

Fluid Mechanics Laboratory
Mechanical Engineering and Aeronautics Dept.
University of Patras, Greece
margaris@upatras.gr

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Δ.Π. Μάργαρης, Καθηγητής

Διπλωματική Εργασία 2017-2018

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΕΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΙΕΚΚΕΡΗΣ ΑΡΙΣΤΟΦΑΝΗΣ ΑΜ.246875

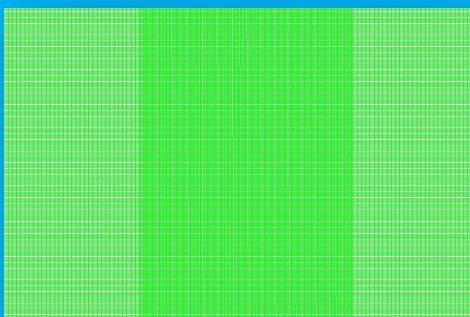
Περίληψη

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων. Το συγκεκριμένο γεγονός σε συνδυασμό με τον κορεσμό των υπόγειων κοιτασμάτων πετρελαίου στη στεριά καθιστά τα υποθαλάσσια κοιτάσματα υδρογονανθράκων μια ενδιαφέρουσα προοπτική. Ωστόσο οι υποθαλάσσιες εξορύξεις εμπεριέχουν μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας τόσο για τους εργαζομένους όσο και για το περιβάλλον, αφού λανθασμένες εκτιμήσεις ενδέχεται να οδηγήσουν σε εκρήξεις και δημιουργία φωτιάς αλλά και μόλυνση του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Επιπλέον, το κόστος για την πειραματική μελέτη των εν λόγω απελευθερώσεων είναι εξαιρετικά υψηλό, οπότε η υπολογιστική προσομοίωση για την περιγραφή του φαινομένου παρουσιάζεται ως μια οικονομικά συμφέρουσα εναλλακτική.

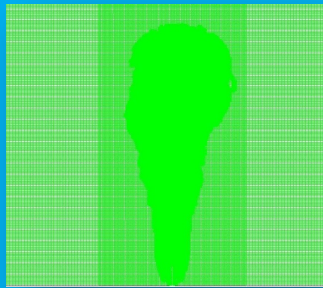
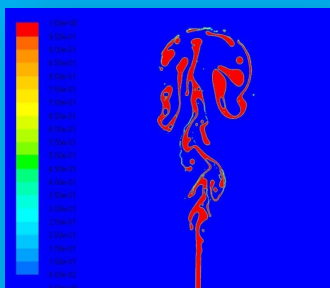
Η συγκεκριμένη εργασία έχει ως σκοπό να παρουσιάσει μια υπολογιστική μελέτη του ύψους διάσπασης της δέσμης πετρελαίου κατά την απελευθέρωσή του μέσα σε νερό. Το υπολογιστικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή των προσομοιώσεων είναι το ANSYS Fluent 16.0, το οποίο ενδείκνυται για προβλήματα Ρευστοδυναμικής. Όλες οι προσομοιώσεις βασίστηκαν σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο της Χαβάης, και κατά το οποίο διαφορετικά είδη πετρελαίου με διαφορετικές ταχύτητες εισόδου απελευθερώθηκαν μέσα σε δεξαμενή νερού προκειμένου να μετρηθεί το ύψος διάσπασης της δέσμης του πετρελαίου σε κάθε περίπτωση. Έτσι, έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις προσομοιώσεις της παρούσας εργασίας με τα πειραματικά.

Συμπερασματικά, το μεγαλύτερο ποσοστό των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων, που αφορούν το ύψος διάσπασης φαίνεται ότι προσεγγίζει ικανοποιητικά τις αντίστοιχες πειραματικές μετρήσεις, καθώς στην πλειονότητα των περιπτώσεων το ποσοστό απόκλισης είναι μικρό. Εξάιρεση αποτελούν ορισμένες περιπτώσεις στις οποίες το ύψος διάσπασης της δέσμης είναι μικρό και παρόμοιες διαφορές από τις πειραματικές μετρήσεις οδηγούν σε μεγάλα ποσοστά απόκλισης που δεν μπορούν να θεωρηθούν αποδεκτά.

Υπολογιστικό πλέγμα



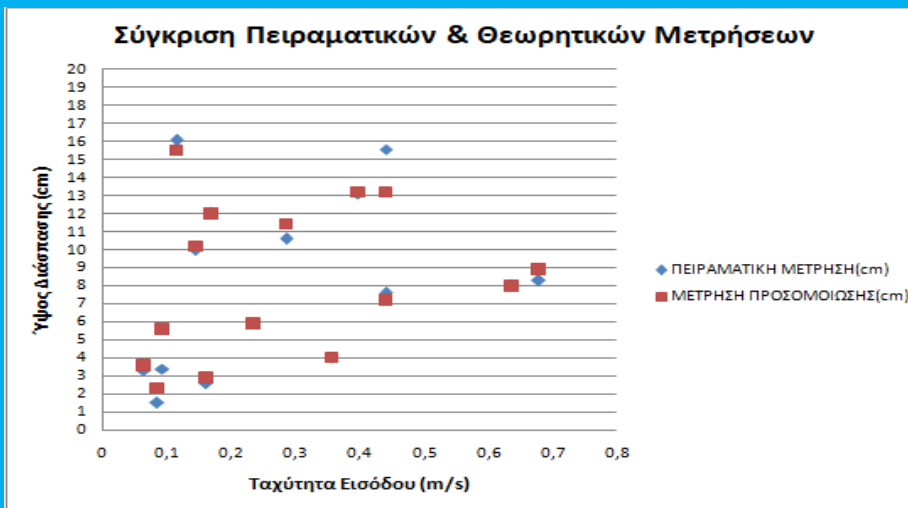
Πλέγμα με χρήση Dynamic Grid Adaption



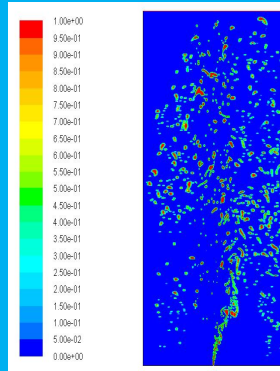
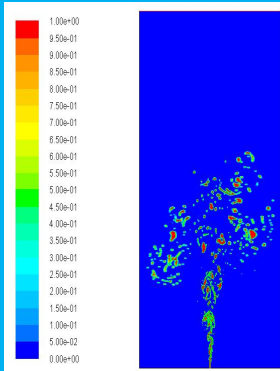
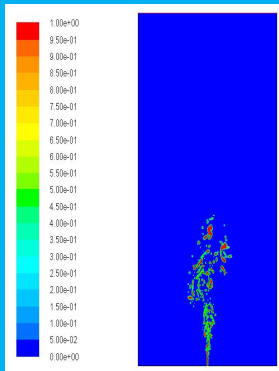
Αριστερά: Στιγμιότυπο ροής πετρελαίου.

Δεξιά: Προσαρμοσμένο πλέγμα την ίδια στιγμή στα σημεία εντοπισμού πετρελαίου.

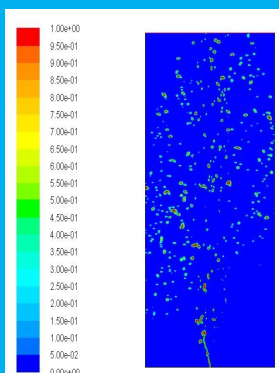
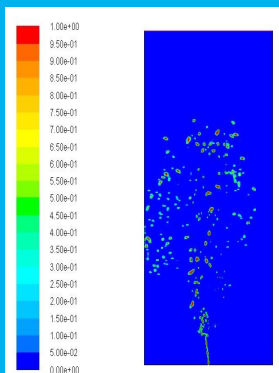
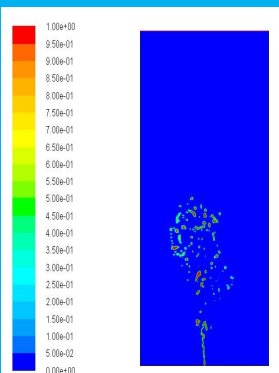
Μελέτη ύψους διάσπασης δέσμης πετρελαίου



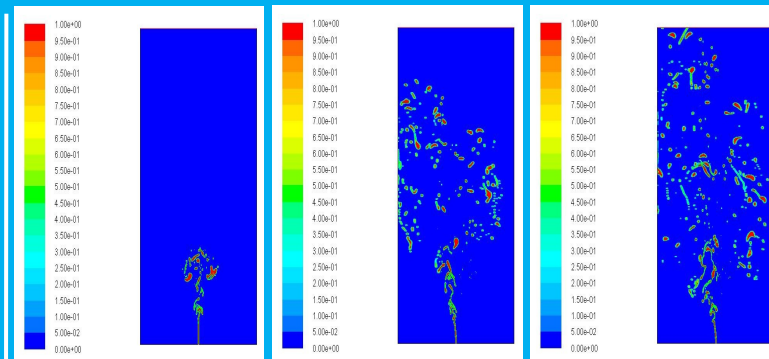
Διαγραμματική απεικόνιση διαφοράς πειραματικών μετρήσεων με τις αντίστοιχες των προσομοιώσεων



Στιγμιότυπα ροής πετρελαίου G5T με ταχύτητα εισόδου 0.637m/s για t=5s, t=7s, t=10s με ύψος διάσπασης 8cm

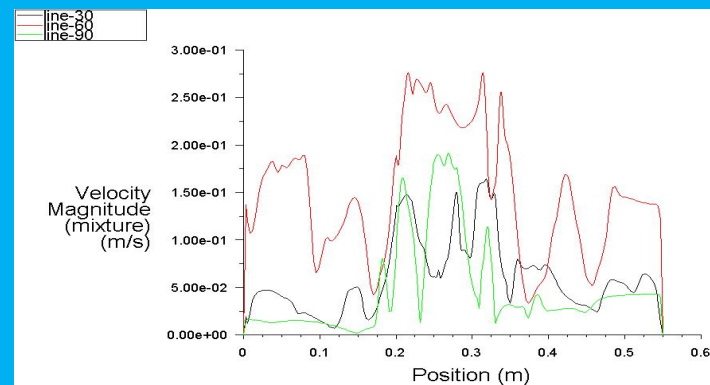


Στιγμιότυπα ροής πετρελαίου M5T με ταχύτητα εισόδου 0.169m/s για t=5s, t=7s, t=9s με ύψος διάσπασης 12cm



Στιγμιότυπα ροής πετρελαίου P5T με ταχύτητα εισόδου 0.398m/s για t=4s, t=9s, t=10s με ύψος διάσπασης 13.2cm

Διαγράμματα ταχύτητας



Διάγραμμα ταχύτητας πετρελαίου M5T με ταχύτητα εισόδου 0.145m/s σε 3 διαφορετικά ύψη από τον πυθμένα της δεξαμενής. (μαύρο-30cm, κόκκινο-60cm, πράσινο-90cm)

Συμπεράσματα-Παρατηρήσεις

- Το Fluent μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του ύψους διάσπασης της δέσμης πετρελαίου καθώς η πλειονότητα των προσομοιώσεων έδωσε αποτελέσματα με απόκλιση μικρότερη από 10%.
- Το μέγεθος και το κλάσμα όγκου των σταγονιδίων ποικίλει, αφού εμφανίζονται σταγονίδια που αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από πετρέλαιο και άλλα που έχουν αναμειχθεί σημαντικά με το νερό.
- Το είδος διάσπασης που εμφανίστηκε στις περιπτώσεις που εξετάστηκαν προέκυψε ότι είναι είτε αστάθεια Rayleigh είτε αστάθεια Τύπου I.
- Οι μέγιστες ταχύτητες παρατηρήθηκαν στο κέντρο της δεξαμενής και κυρίως στα 30cm και 60cm από το σημείο απελευθέρωσης.
- Στα άκρα της δεξαμενής η ταχύτητα είναι 0 καθώς θεωρήθηκαν ακίνητοι τοίχοι (wall).
- Η ροή αποκλίνει από την μονοφασική ροή σε αγωγό τετραγωνικής διατομής, αφού στην περίπτωση μας υπάρχουν και στα σταγονίδια πετρελαίου τα οποία κινούνται εξαιτίας της αρχικής του ορμής (κυρίως στα πρώτα δευτερόλεπτα της ροής) και της άνωσης (κυρίως καθώς αναπτύσσεται η ροή και εξασθενεί η επίδραση της αρχικής ορμής).