



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής
και Τεχνολογίας

Πτυχιακή εργασία

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΩΝ
ΦΟΡΤΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΡΕΥΣΤΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ**

Μάριος Χατζηπαναγή

Λεμεσός, Μάιος 2021

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ
ΡΕΥΣΤΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

του

Μάριου Χατζηπαναγή

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Κωνσταντίνος Μιχαηλίδης

Λεμεσός, Μάιος 2021

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μάριος Χατζηπαναγή, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, για την στήριξη που μου έχει προσφέρει καθ' όλη τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Κωνσταντίνο Μιχαηλίδη για την καθοδήγηση που μου παρείχε και την ευκαιρία που μου έχει προσφέρει να εργαστώ με ένα θέμα στο οποίο θα ήθελα να επεκτείνω τις γνώσεις μου στο μέλλον.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον υποψήφιο διδάκτορα Ειρηναίο Χατζημάρκου, για τη διδασκαλία χρήσης του κώδικα OpenFOAM και την παροχή βοήθειας σε τυχών απορίες που προέκυπταν και ήταν πάντοτε διατεθειμένος να τις επιλύσει.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για τις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες, οι θαλάσσιες συνθήκες είναι η δεύτερη κύρια πηγή εξωτερικών φορτίσεων μετά από τον άνεμο. Επομένως, για τη διασφάλιση του κατάλληλου επιπέδου ασφαλείας και αξιοπιστίας, οι εξωτερικές συνθήκες και παράμετροι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εγκατάστασή τους. Κατά συνέπεια, είναι απαραίτητη η χρήση μοντέλων προσομοίωσης των ακραίων φαινομένων που ενδέχεται να παρουσιαστούν σε μια περιοχή δεδομένων γεωμετρικών χαρακτηριστικών.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, γίνεται η χρήση του ανοικτού κώδικα υπολογιστικής ρευστοδυναμικής OpenFOAM για την ανάκτηση οριζόντιων μη-γραμμικών υδροδυναμικών φορτίσεων που προκαλούνται από κυματισμούς δεδομένων χαρακτηριστικών, σε μονοπάσσαλο θαλάσσιας ανεμογεννήτριας σταθερού πυθμένα.

Γίνονται σχετικές αναφορές για τα στάδια περιγραφής της γεωμετρίας, δημιουργίας του πλέγματος, ανάλυσης της πολυφασικής προσομοίωσης, την οπτικοποίηση του μοντέλου και τέλος την ανάκτηση των απαιτούμενων πληροφοριών. Επίσης, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα επίλυσης του προβλήματος με τη γραμμική θεωρία κυματισμού Airy και γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτών, με τα αποτελέσματα του κώδικα από την επίλυση των εξισώσεων Stokes 5^{ης} τάξης.

Λέξεις κλειδιά: Μηχανική ρευστών, Ρευστοδυναμική , CFD, Εξισώσεις Navier-Stokes, Υδροδυναμικά φορτία.

ABSTRACT

For offshore wind turbines, marine conditions are the second major source of external forces besides wind. Therefore, to ensure the appropriate level of safety and reliability, external conditions and parameters must be taken into account for the installation of offshore wind turbines. Therefore, it is necessary to use models that simulate extreme conditions that may occur in an area of known characteristics.

In the present dissertation, the computational fluid dynamics (CFD) method, in OpenFOAM open source code, is used in order to retrieve horizontal nonlinear hydrodynamic loads induced by waves of known properties, on a monopile of a fixed bottom offshore wind turbine.

The dissertation aims to describe the stages of generating the geometry, creating the mesh, analysing the multiphase simulation, visualizing the model and finally deriving the required information. Also, the results of solving the problem with the Airy linear wave theory are presented and these results are then compared with the respective results of the CFD code, from solving the 5th order Stokes equations.

Keywords: Fluid Mechanics, Fluid dynamics, CFD, Navier-Stokes Equations, Hydrodynamic loads.