

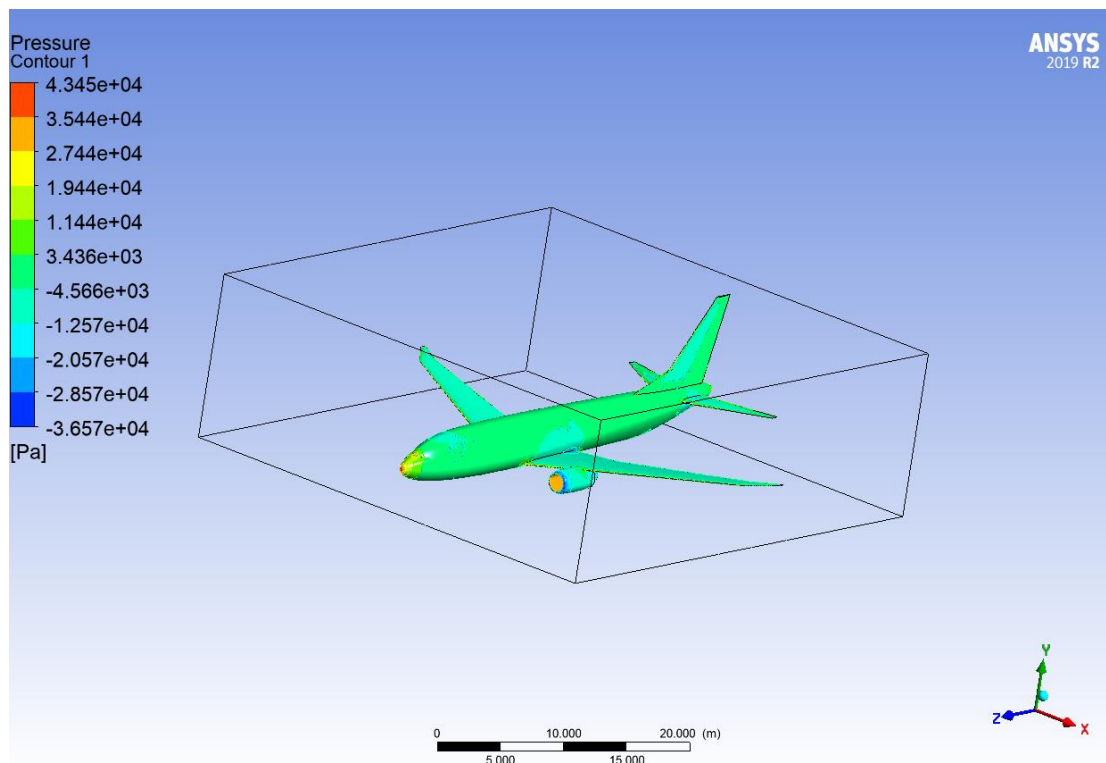
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ ΜΕ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΥΟΙΧΕΙΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΣΙΜΩΤΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΠΡΑΜΑΓΓΙΟΥΛΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΕΥΓΕΝΙΟΣ ΣΚΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ

11/3/2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω όλους τους δικούς μου ανθρώπους που βοήθησαν στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Θα πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Σκούρα Ευγένιο για την καθοδήγηση και επίβλεψη αυτής της πτυχιακής εργασίας ήταν πάντα διαθέσιμος να μου προσφέρει τις γνώσεις του και την εμπειρία του, να ασχοληθεί με κάθε απορία μας.

Contents

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	1
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	1
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	1
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	1
ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ ΜΕ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΥΟΙΧΕΙΑ	1
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :	1
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :	1
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :	1
ΠΑΤΡΑ	1
11/3/2021	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
Κεφάλαιο 1 Ιστορική αναδρομή	1
1.1 Ιστορική ανασκόπηση της προσπάθειας του ανθρώπου να πετάξει	1
1.2 Οι αδελφοί Ράιτ επιτυγχάνουν την πρώτη πτήση παγκοσμίως με μηχανοκίνητο αεροπλάνο.....	4
1.3 Πυροσβεστικά Αεροσκάφη	10
<i>Canadair CL-215</i>	10
1.4 Επιβατικά αεροπλάνα	12
1.5 Εργοστάσιο παραγωγής	15
1.6 Συχνότητα και αιτίες πτώσης αεροσκαφών.....	16
Κεφάλαιο 2	21
2.1 Πως πετάνε τα αεροπλάνα.....	21
2.2 Άνωση.....	22
2.5 Διαφορά πίεσης	26
Κεφάλαιο 3	29
3.1 Σχεδιασμός του αεροπλάνου στο SOLIWORKS	29
Κεφάλαιο 4 προσομοίωση στο Ansys- Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	32
4.1 Παρουσίαση Μοντέλου στο ANSYS	32
.....	32
4.2 Αποτελέσματα προσομοιώσεις.....	36
Συμπεράσματα	50

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	51
--------------------	----

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ίκαρος και δαίδαλος.....	1
Εικόνα 2:.....	2
Εικόνα 3: Σχεδία κατασκευών	3
Εικόνα 4: Αερόστατο	4
Εικόνα 5: Εικόνες από το πρώτο αεροπλάνο	5
Εικόνα 6: Εικόνες από το πρώτο αεροπλάνο	6
Εικόνα 7: Εικόνες από το πρώτο αεροπλάνο	7
Εικόνα 8: Εικόνες από το πρώτο αεροπλάνο	8
Εικόνα 9: Αδελφοί Ράιτ	9
Εικόνα 10: Αεροσκάφος CL-215	11
Εικόνα 11: Επιβατικό αεροσκάφος τύπου Boeing	12
Εικόνα 12: Χαρακτηριστικά επιβατικού αεροσκάφος τύπου Boeing	13
Εικόνα 13: Όψεις επιβατικού αεροσκάφος τύπου Boeing	14
Εικόνα 14: Επιβατικό αεροσκάφος τύπου Boeing	16
Εικόνα 15: Πτώσεις αεροπλάνων.....	17
Εικόνα 16: Αιτίες πτώσης αεροσκαφών.....	19
Εικόνα 17: Διάγραμμα Δυστυχημάτων/έτος	19
Εικόνα 18: Διάγραμμα θυμάτων/έτος	20
Εικόνα 19: Δυνάμεις που επενεργούν σε αεροπλάνο	22
Εικόνα 20: Ροή πάνω σε φτερό.....	24
Εικόνα 21: Επεξήγηση δυνάμεων στην αεροτομή.....	28
Εικόνα 22: Διαστάσεις αεροπλάνου	29
Εικόνα 23: Όψη αεροπλάνου στο Solid Works	30
Εικόνα 24: Πλάγια όψη Αεροπλάνου.....	30
Εικόνα 25: Κάτοψη Αεροπλάνου.....	31
Εικόνα 26: Κάτω πλευρά Αεροπλάνου.....	31
Εικόνα 27: Εισαγωγή γεωμετρίας στο Ansys	32
Εικόνα 28: Εισαγωγή γεωμετρίας(Enclosure) στο Ansys	33
Εικόνα 29: Διακριτοποίηση στο ANSYS.....	33
Εικόνα 30: Στατιστικά στοιχείων και κόμβων μοντέλου.....	34
Εικόνα 31: Μεταβλητή ως προς το z άξονα	34
Εικόνα 32: Μεταβλητή ως προς το x άξονα	35
Εικόνα 33: Εικόνα 34: Μεταβλητή ως προς το Y άξονα.....	35
Εικόνα 35: Mesh display.....	36
Εικόνα 36: Drag force coefficient	36
Εικόνα 37: Drag coefficient	37
Εικόνα 38: Drag coefficient και drag force coefficient.....	37
Εικόνα 39: Lift Force και Lift coefficient.....	38
Εικόνα 40: Δυνάμεις.....	38

Εικόνα 41: Ροή μάζας	38
Εικόνα 42: Στατική πίεση.....	38
Εικόνα 43: Στατική πίεση σε σχέση με την θέση του αεροπλάνου	39
Εικόνα 44: Στατική θερμοκρασία σε σχέση με το αεροπλάνο.....	39
Εικόνα 45: Παροχή μάζας σε σχέση με το αεροπλάνο	39
Εικόνα 46: Ταχύτητα	40
Εικόνα 47: Ταχύτητα στον u άξονα	41
Εικόνα 48: Ταχύτητα στον v άξονα	42
Εικόνα 49: Ταχύτητα στον w άξονα	43
Εικόνα 50: ταχύτητα στην είσοδο	43
Εικόνα 51: Ταχύτητα στην έξοδο	44
Εικόνα 52:Κατανομή πίεσης πάνω στο αεροπλάνο.....	45
Εικόνα 53: Κατανομή πυκνότητας στο αεροπλάνο.....	46
Εικόνα 54: Κατανομή θερμοκρασίας πάνω στο αεροπλάνο	47
Εικόνα 55: Πίεση στην έξοδο	48
Εικόνα 56:Πίεση	48
Εικόνα 57:Ταχύτητα	49

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται ιστορική αναδρομή στην ιστορία των πρώτων αεροπλάνων και πως από τότε οι άνθρωποι προσπαθούσαν να πετάξουν.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην διατήρησή της ενέργειας και σε έναν από τους πιο βασικούς νόμους που υπάρχουν στα ρευστά τον νόμο του Bernulli.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται πως σχεδιάστηκε το αεροπλάνο και οι διαστάσεις του.

Στο κεφάλαιο τέσσερα παρουσιάζεται το πρόγραμμα ANSYS FLUENT και δίνονται τα αποτελέσματα της πρώτης προσομοίωσης για $800 \frac{Km}{h}$

SUMMARY

In the first chapter there is an equivocal review of the history of the first planes and how since then people were trying to fly.

In the second chapter, reference is made to the conservation of energy and to one of the most basic laws that are in the liquids of Bernulli's law.

The third chapter shows how the plane and its dimensions were planned.

Chapter four shows the ANSYS FLUENT program and results of the first simulation for 800 Km / h

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
(Ονοματεπώνυμο)

.....
(Υπογραφή)

Κεφάλαιο 1 Ιστορική αναδρομή

1.1 Ιστορική ανασκόπηση της προσπάθειας του ανθρώπου να πετάξει

Πολλοί άνθρωποι από την αρχαιότητα είχαν ξεκινήσει προσπάθειες να φτιάξουν κατασκευές οι οποίες θα τους έκαναν να πετάξουν. Μια από αυτές τις προσπάθειες αναφέρεται σε έναν πολύ γνωστό σε όλους μας μύθο είναι εκείνος του Ικάρου και του Δαίδαλου. Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία, ο Ίκαρος ήταν γιος του Δαίδαλου και της Ναυκράτης, η οποία, κατά μια παράδοση, ήταν δούλη του Μίνωα.

Όταν ο Δαίδαλος καταδικάστηκε από τον Άρειο Πάγο επειδή είχε φονεύσει τον τεχνίτη Τάλω, έφυγε στην Κρήτη. Εκεί κατασκεύασε τον Λαβύρινθο για να ζει μέσα ο Μινώταυρος, ο γιος της γυναίκας του Μίνωα Πασιφάης. Μέσα στον Λαβύρινθο φυλάκισε ο Μίνωας και τον ίδιο τον Δαίδαλο με τον γιο του Ίκαρο, διότι ο Δαίδαλος είχε βοηθήσει την Πασιφάη να ενωθεί με τον Ταύρο του Ποσειδώνος και να γεννηθεί ο Μινώταυρος.

Ο Δαίδαλος με τον Ίκαρο δραπέτευσαν από τον Λαβύρινθο με τη βοήθεια των φτερών που είχε κατασκευάσει και για τους δύο ο Δαίδαλος, χρησιμοποιώντας πούπουλα και κερί. Τα φτερά αυτά τα προσάρτησαν στους ώμους τους και πέταξαν στον ουρανό.



Εικόνα 1: Ίκαρος και δαίδαλος

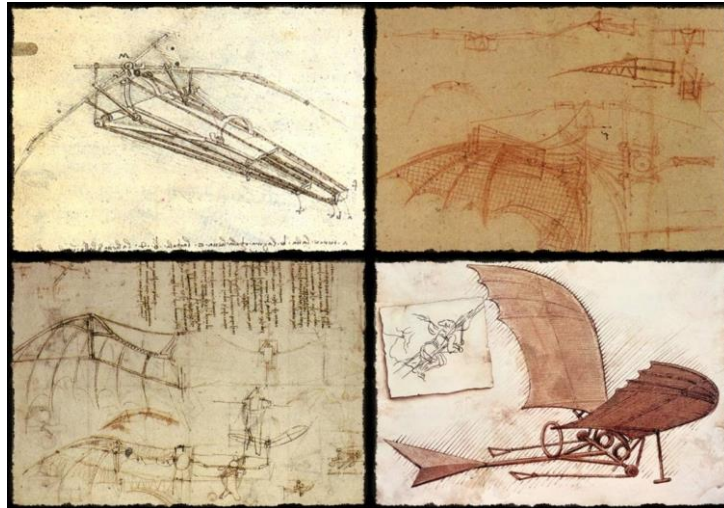
Ο Ίκαρος όμως, γοητευμένος από την πτήση, παράκουσε την εντολή του πατέρα του να μην πετάει πολύ ψηλά για να μη λιώσει από τη ζέση του ήλιου το κερί των φτερών, ούτε και πολύ χαμηλά για να μην λυθούν τα φτερά από την υγρασία της θάλασσας: πέταξε ψηλά με αποτέλεσμα να λιώσει το κερί και να αποκολληθούν τα φτερά, να πέσει στη θάλασσα και να χάσει τη ζωή του. Η θάλασσα περιοχή όπου ο Ίκαρος βρήκε τον θάνατο ονομάστηκε έκτοτε Ικάριο Πέλαγος ή Ικάριος Πόντος. Η περιοχή αυτή βρίσκεται νότια του νησιού που ονομάστηκε Ικαρία. Έτσι διηγείται την ιστορία του Ικάρου ο Απολλόδωρος. Σύμφωνα με άλλες πηγές, ο Ίκαρος, αναζητώντας τον πατέρα του Δαίδαλο που είχε εξοριστεί στην Κρήτη, επιβιβάστηκε σε πλοίο για να ταξιδέψει, το πλοίο όμως ναυάγησε κοντά στη Σάμο και η θάλασσα ξέβρασε το σώμα του στο νησί, το οποίο από το γεγονός αυτό ονομάστηκε Ικαρία.

Ένας θρύλος αναφέρει ότι οι Ίνκας τοποθετούσαν επιφανείς νεκρούς σε ένα όχημα που έμοιαζε με αντεστραμμένη πυραμίδα, το οποίο στην συνέχεια απογειωνόταν με την βοήθεια θερμού αέρα και μετέφερε τους νεκρούς στους θεούς - προφανώς στον εγγύτερο ωκεανό



Εικόνα 2:

Ευρήματα όμως γι' αυτό το θρύλο δεν υπάρχουν ακόμα. Ο Λεονάρντο ντα Βίντσι σχεδίασε πολλές <<μηχανές>> και διατάξεις, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν για πτήση, αλλά δεν υλοποίησε καμία από αυτές.



Εικόνα 3: Σχεδιά κατασκευών

Αργότερα το 1709 πέτυχε η πρώτη καταγεγραμμένη <<πτήση >> στην Πορτογαλία. Ο Bartholomeo Lourenco de Gusmao κατασκεύασε ένα μπαλόνι με διάμετρο 70 cm και το οποίο ετροφοδοτείτο με ζεστό αέρα που δημιουργούσε η καύση χόρτων και ξύλων σε ένα μικρό δοχείο στο κάτω μέρος του. Μερικές δεκαετίες αργότερα οι αδελφοί Joseph-Michele (1740-1810) και Jacques-Etienne Montgolfier (Μονγκολφιερ, 1745-1799) αποφάσισαν να κατασκευάσουν ένα μπαλόνι που θα ανέβαινε ψηλά με ζεστό αέρα.

Υπάρχουν πολλές εκδοχές για τις εργασίες και δόκιμες που εκτελεστήκαν, ωστόσο κατάφεραν να ανυψώσουν ένα μπαλόνι με διαμετρο 30 μέτρων, το οποίο λέγεται ότι έφτασε σε ύψος μερικών χιλιομέτρων. Παράλληλα όμως ένας άλλος ερευνητής από το Παρίσι ο Jacques Alexander Cesar Charles (Σαρλς, 1746-1823) συνδύασε την εφεύρεση με τις πληροφορίες που είχε από την Ακαδημία για τη συμπεριφορά του υδρογόνου και οργάνωσε, με συλλογή χρημάτων από φίλους και συνεργάτες του, την πραγματοποίηση πτήσης με μπαλόνι υδρογόνου.

Πράγματι τον Αύγουστο 1783 πραγματοποιήθηκε αυτή η πτήση, όπου η πρωτόγονη διάταξη για παράγωγη υδρογόνου προκάλεσε τεραστία ρύπανση, τελικά η πτήση πραγματοποιήθηκε με επιτυχία και θεωρήθηκε η πρώτη πτήση μπαλονιού, παρόλο που η πρώτη πτήση είχε γίνει το 1783 από τους αδελφούς Μονγκολφιερ οι οποίοι ήταν ακόμα άγνωστοι στο Παρίσι.



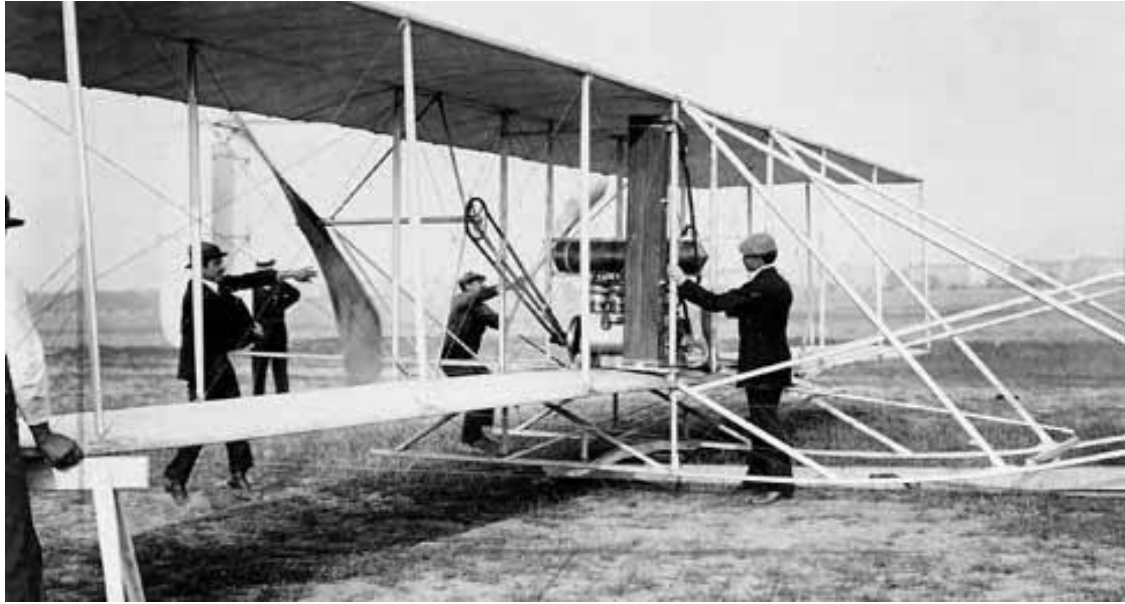
Εικόνα 4: Αερόστατο

Οι δυο αδελφοί έφτασαν ανυποψίαστοι στο Παρίσι μετά την επίδειξη του Σαρλ και, όταν πληροφορήθηκαν τα γεγονότα προσπάθησαν να καλύψουν το χαμένο έδαφος των εντυπώσεων, τότε πραγματοποίησαν την πτήση ενός αεροστάτου με ένα αρνί ως επιβάτη, για να ελέγξει, αν θα επιζήσει το ζώο στα μεγάλα ύψη που θα έφτανε το αερόστατο. Η πτήση έτυχε, το αερόστατο έφτασε στα 1.000 μετρά περίπου και το αρνί επέζησε.

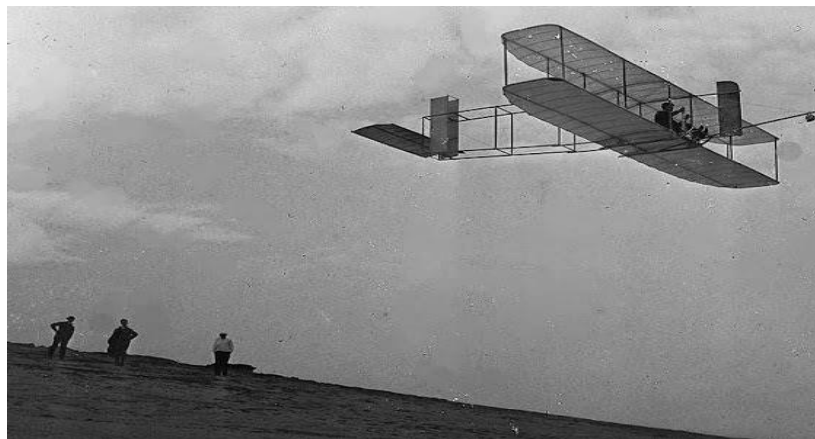
Ο Σαρλ όμως δεν το έβαλε κάτω, συνέχισε να βελτιώνει το δικό του αερόστατο και επινόησε την τοποθέτηση σακών με άμμο, ώστε να ελέγχεται το ύψος πτήσης με άδειασμα κάποιων σακών. Επίσης εισήγαγε μια βαλβίδα ώστε να ελευθερώνεται αέριο, όταν το αερόστατο έφτανε ψηλά δεδομένου ότι σε κάποιες εκατοντάδες μετρά από το έδαφος, το μπαλόνι φούσκωνε υπερβολικά λόγω της μειωμένης ατμοσφαιρικής πίεσης. Αργότερα το έτος 1804 ταξίδεψαν δυο διάσημοι Γάλλοι ερευνητές, ο Biot (Μπόι) και ο Gay-Lussac (Γκαυ Λυσάκ) που ήταν οι πρώτοι που ταξίδεψαν με αερόστατο σε ύψος 6,5 χιλιομέτρων. Στην συνέχεια υπήρξαν και άλλες επιδείξεις αερόστατων και το 1999, ο Μπερτών πικαρ και ο Μπράιαν Τζόουνς έγιναν οι πρώτοι που έκαναν τον γύρο του κόσμου με αερόστατο χωρίς καμία στάση.

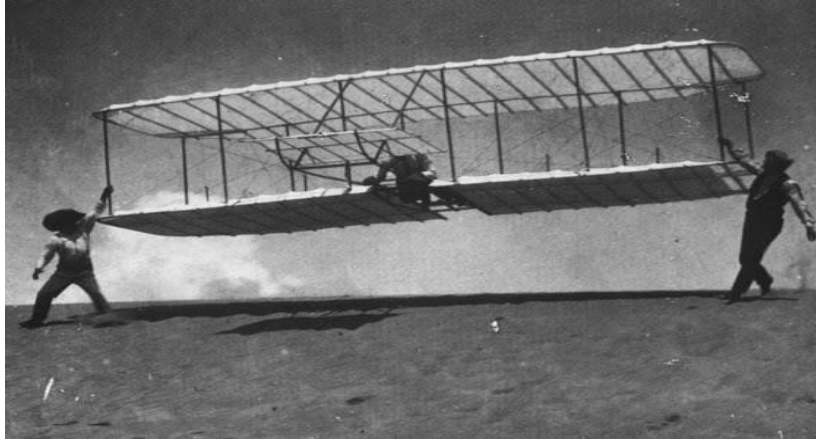
1.2 Οι αδελφοί Ράιτ επιτυγχάνουν την πρώτη πτήση παγκοσμίως με μηχανοκίνητο αεροπλάνο

Οι αδελφοί Ράιτ, Όρβιλ (Orville Wright, 19 Αυγούστου 1871 – 30 Ιανουαρίου 1948) και Γουίλμπουρ (Wilbur Wright, 16 Απριλίου 1867 – 30 Μαΐου 1912), είναι οι πρώτοι που κατάφεραν να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν το πρώτο αεροσκάφος με ελεγχόμενη μηχανικά και προωθούμενης με διάρκεια πτήσης η οποία έλαβε χώρα στις 17 Δεκεμβρίου 1903. Το αεροσκάφος αυτό αποτελούταν από έναν τετρακύλινδρο κινητήρα 16 ίππων με πηδάλιο ο οποίος μετέφερε την κίνηση σε δύο έλικες.



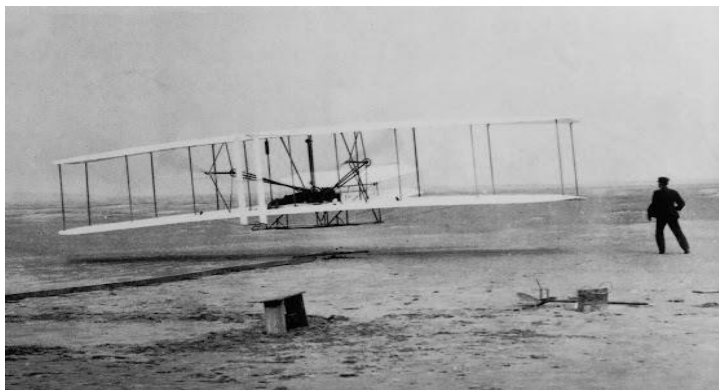
Εικόνα 5: Εικόνες από το πρώτο αεροπλάνο





Εικόνα 6: Εικόνες από το πρώτο αεροπλάνο

Ο 36χρονος Γουίλμπερ και ο μικρότερος αδελφός του Όρβιλ πέταξαν πάνω από τα σύννεφα στα 120 πόδια με διάρκεια 12 δευτερολέπτων. Την επόμενη μέρα μόνο τέσσερις αμερικανικές εφημερίδες ανέφεραν αυτήν την επιτυχημένη πτήση κάτι το οποίο ήταν εξαιρετικά ασυνήθιστο και πρωτόγνωρο για εκείνη την εποχή.



Εικόνα 7: Εικόνες από το πρώτο αεροπλάνο

Οι αδελφοί Ράιατ δεν ήταν τίποτα παραπάνω από μηχανικοί ποδηλατών. Η μόρφωσή τους ήταν υποτυπώδης αλλά το πάθος τους για τις μηχανές τεράστιο. Στην αρχή ασχολήθηκαν με τις κατασκευές τυπογραφικών μηχανημάτων και μετέπειτα αφιερώθηκαν στις εναέριες πτήσεις. Για ένα μεγάλο διάστημα παρατηρούσαν το πέταγμα των πτηνών με αποτέλεσμα να διαπιστώσουν ότι για να καταφέρουν μια επιτυχημένη πτήση πρέπει να βασιστούν σε τρεις άξονες, για την ανύψωση και την κάθοδο, την κλίση προς την μια και την άλλη πλευρά και την στροφή προς τα αριστερά ή τα δεξιά.

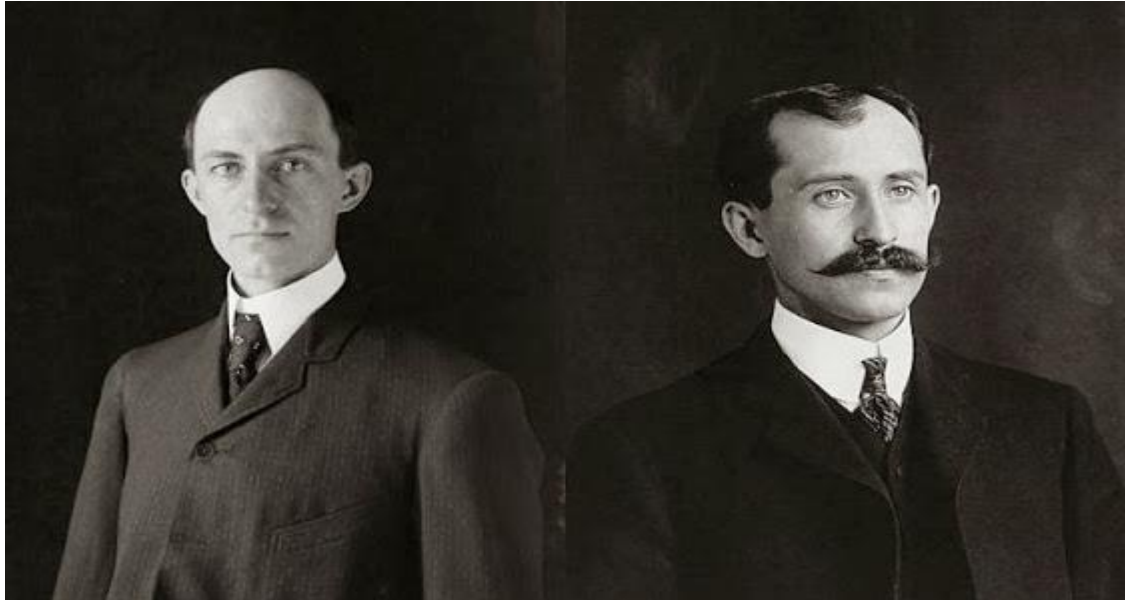
Η αεροδυναμική, η μηχανική των κατασκευών, ο σχεδιασμός μηχανών και η τεχνολογία των καυσίμων είχαν προλειάνει το έδαφος για μια καθολική απογείωση: μπορούσαν πλέον να συνδυαστούν για την παραγωγή μιας μηχανής που θα αψηφούσε τον αέρα.



Εικόνα 8: Εικόνες από το πρώτο αεροπλάνο

Το Flyer I το ακολούθησε το αδελφοποιτό Flyer II (1904) με ενισχυμένη μηχανή και λίγο αργότερα το Flyer III (1905), το πρώτο αεροπλάνο που είχε τη δυνατότητα να ελίσσεται και να παραμένει στον αέρα για παραπάνω από 30 λεπτά. Όμως απεναντί τους βρέθηκε ο Αμερικανικός στρατός ο οποίος αντέγραψε σε πρώτη φάση την μυστική φόρμουλα για την κατασκευή αεροσκάφους και έπειτα τους απαγόρευσε τις πτήσεις για τρία χρόνια.

Λίγο αργότερα το 1908 σταμάτησαν οι αντιδράσεις .Οι αδελφοί Ράιτ έδωσαν την άδεια τους στις ευρωπαϊκές χώρες να κατασκευάσουν αεροπλάνα όμοια με τα δικά τους, ενώ ταυτόχρονα υπέγραψαν συμβόλαιο με τον αμερικανικό στρατό.



Εικόνα 9: Αδελφοί Ράιτ

Ο Γουίλμπερ Ράιτ κατέληξε από τύφο το 1912. Ο αδελφός του Όρβιλ Ραιτ συνέχισε να κρατάει το έργο τους ζωντανό πραγματοποιώντας εκατοντάδες πτήσεις. Μέχρι και σήμερα βρίσκεται το Flyer I στο εθνικό Μουσείο Αεροναυπηγικής της Ουάσιγκτον.

1.3 Πυροσβεστικά Αεροσκάφη

Canadair CL-215



Εικόνα 10: Αεροσκάφος CL-215

Το Bombardier (πρώην Canadair) **CL-215 (Scooper)** είναι ένα Καναδικό αεροσκάφος σχεδιασμένο και κατασκευασμένο ώστε να επιχειρεί χαμηλές ταχύτητες με μεγάλο φορτίο καθώς η χρήση του είναι για το κομμάτι της αεροπυρόσβεσης για πολλή άσχημες καιρικές συνθήκες. Το CL-215 είναι δίκινητήριο αμφίβιο αεροσκάφος το οποίο έχει την ικανότητα να προσγειώνεται σε μικρούς μη ασφαλτοστρωμένες περιοχές.

1.4 Επιβατικά αεροπλάνα

Το **Boeing 747** είναι ένα αεροσκάφος ευρείας ατράκτου για επιβατικές αερογραμμές και μεταφορά εμπορευμάτων, το οποίο αναφέρεται πολλές φορές ως *Τζάμπο τζετ*. Είναι ανάμεσα στα πιο αναγνωρίσιμα αεροσκάφη του κόσμου και ήταν το πρώτο αεροσκάφος ευρείας ατράκτου που κατασκευάστηκε. Η πρώτη πτήση του έγινε το 1970 και κατείχε για σχεδόν 37 χρόνια το ρεκόρ για τη μεγαλύτερη χωρητικότητα επιβατών από αεροσκάφος.



Εικόνα 11: Επιβατικό αεροσκάφος τύπου Boeing

Το τετρακινητήριο 747 χρησιμοποιείται για την μεταφορά επιβατών και φορτίου. Επίσης περιλαμβάνει ένα διπλό κατάστρωμα.

Το επάνω κατάστρωμα της Boeing χρησιμοποιείται για να στεγάσει την πρώτη θέση με επιπλέον καθίσματα τα οποία τα αφαιρούν, όταν χρειάζεται το αεροσκάφος να μετατραπεί σε αεροσκάφος εμπορευμάτων. Στην Boeing θεωρήθηκε ότι η ζήτηση για τα υποηχητικά αεροσκάφη εμπορευμάτων θα ήταν πολύ σημαντική για το μέλλον γι αυτό και πίστευαν ότι τα υπερηχητικά αεροσκάφη θα καθιστούσαν τα υποηχητικά αεροσκάφη ξεπερασμένα.

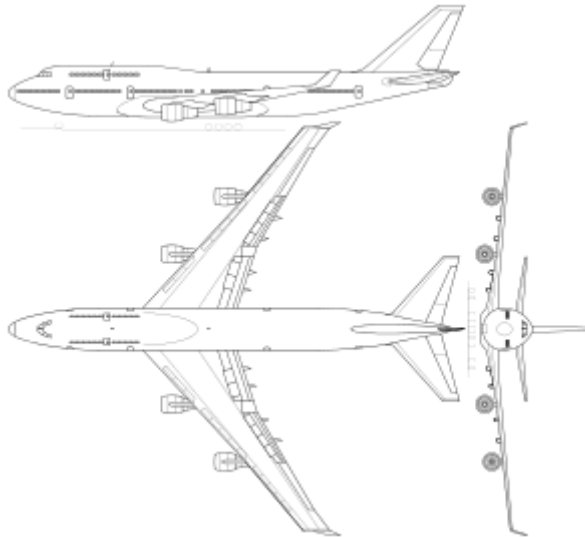
Τις προσδοκίες των επικριτών με την παραγωγή να ξεπερνάει τις 400 πωλήσεις που αρχικά είχαν προβλέψει και να φτάνει τις 1000 μονάδες το 1991. Ειδικότερα με βάση τα στοιχεία του Ιουνίου 2009, κατασκευάστηκαν 1.416 αεροσκάφη και με περισσότερες από 109 παραλλαγές να είναι υπό παραγγελία.

Το Boeing 747-400 έχει χωρητικότητα θέσεων 416 με 524 επιβάτες ανάλογα με την οργάνωση των θέσεων. Επίσης είναι από τα ταχύτερα υποηχητικά αεροσκάφη με ταχύτητα πτήσης 0.85 Mach (915 χηλιόμετρα ανά ώρα) και με εμβέλεια 13.450 χηλιομέτρων. Η επόμενη γενιά του αεροσκάφους, το 747-8, βρίσκεται σε παραγωγή και αναμένεται να χρησιμοποιηθεί το 2010. Το 747 αναμένεται να αντικατασταθεί με το Boeing Y3 στο κοντινό μέλλον.



Κατασκευαστής	Boeing Commercial Airplanes
Έτος πρώτης χρήσης	1969 ^[1]
Πρώτη αεροπορική εταιρεία	Pan Am ^[1]
Μοντέλα	100, 200, 300, 400, 8
Διαστάσεις	
Μήκος	70.6 - 76.3 m
Εκπέτασμα	59.6 - 68.5 m
Ύψος	19.3 - 19.4 m
Ελάχιστο βάρος απογείωσης	162.400 - 214.500 kg
Χαρακτηριστικά	
Ταχύτητα πτήσης	893-913 km/h
Μέγιστη Εμβέλεια	9.800-14.800 km
Μέγιστη χωρητικότητα καυσίμου	183.000 - 240.000 L

Εικόνα 12: Χαρακτηριστικά επιβατικού αεροσκάφους τύπου Boeing



Εικόνα 13: Όψεις επιβατικού αεροσκάφους τύπου Boeing

1.5 Εργοστάσιο παραγωγής.

Σε μια περιοχή κοντά στο Έβερρετ 50 χιλιόμετρα βόρεια του Σιάτλ αποφασίστηκε να συναρμολογηθεί αυτό το τεράστιο αεροσκάφος. Λίγο νωρίτερα η εταιρία αναζητούσε χώρο σε 50 πόλεις καταλήγοντας στο Έβερρετ και δαπανώντας 316 εκατομμύρια για την ετοιμασία του χώρου τον Ιούνιο του 1966.

Σχεδίαση

Το Boeing 747 είναι ένα μεγάλο αεροσκάφος ευρείας ατράκτου με δύο διαδρόμους και τέσσερις κινητήρες. Οι πτέρυγες έχουν υψηλή κλίση στις 37,5 μοίρες προς τα πίσω με απόδοση στα 0.85 mach. Επίσης αποτελείται από 2 καταστρώματα (το άνω και κάτω.) Στο άνω κατάστρωμα η διάταξη των καθισμάτων είναι 3-3 στην οικονομική ζώνη και 2-2 στην πρώτη τάξη. Στο κάτω κατάστρωμα η διάταξη των καθισμάτων είναι 3-4-3 στην οικονομική ζώνη και 2-3-2 στην πρώτη θέση. Η συνολική ξεπερνά τα 366 καθίσματα.



Εικόνα 14: Επιβατικό αεροσκάφος τύπου Boeing

1.6 Συχνότητα και αιτίες πτώσης αεροσκαφών

Πόσο πιθανό είναι να πέσουν τρία αεροπλάνα σε οκτώ ημέρες;



Εικόνα 15: Πτώσεις αεροπλάνων

Πολλοί άνθρωποι ίσως αρχίσουν να αναρωτιούνται πόσο ασφαλές είναι να πετάει κανείς αυτές τις ημέρες, έπειτα από τη συντριβή τριών επιβατικών αεροπλάνων σε διάστημα οκτώ ημερών. Στην πραγματικότητα όμως αυτή η σύμπτωση δεν είναι τόσο απίθανη, και τίποτα δεν έχει αλλάξει στην ασφάλεια των πτήσεων. Συνολικά 462 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους σε διάστημα οκτώ ημερών, πρώτα στη μαλαισιανή πτήση MH17 που κατερρίφθη στην Ουκρανία στις 17 Ιουλίου, έπειτα στην πτώση αεροπλάνου στην Ταϊβάν επτά μέρες αργότερα, και τέλος στην εξαφάνιση μιας ακόμα επιβατικής πτήσης, που ταξίδευε προς την Αλγερία, στις 24 Ιουλίου. Σύμφωνα με τα δεδομένα του δικτυακού τόπου Plane Crash Info, ο οποίος συγκεντρώνει στοιχεία για τα αεροπορικά ατυχήματα, την τελευταία δεκαετία έχουν χαθεί 91 επιβατικά αεροπλάνα με περισσότερους από 18 επιβάτες το καθένα. Τα δυστυχήματα επομένως πρέπει να συμβαίνουν περίπου μια φορά ανά 40 ημέρες, και όχι τρία ανά οκτώ ημέρες.

Επιπλέον, το 2014 έχασαν τη ζωή τους σε αεροπορικά δυστυχήματα γύρω στα 700 άτομα, ενώ ο μέσος ετήσιος όρος είναι μόλις 500. Συμβαίνει άραγε κάτι ασυνήθιστο; Ή πρόκειται για σύμπτωση; Ο Χάρο Ράντερ, διευθυντής της οργάνωσης Aviation Safety Network, αναφέρει στο BBC ότι τέτοια «σμήνη» δυστυχημάτων, όπως αυτό των τελευταίων ημερών, δεν είναι και τόσο σπάνια: από το 1990 ως σήμερα έχουν αναφερθεί 45 περιπτώσεις στις οποίες δύο ή και τρία αεροπλάνα με τουλάχιστον 14 επιβάτες συνετρίβησαν την ίδια μέρα (εξαιρουμένων μάλιστα των ατυχημάτων από σύγκρουση). Επιπλέον, υπάρχουν 105 περιπτώσεις συντριβών που συνέβησαν σε διαδοχικές

ημερομηνίες. Και το εντυπωσιακό είναι ότι, λόγω μιας θεωρίας της στατιστικής που ονομάζεται κατανομή Πουασσόν, ένα οποιοδήποτε αεροπλάνο είναι πιθανότερο να συντριβεί την επομένη ενός αεροπορικού δυστυχήματος παρά δύο ή τρεις μέρες αργότερα. «Φαίνεται παράλογο, το συμπέρασμα όμως προκύπτει από τους αμείλικτους νόμους των πιθανοτήτων» σχολιάζει ο Άρνολντ Μπάρνερτ, καθηγητής Στατιστικής στο MIT που έχει ασχοληθεί με τα αεροπορικά δυστυχήματα.

Οι συντριβές των τελευταίων ημερών «είναι ουσιαστικά μια σύμπτωση, εκτός από την τεχνική λεπτομέρεια ότι η κακοκαιρία [η οποία έπαιξε ρόλο στις δύο τελευταίες συντριβές], όπως οι καταιγίδες και οι τυφώνες, είναι πιο συχνή ορισμένες εποχές παρά άλλες» αναφέρει. Τελικά, πόσο πιθανό είναι να υπάρξουν τρεις απώλειες αεροπλάνων σε διάστημα οκτώ ημερών; Την απάντηση δίνει στο ιστολόγιό του ο Ντέιβιντ Σπίγκελχαρτερ, καθηγητής Δημόσιας Κατανόησης Ρίσκου στο Πανεπιστήμιο του Κέμπριτζ. Βάσει των στατιστικών στοιχείων των τελευταίων δεκαετιών, υπολογίζει ο καθηγητής, η πιθανότητα τριών συντριβών σε διάστημα οκτώ ημερών την επόμενη δεκαετία φτάνει το εντυπωσιακό ποσοστό του 59%. Επιπλέον, «ο πιθανότερος μέγιστος αριθμός συντριβών επιβατικών αεροπλάνων άνω των 18 επιβατών σε ένα οποιοδήποτε παράθυρο των 8 ημερών είναι ακριβώς... 3». Με άλλα λόγια, η συντριβή τριών αεροπλάνων σε οκτώ ημέρες είναι πιθανότερη από τη συντριβή δύο ή τεσσάρων αεροπλάνων στο ίδιο διάστημα.

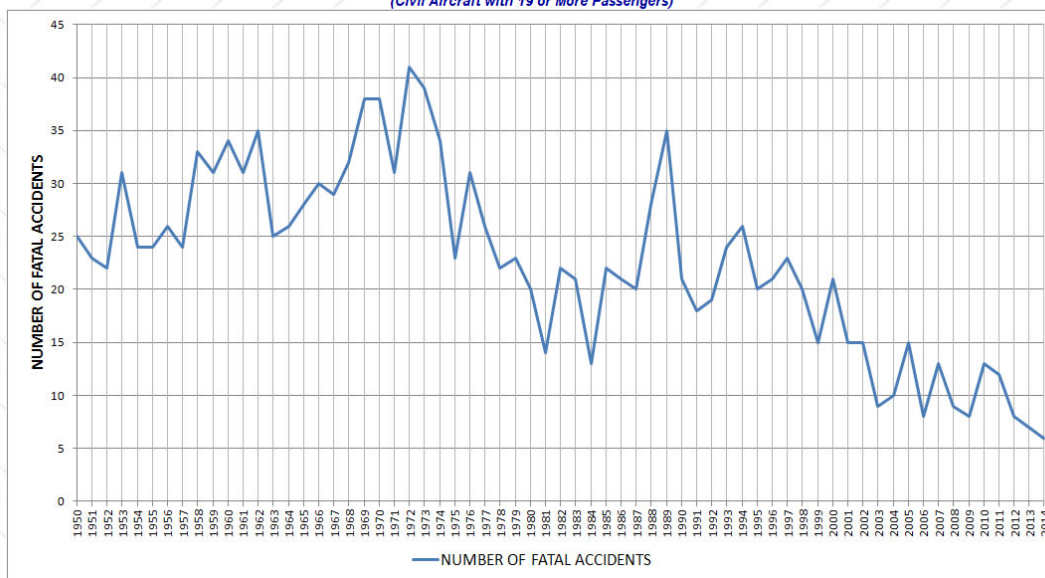
Και αυτό ακριβώς είναι που συνέβη το περασμένο οκταήμερο. Για τη Στατιστική, οι τραγωδίες των περασμένων ημερών δυστυχώς δεν ήταν τίποτα το ασυνήθιστο. Και όσον αφορά την ασφάλεια των πτήσεων, ο Άρνολντ Μπάρνερτ του MIT επισημαίνει ότι ο κίνδυνος θανάτου σε μια οποιαδήποτε πτήση είναι μία στα 25 εκατομμύρια. Και αυτό σημαίνει ότι η πιθανότητα να πεθάνει ένα παιδί στην επόμενη πτήση «είναι μικρότερη από την πιθανότητα να γίνει πρωθυπουργός, να κερδίσει το χρυσό στους Ολυμπιακούς ή να βραβευτεί με Νόμπελ».

Causes of Fatal Accidents by Decade (percentage)

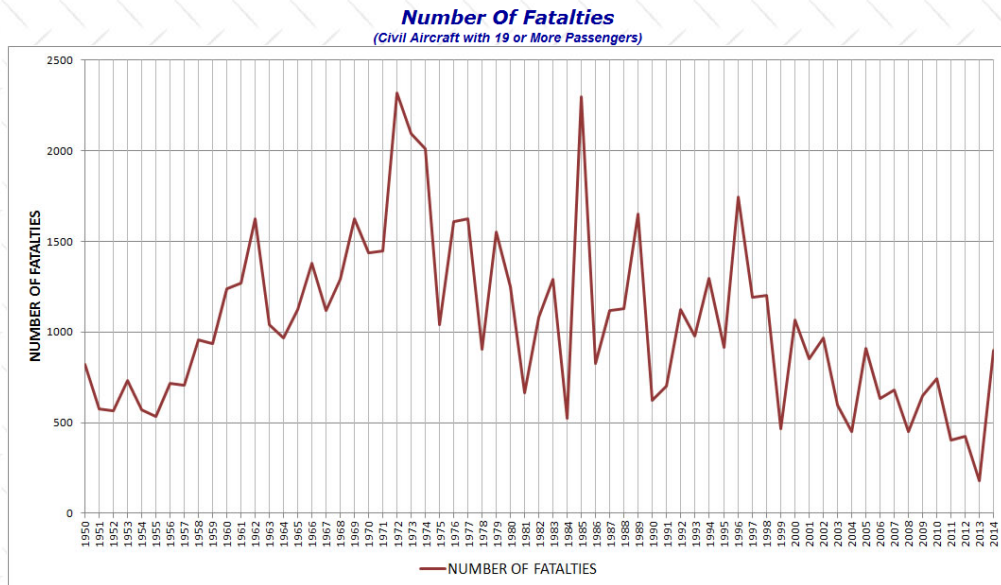
Cause	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s	All
Total Pilot Error	58	63	44	57	55	57	53
Pilot Error	42	36	25	29	29	34	32
Pilot Error (weather related)	10	18	14	16	21	18	16
Pilot Error (mechanical related)	6	9	5	2	5	5	5
Other Human Error	3	8	9	5	8	6	6
Weather	16	9	14	14	8	6	12
Mechanical Failure	21	19	20	21	18	22	20
Sabotage	3	5	11	12	10	9	8
Other Cause	0	2	2	1	1	0	1

Εικόνα 16: Αιτίες πτώσης αεροσκαφών

Number Of Fatal Accidents (Civil Aircraft with 19 or More Passengers)



Εικόνα 17: Διάγραμμα Δυστυχημάτων/έτος



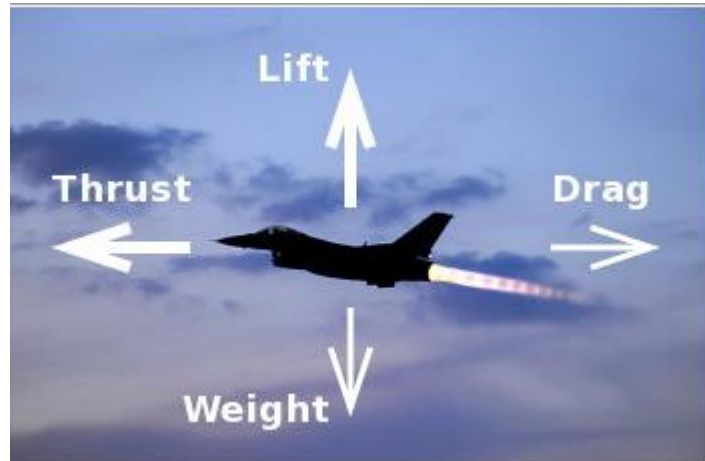
Εικόνα 18: Διάγραμμα Θυμάτων/έτος

Κεφάλαιο 2

2.1 Πως πετάνε τα αεροπλάνα

Εάν έχετε δει ποτέ ένα αεροπλάνο αεριοθούμενα που θα απογειωθεί ή θα έρθει στη γη, το πρώτο πράγμα που θα έχετε παρατηρήσει είναι ο θόρυβος των κινητήρων. Οι κινητήρες αεριοθουμένων, οι οποίοι είναι μεγάλοι μεταλλικοί σωλήνες που καίνε συνεχή ροή καυσίμου και αέρα, είναι πολύ πιο θορυβώδης (και πολύ πιο ισχυροί) από τους παραδοσιακούς κινητήρες έλικα. Ίσως να νομίζετε ότι οι κινητήρες είναι το κλειδί για να φτιάξετε ένα αεροπλάνο πετούν, αλλά εσείς θα λάθος. Τα πράγματα μπορούν να πετάξουν με ευχαρίστηση χωρίς κινητήρες, καθώς τα αεροπλάνα (αεροπλάνα χωρίς κινητήρες), τα αεροπλάνα χαρτί και τα πτηνά με πτήση μας δείχνουν εύκολα.

Αν προσπαθείτε να καταλάβετε πώς πετούν τα αεροπλάνα, πρέπει να είστε σαφής για τη διαφορά μεταξύ των κινητήρων και των πτερύγων και των διαφορετικών εργασιών που κάνουν. Οι κινητήρες ενός αεροπλάνου έχουν σχεδιαστεί για να προωθούνται με μεγάλη ταχύτητα. Αυτό κάνει τη ροή του αέρα γρήγορα πάνω από τα φτερά, τα οποία ρίχνουν τον αέρα κάτω προς το έδαφος, δημιουργώντας μια προς τα πάνω δύναμη που ονομάζεται ανελκυστήρας που ξεπερνά το βάρος του αεροπλάνου και το κρατά στον ουρανό. Έτσι οι κινητήρες κινούνται προς τα εμπρός, ενώ τα φτερά μετακινούνται προς τα πάνω.



Εικόνα 19: Δυνάμεις που επενεργούν σε αεροπλάνο

2.2 Άνωση

Προκειμένου ένα αεροσκάφος να ανέβει στον αέρα, πρέπει να δημιουργηθεί μια δύναμη που να ισούται ή να υπερβαίνει τη δύναμη της βαρύτητας. Αυτή η δύναμη ονομάζεται ανύψωση. Σε σκάφη βαρύτερα από τα αεροσκάφη, ο ανελκυστήρας δημιουργείται από τη ροή του αέρα πάνω από μια αεροτομή. Το σχήμα μιας αεροτομής προκαλεί ταχύτερη ροή του αέρα πάνω από το κάτω μέρος. Ο γρήγορος αέρας μειώνει την πίεση του περιβάλλοντος αέρα. Επειδή η πίεση αέρα είναι μεγαλύτερη κάτω από την αεροτομή από ό, τι παραπάνω, δημιουργείται μια προκύπτουσα δύναμη ανύψωσης. Για να κατανοήσουμε περαιτέρω πώς ένα αεροσκάφος δημιουργεί ανελκυστήρα, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε δύο σημαντικές εξισώσεις φυσικής επιστήμης.

Οι μεταβολές πίεσης του ρέοντος αέρα αντιπροσωπεύονται καλύτερα από την εξίσωση του Bernoulli. Προήλθε από τον Daniel Bernoulli, ελβετικό μαθηματικό, για να εξηγήσει την μεταβολή της πίεσης που ασκείται από τα ρέοντα ρεύματα νερού. Η εξίσωση Bernoulli γράφεται ως εξής:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{σταθ}$$

όπου: P = πίεση (ασκούμενη δύναμη διαιρούμενη με περιοχή που ασκείται)

ρ = πυκνότητα του υγρού

V = ταχύτητα του κινούμενου αντικειμένου ή υγρού

Για να κατανοήσουμε την εξίσωση Bernoulli, πρέπει πρώτα να καταλάβουμε μια άλλη σημαντική αρχή της φυσικής επιστήμης, την εξίσωση συνέχειας. Δηλώνει απλώς ότι σε οποιαδήποτε δεδομένη ροή, η πυκνότητα (ρ) επί της περιοχής διατομής (A) της ροής, φορές η ταχύτητα (V) είναι σταθερή. Η εξίσωση συνέχειας γράφεται ως εξής:

$$L = C_L x dx \frac{v^2}{2} x A$$

Όπου C_L συντελεστής άνωσης

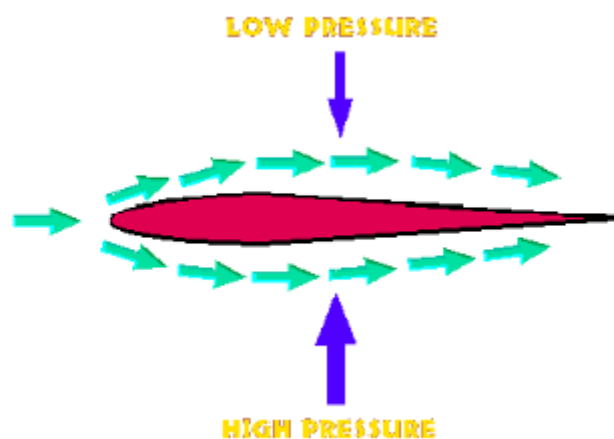
D: πυκνότητα

V: Ταχύτητα

A : Επιφάνεια φτερού

Χρησιμοποιώντας την εξίσωση Bernoulli και την εξίσωση συνέχειας, μπορεί να φανεί πώς ο αέρας που ρέει πάνω από μια αεροτομή δημιουργεί ανελκυστήρα. Φανταστείτε τον αέρα που ρέει πάνω από μια στατική αεροτομή, όπως μια πτέρυγα του αεροσκάφους. Πολύ μπροστά από την

αεροτομή, ο αέρας ταξιδεύει με ομοιόμορφη ταχύτητα. Για να περάσει πέρα από την αεροτομή, ωστόσο, πρέπει να "χωρίσει" σε δύο, μέρος της ροής που ταξιδεύει στην κορυφή και μέρος που ταξιδεύει στο κάτω μέρος.



Εικόνα 20:Ροή πάνω σε φτερό

Το σχήμα μιας τυπικής αεροτομής είναι ασύμμετρη - η επιφάνεια της είναι μεγαλύτερη στην κορυφή από κάτω. Καθώς ο αέρας ρέει πάνω από την αεροτομή, μετατοπίζεται περισσότερο από την άνω επιφάνεια από τον πυθμένα. Σύμφωνα με τον νόμο περί συνέχειας, αυτή η μετατόπιση ή η απώλεια της περιοχής ροής πρέπει να οδηγήσει σε αύξηση της ταχύτητας. Εξετάστε μια αεροτομή σε ένα σωλήνα με ρέον νερό. Το νερό θα ρέει πιο γρήγορα σε στενό τμήμα του σωλήνα.

Η μεγάλη επιφάνεια της επάνω επιφάνειας της αεροτομής στενεύει το σωλήνα περισσότερο από την επιφάνεια του πάτου. Έτσι, το νερό θα ρέει ταχύτερα πάνω από το κάτω μέρος. Η ταχύτητα ροής αυξάνεται κάπως από την επιφάνεια του αεροθαλάμου του πυθμένα, αλλά είναι σημαντικά μικρότερη από την ροή στην κορυφή.

Η εξίσωση Bernoulli δηλώνει ότι η αύξηση της ταχύτητας οδηγεί σε μείωση της πίεσης. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα της ροής, τόσο χαμηλότερη είναι η πίεση. Ο αέρας που ρέει πάνω από μια αεροτομή θα μειώσει την πίεση. Η απώλεια πίεσης στην άνω επιφάνεια είναι μεγαλύτερη από αυτή της κάτω επιφάνειας. Το αποτέλεσμα είναι μια καθαρή δύναμη πίεσης στην προς τα πάνω (θετική) κατεύθυνση. Αυτή η δύναμη πίεσης είναι ανύψωση.

Δεν υπάρχει προκαθορισμένο σχήμα για μια αεροτομή πτέρυγας, είναι σχεδιασμένο με βάση τη λειτουργία του αεροσκάφους που θα χρησιμοποιηθεί. Για να βοηθηθεί η διαδικασία σχεδιασμού, οι μηχανικοί χρησιμοποιούν τον συντελεστή ανύψωσης για να μετρήσουν την ποσότητα ανύψωσης που λαμβάνεται από ένα συγκεκριμένο σχήμα αεροτομής. Η ανύψωση είναι ανάλογη της δυναμικής πίεσης και της περιοχής πτέρυγας. Η εξίσωση του ανελκυστήρα είναι γραμμένη ως εξής:

$$Lift = C_L \times \frac{1}{2} V^2 \times S$$

όπου S είναι η περιοχή πτέρυγας και η ποσότητα σε παρενθέσεις είναι η δυναμική πίεση. Κατά το σχεδιασμό μιας πτέρυγας του αεροσκάφους, είναι συνήθως επωφελής η επίτευξη όσο το δυνατόν υψηλότερου συντελεστή ανύψωσης.

2.3 Βάρος

Το βάρος ενός αεροσκάφους είναι ένας περιοριστικός παράγοντας στο σχεδιασμό αεροσκαφών. Ένα βαρύ αεροπλάνο, ή ένα αεροπλάνο που προορίζεται να μεταφέρει βαριά ωφέλιμα φορτία, απαιτεί περισσότερη ανύψωση από ένα ελαφρύ αεροπλάνο. Μπορεί επίσης να χρειαστεί περισσότερη ώθηση για επιτάχυνση στο έδαφος. Στα μικρά αεροσκάφη, η θέση του βάρους είναι επίσης σημαντική. Ένα μικρό αεροπλάνο πρέπει να είναι κατάλληλα "ισορροπημένο" για πτήση, επειδή το υπερβολικό βάρος στην πλάτη ή στο μπροστινό μέρος μπορεί να καταστήσει το αεροπλάνο ασταθές. Το βάρος μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας ένα δεύτερο νόμο του Νεύτωνα:

$$W=mg$$

όπου W είναι το βάρος, m είναι μάζα, και g είναι η επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας στη Γη.

2.4 Ώθηση

Η πρόωση περιλαμβάνει μια σειρά αρχών φυσικής επιστήμης. Η θερμοδυναμική, η αεροδυναμική, τα ρευστά μαθηματικά και η φυσική παίζουν ρόλο. Η ώθηση είναι μια δύναμη που μπορεί να περιγραφεί καλύτερα από τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα. Η βασική μορφή αυτού του νόμου είναι:

$$F=ma$$

2.5 Διαφορά πίεσης

Τα περισσότερα πτερύγια του αεροπλάνου έχουν καμπύλη ανώτερη επιφάνεια και επίπεδη κάτω επιφάνεια, με σχήμα εγκάρσιας **τομής που ονομάζεται αεροτομή**.

Σε πολλά επιστημονικά βιβλία και ιστοσελίδες, θα διαβάσετε μια εσφαλμένη εξήγηση για το πώς μια αεροτομή όπως αυτή δημιουργεί ανελκυστήρα. Πηγαίνει έτσι:

Όταν ο αέρας βγαίνει πάνω από την καμπύλη άνω επιφάνεια του πτερυγίου, πρέπει να ταξιδέψει πέρα από τον αέρα που περνάει κάτω, έτσι πρέπει να πάει πιο γρήγορα (για να καλύψει περισσότερη απόσταση ταυτόχρονα). Σύμφωνα με μια αρχή αεροδυναμικής που ονομάζεται νόμος Bernoulli, ο ταχέως κινούμενος αέρας είναι σε χαμηλότερη πίεση από τον αργά μετακινούμενο αέρα, έτσι η πίεση πάνω από την πτέρυγα είναι χαμηλότερη από την πίεση κάτω και αυτό δημιουργεί τον ανελκυστήρα που τροφοδοτεί το αεροπλάνο προς τα πάνω.

Αν και αυτή η εξήγηση για το πώς λειτουργούν τα πτερύγια είναι ευρέως επαναλαμβανόμενη, είναι λάθος: δίνει τη σωστή απάντηση, αλλά για εντελώς λάθος λόγους! Σκεφτείτε για λίγο και θα δείτε ότι εάν ήταν αλήθεια, τα ακροβατικά αεροπλάνα δεν μπορούσαν να πετάξουν ανάποδα.

Η ανατροπή ενός αεροπλάνου θα παράγει "πτώση" και θα το στείλει να συντρίβει στο έδαφος. Όχι μόνο αυτό, αλλά είναι τελείως δυνατό να σχεδιάσετε αεροπλάνα με αεροτομές που είναι συμμετρικά (κοιτάζοντας κατ'ευθείαν κάτω από την πτέρυγα) και εξακολουθούν να παράγουν ανελκυστήρα. Για παράδειγμα, τα αεροπλάνα χαρτιού (και αυτά που κατασκευάζονται από λεπτό ξύλο balsa) παράγουν ανελκυστήρες ακόμα κι αν έχουν επίπεδη πτέρυγα.

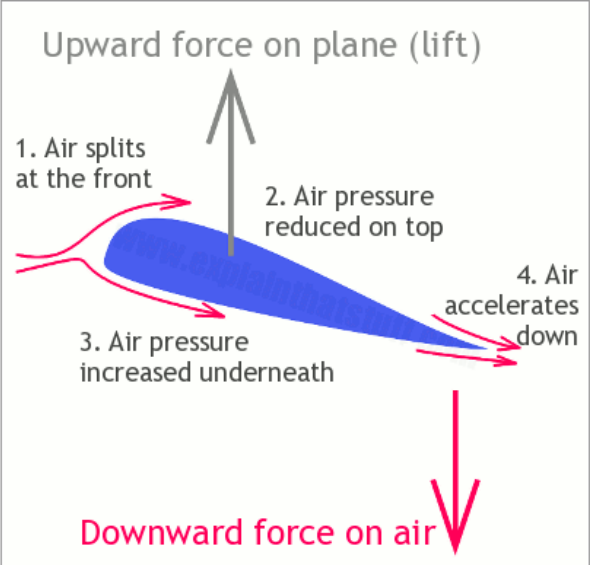
Αλλά η τυποποιημένη εξήγηση του ανελκυστήρα είναι προβληματική και για έναν άλλο σημαντικό λόγο: ο αέρας που πετάει πάνω από την πτέρυγα δεν χρειάζεται να παραμείνει βήμα με τον αέρα κάτω από αυτό και τίποτα δεν λέει ότι πρέπει να ταξιδεύει σε μεγαλύτερη απόσταση ταυτόχρονα. Φανταστείτε δύο μόρια αέρα που φθάνουν στο μπροστινό μέρος της πτέρυγας και χωρίζουν, οπότε κάποιος πατάει πάνω από την κορυφή και τα άλλα σφυρίζει κατευθείαν κάτω από τον πυθμένα. Δεν υπάρχει κανένας λόγος για τον οποίο τα δύο αυτά μόρια πρέπει να φτάνουν ακριβώς την ίδια ώρα στο πίσω άκρο της πτέρυγας:

θα μπορούσαν να συναντηθούν με άλλα μόρια αέρα. Αυτό το ελάττωμα στην τυποποιημένη εξήγηση μιας αεροτομής πηγαινει από την τεχνική ονομασία της "θεωρίας ίσης διαμετακόμισης". Αυτό είναι απλά ένα φανταχτερό όνομα για την (λανθασμένη) ιδέα ότι το ρεύμα αέρα διαχωρίζεται στο μπροστινό μέρος του αεροσκάφους και συναντά τακτοποιημένα ξανά στο πίσω μέρος.

Λοιπόν, ποια είναι η πραγματική εξήγηση; Καθώς μια καμπύλη πτέρυγα αεροπλάνου πετάει μέσα στον ουρανό, εκτρέπει τον αέρα και μεταβάλλει την πίεση του αέρα πάνω και κάτω από αυτό. Αυτό είναι διαισθητικά προφανές. Σκεφτείτε πώς αισθάνεστε όταν περπατάτε αργά μέσα από μια πισίνα και αισθανθείτε τη δύναμη του νερού που πιέζει το σώμα σας: το σώμα σας εκτρέπει τη ροή του νερού καθώς ωθεί μέσα από αυτό και μια πτέρυγα αεροτομής κάνει το ίδιο πράγμα (πολύ πιο δραματικά -Ότι αυτό είναι αυτό που έχει σχεδιαστεί να κάνει). Καθώς το αεροπλάνο πετάει προς τα εμπρός, το κυρτό άνω μέρος του πτερυγίου χαμηλώνει την πίεση του αέρα ακριβώς πάνω από αυτό, κι έτσι κινείται προς τα πάνω.

Γιατί συμβαίνει αυτό; Καθώς ο αέρας ρέει πάνω από την καμπύλη άνω επιφάνεια, η φυσική κλίση του είναι να κινείται σε ευθεία γραμμή, αλλά η καμπύλη του πτερυγίου το τραβάει γύρω και πίσω. Για το λόγο αυτό, ο αέρας τεντώνεται αποτελεσματικά σε μεγαλύτερο όγκο - ο ίδιος αριθμός μορίων αέρα αναγκάζεται να καταλαμβάνει περισσότερο χώρο - και αυτό μειώνει την πίεση του. Για ακριβώς τον αντίθετο λόγο, η πίεση του αέρα κάτω από την πτέρυγα αυξάνεται: η πτέρυγα που προχωράει τσαλακώνει τα μόρια του αέρα μπροστά της σε μικρότερο χώρο.

Η διαφορά στην πίεση αέρα μεταξύ των άνω και κάτω επιφανειών προκαλεί μεγάλη διαφορά στην ταχύτητα του αέρα (όχι το αντίστροφο, όπως στην παραδοσιακή θεωρία μιας πτέρυγας). Η διαφορά στην ταχύτητα (που παρατηρείται σε πραγματικά πειράματα αεροδυναμικής σήραγγας) είναι πολύ μεγαλύτερη από ό, τι θα πρόβλεπε από την απλή (ισοδύναμη διαμετακόμιση) θεωρία. Έτσι, αν τα δύο μας μόρια αέρα διαχωρίζονται στο μέτωπο, αυτό που πηγαινει πάνω από την κορυφή φτάνει στο πίσω άκρο της πτέρυγας πολύ πιο γρήγορα από αυτό που πηγαινει κάτω από τον πυθμένα. Δεν έχει σημασία όταν φθάνουν, και τα δύο αυτά μόρια θα επιταχύνουν προς τα κάτω - και αυτό βοηθά στην παραγωγή ανελκυστήρα με έναν δεύτερο σημαντικό τρόπο.

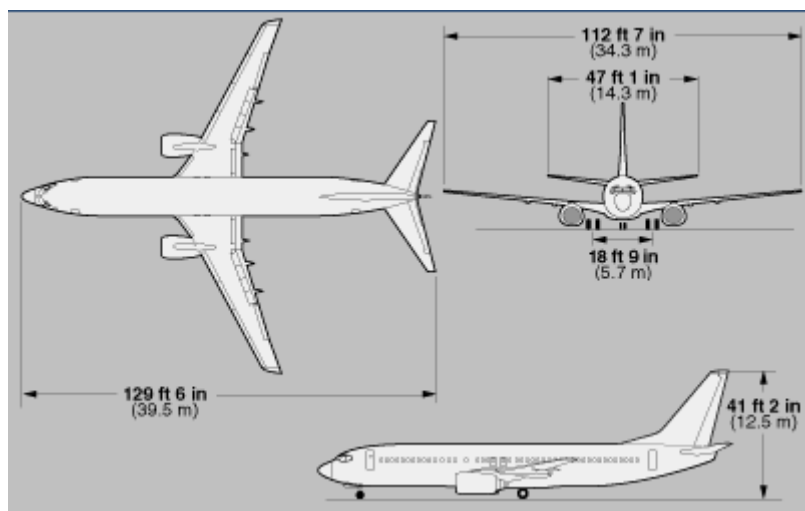


Εικόνα 21: Επεξήγηση δυνάμεων στην αεροτομή

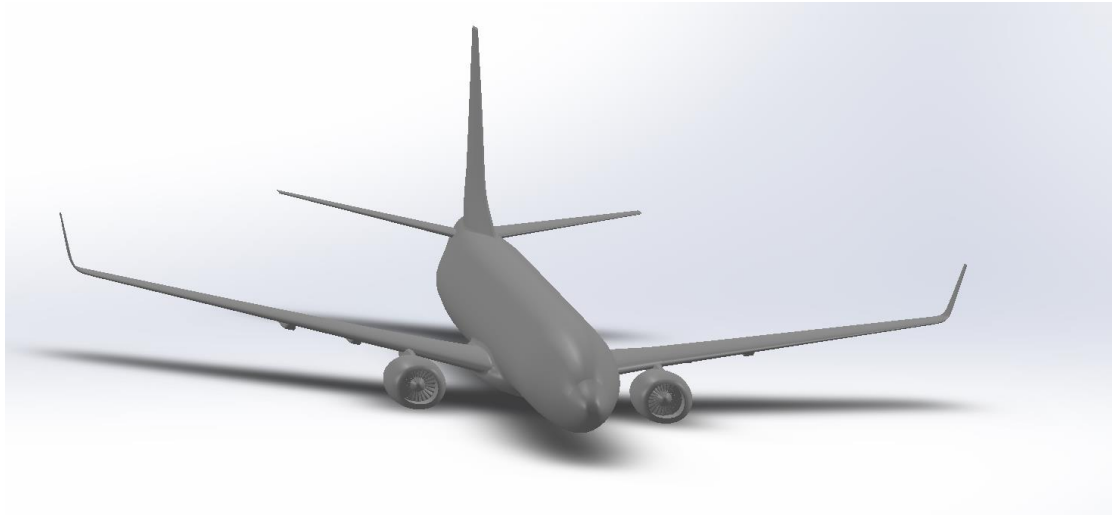
Κεφάλαιο 3

3.1 Σχεδιασμός του αεροπλάνου στο SOLIDWORKS

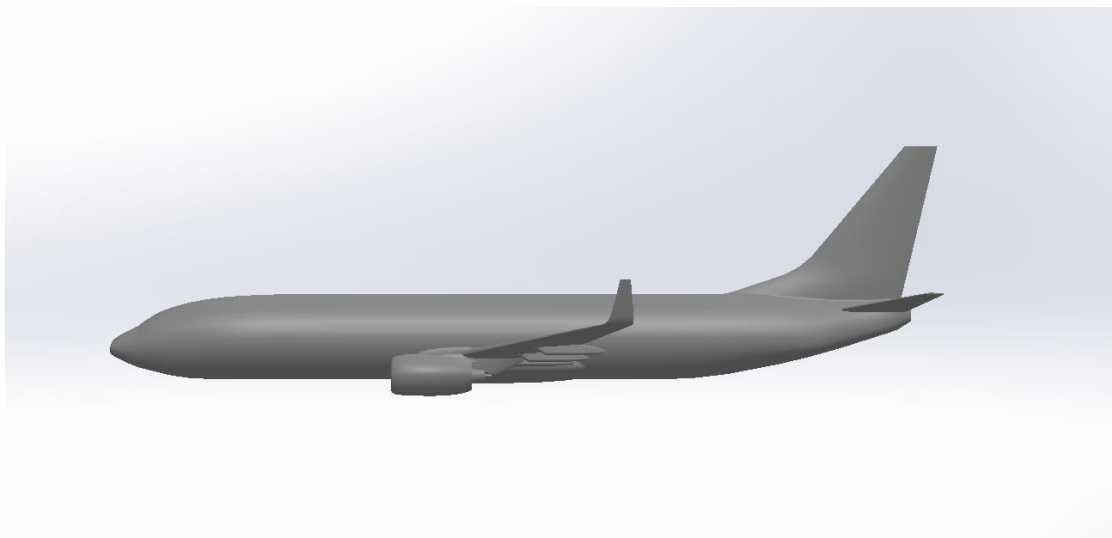
Ο σχεδιασμός του αεροπλάνου τύπου BOEING 737 800 έγινε με την βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος SOLIDWORKS . Το SolidWorks είναι το πλέον καταξιωμένο λογισμικό παγκοσμίως, στο χώρο του 3D μηχανολογικού σχεδιασμού, εφόσον στις αρχές του 2014 περισσότεροι των 2.170.000 σχεδιαστών προϊόντων και μηχανικών χρησιμοποιούν το SolidWorks. Το αεροπλάνο σχεδιάστηκε και στην συνέχεια έγινε η προσομοίωση του σε κλίμακα 1/1000. Έχει γίνει απλούστευση του μοντέλου κατά τον σχεδιασμό του στο πρόγραμμα.



Εικόνα 22: Διαστάσεις αεροπλάνου



Εικόνα 23: Όψη αεροπλάνου στο Soli Works



Εικόνα 24: Πλάγια όψη Αεροπλάνου



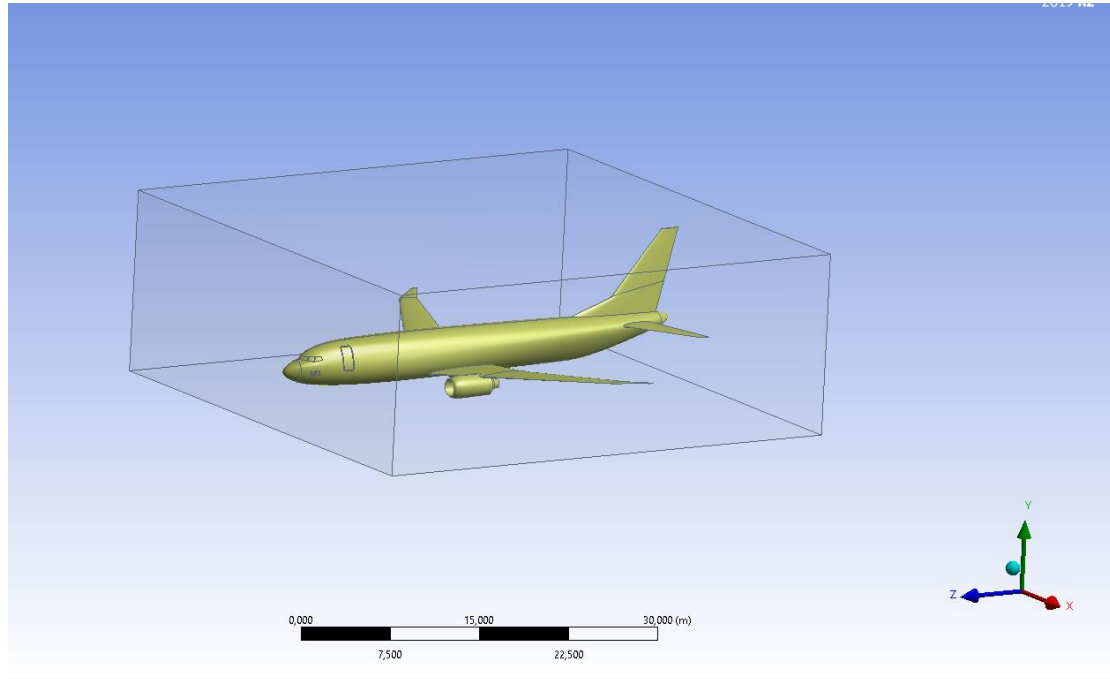
Εικόνα 25: Κάτοψη Αεροπλάνου



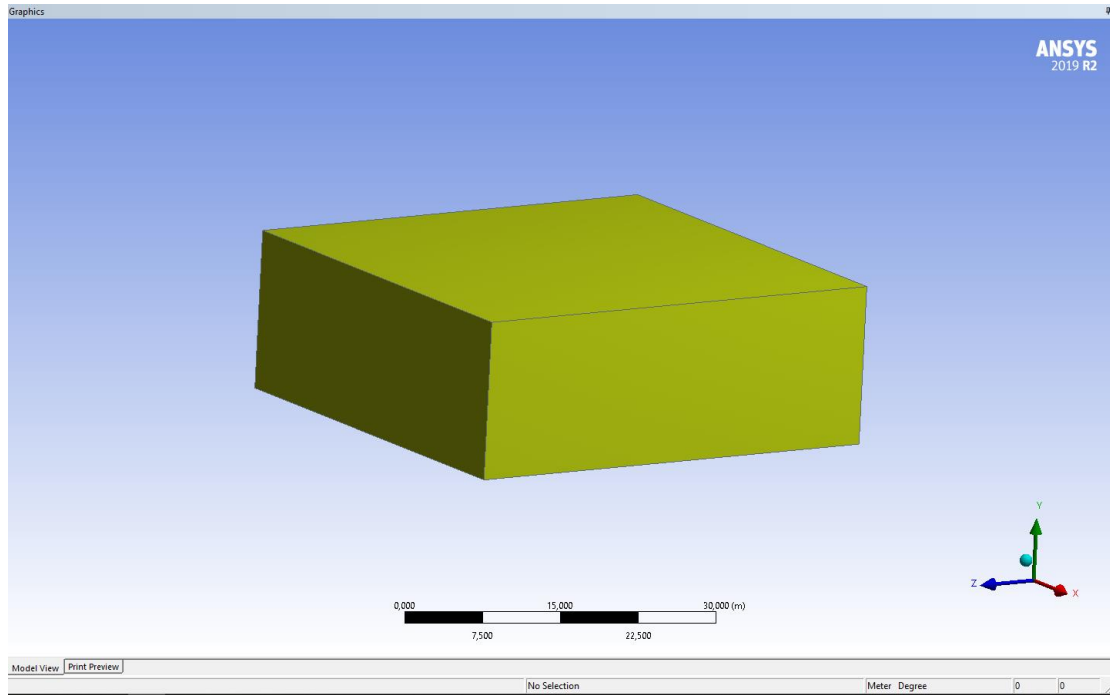
Εικόνα 26: Κάτω πλευρά Αεροπλάνου

Κεφάλαιο 4 προσομοίωση στο Ansys- Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

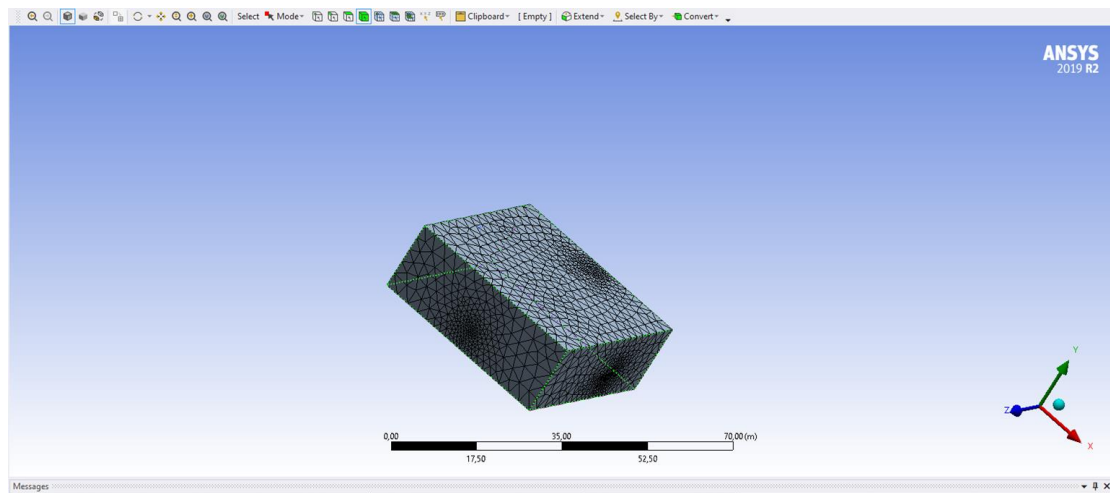
4.1 Παρουσίαση Μοντέλου στο ANSYS



Εικόνα 27: Εισαγωγή γεωμετρίας στο Ansys



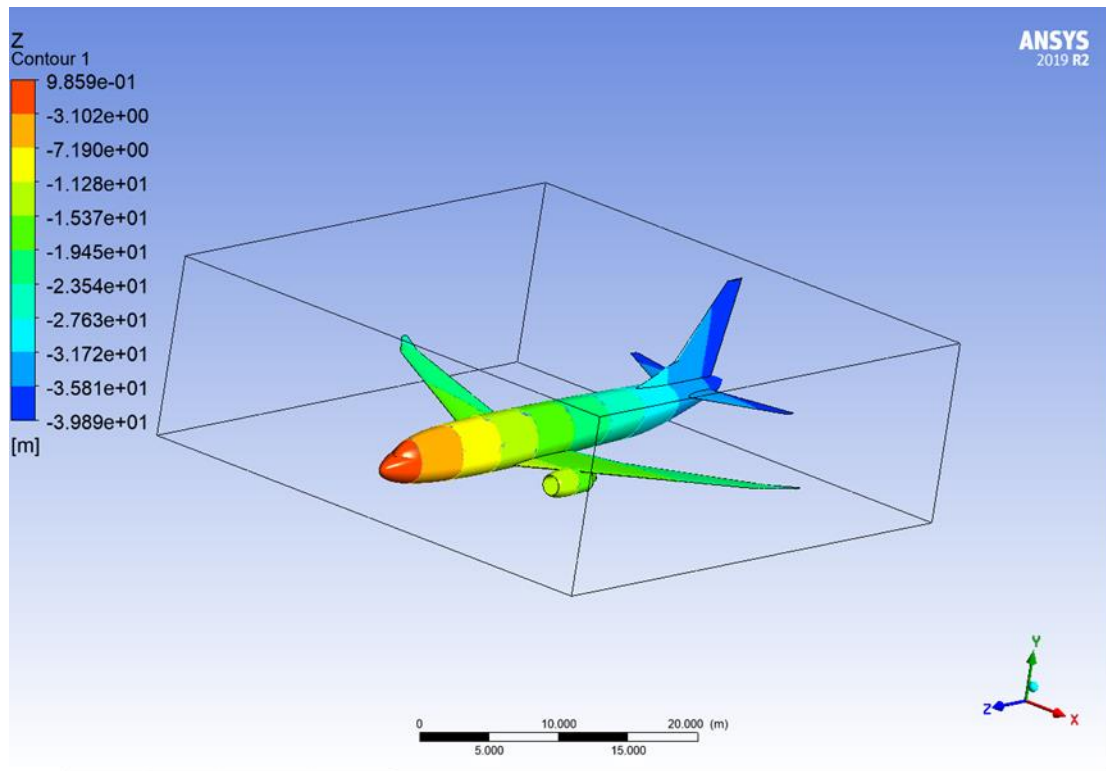
Εικόνα 28: Εισαγωγή γεωμετρίας(Enclosure) στο Ansys



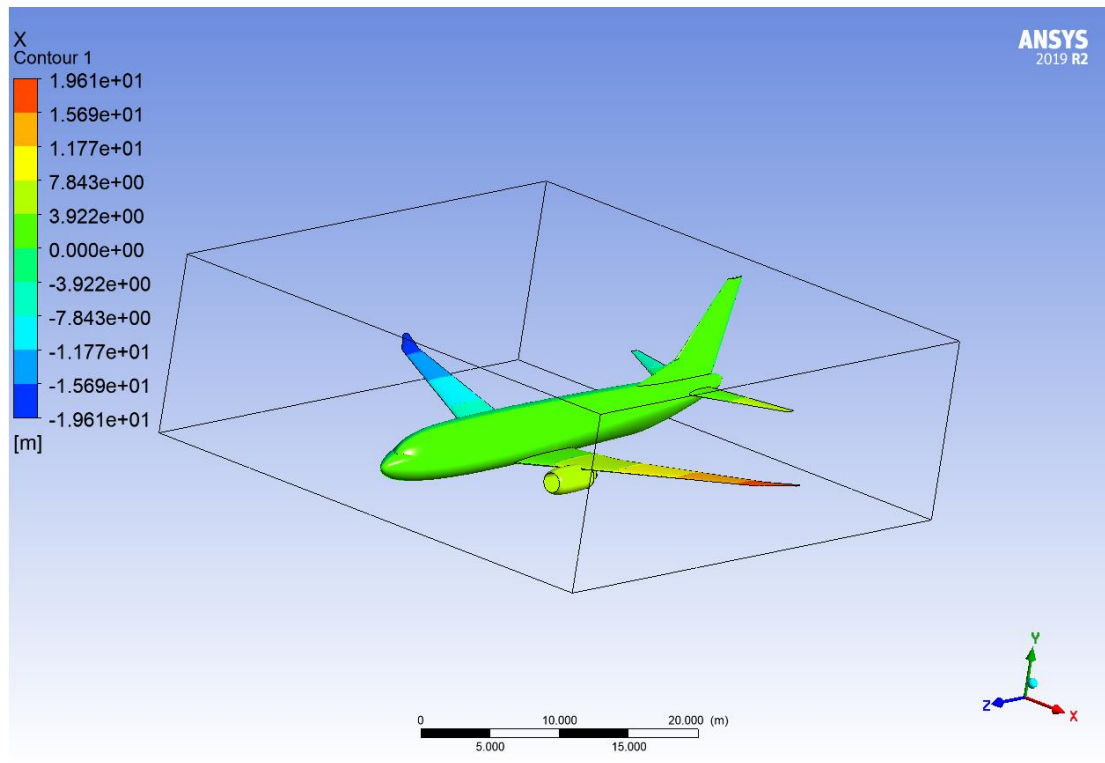
Εικόνα 29: Διακριτοποίηση στο ANSYS

[-] Sizing	
[-] Quality	
[-] Inflation	
[-] Assembly Meshing	
[-] Advanced	
[-] Statistics	
<input type="checkbox"/> Nodes	506115
<input type="checkbox"/> Elements	2713642

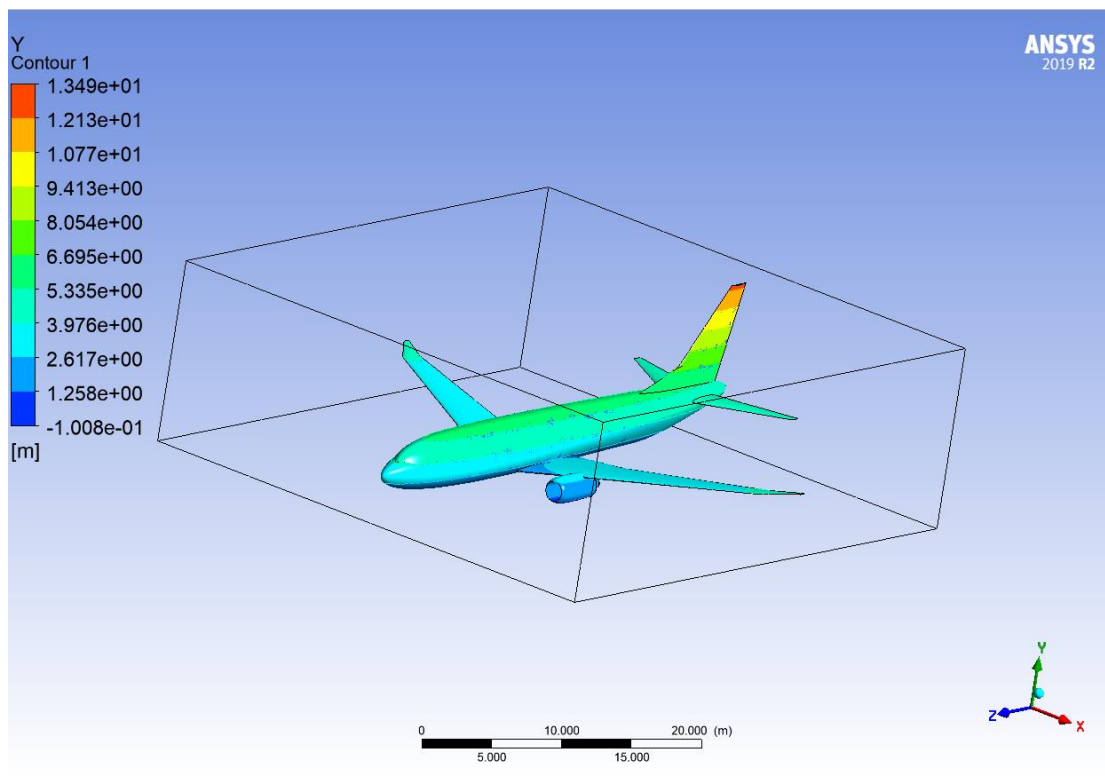
Εικόνα 30: Στατιστικά στοιχείων και κόμβων μοντέλου



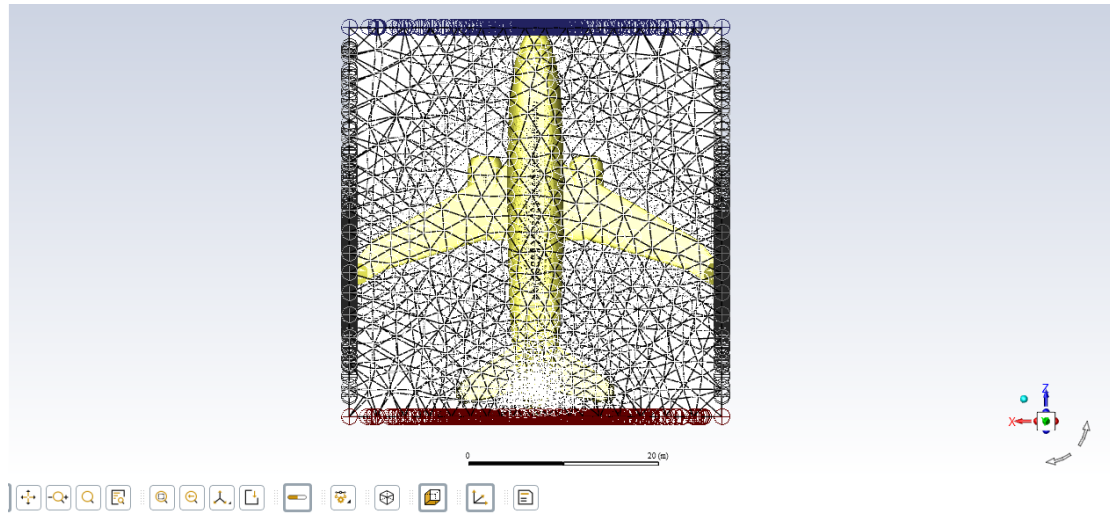
Εικόνα 31: Μεταβλητή ως προς το z άξονα



Εικόνα 32: Μεταβλητή ως προς το x άξονα



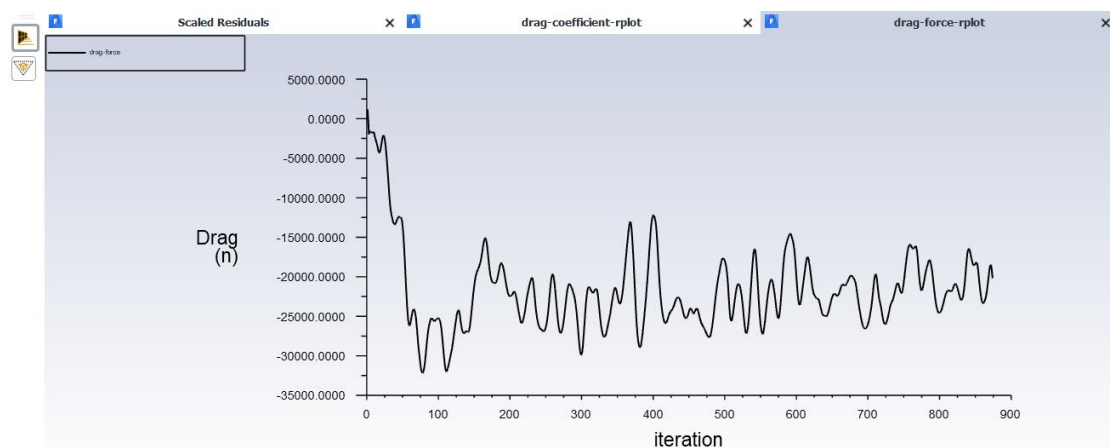
Εικόνα 33: Εικόνα 34: Μεταβλητή ως προς το Y άξονα



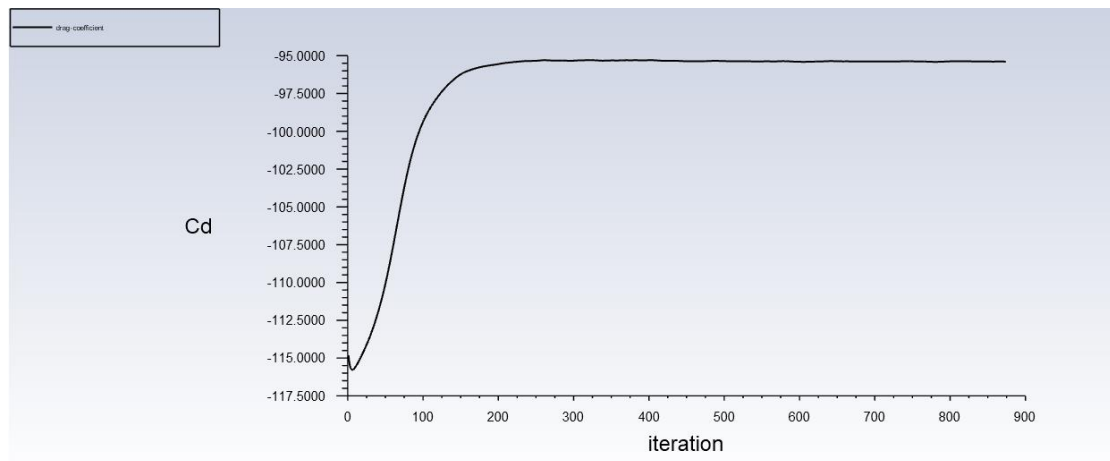
Εικόνα 35: Mesh display

4.2 Αποτελέσματα προσομοιώσεις

Στην προσομοίωση που έγινε στο Ansys fluent θεωρήθηκε ότι το αεροπλάνο πετά με $800 \frac{km}{h}$. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 36: Drag force coefficient



Εικόνα 37: Drag coefficient

C1	()
-----	-----
wall	970106.53
Report Name	Value Unit
-----	-----
drag-coefficient	-95.396363 ()
Report Name	Value Unit
-----	-----
drag-coefficient	-95.396363 ()
drag-force	-21507.933 (n)
Report Name	Value Unit
-----	-----
drag-coefficient	-95.396363 ()
drag-force	-21507.933 (n)
lift-coefficient	970106.53 ()
lift-force	594190.25 (n)
Report Name	Value Unit
-----	-----
drag-coefficient	-95.396363 ()

Εικόνα 38: Drag coefficient και drag force coefficient

Report Name	Value	Unit
lift-coefficient	970106.53	()
lift-force	594190.25	(n)

Εικόνα 39: Lift Force και Lift coefficient

Forces - Direction Vector (1 0 0)						
Zone	Forces (n)	Viscous	Total	Coefficients Pressure	Viscous	Total
wall	-21507.988	0.055107369	-21507.933	-35115.082	0.089971215	-35114.992
wall-12	0	0	0	0	0	0
wall-13	38.474601	4.1573805e-05	38.474643	62.815675	6.7875599e-05	62.815743
wall-6	0	0	0	0	0	0
wall-6-shadow	7686.3767	0.15097054	7686.5276	12549.186	0.24648252	12549.433
Net	-13783.137	0.20611948	-13782.93	-22503.08	0.33652161	-22502.744

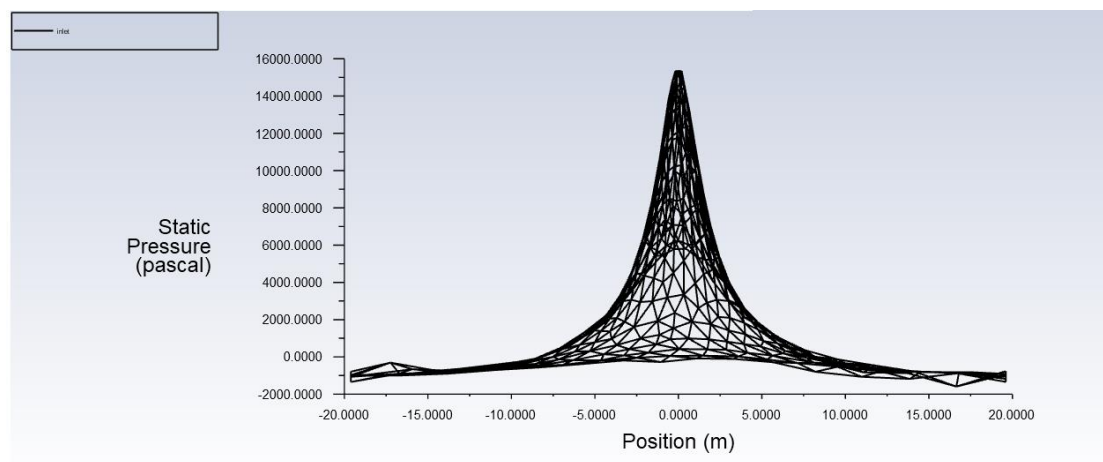
Εικόνα 40: Δυνάμεις

Mass Flow Rate	(kg/s)
inlet	144944.77
Net	144944.77

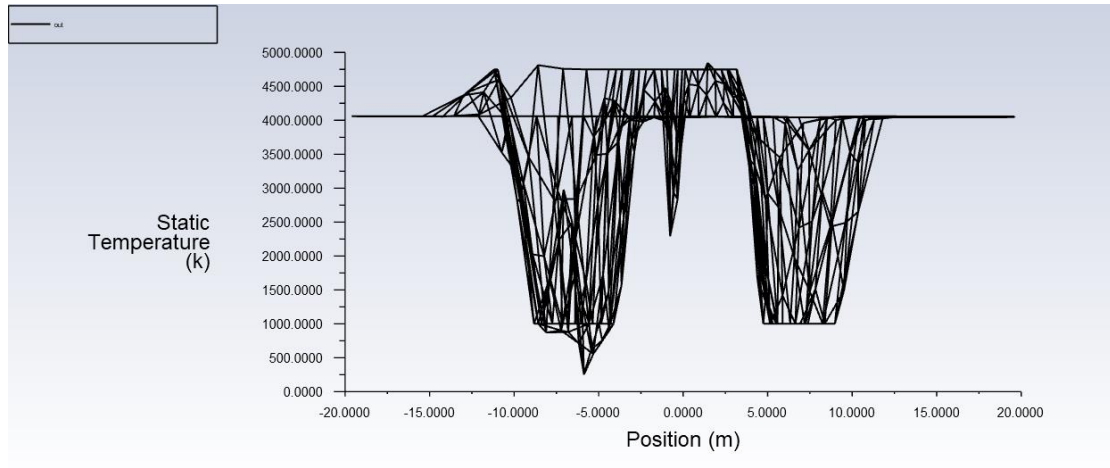
Εικόνα 41: Ροή μάζας

Mass-Weighted Average Static Pressure	(pascal)
fluid-solid	-1248.5972
Net	-1248.5972

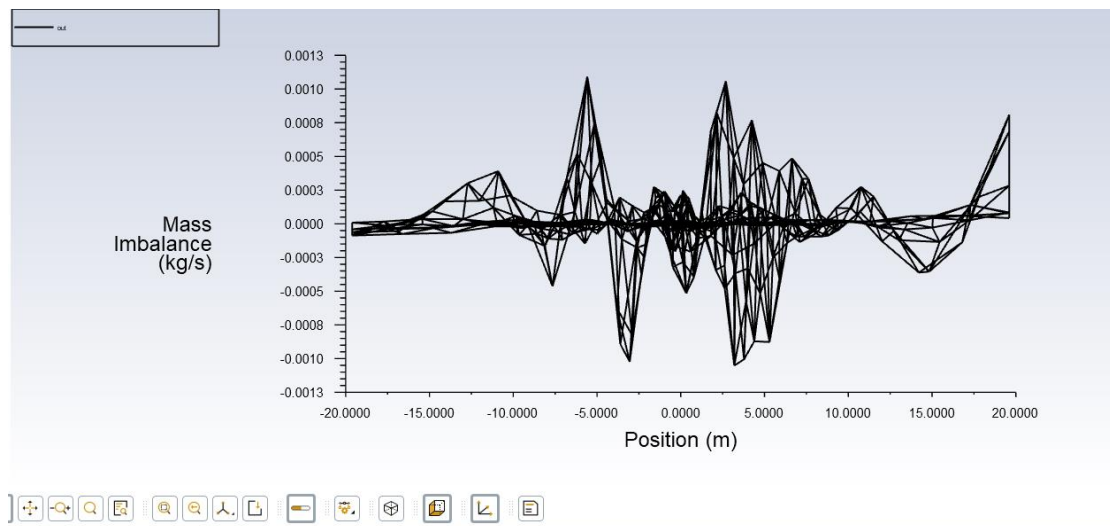
Εικόνα 42: Στατική πίεση



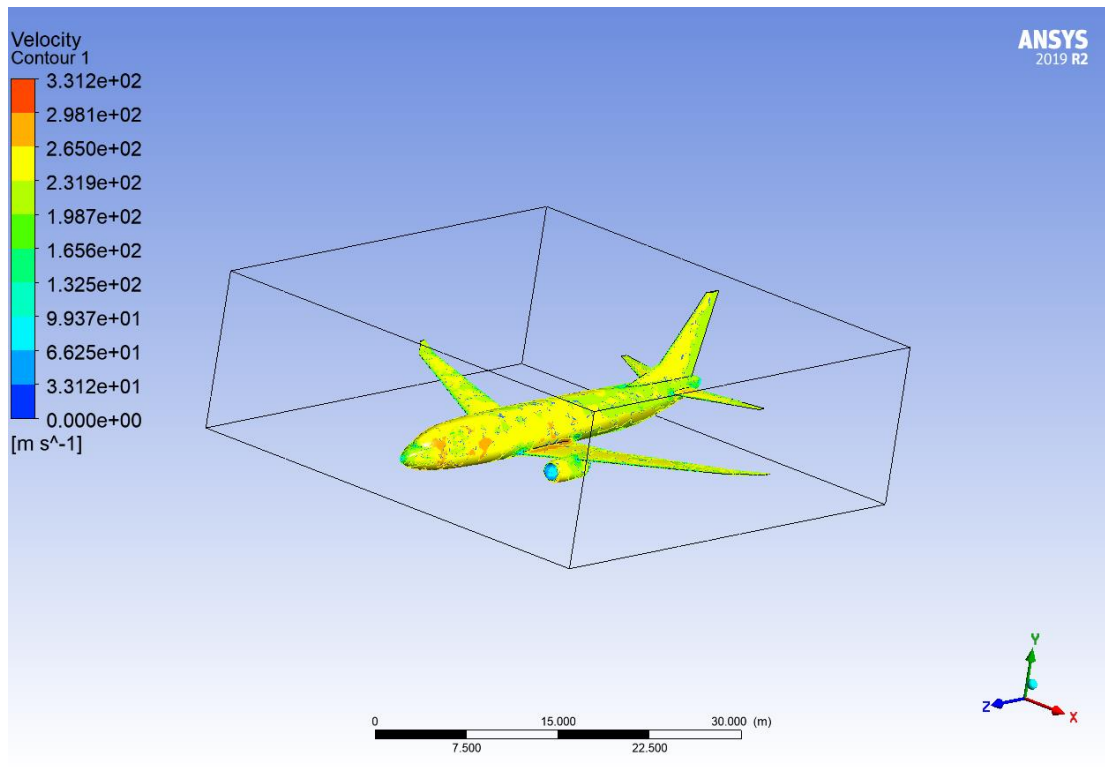
Εικόνα 43: Στατική πίεση σε σχέση με την θέση του αεροπλάνου



Εικόνα 44: Στατική θερμοκρασία σε σχέση με το αεροπλάνο

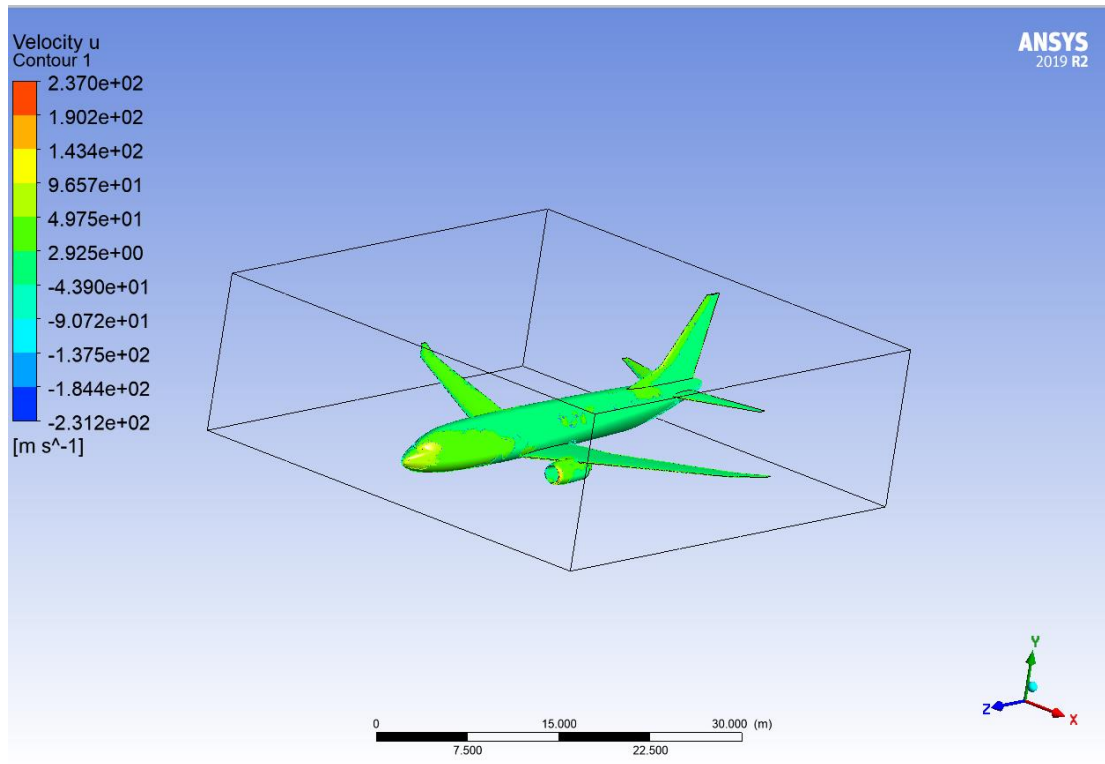


Εικόνα 45: Παροχή μάζας σε σχέση με το αεροπλάνο



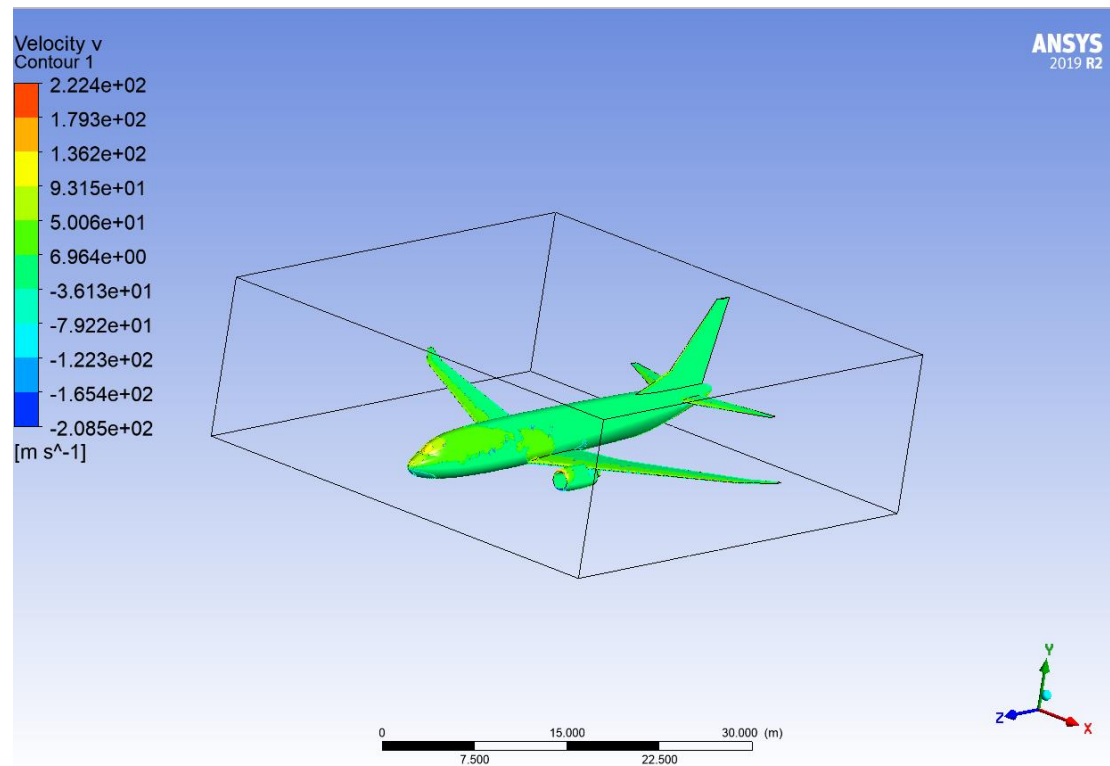
Εικόνα 46: Ταχύτητα

Στην εικόνα 46 παρατηρούμε ότι η μέγιστη ταχύτητα είναι 331,2 km/h του αέρα.



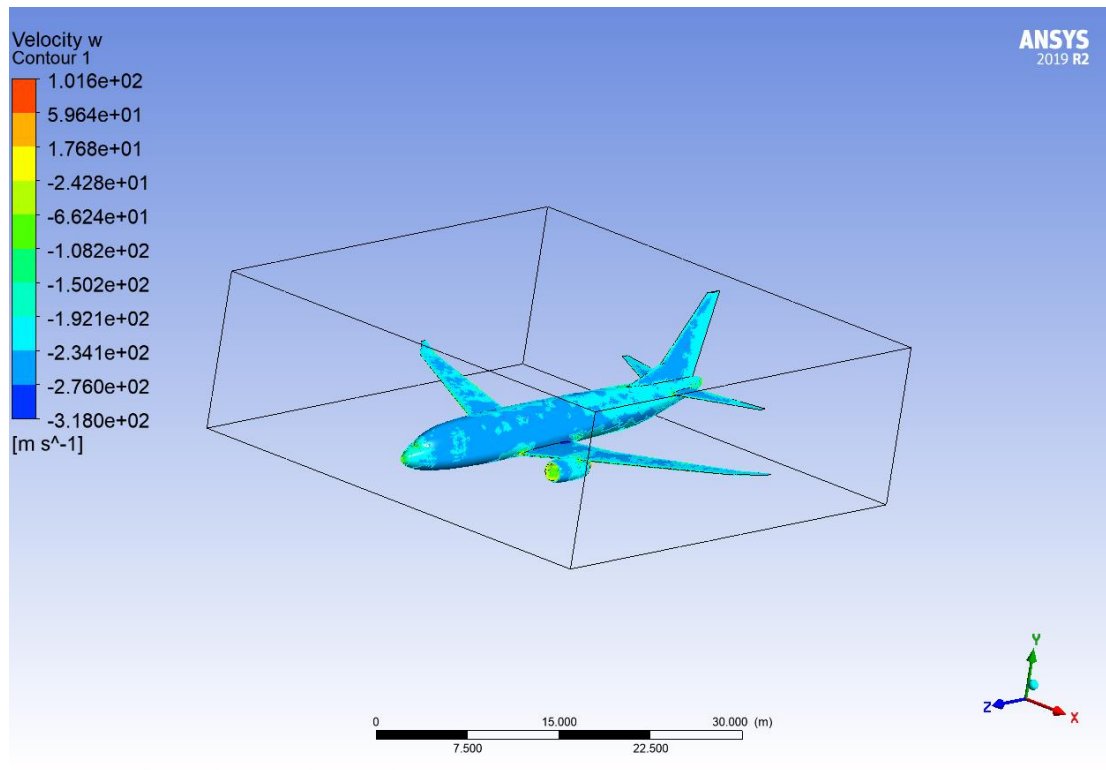
Εικόνα 47: Ταχύτητα στον u άξονα

Στην εικόνα 47 παρατηρούμε ότι η μέγιστη ταχύτητα u είναι 237 km/h ενώ η ελάχιστη είναι κοντά 50 km/h .



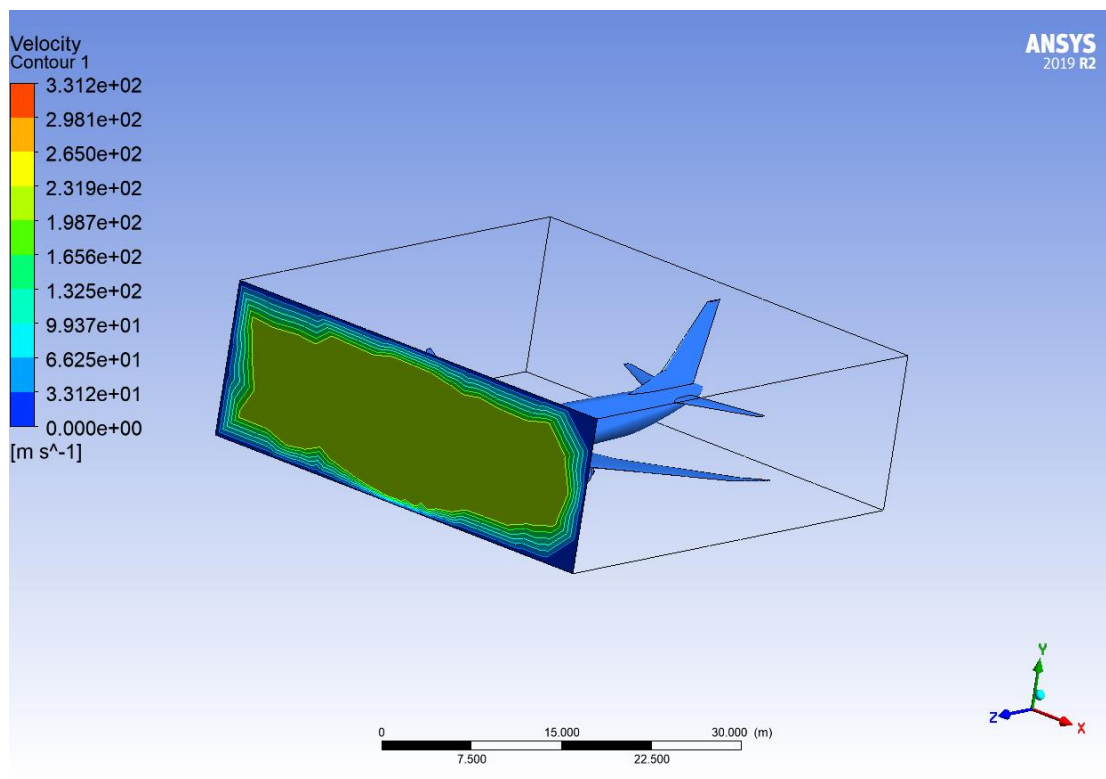
Εικόνα 48: Ταχύτητα στον v άξονα

Στην εικόνα 48 παρατηρούμε ότι η μέγιστη ταχύτητα v είναι $222,4 \text{ km/h}$ ενώ η ελάχιστη είναι κοντά 69 km/h .



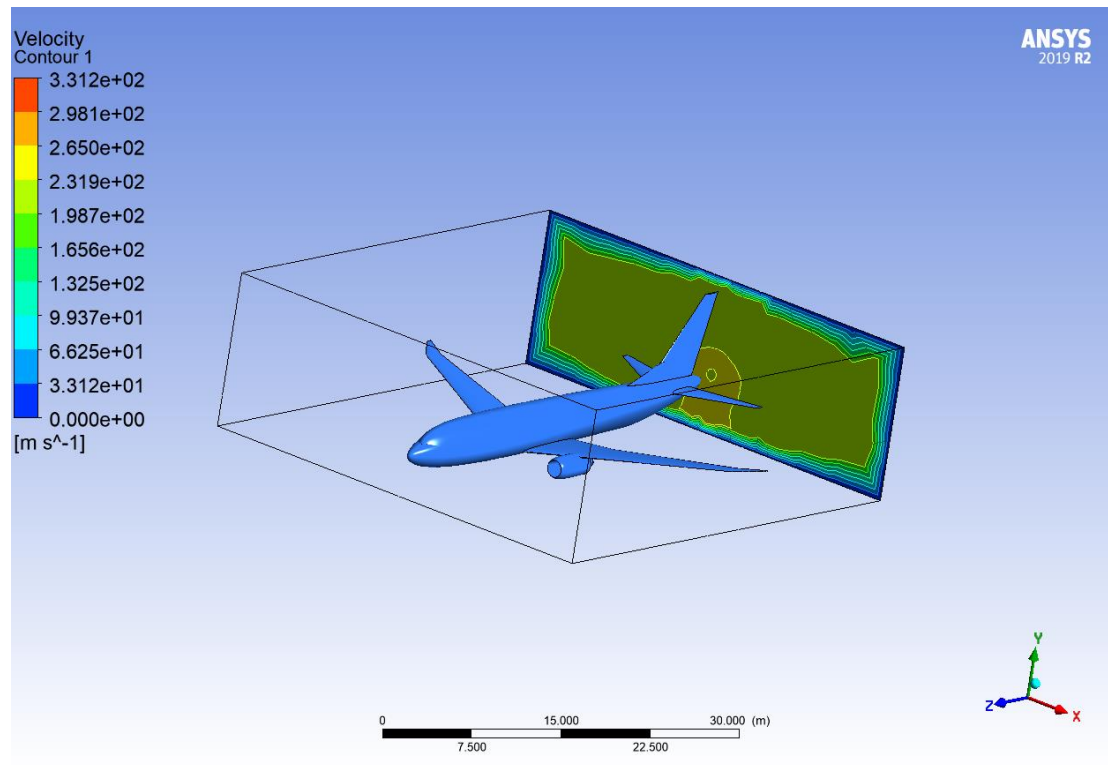
Εικόνα 49: Ταχύτητα στον w άξονα

Στην εικόνα 49 παρατηρούμε ότι η μέγιστη ταχύτητα w είναι 101,6 km\h



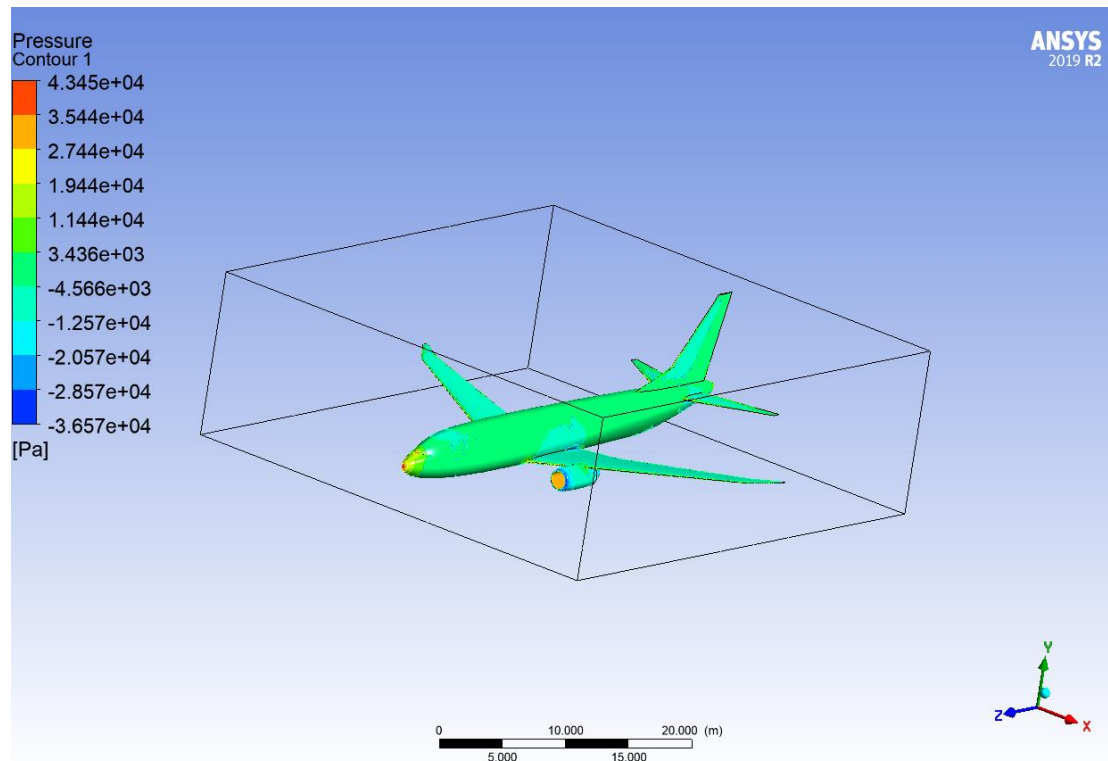
Εικόνα 50: ταχύτητα στην είσοδο

Στην εικόνα 50 παρατηρούμε ότι η μέγιστη ταχύτητα στην είσοδο του αέρα η οποία παρουσιάζει μέγιστη τιμή στα 331.2 km\h



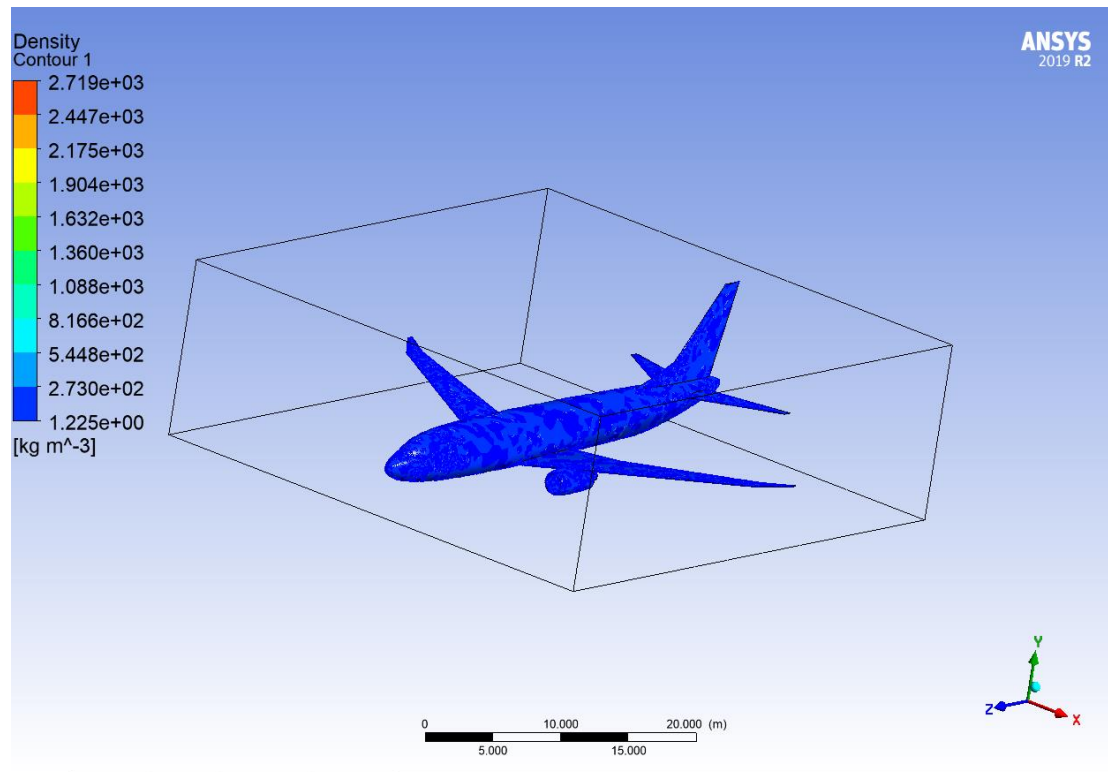
Εικόνα 51: Ταχύτητα στην έξοδο

Στην εικόνα 51 παρατηρούμε ότι η μέγιστη ταχύτητα στην έξοδο του αέρα η οποία παρουσιάζει μέγιστη τιμή στα 331.2 km/h επίσης.



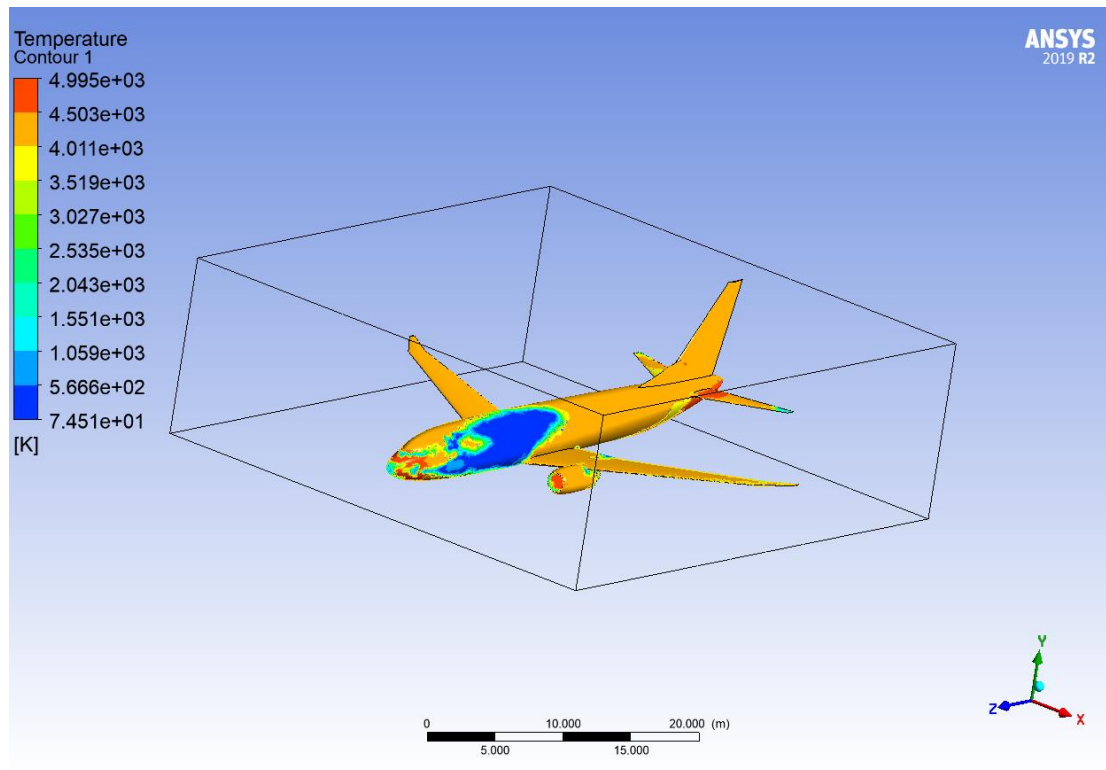
Εικόνα 52: Κατανομή πίεσης πάνω στο αεροπλάνο

Στην εικόνα 52 παρατηρούμε την κατανομή της πίεσης πάνω στο αεροπλάνο, όπως βλέπουμε η μέγιστη πίεση αναπτύσσεται πάνω στην μύτη του αεροπλάνου και στους κινητήρες του, η μέγιστη τιμή της πίεσης είναι 4.345×10^4 Pa.



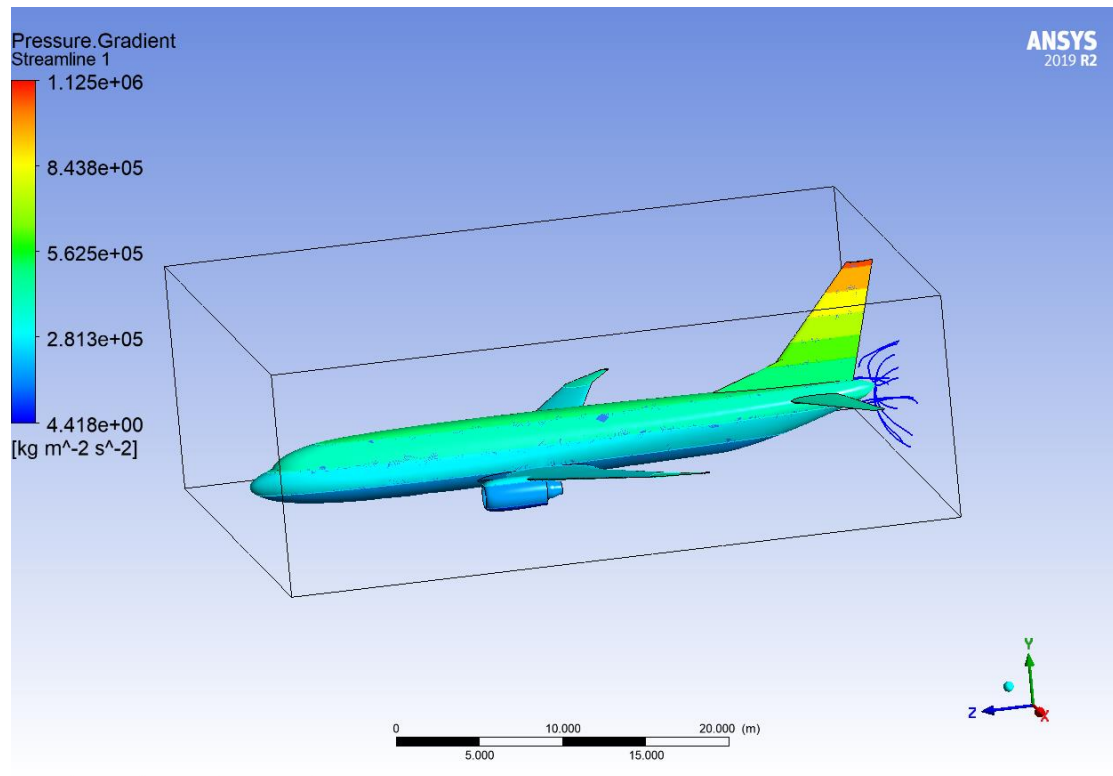
Εικόνα 53: Κατανομή πυκνότητας στο αεροπλάνο

Στην εικόνα 53 παρατηρούμε την κατανομή της πυκνότητας του αέρα πάνω στο αεροπλάνο, όπως βλέπουμε έχει σταθερή τιμή και είναι αυτή που ορίσαμε εμείς στις ιδιότητες της ανάλυσης με τιμή $1225 \frac{kg}{m^3}$.

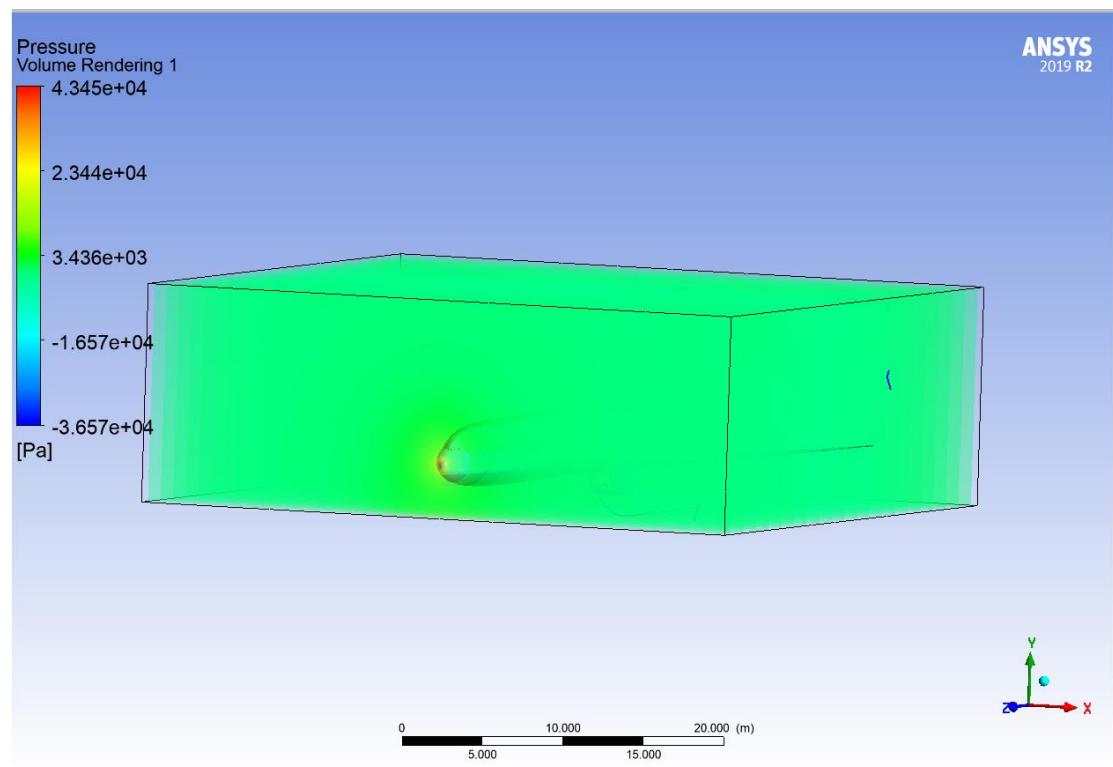


Εικόνα 54: Κατανομή θερμοκρασίας πάνω στο αεροπλάνο

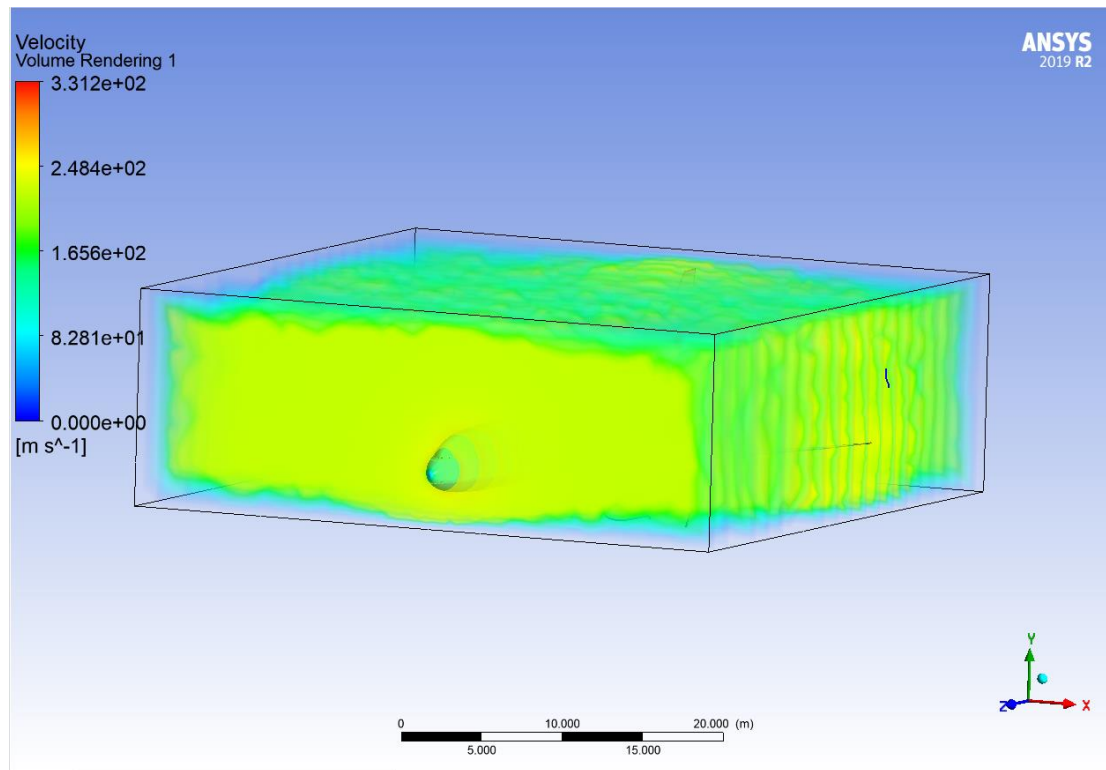
Στην εικόνα 54 παρατηρούμε την κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα πάνω στο αεροπλάνο, όπως βλέπουμε έχει μέγιστη τιμή στο μπροστινό μέρος του αεροπλάνου και στα τέλος στα πίσω φτερά του, η μέγιστη τιμή αγγίζει τους 500 βαθμούς κέλβιν.



Εικόνα 55: Πίεση στην έξοδο



Εικόνα 56: Πίεση



Εικόνα 57: Ταχύτητα

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της εργασίας είναι:

- Η εκμάθηση και η χρησιμοποίηση της μεθόδου πεπερασμένων στοιχείων είναι πολύ σημαντική για ένα νέο μηχανικό καθώς μπορεί να συνδυάσει όλες τις γνώσεις που έχει ένας μηχανικός για να πραγματοποιήσει οποιαδήποτε μελέτη θέλει
- Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων είναι πολύ σημαντική διότι στην ουσία αντικαθιστά όπου αυτό είναι δυνατόν τα πειράματα και αυτό γιατί είναι πολύ γρήγορη και πιο οικονομική
- Η μελέτη του αεροπλάνου που πραγματοποιήσαμε μας έφερε σε επαφή με πολλά πραγματικά αλλά και θεωρητικά προβλήματα κατά την διάρκεια της προσομοίωσης αυτής
- Η παρούσα εργασία μπορεί να αποτελέσει μελέτη για μελλοντική έρευνα και εξέλιξη από άλλους συναδέλφους

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δημητρίου Ι. , Ρευστοδυναμική, Εκδόσεις Φούντας, Αθήνα, 2008

Μαυρίδης Π.Κ., Υπολογιστική Ρευστομηχανική, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, 2003

Μπεργελές Γ., Η αεροδυναμική του υποηχητικού αεροσκάφους, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 2009

Μπεργελές Γ., Υπολογιστική Ρευστομηχανική, Εκδόσεις ΙΩΝ, 2006

Νανούσης, Ρευστοδυναμική, Εκδόσεις Ιών, Αθήνα, 2003

Παγιατάκης Α.Χ., Υπολογιστική Ρευστομηχανική, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Εκτυπώσεων Τυπογραφείου, 2004

Τσαγκάρης Σ., Μηχανική των Ρευστών, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 2005

F. M. White , Fluid Mechanics, McGraw-Hill

.W. J. Devenport, M. C. Rife, S. I. Liapis, G. J. Follin “The structure and development of a wingtip vortex” Journal of Fluid Mechanics vol. 312 pp.

Bertho Emile M.D., Gagnon Gerard M.D. A Comparative Study in Three Dimension of the Blood Supply of the Normal Interventricular Septum in Human, Bovine, Porcine, Ovine and Equine Heart. *Diseases of the Chest, Vol. 43, No 3: 251-26, 1964*

Chilian W. M., Eastham C. L. Layne S. M., Marcus M. L., Small Vessel Phenomena in the Coronary Microcirculation: Phasic Intramyocardial Perfusion and Coronary Microvascular Dynamics. *Progress in Cardiovascular Diseases, Vol. XXXI, No 1:17-38, 1988*

Corno F. Antonio, Mladen J. Kocica , Lindsey A. Chappory, Sally A. Moore, Hazel Sutherland, Nelson Alphonso, Jonathan C. Jarvis. Interventricular septum: New observations on the structure and function coupling. *Basic Applied Myology 19 (1): 41-48, 2009*

Dodge J. T. Jr., MD, Brown B. G., MD, PhD, Bolson E. L., MS, Dodge H. T., MD. Lumen Diameter of Normal Human Coronary Arteries. Influence of Age, Sex, Anatomic Variation, and Left Ventricular Hypertrophy or Dilation. *Circulation, Vol. 86, No1: 232-246, 1992*

Farrer-Brown Geoffrey, Rowles M. Peter. Vascular Supply of Interventricular Septum of Human Heart. *Brit. Heart J.,31:727-734, 1969*

Formaggia L., Quarteroni A, Veneziani A. Vol. 1. Cardiovascular Mathematics. Modeling and Simulation of the Circulatory System. *Springer, Milano, 2009*

Hiramatsu O., Goto M, Yada T., Kimura A., Chiba Y., Tachibana H., Ogasawara Y., Tsujioka K., Kajiya F. In vivo observations of the intramural arterioles and venules in beating canine hearts. *J. Physiol.* 509.2:619-628,1998

Iaizzo A. Paul. Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology, and Devices. *Springer, New York*, 2009

James T. N., MD, Burch G. E. Blood Supply of the Human Interventricular Septum. *Circulation, Vol. XVII: 391-396*, 1958

Kaimovitz B., Lanir Y., Kassab G. S. Large- Scale 3-D Geometric Reconstruction of Porcine Coronary Arterial Vasculature Based on Detailed Anatomical Data. . *Annals of Biomedical Engineering, Vol. 33, No 11:1517-1535*, 2005

Kajiya F., Yada T., Matsumoto T., Goto M., Ogasawara Y. Intramyocardial Influences on Blood Flow Distributions in the Myocardial Wall. *Annals of Biomedical Engineering, Vol. 28: 897-902*, 2000

Kajiya F., Yada T., Hiramatsu O., Ogasawara Y., Inai Y., Kajiya M. Coronary microcirculation in the beating heart. *Med. Biol. Eng. Comp.* 46:411-419, 2008

Kajiya M., Hiramatsu O., Yada T., Toyota E., Kiyooka T., Mohri S., Shimizu J., Ogasawara Y., Kajiya F. Physiomic approach to

biomechanics of coronary microcirculation. *Journal of Mechanics in
Medicine and Biology Vol. 5, No 1: 1-9, 2005*