



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΤΩΝ



Διπλωματική Εργασία
Κλειώ Σαμπατακάκη

ΕΜΚ ΔΕ 2015 37

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

Αθήνα, Οκτώβριος 2015

Copyright © Κλειώ Σαμπατακάκη, 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 της συγγραφέως. 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 την συγγραφέα.

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

Copyright © Kleio Sampatakaki, 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).

Κλειώ Σαμπατακάκη (2015)
Ειδικά Θέματα Σχεδιασμού Θαλάσσιων Μεταλλικών Προβλητών
Διπλωματική Εργασία ΕΜΚ ΔΕ 2015 37
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Kleio Sampatakaki (2015)
Diploma Thesis ΕΜΚ ΔΕ 2015 37
Special Design Topics in Marine Steel jetties
Institute of Steel Structures, National Technical University of Athens, Greece

Ευχαριστίες

Θα ήθελα από καρδιάς να ευχαριστήσω το σύνολο των ανθρώπων εκείνων που με βοήθησαν με οποιονδήποτε τρόπο κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας, η οποία αποτελεί και τον επίλογο στον προπτυχιακό κύκλο των σπουδών μου.

Πρώτα και κύρια, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον αξιότιμο καθηγητή μου, κο Χάρη Γαντέ, ο οποίος δέχτηκε να συνεργαστεί μαζί μου στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας. Είμαι ευγνώμων για το χρόνο που μου αφιέρωσε κατά τη διάρκεια αυτών των μηνών και για την πολύτιμη βοήθεια και συμβολή του σε θέματα που ανέκυψαν σχετικά με την εργασία. Όμως, ακόμη περισσότερο τον ευχαριστώ για την υποστήριξη και καθοδήγηση που επέδειξε συνολικά προς το πρόσωπό μου.

Σημαντική και άμεση ήταν και η βοήθεια που ανά πάσα στιγμή μου παρείχε ο Βασίλης Μελισσιανός σχετικά με το πρόγραμμα ADINA και την προσομοίωση των φορέων σε αυτό.

Τέλος, θερμές ευχαριστίες οφείλω σε όλους εκείνους που δε συνέβαλαν έμπρακτα σε αυτήν την εργασία, αλλά είναι πάντοτε δίπλα μου, πιστεύουν σε μένα και με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΜΚ ΔΕ 2015 37

Ειδικά Θέματα Σχεδιασμού Θαλάσσιων Μεταλλικών Προβλητών

Κλειώ Σαμπατακάκη

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τις θαλάσσιες μεταλλικές προβλήτες, οι οποίες αποτελούν ειδική κατηγορία των λιμενικών έργων. Σκοπός, λοιπόν, είναι ο προσδιορισμός της γενικότερης συμπεριφοράς αυτών των κατασκευών, όταν υποβάλλονται σε κατακόρυφη και οριζόντια φόρτιση ταυτόχρονα. Η μελέτη ξεκινά από την κατασκευή ως σύνολο και σταδιακά επικεντρώνεται σε ειδικά θέματα που απασχολούν κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή, όπως παρουσιάζεται και παρακάτω.

Το πρώτο κεφάλαιο είναι κυρίως εισαγωγικό και αποτελεί μία συνοπτική ιστορική αναδρομή των μεταλλικών έργων θαλάσσης που προέκυψαν από την ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη για αξιοποίηση του ορυκτού πλούτου μέσα στο βυθό της θάλασσας. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε και έναυσμα για την αλματώδη ανάπτυξη και δημιουργία κατασκευών ικανών να λειτουργούν σε διαρκώς μεγαλύτερα βάθη. Έτσι, ο αναγνώστης εγκλιματίζεται στο θέμα και αποκτά παράλληλα μία πλήρη εικόνα της εξέλιξης αυτών των έργων πολιτικού μηχανικού.

Στη συνέχεια, το επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζει διάφορα τεχνικά θέματα που απαντώνται κατά τη μελέτη αλλά και την κατασκευή έργων μέσα στη θάλασσα, όπως είναι οι πλατφόρμες και οι εξέδρες. Πιο αναλυτικά, παρατίθενται τα συνηθέστερα είδη μεταλλικών παράκτιων κατασκευών, οι οποίες διαχωρίζονται με βάση τον τρόπο εξασφάλισης της σταθερότητάς τους. Έτσι, διακρίνονται σε σταθερές και σε πλωτές παράκτιες κατασκευές. Γίνεται, ακόμη, σύντομη αναφορά στους Κανονισμούς και τα Πρότυπα, τα οποία εφαρμόζονται σήμερα σε τέτοια έργα, καθώς και στα προτεινόμενα στάδια που καλό είναι να ακολουθούνται για τη βέλτιστη οργάνωση, διαχείριση εργασιών και υλοποίηση τους. Δεδομένου ότι στη συνέχεια οι πάσσαλοι αποτελούν μέρος του κύριου κορμού των εφαρμογών, γίνεται μία παρουσίαση των τεχνικών θεμάτων που ανακύπτουν στις χαλύβδινες πασσαλώσεις μέσα στη θάλασσα, αλλά και τι προβλέπεται από τους Κανονισμούς και τα Πρότυπα για την αντιμετώπιση αυτών. Συμπληρωματικά, με την οικολογία και την ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος να αποτελούν υποχρεωτική πτυχή των τεχνικών έργων παρατίθενται οι δραματικές επιπτώσεις που μπορεί να έχουν τέτοια έργα, εάν δε λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα, καθώς και οι επικρατέστεροι τρόποι αποσυναρμολόγησης αυτών μετά το πέρας της περιόδου λειτουργίας τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφεται αναλυτικά η ειδική κατηγορία των παράκτιων κατασκευών, η θαλάσσια μεταλλική προβλήτα ή αλλιώς θαλάσσιος σταθμός φορτοεκφόρτωσης. Εδώ, αναφέρονται οι παράγοντες που επηρεάζουν τα διάφορα στάδια ενός τέτοιου έργου, όπως είναι η επιλογή της θέσης της προβλήτας, της μορφής του φορέα, αλλά φυσικά και τα δρώντα φορτία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό. Μετά την απαραίτητη παροχή πληροφοριών για τα έργα αυτά προσομοιώνεται ένα τμήμα μιας προβλήτας σε δύο λογισμικά. Αρχικά, στο ADINA διερευνάται η απόκριση του φορέα στα οριζόντια και κατακόρυφα φορτία που επιβάλλονται, αλλά και ο τρόπος αστοχίας αυτού. Για το λόγο αυτό, γίνονται τόσο γραμμικές όσο και μη γραμμικές αναλύσεις και εξετάζονται αφενός ο ίδιος ο φορέας αφετέρου και το έδαφος, στο οποίο αυτός θεμελιώνεται. Έπειτα, στο λογισμικό ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS για συγκεκριμένες συνθήκες εδάφους, ανέμου και σεισμού πραγματοποιείται η διαστασιολόγηση της δικτυωτής ανωδομής αυτού του τμήματος μεταλλικής προβλήτας.

Το δεύτερο μέρος των εφαρμογών, που αποτελεί και το προτελευταίο κεφάλαιο, ασχολείται με τον καθολικό λυγισμό και τη συμπεριφορά των πασσάλων. Συγκεκριμένα, εξετάζεται κατά πόσο ευαίσθητοι σε λυγισμό είναι αυτοί οι μεγάλοι μήκους πάσσαλοι που χρησιμοποιούνται στις μεταλλικές προβλήτες θαλάσσης και πως αυτοί επηρεάζονται από το έδαφος και την κατανομή του. Ακόμη, επιδιώκεται ο προσδιορισμός της καταλληλότερης σύνδεσης της κορυφής του πασσάλου εφαρμόζοντας διάφορες παραμετρικές αναλύσεις σε πέντε διαφορετικές περιπτώσεις στήριξης της κορυφής.

Το πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο περιλαμβάνει συνοπτικά τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη συνολική μελέτη των θαλάσσιων σταθμών φορτοεκφόρτωσης και αναφέρονται επιγραμματικά προτεινόμενα θέματα για περαιτέρω έρευνα πάνω σε αυτό το θέμα.



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

DIPLOMA THESIS
EMK ΔΕ 2015 37

Special Design Topics in Marine Steel Jetties

Kleio Sampatakaki

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

ABSTRACT

The present diploma thesis deals with marine steel jetties that comprise a special category of harbor projects. The aim of this work is the assessment of the overall performance of these constructions when put under simultaneous vertical and horizontal loads. Initially, the project studies the behavior of the structure as a whole and then progressively focuses on special topics that become important during the design and construction.

The first chapter provides a brief introduction to the subject and discusses the history of these marine steel structures, whose development stemmed from the increasing need of utilizing the mineral wealth under the seabed. This fact triggered their rapid expansion and the creation of constructions capable of operating in constantly greater depths. Thus, by reading this chapter, the reader develops a basic understanding of these structures and their growth through time.

The next chapter presents various technical aspects that are significant during the design and construction of marine projects such as offshore platforms and docks. Specifically, the most common types of offshore steel structures are described in detail and are grouped based on the way they ensure stability. The two main categories include fixed and floating offshore platforms. There is also a short discussion on the regulations and the standards followed in these projects, as well as a list of the proposed project stages that ensure the optimal planning, management and execution of essential activities and operations. Given the fact that steel piles comprise a vital part of these constructions, technical topics regarding offshore steel piling and relevant regulations are briefly presented as well. Furthermore, since ecological and environmental protection is of utmost importance in these construction projects another paragraph of this chapter points out the potential dramatic consequences that can arise, if the appropriate preventive measures are not employed and suggests ways of disposing such structures after their projected lifetime.

In the third chapter, a special offshore structure's category, namely the marine steel jetty or marine loading terminal, is described in detail. The factors that influence the several design and construction stages of such projects are listed, such as choosing the right place, the shape and the geometry of the dock and of course the many, different load cases that have to be considered. After gathering essential information about these structures, a simulation of a steel jetty's part is being created using two different computer programs. Initially, the ADINA model is created for studying both the way the

structure responses to vertical and horizontal loads and also jetty's potential failure. For that reason, a series of linear and non-linear analyses is being developed in order to examine the structure and its foundation soil. Consequently, using the ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS program the author designs the superstructure's truss against specified soil, wind and seismic conditions.

The second part of the applications is described in the fourth chapter of the thesis and deals with the buckling failure and the steel pile's behavior. Namely, the vulnerability to buckling of those long steel piles that are used in the marine oil terminals is studied and how they can be affected by the soil and its distribution. Additionally, the most suitable connection at the pile's top is being screened through a variety of parametric analyses applied on five different support scenarios.

The fifth and last chapter comprises briefly the conclusions that are drawn from the whole study of marine loading jetties and finally some suggestions for further research are listed.