός μονοπάσσαλης θαλάσσιας ανεμογεννήτριας

Νίκος Ι. Κουκουλάς

Επιβλέπων: Χάρης Ι. Γαντές.

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρείται αφενός να καταγραφούν τα βασικά στοιχεία της διεθνούς πρακτικής που ακολουθείται για το σχεδιασμό μονοπάσσαλων θαλάσσιων ανεμογεννητριών, κυρίως μέσω αναφορών σε διεθνείς κανονισμούς και τεύχη με κατευθυντήριες οδηγίες, και αφετέρου να μελετηθεί σε επίπεδο προκαταρκτικού σχεδιασμού μια πρότυπη μονοπάσσαλη θαλάσσια ανεμογεννήτρια με δεδομένα που αφορούν τον ελλαδικό χώρο.

Στο πρώτο κεφάλαιο, καταγράφονται ιστορικά και κοινωνικοοικονομικά στοιχεία όσον αφορά την υπεράκτια αιολική ενέργεια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στους διάφορους τύπους θαλάσσιων ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται διεθνώς και στα εγγενή πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους, καταλήγοντας έτσι σε βασικά κριτήρια επιλογής του δομικού τους συστήματος. Περιγράφεται επίσης ο τρόπος λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας και γίνεται σύγκριση υπεράκτιας και χερσαίας αιολικής ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφονται αναλυτικά η διαδικασία και οι βασικές αρχές σχεδιασμού θαλάσσιων ανεμογεννητριών, σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα. Επίσης, αναφέρεται συνοπτικά ο τρόπος υπολογισμού των αεροδυναμικών και υδροδυναμικών φορτίων που καταπονούν τις θαλάσσιες ανεμογεννήτριες, το οποίο αποτελεί ένα μεγάλο κεφάλαιο κατά τον σχεδιασμό τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η πορεία υπολογισμού της αντοχής των κατασκευαστικών μερών της ανεμογεννήτριας στην οριακή κατάσταση αστοχίας με την μέθοδο των τάσεων, όπως προβλέπεται στον Ευρωκώδικα 3.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, περιγράφεται η συμπεριφορά του συστήματος πασσάλου-εδάφους και η πορεία υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας του.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται τελικά ο προκαταρκτικός σχεδιασμός μιας πρότυπης μονοπάσσαλης θαλάσσιας ανεμογεννήτριας με βάση τις παραπάνω αναφορές, η οποία προσομοιώνεται με χρήση του ελεύθερου λογισμικού FAST από το εργαστήριο NREL των ΗΠΑ και του προγράμματος πεπερασμένων στοιχείων ADINA.

Στο έβδομο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας.

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STEEL STRUCTURES



DIPLOMA THESIS
EMK ΔΕ 2014/29

Preliminary design of a monopile offshore wind turbine

Nikos I. Koukoulas

supervised by Charis J. Gantes

Abstract

In this dissertation it is first attempted to summarize the fundamental aspects of the international practice on the design of offshore monopile wind turbines as prescribed by international standards and guidelines, and then to present a case study for the design of an offshore wind turbine for Greek sea conditions.

In the first chapter some historical, social and financial data about offshore wind energy are reported.

In the second chapter, the different types of offshore wind turbines and their fundamental parts are presented, with reference to their advantages and disadvantages, in order to outline selection criteria for each structural type. Also, the wind turbines' function is described and a comparison between offshore and onshore wind energy is carried out.

In the third chapter, the basic principles and methodology of offshore wind turbines' design are described, according to international standards. Moreover, the calculation of wind and wave loads acting on offshore wind turbines is briefly presented.

In the fourth chapter, the methodology for calculation of strength and stability capacity of structural members is determined in the ultimate limit state as defined in Eurocode 3.

In the fifth chapter, pile-soil interaction is discussed and the steps for calculating the capacity of the turbine's foundation are described.

In the sixth chapter, the preliminary design of a monopile offshore wind turbine is carried out based on the above. The structure is modeled in public domain software FAST provided by NREL Laboratory in the United States, and in finite element software ADINA.

In the seventh chapter the conclusions of this thesis are briefly outlined.