



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

**ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ
ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ**



Διπλωματική Εργασία
Σαλίβερους Καραμολέγκος

ΕΜΚ ΔΕ 2018 17

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

Συνεπιβλέπων: Ηλίας Θανάσουλρας, Υποψήφιος διδάκτορας

Αθήνα, Ιούλιος 2018

Copyright © Σαλίβερρος Καραμολέγκος, 2018

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 Μετσοβίου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Copyright © Saliveros Karamolegkos, 2018

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).

Σαλίβερος Καραμολέγκος (2018)

Μελέτη υποθαλάσσιου αγωγού μεταφοράς πετρελαίου υπό την επίδραση σημειακής δύναμης
Διπλωματική Εργασία ΕΜΚ ΔΕ 2018 17
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Saliveros Karamolegkos (2018)

Diploma Thesis ΕΜΚ ΔΕ 2018 17
Study of underwater oil-transport pipeline under point load
Institute of Steel Structures, National Technical University of Athens, Greece

Ευχαριστίες

Φτάνοντας στο τέλος της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, ολοκληρώνεται ο κύκλος φοίτησής μου στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Σε αυτή την προσπάθεια υπήρξε καθοριστική η συμβουλή και η καθοδήγηση ορισμένων ανθρώπων που βρέθηκαν δίπλα μου. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή και επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής κ. Χάρη Γαντέ, για τη συνεχή υποστήριξη και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Τρύφωνα Δρακόπουλο, Τομεάρχη Έργων Πολιτικού Μηχανικού της ΔΕΗ, για την παραχώρηση δεδομένων, σχετικά με το υπό μελέτη έργο. Ακόμη, πολύτιμη ήταν η βοήθεια του υποψήφιου διδάκτορα Ηλίας Θανάσουλα, στην επίλυση προβλημάτων που προέκυψαν κατά την προσομοίωση του φορέα στο λογισμικό ADINA. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την συνεχή στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΜΚ ΔΕ 2018 17

Μελέτη υποθαλάσσιου αγωγού μεταφοράς πετρελαίου υπό την επίδραση σημειακής δύναμης

Σαλίβερρος Καραμολέγκος

Επιβλέπων: Καθηγητής Χάρης Γαντές

Συνεπιβλέπων: Ηλίας Θανάσουλρας, Υποψήφιος διδάκτορας

Ιούλιος 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται με αφορμή την αστοχία του αγωγού τροφοδοσίας του τοπικού σταθμού παραγωγής (ΤΣΠ) ηλεκτρικού ρεύματος στην Ικαρία. Η αστοχία οφείλεται στη συγκεντρωμένη δύναμη που ασκήθηκε στο άκρο του αγωγού από το δεξαμενόπλοιο τροφοδοσίας, κατά τη διάρκεια της μεταφοράς των καυσίμων. Κατά συνέπεια, αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της απόκρισης του υποθαλάσσιου αγωγού στην επιβολή σημειακής δύναμης, καθώς και η μελέτη της επιρροής των διαφόρων παραμέτρων σχεδιασμού.

Στο πρώτο κεφάλαιο, αναφέρονται γενικές πληροφορίες σχετικά με τη χρήση των αγωγών μεταφοράς ορυκτών καυσίμων. Γίνεται διάκριση μεταξύ χερσαίων και υποθαλάσσιων αγωγών και αναλύονται οι τύποι των τελευταίων. Επίσης, προσδιορίζονται οι επιβαλλόμενες στους υποβρύχιους αγωγούς δυνάμεις και οι μέθοδοι τοποθέτησης και σταθεροποίησής τους στον πυθμένα.

Κατόπιν, στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο υπό μελέτη αγωγός. Προβάλλεται η τοπογραφική αποτύπωση του αγωγού της Ικαρίας, από την οποία λαμβάνεται η γεωμετρία του φορέα και παρουσιάζονται οι προδιαγραφές κατασκευής των επιμέρους τμημάτων που αποτελούν το σύστημα τροφοδοσίας.

Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο τρία πραγματοποιείται η αριθμητική προσομοίωση του αγωγού στο λογισμικό ADINA. Αναλύεται ξεχωριστά ο τρόπος εισαγωγής στο πρόγραμμα του αγωγού, του εδάφους και των κυβόλιθων συγκράτησης. Επιπλέον, αναφέρονται οι απαραίτητες για το σχεδιασμό παραδοχές, που γίνονται προκειμένου να αποδοθεί ο φορέας όσο το δυνατόν πιο πιστά, αλλά παράλληλα να μην αυξηθεί πολύ ο υπολογιστικός φόρτος.

Ακολούθως, στο τέταρτο και στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αριθμητικών αναλύσεων. Συγκεκριμένα, στο τέταρτο κεφάλαιο προβάλλονται οι δρόμοι ισορροπίας και οι τάσεις σε κάθε στάδιο παραμόρφωσης του αγωγού και μελετάται ο τρόπος που επηρεάζει τα αποτελέσματα αυτά η διεύθυνση της ασκούμενης δύναμης. Έπειτα, στο κεφάλαιο πέντε διερευνάται η επίδραση των

σημαντικότερων παραμέτρων της ανάλυσης, δηλαδή του μεγέθους των κυβόλιθων συγκράτησης και των χαρακτηριστικών του αγωγού και του εδάφους έδρασής του, στην απόκριση του συστήματος.

Ακόμα, στο κεφάλαιο έξι πραγματοποιείται έλεγχος των συνδέσεων των επιμέρους τμημάτων του αγωγού και τέλος, στο κεφάλαιο επτά αναφέρονται τα γενικά συμπεράσματα που εξάγονται από την παρούσα εργασία καθώς και προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση.



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

DIPLOMA THESIS
EMK ΔΕ 2018 17

Study of underwater oil-transport pipeline under point load

Saliveros Karamolegkos

Supervisor: Professor Charis Gantes
Co-supervisor : Ilias Thanasoulas, PhD Candidate
July 2018

ABSTRACT

This diploma thesis has been motivated by the failure of the underwater fuel pipeline of the local power station in Ikaria. This failure was due to the concentrated force exerted at the end of the pipeline from the oil tanker during supplying of the local power station. Therefore, the subject of this work is to investigate the response of the underwater fuel pipeline to the imposition of a point load as well as to study the effect of the various design parameters.

The first chapter provides the general information on the use of fossil fuels pipelines, which are discriminated in two types: the land and underwater pipelines. The characteristics of both types are described, while emphasis is given on the case of underwater pipelines. Additionally, the forces imposed on underwater pipelines and the methods used for their positioning and stabilization at the bottom of the sea are determined.

Then, the second chapter is focused on the case of the underwater fuel pipeline of the local power station in Ikaria. The topographic map of Ikaria's pipeline is given, from which the model's geometry is taken and the construction specifications of the individual parts that constitute the feed system are presented.

In the third chapter, numerical simulation of the pipeline is performed in the finite element software ADINA. The way of introducing the pipeline, along with the ground and anchor blocks into the program are described separately. The design assumptions are mentioned in order to model the physical problem realistically, while at the same time not to greatly increase the computational effort.

Results of the numerical analyses are presented in the fourth and fifth chapters. Specifically, in the fourth chapter, the equilibrium paths and figures of the developed stresses are illustrated for each stage of the pipeline's deformation, in order to investigate the way that the exerted loads affect these results. Then, chapter five explores the effect of the most important parameters of the analysis, which are the size of the anchor blocks and the characteristics of the pipeline and its bearing ground, in the response of the system.

In the sixth chapter, connections of the individual sections of the pipeline are examined and finally in chapter seven, the general conclusions drawn from this work as well as suggestions for further investigation are outlined.