



Πανεπιστήμιο Πατρών

Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών

Τομέας Ενέργειας Αεροναυτικής και Περιβάλλοντος

Επιβλέπων Καθηγητής:
Δημοσθένης Γεωργίου

Η εμφύσηση δισδιάστατης δέσμης αέρος σε καμπύλη επιφάνεια

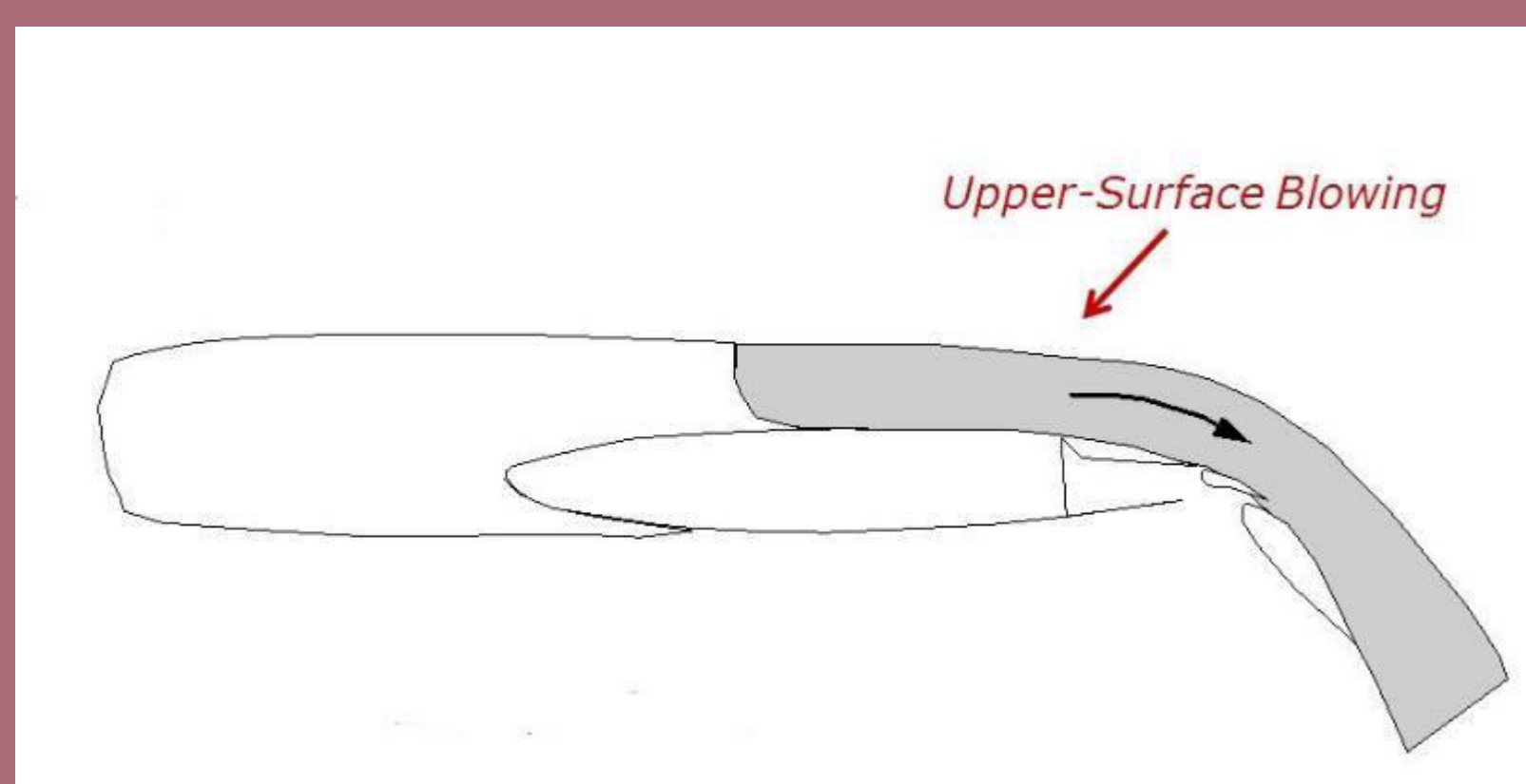
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μία από τις πιο υποσχόμενες ιδέες αύξησης της άντωσης είναι η Εμφύσηση της Άνω Επιφάνειας (USB), όπου οι κινητήρες τοποθετούνται πάνω από το φτερό και ο πίδακας των καυσασερίων του κινητήρα προσαρτάται στην πάνω επιφάνεια. Η ώθηση του πίδακα μπορεί στη συνέχεια να καθοδηγηθεί με τη χρήση της καμπυλότητας του άκρου εκφυγής, καθώς η ροή του πίδακα τείνει να παραμένει προσκολλημένη χάρι στο φαινόμενο «Coanda». Η αεροδυναμική σήραγγα και αρκετές δοκιμές πτήσης έχουν δείξει ότι τα αεροσκάφη με την χρήση του USB είναι ικανά να παράγουν μέγιστους συντελεστές ανύψωσης κοντά στο 10. Έχουν το πρόσθετο πλεονέκτημα της προστασίας από τον θόρυβο του κινητήρα πάνω από το φτερό και μακριά από το έδαφος. Λαμβάνοντας υπόψη τα πιθανά οφέλη από τα αεροσκάφη που χρησιμοποιούν το USB, θα περίμενε κανείς ότι υπάρχουν μέθοδοι προκαταρκτικής μελέτης για την ανάπτυξη τους. Αυτό όμως δεν ισχύει. Ενώ σχετικά πολύπλοκες λύσεις είναι διαθέσιμες, δεν υπάρχει επί του παρόντος επαρκής μεθοδολογία χαμηλής ακρίβειας για τον προκαταρκτικό σχεδιασμό του USB ή συστήματος πρόωσης αεροσκάφους με USB. Το επίκεντρο της τρέχουσας εργασίας είναι η παροχή μιας τέτοιας μεθοδολογίας για τον προκαταρκτικό σχεδιασμό των αεροσκαφών με χρήση USB.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η εμφύσηση αέρα μέσω αγωγού στην άνω και κάτω επιφάνεια ελλειπτικών αεροτομών. Η εμφύσηση έχει ως σκοπό την αύξηση της άντωσης της πτέρυγας σε είσοδο υψηλή ταχύτητας. Η μελέτη πραγματοποιείται υπολογιστικά μέσω του περιβάλλοντος FLUENT της ANSYS. Μετά την εύρεση της γεωμετρίας με τα καλύτερα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά μελετάται η επίδραση του wall jet στο οριακό στρώμα των επιφανειών της αεροτομής.

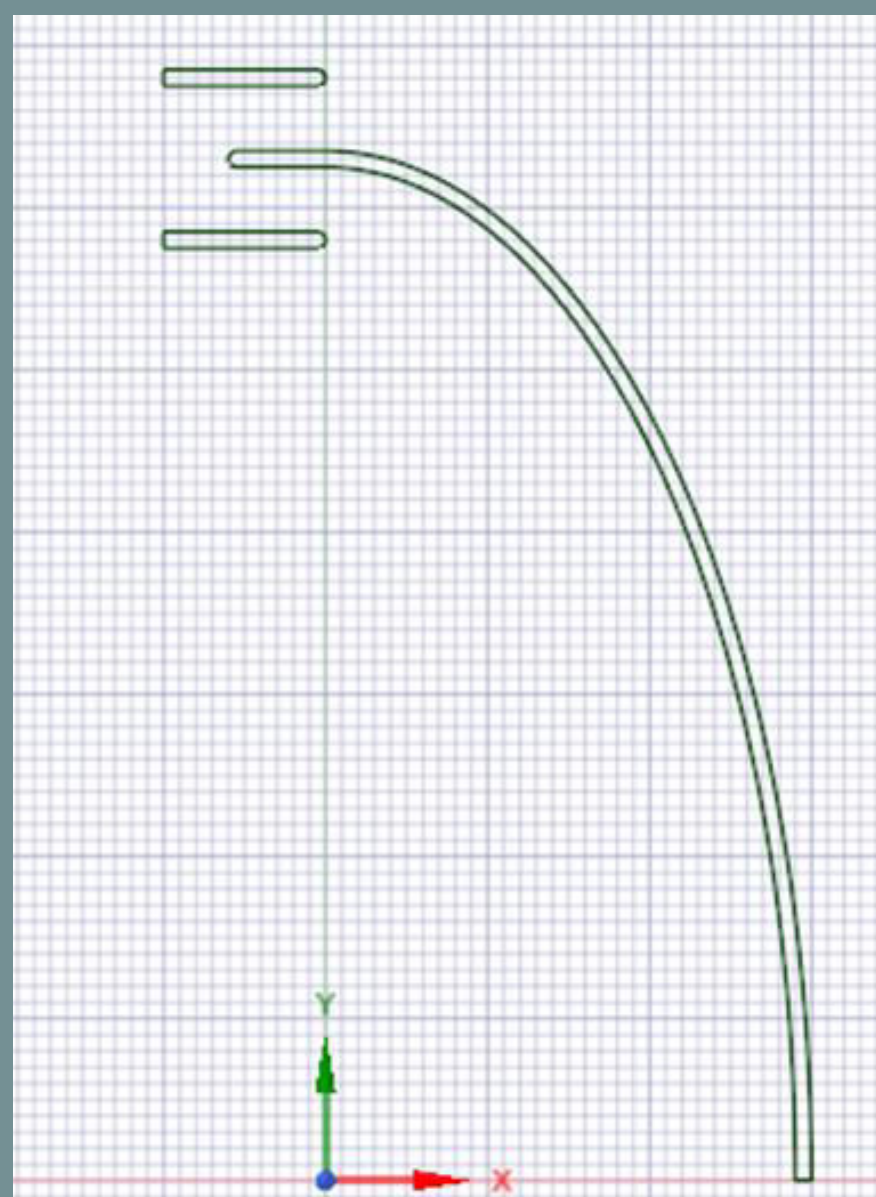
Introduction

Καθώς τα σύγχρονα αεροσκάφη έχουν αυξηθεί σε μέγεθος και πολυπλοκότητα για να γίνουν πιο αποδοτικά από άποψη κόστους, έτσι και οι νέες υποδομές χρειαστήκαν να προσαρμοστούν σε αυτά. Συχνά αντιμετωπίζονται μεγάλες καθυστερήσεις, με μικρή χωρητικότητα σε μεγάλους διαδρόμους. Αυτή ήταν η πρόσφατη περίπτωση στο αεροδρόμιο O'Hare στο Σικάγο, όπου οι καθυστερήσεις έφτασαν σε κρίσιμα όρια, μειώνοντας τις αφίξεις στην ώρα σε ολόκληρο τον εναέριο χώρο κατά 15%. Οι καθυστερήσεις εναέριων κυκλοφορίας προκαλούν σπατάλη εκατοντάδων εκατομμυρίων δολαρίων. Είναι σαφές ότι υπάρχει ανάγκη για αεροσκάφη με προωθητικό κινητήρα που μπορούν να επιτύχουν εξαιρετικές επιδόσεις απογείωσης και προσγείωσης, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη για σύντομη απογείωση και προσγείωση (STOL). Μία τέτοια επιλογή με κινητήρα ανύψωσης είναι το Upper Surface Blowing (USB), όπου οι κινητήρες βρίσκονται τοποθετημένοι πάνω από την πτέρυγα και ο πίδακας από τα καυσάερια προσαρτάται στην άνω επιφάνεια.

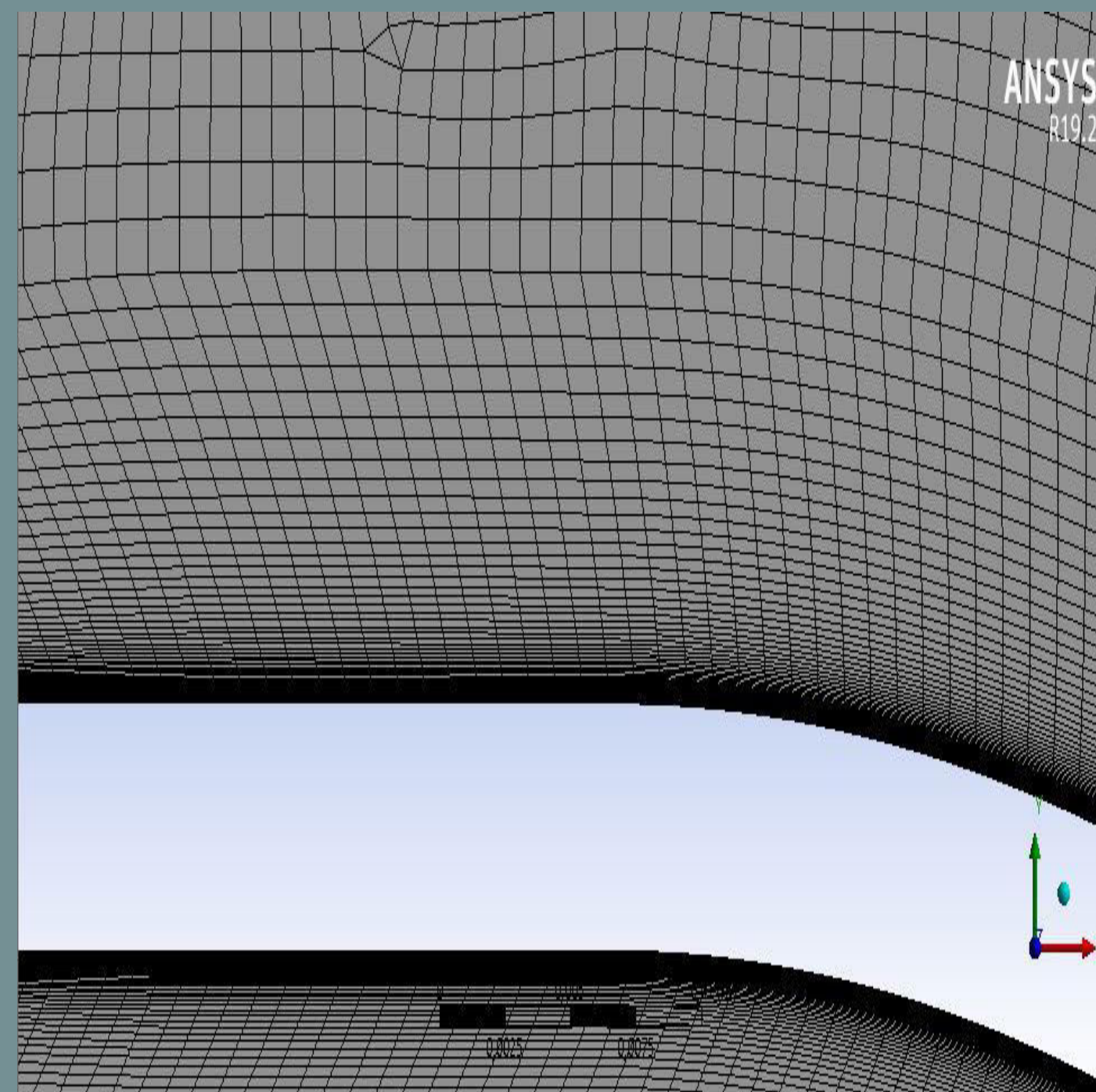


ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

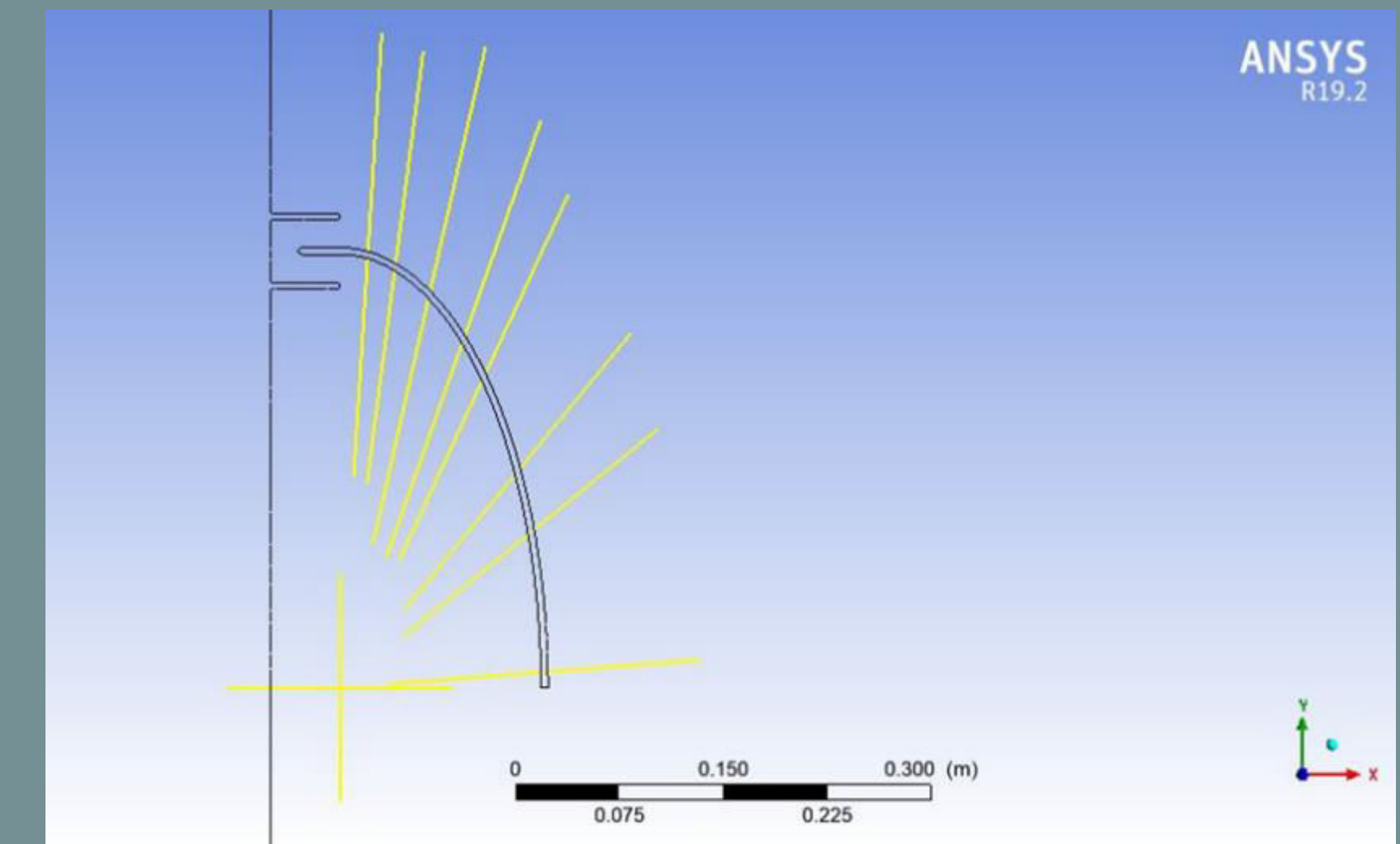
Στην παρούσα εργασία, πραγματοποιήθηκαν μελέτες που περιέλαβαν την διερεύνηση των ελλειπτικών αεροτομών χρησιμοποιώντας υπολογιστικές προσεγγίσεις έτσι ώστε να εξεταστούν οι σχετικές εξελίξεις του πεδίου ροής και οι προκύπτουσες αεροδυναμικές δυνάμεις.



Η γεωμετρία που εξετάζεται αποτελεί ελλειπτική αυτοσχέδια αεροτομή που δημιουργήθηκε με την βοήθεια του Spaceclaim της ANSYS. Αποτελείται από δύο μέρη α) την αεροτομή και β) τον αγωγό που οδηγεί την ροή του ρευστού. Μετά την κατασκευή της κύριας γεωμετρίας δημιουργήθηκε το domain του ρευστού. Οι διαστάσεις του domain καθορίστηκαν από την χορδή c της αεροτομής.



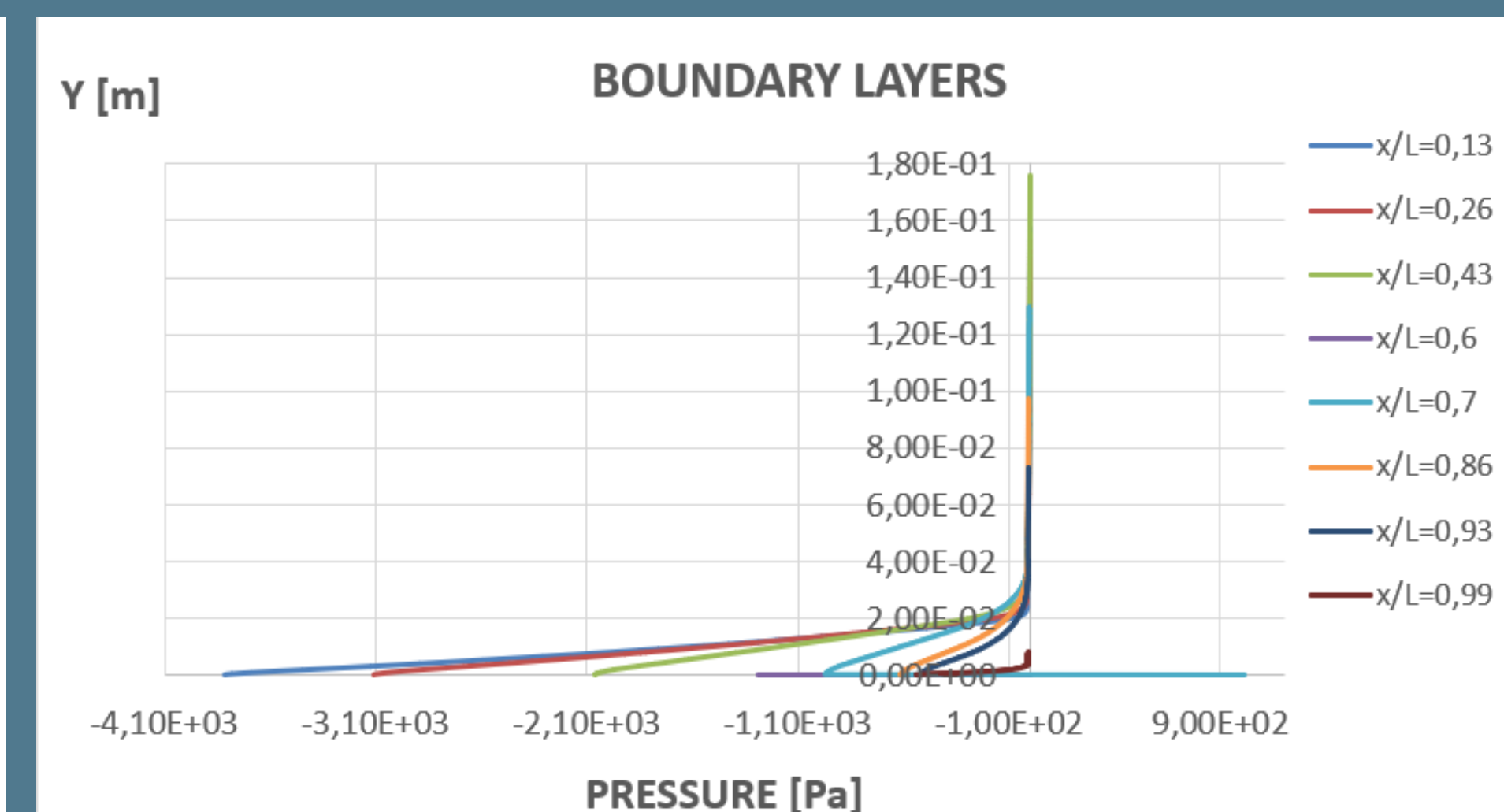
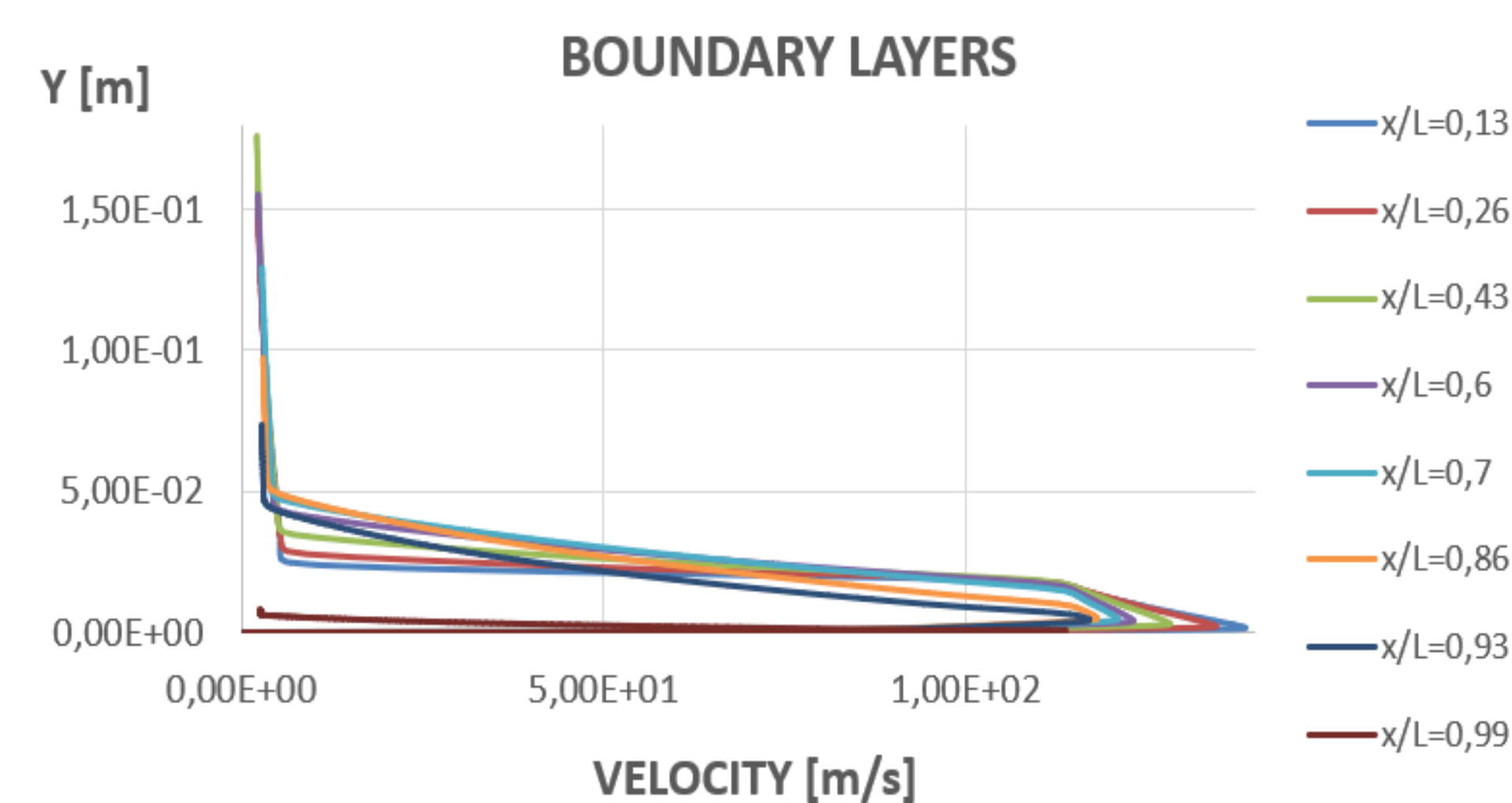
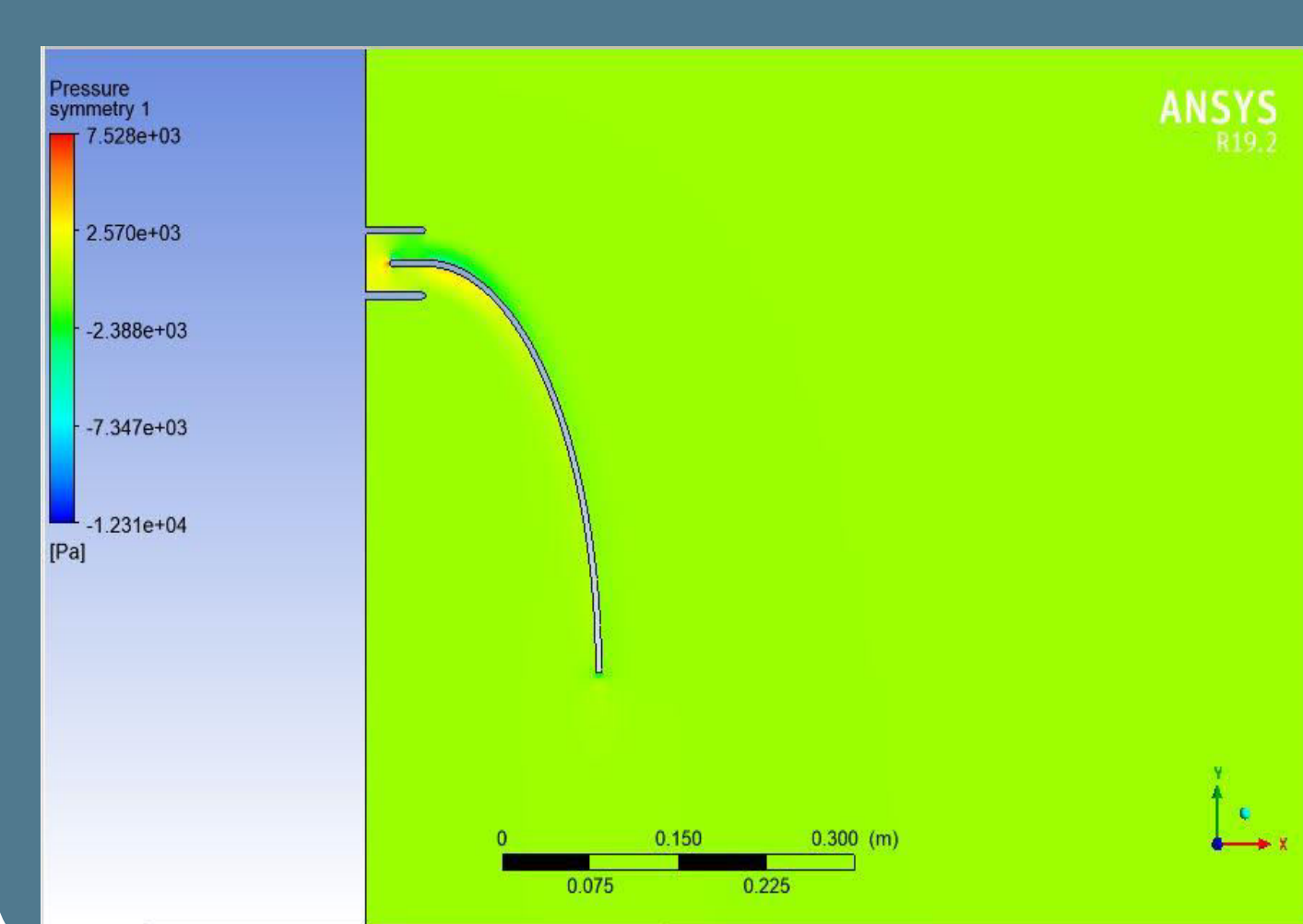
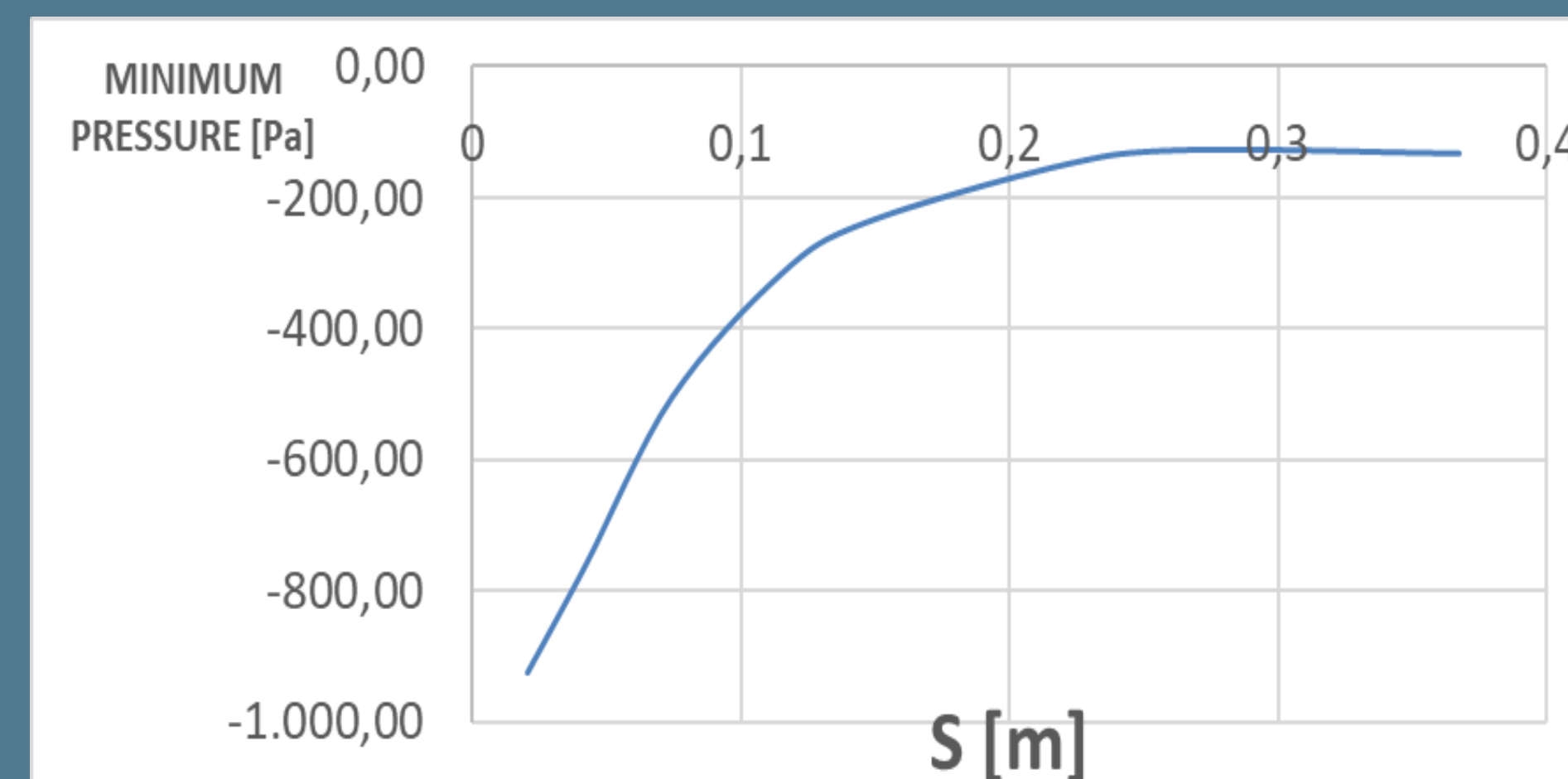
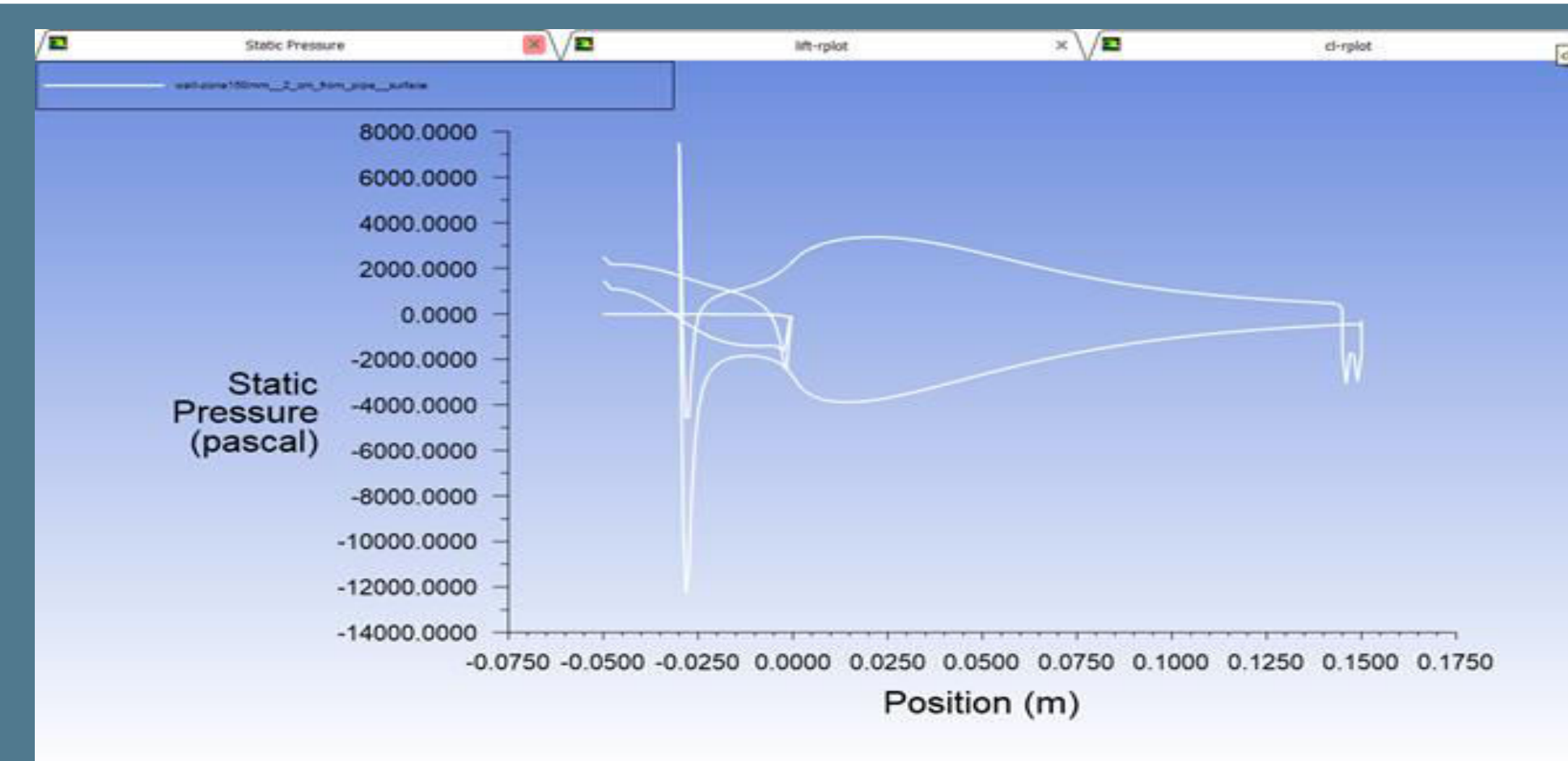
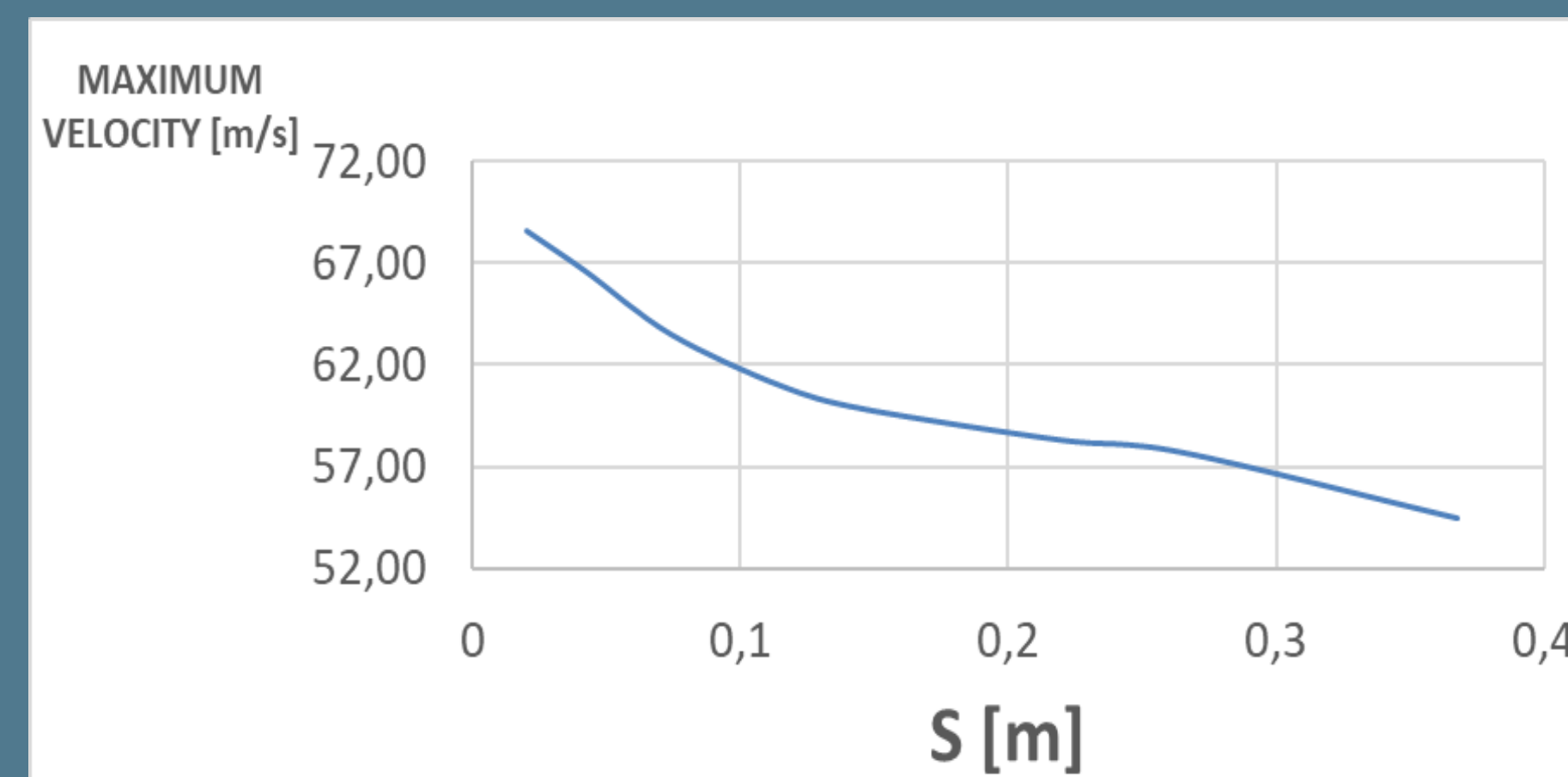
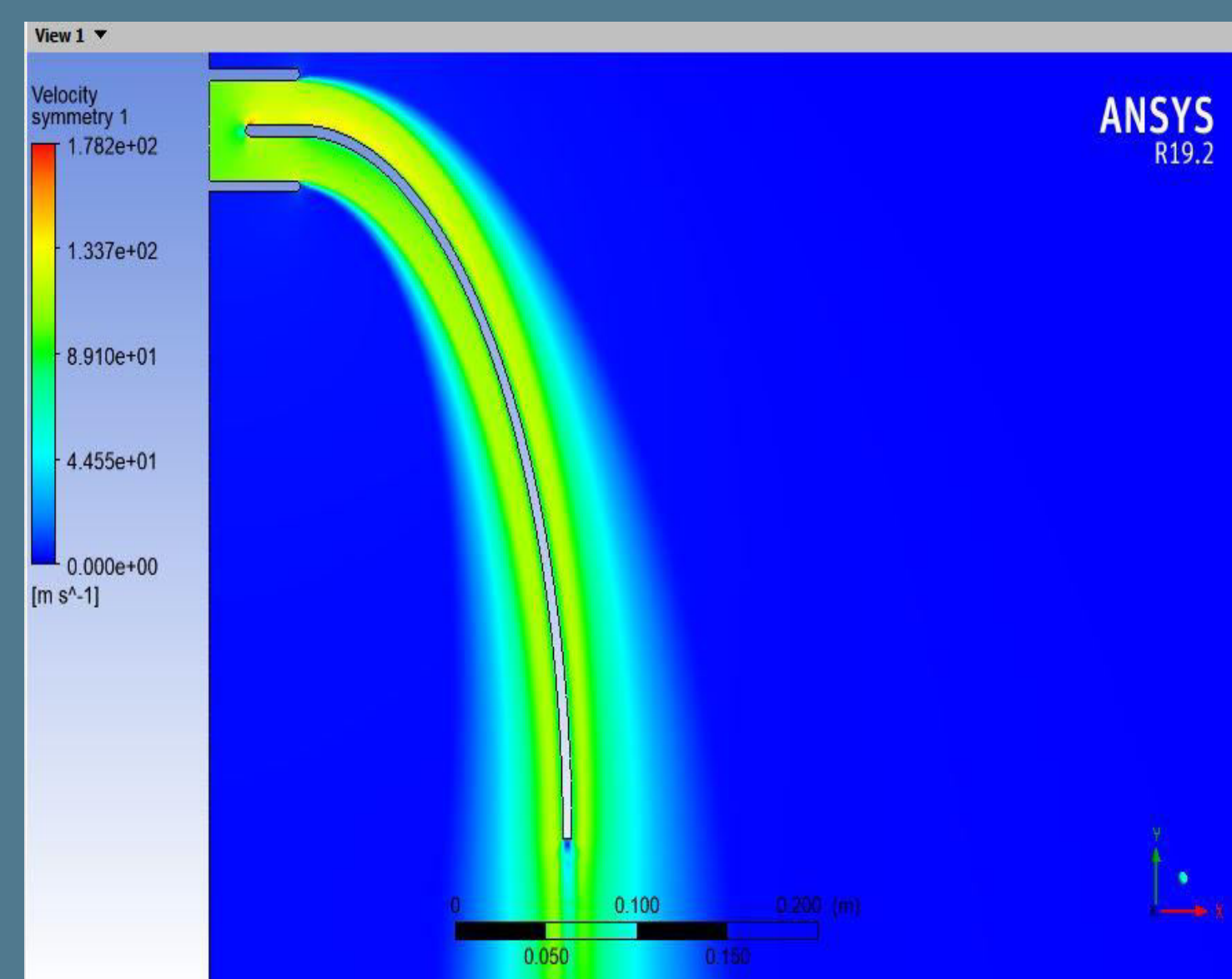
Δημιουργήθηκαν τρεις διαφορετικές γεωμετρίες με χορδές 180mm, 230mm & 330mm. Μετά την επιλογή της βέλτιστης σύμφωνα με τον μέγιστο συντελεστή άντωσης που προσδίδει μελετάται το προφίλ ταχύτητας και πίεσης στην άνω και κάτω επιφάνεια της αεροτομής.



Δημιουργήθηκαν επίσης ευθύγραμμα τμήματα ακτινικά κατά το μήκος την αεροτομής στην άνω και κάτω επιφάνεια. Τα δεκαέξι ευθύγραμμα τμήματα που δημιουργήθηκαν, οκτώ στην άνω επιφάνεια και οκτώ στην κάτω, αποτελούν τη βάση για την κατασκευή διαγραμμάτων που αποτυπώνουν την συμπεριφορά του οριακού στρώματος. Έτσι, για κάθε γραμμή σχεδιάστηκε η κατανομή του προφίλ της ταχύτητας και της πίεσης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι λύσεις του FLUENT για ταχύτητες εισόδου 50, 100 & 150 m/s δίνουν τα ακόλουθα αποτελέσματα. Τα διαγράμματα αφορούν κατανομές πίεσης, ταχύτητας, προφίλ οριακού στρώματος και μεταβολή των μέγιστων ταχυτήτων –πίεσεων στην κατεύθυνση προς το άκρο εκφυγής.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η επιφανειακή εμφύσηση δισδιάστατης δέσμης πάνω και κάτω από αεροτομή ελλειπτικής γεωμετρίας. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις ελλειπτικές αεροτομές από τις οποίες εκείνη με την μικρότερη χορδή (c=180mm) παρουσίασε μεγαλύτερο συντελεστή άντωσης c_L . Όλες όμως οι γεωμετρίες εκμεταλλεύτηκαν το φαινόμενο Coanda και η ροή παρέμεινε προσκολλημένη στην επιφάνεια των αεροτομών μέχρι το χείλος εκφυγής τους. Στην συνέχεια εξετάστηκε η επίδραση του wall jet στο οριακό στρώμα της αεροτομής (c=180mm) στην άνω και κάτω επιφάνεια. Παρατηρήθηκε ότι στα προφίλ ταχύτητας της άνω επιφάνειας οι μέγιστες ταχύτητες είχαν καθοδική πορεία προχωρώντας προς το χείλος εκφυγής σε αντίθεση με τα αντίστοιχα προφίλ της κάτω επιφάνειας όπου οι μέγιστες ταχύτητες έχουν ανοδική πορεία. Για τα προφίλ πίεσης της κάτω και άνω επιφάνειας οι μέγιστες κατά απόλυτη τιμή πιέσεις έχουν μονίμως φθίνουσα πορεία καθώς γίνεται μετάβαση της ροής στο χείλος εκφυγής. Ο υπολογισμός των κλίσεων των διαγραμμάτων με τις μέγιστες ταχύτητες-πιέσεις φανερώνει την απότομη αύξηση τους μετά την εισαγωγή μεγαλύτερης ταχύτητας ροής στον αγωγό. Η παρουσία υψηλότερης ταχύτητας επιταχύνει δηλαδή ραγδαία την πτώση των μέγιστων ταχυτήτων στα προφίλ ταχύτητας. Για όλες τις περιπτώσεις ταχυτήτων στην συγκεκριμένη γεωμετρία το οριακό στρώμα παραμένει προσκολλημένο στην άνω και κάτω επιφάνεια. Δηλαδή, για τις συγκεκριμένες συνθήκες απουσιάζει η αποκόλληση του οριακού στρώματος. Η εμφύσηση στις δύο επιφάνειες προσδίδει ενέργεια στο οριακό στρώμα εμπλουτίζοντας το και καθυστερεί -αποτρέπει την αποκόλληση της ροής.