

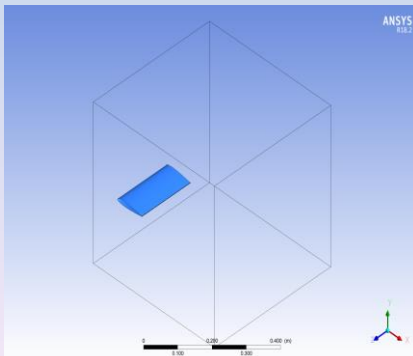
Διπλωματική Εργασία 2019-2020 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΥΠΕΡΕΛΑΦΡΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ REYNOLDS ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΥΡΒΗΣ

ΤΣΑΚΟΥΜΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

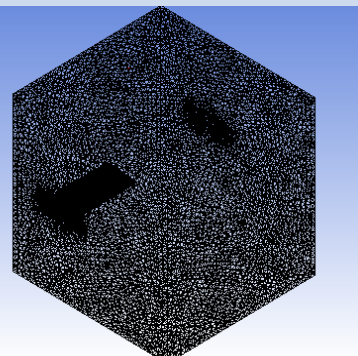
Fluid Mechanics Laboratory
Mechanical Engineering and Aeronautics Dept.
University of Patras, Greece
margaris@mech.upatras.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται λόγος για την αεροδυναμική συμπεριφορά της πτέρυγας υπερελαφρού αεροσκάφους με αεροτομή NACA 23015. Η μελέτη χωρίζεται στην υπολογιστική ανάλυση και στην πειραματική, οι οποίες διεξήχθησαν για πτέρυγα κλίμακας 1:10 σε αεροσήραγγα με διαστάσεις 48cm x 48cm x 50cm και με τη μέση ταχύτητα του ανέμου να είναι 7 m/s. Τα μοντέλα τύρβης που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση είναι τα Spalart-Allmaras και Standard K-ε. Η υπολογιστική μελέτη επεκτάθηκε και σε δύο ακόμα ταχύτητες αυτές των 50 m/s και 100 m/s και σ' αυτές τις περιπτώσεις έγινε χρήση μόνο του μοντέλου Spalart Allmaras. Επίσης, σχεδιάστηκε και ένα μοντέλο πτέρυγας με πραγματικές διαστάσεις και προσομοιώθηκε υπολογιστικά σε αεροσήραγγα με διαστάσεις 4.8m x 4.8m x 50m με μοντέλο τύρβης Standard k-ε. Οι περιπτώσεις που εξετάζονται είναι όταν η πτέρυγα είναι σε γωνίες -4°, 0°, 4°, 8°, 12°, και 16° μοιρών, σε ύψος 24 cm μέσα στην αεροσήραγγα για την υπό κλίμακα πτέρυγα και αντίστοιχα σε 2.4m για την πτέρυγα κλίμακας 1:1. Αρχικά, γίνεται μια ανάλυση του θεωρητικού υποβάθρου και των φαινομένων που παρουσιάζονται όταν υπάρχει ροή αέρα γύρω από κάποιο σώμα και ακολουθεί μια αναφορά για την ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων πρόβλεψης της διατάραξης της ροής γύρω από το οριακό στρώμα. Εν συνεχεία εξετάζεται η ροή που αναπτύσσεται γύρω από πτέρυγα υπερελαφρού αεροσκάφους σε διάφορους αριθμούς Reynolds ώστε να επιτευχθεί η περαιτέρω κατανόηση των φαινομένων που εμπλέκονται στην αλληλεπίδραση της ροής αέρα με το οριακό στρώμα γύρω από την πτέρυγα και ακολουθεί σύγκριση με τα πειραματικά δεδομένα που προέκυψαν από την αεροσήραγγα. Συγκεκριμένα, επικεντρωνόμαστε στην παρουσίαση των κατανομών της ταχύτητας και της πίεσης. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται και συζητούνται σε μια προσπάθεια να δοθεί μια σαφέστερη εικόνα των φυσικών μηχανισμών που διέπουν την μονοφασική ροή αέρα γύρω από αεροδυναμικά σώματα, σαν την πτέρυγα

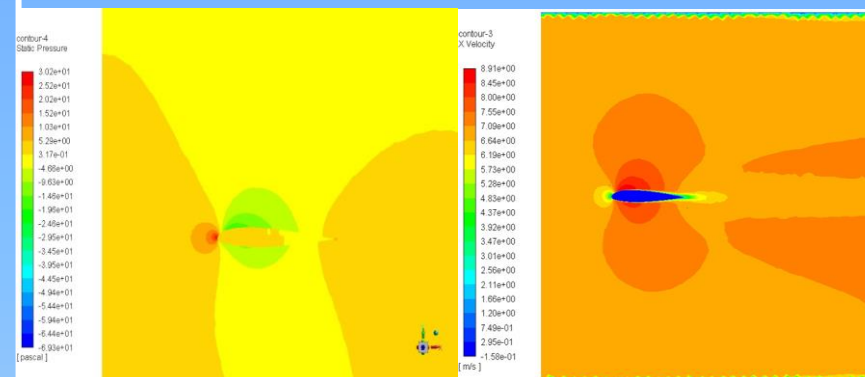


Γεωμετρία πτέρυγας

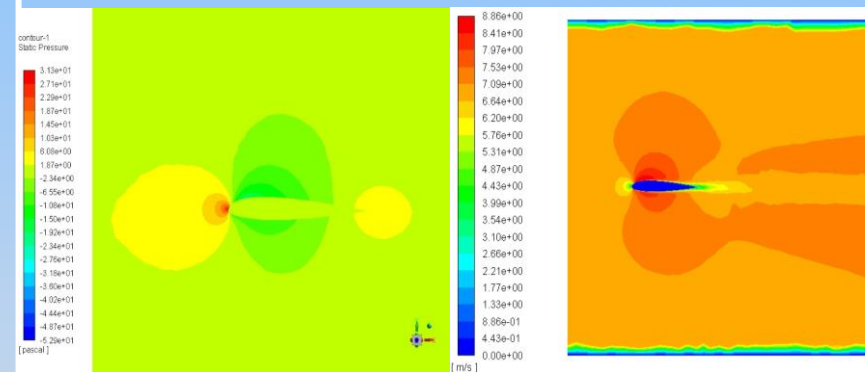


Πλέγμα γύρω από την πτέρυγα

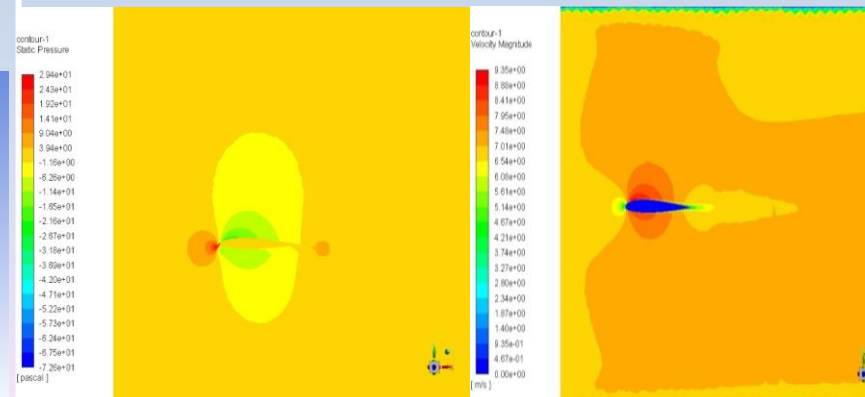
Ενδεικτικές Κατανομές στατικής πίεσης και ταχύτητας στις 0°



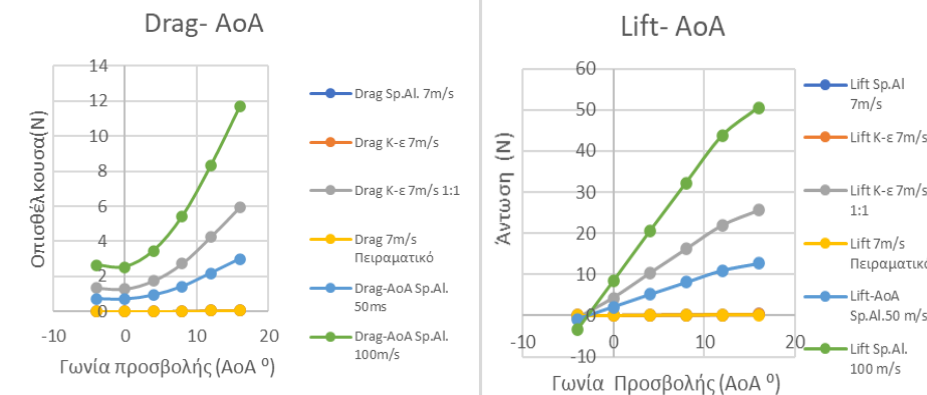
Κατανομή πίεσης και ταχύτητας πτέρυγας 1:10 για προσομοίωση με χρήση του Spalart-Allmaras σε ταχύτητα ροής 7m/s στις 0°



Κατανομή πίεσης και ταχύτητας πτέρυγας 1:10 για προσομοίωση με χρήση του Standard k-ε σε ταχύτητα ροής 7m/s στις 0°



Κατανομή πίεσης και ταχύτητας πτέρυγας 1:1 για προσομοίωση με χρήση του Standard k-ε σε ταχύτητα ροής 7m/s στις 0°



Συγκριτικό διάγραμμα δυνάμεων οπισθέλκουσας και άντωσης για όλες τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν υπολογιστικά και πειραματικά

Συμπεράσματα-Σχόλια

- Από τα αποτελέσματα των συγκριτικών διαγραμμάτων παρατηρούμε ότι υπήρξε καλή σύγκλιση των πειραματικών και υπολογιστικών αποτελεσμάτων.
- Η στατική πίεση μεγιστοποιείται στο χείλος προσβολής της γεωμετρίας για όλες τις τιμές της ταχύτητας και ανεξαρτήτως του μοντέλου τύρβης που εφαρμόστηκε.
- Σχετικά με τις κατανομές της ταχύτητας, η ροή του αέρα που περνά πάνω από την πτέρυγα είναι μεγαλύτερη από την αυτήν που ρέει κάτω από την γεωμετρία. Οι μικρότερες τιμές στην κατανομή της ταχύτητας εμφανίζονται στο χείλος προσβολής και στο χείλος εκφυγής.
- Παρατηρούνται πιο έντονα φαινόμενα πίεσης στο μοντέλο Standard k-ε και λιγότερο στο Spalart-Allmaras για την υπό κλίμακα πτέρυγα, ενώ ακόμα ηπιότερη είναι η συμπεριφορά του Standard k-ε για την πτέρυγα πραγματικού μεγέθους.
- Το μοντέλο Spalart-Allmaras στις υψηλές ταχύτητες παρουσιάζει έντονη συμπεριφορά η στατική πίεση στις -4° και πιο ήπια στις θετικές μοίρες.