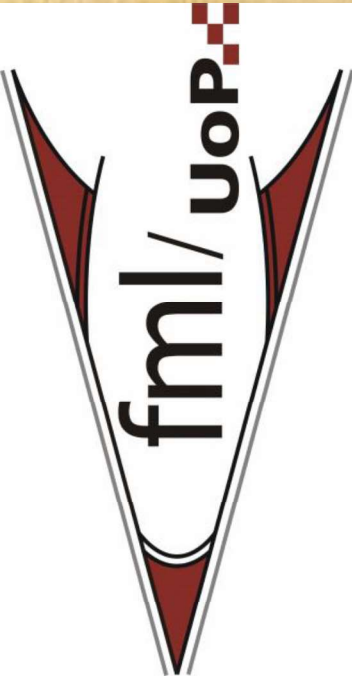




Fluid Mechanics Laboratory
Mechanical Engineering and Aeronautics Dept.
University of Patras, Greece
margaris@mech.upatras.gr

Περίληψη

Η παρούσα σπουδαστική εργασία αναφέρεται στη μελέτη της επίδρασης της βροχόπτωσης στα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά της αεροτομής NACA 4412. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό πακέτο ANSYS Fluent για αριθμό Reynolds, $Re=1 \times 10^6$ και περιεκτικότητα περιεχόμενης βροχής (Liquid Water Content), $LWC=30g/m^3$. Ξεκινώντας γίνεται αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πιο συγκεκριμένα σε εκείνη της αιολικής, καθώς και στην ανάγκη χρησιμοποίησής τους για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του πλανήτη. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες αεροδυναμικής και αναφέρονται οι αιολικές μηχανές ως μέσω αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας. Τυπότεχρονα γίνεται λόγος για τις αεροτομές ως βασικό τμήμα μιας αιολικής μηχανής και καταδεικνύεται η αρχή λειτουργίας τους και τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά τους. Έπειτα, γίνεται αναφορά στις πολυφασικές ροές και περιγράφεται η διφασική ροή αέρα νερού. Για την σαφή κατανόηση της εν λόγω μελέτης, περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιήθηκε η υπολογιστική ρευστοδυναμική για την ανάλυση και καταγραφή της συμπεριφοράς της αεροτομής στις συνθήκες του προβλήματος.

Η βροχή είναι μια πολύπλοκη φυσική διφασική ροή αέρα-νερού, της οποίας δεν έχουν κατανοηθεί πλήρως όλοι οι μηχανισμοί. Η βροχή μπορεί να θεωρηθεί ως συμπιεστή αρχή πνευματική μεταφορά, με τον αέρα ως ρευστό-φορέα και τα σταγονίδια ως τη μεταφερόμενη ύλη. Το μοντέλο με το οποίο εξετάζεται το φαινόμενο της βροχής είναι αυτό της διακριτής διφασικής ροής και η ένταση του φαινομένου εκφράζεται μέσω του LWC (Liquid Water Content). Σε αυτό η δευτερεύουσα φάση θεωρείται διασκορπισμένη μέσα στην κύρια φάση και υπολογίζονται για κάθε σωματίδιο οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης με την περιβάλλουσα ροή. Έτσι εισάγονται σωματίδια στην ροή και στην συνέχεια υπολογίζεται η τροχιά τους καθώς και η αλληλεπίδραση τους με τον αέρα (μεταφορά θερμότητας, μάζας και ορμής). Το μοντέλο συνυπολογίζει και την επίδραση της τύβης στην τροχιά των σωματιδίων. Το μοντέλο που επιλέχθηκε για την διάσπαση των σταγονιδίων είναι το TAB model.

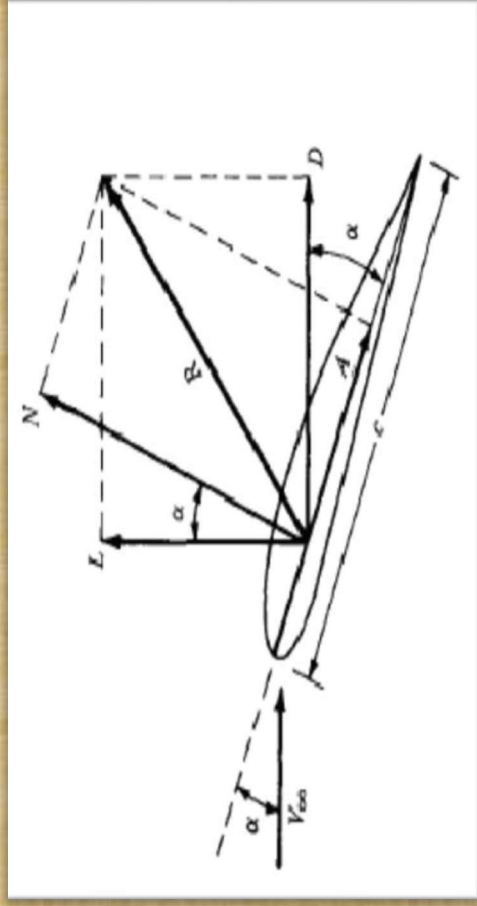
Σπουδαστική Εργασία 2020-21

«Θεωρητικό υπόβαθρο ανάλυσης διφασικής ροής αέρα-νερού με χρήση του υπολογιστικού πακέτου Fluent»

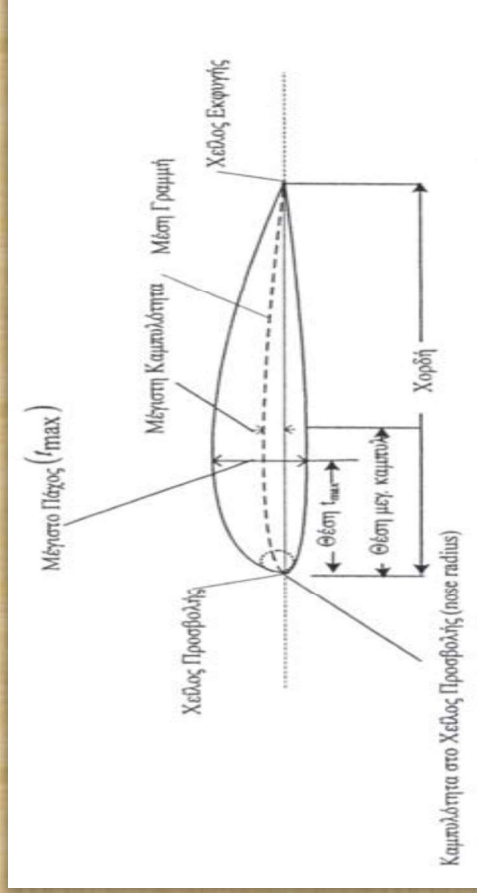
Σγίντζας Αθανάσιος

Θεωρητική Προσέγγιση Προβλήματος

Χαρακτηριστικά αεροτομών



- Άνωση: $L = C_L A q_{\infty} = C_L \frac{1}{2} \rho u_{\infty}^2$
- Αντίσταση: $D = C_D A q_{\infty} = C_D A \frac{1}{2} \rho u_{\infty}^2$
- Συντελεστής Άνωσης: $C_L = C_N \cos \alpha - C_A \sin \alpha$
- Συντελεστής Αντίστασης: $C_D = C_N \sin \alpha + C_A \cos \alpha$

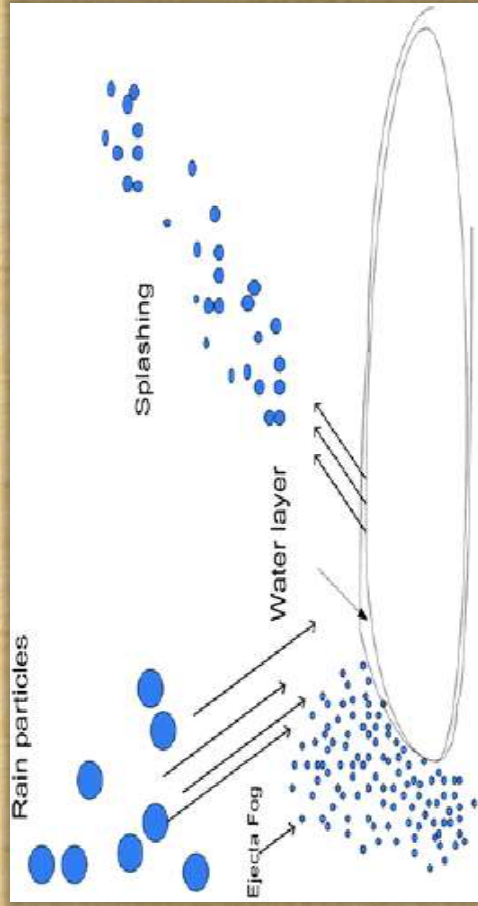


- Μέση Γραμμή
- Χείλος Προσβολής
- Χείλος Εκφυγής
- Πάχος
- Χορδή
- Μέγιστη Καμπυλότητα

Καμπυλότητα στο Χείλος Προσβολής (nose radius)

- Μέση Γραμμή
- Χείλος Προσβολής
- Χείλος Εκφυγής
- Πάχος
- Χορδή
- Μέγιστη Καμπυλότητα

II. Βασικά Φαινόμενα Βροχής



- Δημιουργία φίλμ νερού
- Διάσπαση σταγονιδίων
- Δημιουργία νέφους σταγονιδίων
- Δημιουργία ροής νερού

III. Μοντελοποίηση Τύβης – Μοντέλο Realizable k-ε

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho k u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \varepsilon - Y_M + S_k$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \varepsilon u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + \rho C_1 S_\varepsilon - \rho C_2 \frac{\varepsilon^2}{k} + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} C_{3\varepsilon} G_b + S_\varepsilon$$

V. Μοντέλο Διακριτής φάσης (Discrete Phase Model-DPM)

$$\frac{du_p}{dt} = F_D(u - u_p) + \frac{g_x(\rho_p - \rho)}{\rho_p} + F_x$$