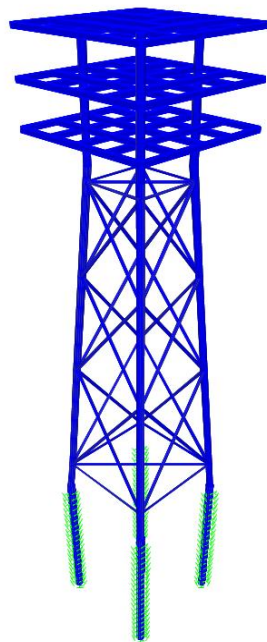




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
Νεκτάριος Χνάρης

ΕΜΚ ΔΕ 2019/7

Επιβλέπων: Καθηγητής Χάρης Γαντές

Αθήνα, Ιούνιος 2019

Copyright © Νεκτάριος Χνάρης, 2019
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 μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Copyright © Nektarios Chnaris, 2019
All Rights Reserved

Neither the whole nor any part of this postgraduate 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).

Νεκτάριος Χνάρης (2019)
Σχεδιασμός Θαλάσσιας Μεταλλικής Πλατφόρμας
Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία ΕΜΚ ΔΕ 2019/7
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Nektarios Chnaris (2019)
Postgraduate Diploma Thesis ΕΜΚ ΔΕ 2019/7
Design of Offshore Steel Jacket Platform
Institute of Steel Structures, National Technical University of Athens, Greece

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τον επιβλέποντα της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας τον κ. Χάρη Γαντέ, Καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για την πολύτιμη βοήθεια και τις χρήσιμες συμβουλές που προσέφερε αλλά και την επιστημονική καθοδήγηση και στήριξη που παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, συστατικά στοιχεία που συνεισέφεραν τα μέγιστα για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Παύλο Θανόπουλο, Λέκτορα της σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις αξιόλογες επισημάνσεις και συμβουλές αλλά και τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε με το επιστημονικό ενδιαφέρον του για τη μελέτη αυτή, τα οποία συνέβαλαν καθοριστικά στην εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ, το οφείλω στην οικογένειά μου για τη συνεχή ηθική, πνευματική και υλική υποστήριξη και συμπαράσταση που παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς και την υπομονή και τη στήριξή της, αποτελώντας το σημαντικότερο αρωγό στην εκπαιδευτική μου πορεία στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Στην οικογένειά μου



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΜΚ ΔΕ 2019/7

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ

Νεκτάριος Χνάρης

Επιβλέπων: Καθηγητής Χάρης Γαντές
Ιούνιος 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός, η ανάλυση και η διαστασιολόγηση μίας θαλάσσιας μεταλλικής πλατφόρμας τύπου Jacket, τόσο σε δομοστατικούς όσο και σε εδαφοτεχνικούς ελέγχους. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς και της λειτουργίας των θαλάσσιων μεταλλικών πλατφορμών, μέσα από τον καθορισμό των φορτίων που ασκούνται σε αυτές τις κατασκευές.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια αναφορά στους διάφορους τύπους φορέων των θαλάσσιων κατασκευών, κατατάσσοντας τις σε δύο κατηγορίες-τις παράκτιες και τις υπεράκτιες κατασκευές- ανάλογα με την τοποθεσία στην οποία βρίσκονται. Εξηγούνται τα βασικά μέρη της θαλάσσιας μεταλλικής πλατφόρμας τύπου jacket και περιγράφονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του φορέα.

Η διαδικασία υπολογισμού των υδροδυναμικών φορτίων, που ασκούνται στην κατασκευή, περιγράφεται στο δεύτερο κεφάλαιο. Γίνεται αναφορά στους ανεμογενείς κυματισμούς και στην επίδραση των κυματισμών από το βάθος του πυθμένα της θάλασσας. Αναλύεται επίσης η επιλογή της θεωρίας κυματισμού ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κύματος σχεδιασμού και το βάθος του πυθμένα.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός της θαλάσσιας μεταλλικής κατασκευής. Έπειτα, η πραγματική κατασκευή προσομοιώνεται με τη χρήση πεπερασμένων στοιχείων στο λογισμικό στατικής ανάλυσης SAP2000. Ακολουθεί η προσομοίωση του εδάφους μέσω γραμμικών ελατηρίων για την απεικόνιση των εδαφικών συνθηκών και γίνεται αναφορά στα υλικά, στις διατομές των μελών της κατασκευής και στο πλαίσιο των κανονισμών που χρησιμοποιούνται.

Ο προσδιορισμός των φορτίων, που ασκούνται στην κατασκευή, πραγματοποιείται στο τέταρτο κεφάλαιο. Ουσιαστικά, αναφέρονται τα μόνιμα φορτία που λαμβάνονται υπόψιν στο σχεδιασμό της κατασκευής αλλά και τα διάφορα κινητά φορτία, όπως ο εξοπλισμός και τα μηχανήματα, ο άνεμος και οι κυματισμοί, τα οποία υπολογίζονται κατά τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 1. Επίσης, προσδιορίζονται τα σεισμικά φορτία που ασκούνται στην κατασκευή, αφού προηγουμένως έχει οριστεί η ζώνη

σεισμικής επικινδυνότητας για την περιοχή του Αιγαίου πελάγους, όπου οριοθετείται η κατασκευή αλλά και ο συντελεστής σπουδαιότητας της κατασκευής.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι αναλύσεις που πραγματοποιούνται στην κατασκευή. Αυτές είναι ελαστικές στατικές αναλύσεις υπό τη δράση των κατακόρυφων φορτίων, των κυματισμών και των φορτίων του ανέμου. Επίσης, πραγματοποιείται ιδιομορφική ανάλυση για να προκύψουν οι ιδιοπερίοδοι ταλάντωσης της κατασκευής και δυναμική φασματική ανάλυση κατά τον Ευρωκώδικα 8 για τη διαστασιολόγηση της κατασκευής. Η πραγματοποίηση της γραμμικής ανάλυσης λυγισμού αφορά την πιθανή επίδραση των φαινομένων δευτέρας τάξεως στην κατασκευή.

Η διαστασιολόγηση των μελών της κατασκευής πραγματοποιείται κατά τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 στο έκτο κεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα, ελέγχονται τα υποστυλώματα και οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας του Jacket και οι δοκοί των καταστρωμάτων σε οριακή κατάσταση αστοχίας, ενώ τα καταστρώματα και οι δοκοί τους ελέγχονται έναντι οριακής κατάστασης λειτουργικότητας.

Το έβδομο κεφάλαιο αποτελεί το κεφάλαιο των συνδέσεων. Παρατίθενται χαρακτηριστικές συνδέσεις μεταξύ των μελών της κατασκευής. Μερικές χαρακτηριστικές συνδέσεις, που ελέγχονται κατά τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 είναι η σύνδεση των υποστυλωμάτων με τους χιαστί συνδέσμους τόσο στην κορυφή όσο και στη βάση του jacket και η σύνδεση στο μέσον των χιαστί συνδέσμων. Επιπλέον, οι συνδέσεις μεταξύ δοκού και υποστυλώματος αλλά και δύο δοκών ολοκληρώνουν το κεφάλαιο αυτό.

Στο όγδοο κεφάλαιο, περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του εδάφους, που λαμβάνεται υπόψιν για το γεωτεχνικό σχεδιασμό και υπολογίζονται ο οριζόντιος δείκτης εδάφους και η δυσκαμψία των ελατηρίων με σκοπό την εξαγωγή των καμπύλων "p-γ" των πασσάλων για διάφορα βάθη κάτω από την επιφάνεια του πυθμένα. Επίσης, πραγματοποιείται ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητας των πασσάλων έναντι κατακόρυφων και οριζόντιων φορτίων κατά τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 7 και ελέγχονται οι μεταλλικοί πάσσαλοι σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3.

Η μεταπτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται με το ένατο κεφάλαιο, στο οποίο συνοψίζονται τα συμπεράσματα της εργασίας αυτής.



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

POSTGRADUATE DIPLOMA THESIS
EMK ΔΕ 2019/7

DESIGN OF OFFSHORE STEEL JACKET PLATFORM

Nektarios Chnaris

Supervisor: Professor Charis Gantes
June 2019

ABSTRACT

The subject of this postgraduate diploma thesis is the design, analysis and dimensioning of an offshore steel jacket platform, both in structural and in geotechnical tests. The aim of the thesis is to investigate the behaviour and operation of marine steel platforms, by determining the loads exerted on these structures.

In the first chapter, a reference is made to the various types of marine structures, classifying them in two categories-coastal and offshore constructions- according to the location in which they are located. The key parts of the offshore steel jacket platform are explained and the factors that influence the carrier selection are described.

The procedure for calculating the hydrodynamic loads, which are carried out in the construction, is described in the second chapter. Reference is made to wind turbulence and the effects of waves from the depth of the sea bed. The selection of the wave theory is also analyzed according to the design wave characteristics and depth of the bottom.

In the third chapter, the architectural design of the marine steel structure is presented. Then, the actual construction is simulated by the use of finite elements in SAP2000 static analysis software. The simulation of the soil through linear springs is followed for the visualization of the soil conditions and reference is made to the materials, cross-sections of the members of the structure and to the regulations that are used.

The determination of the loads involved in the construction is carried out in the fourth chapter. In fact, the permanent loads taken into account in the design of the construction, as well as the various movable loads, such as equipment and machinery, wind and waves, are calculated according to the provisions of Eurocode 1. Also, the seismic loads, exerted on the structure, are determined after the defining of the seismic zone for the Aegean Sea area, where the construction is located, and the factor of importance of the construction.

In chapter five, the analyzes made in the construction are presented. These are elastic static analyzes under the action of vertical loads, waves and wind loads. Furthermore, a modal analysis is performed to produce the oscillation periods of the structure and the dynamic response spectrum analysis is

carried out for the dimensioning of the structure according to Eurocode 8. The applying of the linear buckling analysis concerns the possible effect of the second order phenomena on the construction.

The dimensioning of the members of the structure is carried out in accordance with the provisions of Eurocode 3 in the sixth chapter. In particular, the Jacket's legs and the vertical braces as well as the deck's beams are checked in the ultimate limit state, while the decks and their beams are also checked against the serviceability limit state.

Seventh chapter is the chapter of connections. Typical connections are made between the members of the structure. Some typical connections, checked by the provisions of Eurocode 3, are the joint of the columns with the vertical and horizontal braces at the top and bottom of the jacket and the connection at the middle of the cross-links. In addition, the joints between a beam and a column and two beams complete this chapter.

In the eighth chapter, it is described the soil characteristics taken into consideration for the geotechnical design and calculated the horizontal soil index and the stiffness of the springs in order to be extracted the "p-y" curves of the piles for different depths below the surface of the sea bed. Also, the check of the piles' load bearing capacity against vertical and horizontal loads is carried out in accordance with the provisions of Eurocode 7 and the steel piles are checked in accordance with Eurocode 3.

The postgraduate thesis ends with the ninth chapter, in which the conclusions of this thesis are summarized.