

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

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Δ.Π. Μάργαρης, Καθηγητής

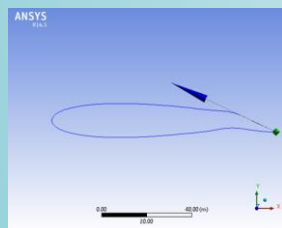
Σπουδαστική Εργασία 2018-2019

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΥΡΒΩΔΟΥΣ ΡΟΗΣ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΑΕΡΟΤΟΜΗ ΚΑΙ ΠΤΕΡΥΓΑ NACA 0015 ΚΑΙ ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΥΤΗΣ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ CFD ANSYS FLUENT
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΝΔΡΙΚΑΚΟΣ ΑΜ.1026823

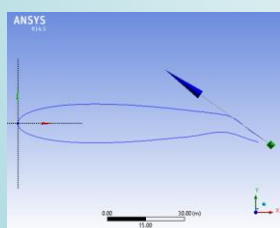
Περίληψη

Η παρούσα σπουδαστική εργασία αφορά τη μελέτη της ροής αέρα γύρω από την αεροτομή (2D) NACA-0015 και την αντίστοιχη πτέρυγα (3D). Η συγκεκριμένη μελέτη διεξήχθη με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος υπολογιστικής ρευστοδυναμικής Ansys Fluent το οποίο ανήκει στην πλατφόρμα λογισμικού του Ansys Workbench και στην ομπρέλα των λογισμικών CFD. Η αεροτομή και η πτέρυγα που σχεδιάστηκαν με χορδή 150mm μελετήθηκαν με flaps 15 και 25 μοιρών καθώς και με απόσταση από το έδαφος 80 και 110mm. Επίσης σχεδιάστηκε και ο τετραγωνικός κύλινδρος (σήραγγα προσομοίωσης), με συγκεκριμένες διαστάσεις, μέσα στον οποίο ρέει το ρευστό και βρίσκεται και η ίδια η αεροτομή και πτέρυγα. Στη συνέχεια χωρίστηκε η σήραγγα καταλλήλως σε μικρότερες περιοχές. Έτσι δημιουργήθηκε το ειδικό πλέγμα (mesh) γύρω από την αεροτομή και την πτέρυγα το οποίο έγινε σκοπίμως πυκνό στα σημεία μεγαλύτερου ενδιαφέροντος και αραιό στα υπόλοιπα. Κομβικής σημασίας είναι η ορθή εισαγωγή των χαρακτηριστικών της ροής από το χρήστη στο λογισμικό πρόγραμμα ώστε να καταφέρει να δημιουργήσει το επιθυμητό περιβάλλον για την προσομοίωση. Βασικά χαρακτηριστικά της ροής είναι ότι το ρευστό είναι αέρας ο οποίος ρέει στον οριζόντιο άξονα με σταθερή διεύθυνση καθώς και ταχύτητα ίση με 14m/s δημιουργώντας τυρβώδη ροή. Το πείραμα της προσομοίωσης επαναλήφθηκε αρκετές φορές για την αποφυγή σφαλμάτων. Τελικά εξήχθησαν τα κατάλληλα αποτελέσματα, δηλαδή διαγράμματα τριών θεμελιωδών μεγεθών, της ταχύτητας του ρευστού, της τυρβώδους κινητικής ενέργειας καθώς και της στατικής πίεσης. Για τον έλεγχο της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων αυτών έγινε σύγκριση με αντίστοιχα αποτελέσματα προσομοίωσης της ίδιας αεροτομής με τη βοήθεια πειραματικής διάταξης στο εργαστήριο. Εν κατακλείδι, τα αποτελέσματα ταυτίστηκαν και έτσι προέκυψε ότι τόσο το συγκεκριμένο λογισμικό μπορεί να παράξει αξιόπιστα αποτελέσματα όσο και ότι η διαδικασία της προσομοίωσης ήταν ορθή.

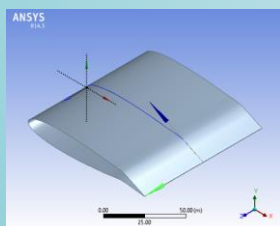
Αεροτομή και Πτέρυγα NACA 0015 με flaps



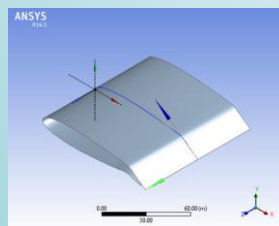
Αεροτομή NACA 0015
(2D) με flap 15°



Αεροτομή NACA 0015
(2D) με flap 25°



Πτέρυγα NACA 0015
(3D) με flap 15°

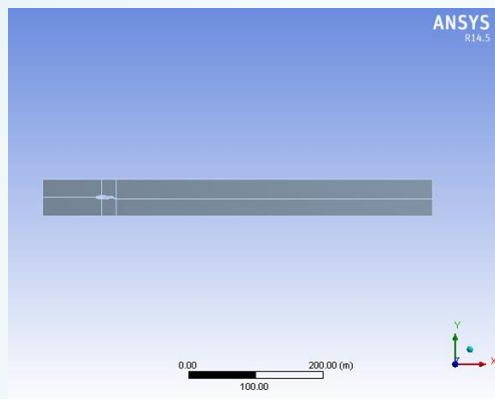


Πτέρυγα NACA 0015
(3D) με flap 25°

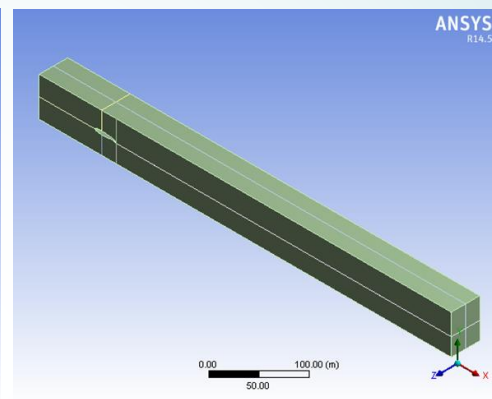
Διαστάσεις Πτέρυγας

- Χορδή πτέρυγας: $C_w = 150\text{mm}$
- Εκπέτασμα πτέρυγας: $\text{Span}_w = 200\text{mm}$

Σήραγγα ροής αέρα υπολογιστικής προσομοίωσης

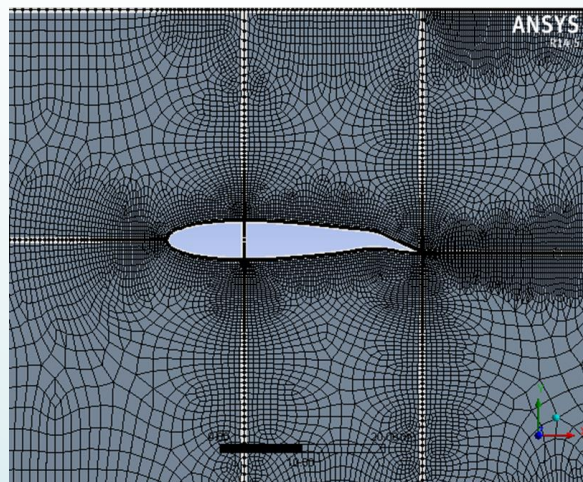


Σήραγγα ροής αέρα (2D)



Σήραγγα ροής αέρα (3D)

Πλέγμα (Mesh) γύρω από την Πτέρυγα



Τετραγωνικό πλέγμα (Mesh) κοντά στην αεροτομή

Χαρακτηριστικά ροής αέρα

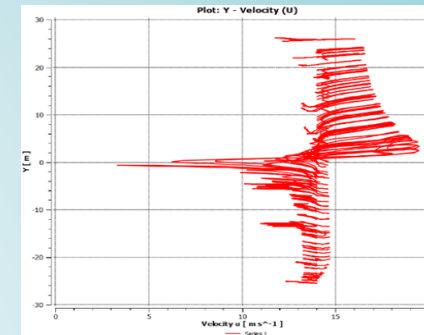
Μοντέλα ροής αέρα

- Viscus standard k-ε
- Standard wall fn

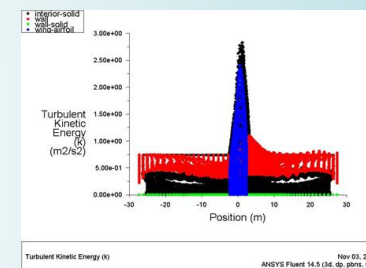
Τιμές αναφοράς

- Density = 1.225kg/m^3
- Temperature = 288.16K
- Velocity = 14m/s
- Viscosity = $1.7894\text{e-}05$
- Ratio of specific heats = 1.4

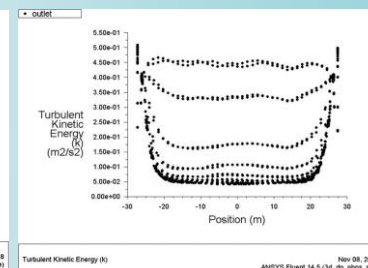
Αποτελέσματα



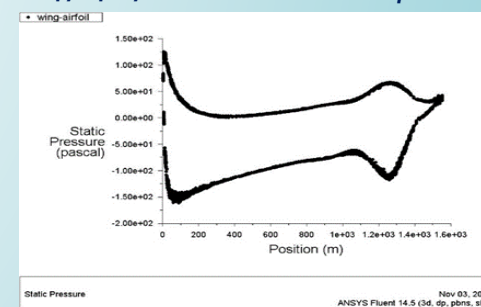
Ταχύτητα της ροής του αέρα συναρτήσει του ύψους Y σε τριδιάστατη ροή αέρα



Τυρβώδης Κινητική Ενέργεια συναρτήσει του ύψους Y σε τριδιάστατη ροή αέρα



Τυρβώδης Κινητική Ενέργεια συναρτήσει του ύψους Y για τη θέση x/c=16



Στατική πίεση συναρτήσει της θέσης X σε τριδιάστατη ροή αέρα

Συμπεράσματα-Προτάσεις

- Η αεροδυναμική ανάλυση των αποτελεσμάτων καθώς και η σύγκριση αυτών με πειραματικά δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα αποτελέσματα της υπολογιστικής προσομοίωσης είναι αληθή.
- Το λογισμικό πρόγραμμα Ansys Fluent δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει το περιβάλλον για την προσομοίωση με ακρίβεια πολύ κοντά σε πραγματικές συνθήκες.
- Η πτέρυγα NACA 0015 παράγει μεγάλη δύναμη άντωσης και μικρή δύναμη οπισθέλκουσας κάτι που την καθιστά πολύ παραγωγική.
- Το πρόγραμμα Ansys Fluent θα πρέπει να εισαχθεί πλήρως στη διαδικασία του βασικού σχεδιασμού των αεροσκαφών στις αεροπορικές βιομηχανίες τουλάχιστον για την αεροδυναμική ανάλυση των αεροσκαφών.