

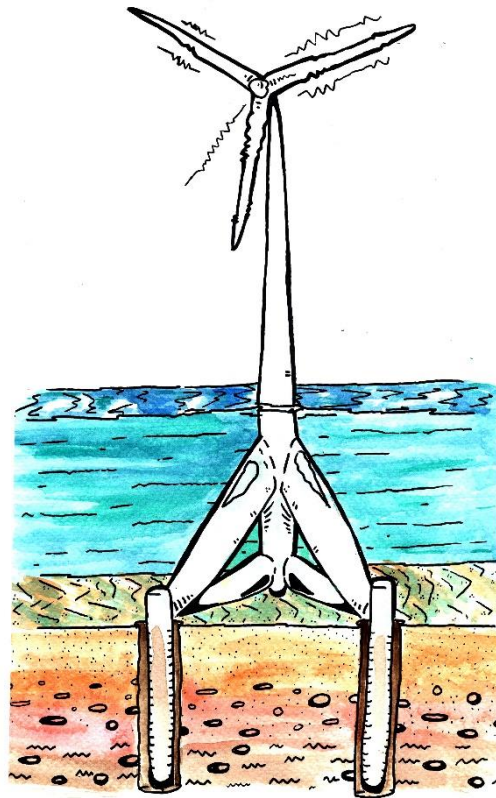


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Προκαταρκτικός Σχεδιασμός Τρίποδης Θαλάσσιας Ανεμογεννήτριας



Διπλωματική Εργασία
Δημοσθένη Μπάρμπα

ΕΜΚ ΔΕ 2015 17

Επιβλέπων: Χάρης Γαντές, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2015

Copyright © Δημοσθένης Μπάρμπας, 2015
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση σε αρχείο πληροφοριών, διανομή, αναπαραγωγή, μετάφραση ή μετάδοση της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό, υπό οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο επικοινωνίας, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, χωρίς την προηγούμενη έγγραφη άδεια του συγγραφέα. Επιτρέπεται η αναπαραγωγή, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Copyright © Dimosthenis Barmpas, 2015
All Rights Reserved

Neither the whole nor any part of this diploma thesis may be copied, stored in a retrieval system, distributed, reproduced, translated, or transmitted for commercial purposes, in any form or by any means now or hereafter known, electronic or mechanical, without the written permission from the author. Reproducing, storing and distributing this thesis for non-profitable, educational or research purposes is allowed, without prejudice to reference to its source and to inclusion of the present text. Any queries in relation to the use of the present thesis for commercial purposes must be addressed to its author.

Approval of this diploma thesis by the School of Civil Engineering of the National Technical University of Athens (NTUA) does not constitute in any way an acceptance of the views of the author contained herein by the said academic organisation (L. 5343/1932, art. 202).

Δημοσθένης Μπάρμπας (2015)
Προκαταρκτικός Σχεδιασμός Τρίποδης Θαλάσσιας Ανεμογεννήτριας
2015 17
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Δημοσθένης Μπάρμπας (2015)
Diploma Thesis EMK ΔΕ 2015 17
Preliminary Design of a Tripod-Type Offshore Wind Turbine
Institute of Steel Structures, National Technical University of Athens, Greece

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς τον καθηγητή μου κ. Χάρη Γαντέ, που μου έδωσε τη δυνατότητα να συνεργαστώ μαζί του. Η συμβολή του στην εκπόνηση αυτή της διπλωματικής ήταν απαραίτητη και απολύτως σημαντική, δίνοντας λύσεις και καθοδηγώντας κάθε στιγμή που χρειαζόμουν τη βοήθειά του. Ο χαρακτήρας, οι άριτες επιστημονικές γνώσεις και η οξυδέρκεια του αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης και δημιουργίας.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω θερμά την πολιτικό μηχανικό Γεωργία Μαργαρίτη που ήταν δίπλα μου καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Η οργανωτικότητά της και η καλή της διάθεση έδωσαν ένα ήρεμο και ευχάριστο χαρακτήρα στην εκπόνηση και τη συγγραφή της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους φίλους μου και όλα τα άτομα που ήταν κοντά μου που με τροφοδοτούσαν με ενέργεια και ευχάριστες στιγμές καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΜΚ ΔΕ 2015 17

Προκαταρκτικός Σχεδιασμός Τρίποδης Θαλάσσιας Ανεμογεννήτριας Δημοσθένης Μπάρμπας

Επιβλέπων: Χάρης Γαντές, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής ΕΜΠ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την προκαταρκτική μελέτη σχεδιασμού μιας πρότυπης θαλάσσιας ανεμογεννήτριας εδραζόμενη σε τρίποδο με δεδομένα που αφορούν τον ελλαδικό χώρο. Ταυτόχρονα παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία της διεθνούς πρακτικής που ακολουθείται για το σχεδιασμό θαλάσσιων ανεμογεννητριών εδραζόμενων σε τρίποδο, κυρίως μέσω αναφορών σε διεθνείς κανονισμούς και τεύχη με κατευθυντήριες οδηγίες.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται κοινωνικοοικονομικά στοιχεία για την εξέλιξη και τη χρήση της αιολικής ενέργειας, με γνώμονα τόσο τις χερσαίες όσο και τις θαλάσσιες ανεμογεννήτριες.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους διάφορους τύπους θαλάσσιων ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως παραθέτοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε είδους. Επίσης αναλύεται το λειτουργικό σύστημα των ανεμογεννητριών, ενώ παράλληλα γίνεται σύγκριση υπεράκτιας και θαλάσσιας αιολικής ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται οι αρχές σχεδιασμού μιας υπεράκτιας ανεμογεννήτριας με βάση τους διεθνείς κανονισμούς. Ακόμη γίνεται αναλυτική παρουσίαση της διαδικασίας υπολογισμού των φορτίσεων για τις οποίες πρέπει να μελετηθεί η ανεμογεννήτρια.

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 αναλύεται η πορεία υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας του εδάφους. Επίσης γίνεται αναφορά στους τρόπους έμπηξης του πασσάλου αλλά και στη διαδικασία εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας. Ενώ τέλος γίνεται διερεύνηση για την επίδραση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των πασσάλων πάνω στην φέρουσα ικανότητα έναντι ολίσθησης.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται ο προκαταρκτικός σχεδιασμός μιας πρότυπης θαλάσσιας ανεμογεννήτριας εδραζόμενη σε τρίποδο με βάση τις παραπάνω αναφορές, η οποία προσομοιώνεται με χρήση του ελεύθερου λογισμικού FAST από το εργαστήριο NREL των ΗΠΑ και των προγραμμάτων πεπερασμένων στοιχείων SAP2000 και ADINA.

Στο έβδομο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας.



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

DIPLOMA THESIS
EMK ΔΕ 2015 17

Preliminary Design of a Tripod-Type Offshore Wind Turbine
Dimosthenis Barmpas

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

The objective of this dissertation is on the one hand to summarize the fundamental aspects of the international practice on the design of offshore wind turbines based on a tripod as prescribed by international standards and guidelines, and on the other hand to present a case study for the design of an offshore wind turbine for Greek sea conditions.

In the first chapter some social and economical aspects about the evolution and the usage of wind energy and wind turbines in general are presented.

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 developed.

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. A description of the construction procedure, positioning and installation of the tripod, is also presented.

In the sixth chapter, the preliminary design of an offshore wind turbine based on a tripod is carried out according to the above. The structure is modelled in public domain software FAST provided by NREL Laboratory in the United States, and in finite element software SAP2000 and ADINA.

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