

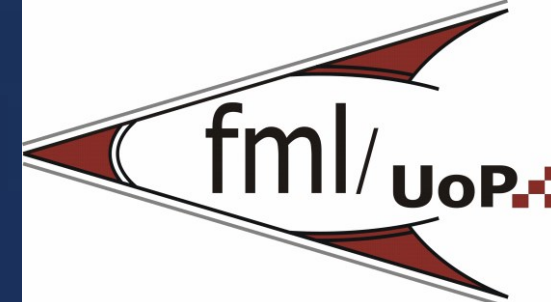
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΟΪΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΡΙΓΩΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ PIN-FINS ΣΕ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΓΩΓΟ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ & ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Δ.Π. ΜΑΡΓΑΡΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Διπλωματική εργασία 2019-2020

ΜΑΡΓΕΤΗ ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ Α.Μ.1047277

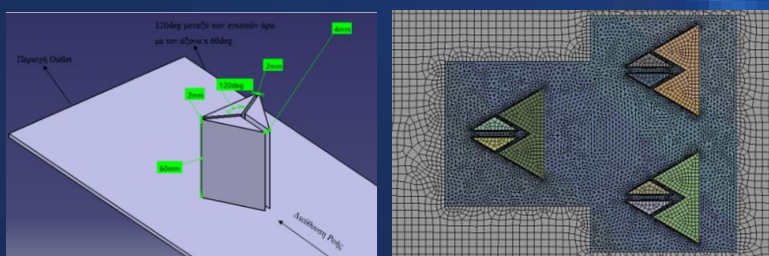


Fluid Mechanics Laboratory
Mechanical Engineering and Aeronautics Dept.
University of Patras, Greece
margaris@mech.upatras.gr

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην βελτιστοποίηση των θερμικών εναλλακτών, μέσω της προσθήκης ειδικών διατάξεων, γνωστών ως *turbulators* (*Pin-Fins*). Βασική αρχή γύρω από το πρόβλημα, αποτελεί η δημιουργία στροβιλισμών και υψηλών ταχυτήτων στο εσωτερικό αγωγού, με σκοπό την δημιουργία τυρβώδους ροϊκού πεδίου για την καλύτερη ανάμιξη της ροής και τη μέγιστη μεταφορά της θερμότητας. Σχεδιάστηκαν συνολικά 9 τριγωνικής γεωμετρίας *Pin-Fins* με εσωτερικές εγκοπές σε διάφορες γωνίες με τον άξονα της ροής, σε δύο διατάξεις, αρχικά τοποθετημένα ανά μονάδες και στη συνέχεια ανά τριάδες για να ελεγχθεί το ροϊκό πεδίο που δημιουργούσαν. Οι προσομοιώσεις έγιναν με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος *Fluent* με ταχύτητες εισαγωγής αέρα 1,3,5,7,10m/s και για μοντέλο τύρβης το *k- ω SST*. Μετά από την εξαγωγή συγκριτικών διαγραμμάτων και απεικονίσεις των κρίσιμων μεγεθών του *vorticity*, της *TKE* και της πτώσης πίεσης για όλες τις γεωμετρίες, συμπεραίνουμε πως η βέλτιστη γεωμετρία όσον αφορά τις μονάδες όσο και τις τριάδες των *Pin-Fins* είναι εκείνη που σχηματίζει εγκοπές σε γωνία $+30^\circ$ με τον άξονα x .

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται η κατασκευή της γεωμετρίας που δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του *Catia* και η δημιουργία του πλέγματος που προέκυψε από το *ANSYS/Fluent*. Παρουσιάζονται ενδεικτικές φωτογραφίες τυχαίων γεωμετριών.



Προσομοιώσαμε την ροή με ταχύτητες εισαγωγής αέρα 1,3,5,7,10 m/s και όπως φαίνεται παρακάτω τα καλύτερα αποτελέσματα λαμβάνονται για $Re=57.505$ ($u_{inlet}=10m/s$).

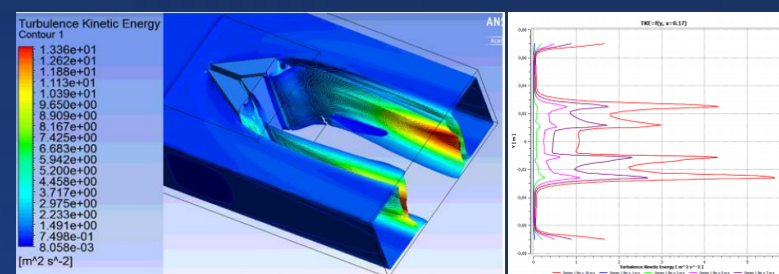
Boundary Conditions:

- Velocity-inlet: 1,3,5,7,10m/s
- Pressure-outlet: 0Pa

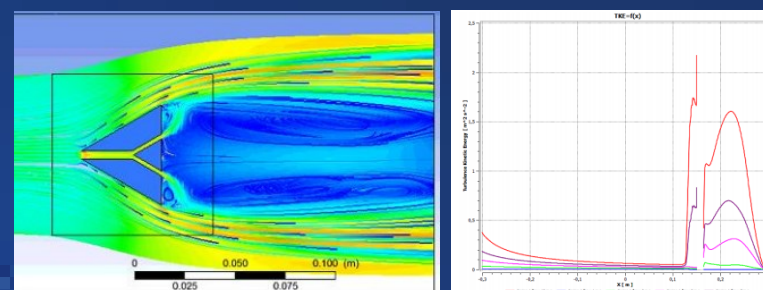
Solution Methods:

- Pressure-Velocity Coupling/Coupled

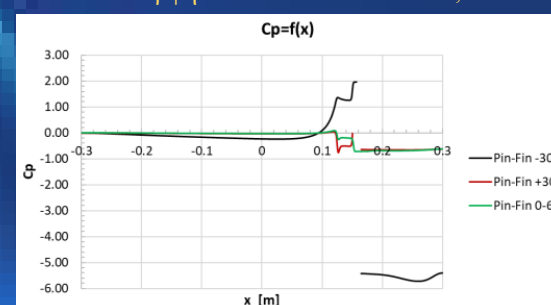
Pin-Fin $+30^\circ$



TKE-vorticity για $Re=57.505$, Προφίλ TKE για $x=0.17m$

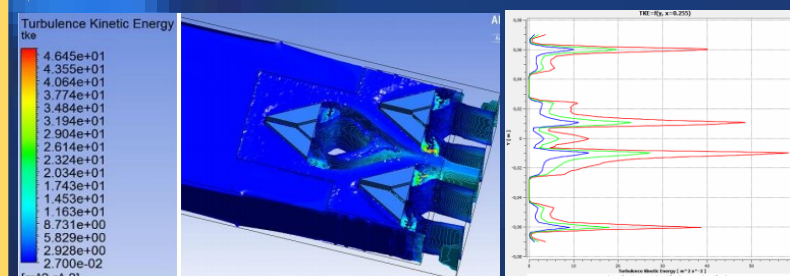


Μορφή Streamlines $Re=57.505$, TKE κατά μήκος του x

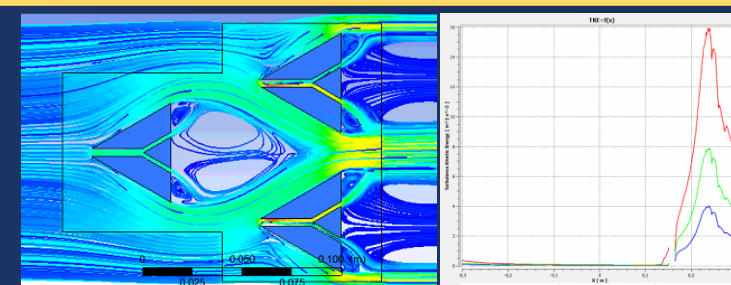


Μεταξύ των βέλτιστων διατάξεων μονάδων, εξάγουμε τον $Cp=f(x)$ και παρατηρούμε πως η διάταξη $+30^\circ$ έχει την καλύτερη συμπεριφορά όσον αφορά την δημιουργία αναταραχής της ροής με κόστος την ελάχιστη μεγαλύτερη πτώση πίεσης.

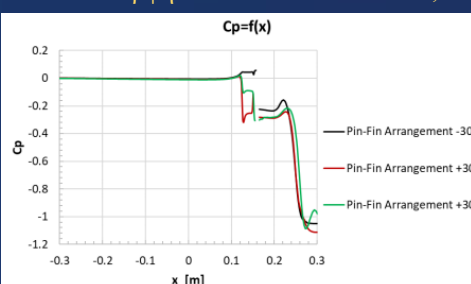
Pin-Fin Arrangement $+30^\circ$



TKE-vorticity για $Re=57.505$, Προφίλ TKE για $x=0.255m$



Μορφή Streamlines $Re=57.505$, TKE κατά μήκος του x



Αν και η διάταξη $+30^\circ$ προκαλεί ελάχιστα μεγαλύτερη πτώση πίεσης για $0.12m < x < 0.18m$, παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα στροβιλισμών και TKE σε μεγάλο τμήμα του όγκου ελέγχου.

Συμπεράσματα

- Η περιοδική αλλαγή των κατευθυνόμενων στροβιλισμών, η σύγκρουση αυτών, και η μεταβαλλόμενη θέση του ρευστού οδηγούν στην καλύτερη ανάμιξη της ροής άρα και στην καλύτερη μεταφορά της θερμότητας.
- Η ταχύτητα εισαγωγής του αέρα που δίνει τα βέλτιστα και πιο εμφανή αποτελέσματα είναι η $u_{inlet}=10m/s$.
- Η βέλτιστη διάταξη όλων κατόπιν σύγκρισης είναι η *Pin-Fin $+30^\circ$* καθώς και η *Pin-Fin Arrangement $+30^\circ$* , δηλαδή εκείνες που σχηματίζουν γωνία $+30^\circ$ με τον άξονα x .
- Η στένωση των περιοχών που δημιουργείται εκατέρωθεν των *Pin-Fin Arrangements* 2^{ης} σειράς, συμβάλλει σημαντικά στην αναμόχλευση της ροής, αναπτύσσονται μεγάλες ταχύτητες, εμφανίζονται διαταραχές της ευθύγραμμης πορείας των στοιχειωδών μαζών και δημιουργούνται στροβιλισμοί.
- Οι βέλτιστες διατάξεις δημιουργούν τα μεγαλύτερα ποσά TKE τόσο σε προφίλ κατά τον άξονα y του αγωγού, όσο και κατά τον x άξονα. Επίσης δημιουργούν τις μεγαλύτερες αναταράξεις στη ροή και οι στροβιλισμοί που δημιουργούν είναι μεγάλης έντασης και διάρκειας.
- Συγκριτικά με τα αντίστοιχα *Reference*, οι βέλτιστες διατάξεις παρουσιάζουν μικρότερο Cp , συνεπώς μικρότερες απώλειες πίεσης.