

Ανάλυση και βελτιστοποίηση αεροδυναμικής συμπεριφοράς αυτοκινήτου σε συνθήκες μονοφασικής και διφασικής ροής με κατάλληλη διαμόρφωση γεωμετρίας

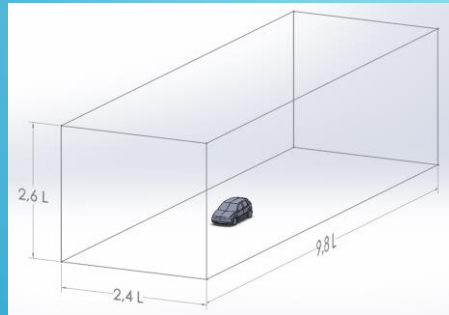
Χαραλαμπόπουλος Οδυσσέας – Γραμματικόπουλος Βασίλειος

Περίληψη

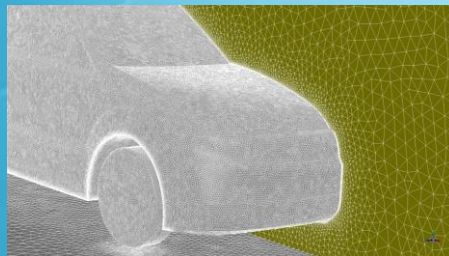
Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η αεροδυναμική συμπεριφορά ενός συμβατικού αυτοκινήτου με μεθόδους υπολογιστικής διερεύνησης σε αντίστοιχο λογισμικό (ANSYS Fluent). Οι προσομοιώσεις έγιναν σε δύο ταχύτητες, 100 και 140 km/h, σε μονοφασική ροή αέρα και έπειτα σε διακριτή διφασική ροή αέρα/σταγονιδίων νερού. Με αυτό τον τρόπο εξετάστηκε η επίδραση της έντονης βροχόπτωσης στην αεροδυναμική του αυτοκινήτου. Στη συνέχεια έγινε σχεδιασμός και προσθήκη αεροτομής τύπου NACA στο οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου με σκοπό τη βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς του αυτοκινήτου μέσω της αύξησης της κάθετης δύναμης άρα και της πρόσφυσης των ελαστικών στο οδόστρωμα.

Γεωμετρία συμβατικού αυτοκινήτου προς υπολογιστική διερεύνηση της αεροδυναμικής συμπεριφοράς του

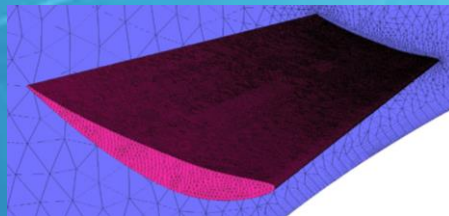
Οι υπολογιστικές προσομοιώσεις έγιναν στην εικονική αεροσήραγγα:



και σε ένα πλέγμα 10 εκατομμυρίων κελιών.



Η αεροτομή NACA 4312 που σχεδιάστηκε για την βελτίωση της αεροδυναμικής με μήκος χροδής 150mm και πλάτος 1400mm:



*Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της αεροσύραγγας ελέγχθηκε με προσομοίωση ροής αέρα γύρω από το Ahmed Body οδηγώντας σε απόκλιση συντελεστή αντίστασης από τον πειραματικό ίση με 1,5%

Αφού εξετάστηκαν πολλοί αλγόριθμοι, μοντέλα τύρβης, πλέγματα και μέθοδοι προσέγγισης της ροής στο οριακό στρώμα, επιλέχθηκαν για τις προσομοιώσεις τα εξής:

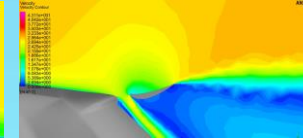
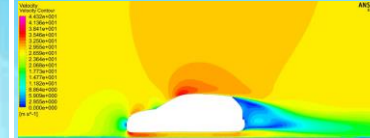
- ❖ Steady Time Solver
- ❖ k-ε turbulence model
- ❖ Scalable Wall Functions
- ❖ SIMPLEC algorithm
- ❖ Second Order of Momentum/Pressure/Turbulence

Ενώ η μοντελοποίηση της βροχής ως διφασική ροή έγινε με:

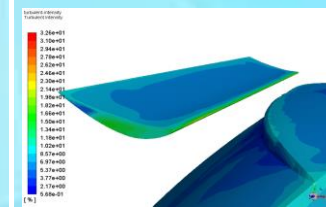
- ❖ Μοντέλο διακριτής φάσης (Discrete Phase Model)
- ❖ Ζεύξη διακριτής και συνεχούς φάσης με μεταφορά μάζας και ορμής
- ❖ Χρήση του μοντέλου Discrete Random Walk
- ❖ Επενέργεια του αέρα στην κίνηση των σταγονιδίων της βροχής
- ❖ Στοχαστική παρακολούθηση της τροχιάς των σταγονιδίων
- ❖ Παραμόρφωση σταγόνας με δυναμική μεταβολή οπισθέλκουσας (Dynamic Drag Model)
- ❖ Διαχωρισμός σταγονιδίων και διάσπαση σε μικρότερα με χρήση του Taylor Analogy Breakup Model

Οπτικοποίηση μονοφασικής & διφασικής ροής

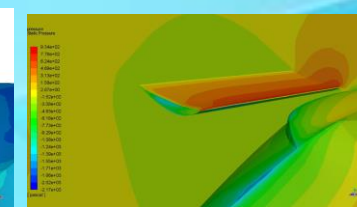
Κατανομή ταχύτητας στον υπολογιστικό χώρο



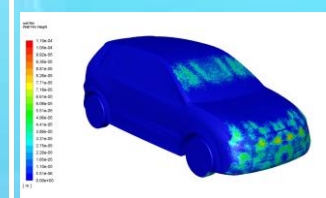
Κατανομή έντασης της τύρβης στην αεροτομή



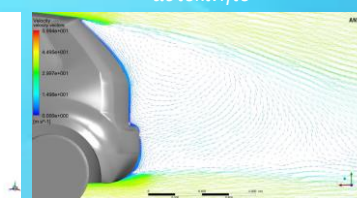
Κατανομή στατικής πίεσης στην αεροτομή



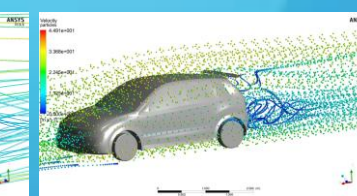
Κατανομή φιλμ νερού στο αυτοκίνητο



Σωματίδια νερού στην περιοχή ανάστροφης ροής πίσω από το αυτοκίνητο



Ροϊκές γραμμές (αριστερά) και κατανομή σωματιδίων αέρα (δεξιά) στην περιοχή ανάστροφης ροής



Συμπεράσματα:

- Η οπισθέλκουσα δύναμη αυξάνεται με την προσθήκη της αεροτομής αλλά με την επιπλέον αντίσταση να εμφανίζεται στο ίδιο το σώμα του αυτοκινήτου και όχι στην αεροτομή. Αυτό εξηγείται καθώς:
- Η διαμόρφωση της ροής στο πίσω μέρος έγινε έτσι ώστε η περιοχή ανάστροφης ροής να είναι μικρότερη και ταυτόχρονα η ταχύτητα εκφυγής του αυτοκινήτου από αυτήν την περιοχή μεγαλύτερη.
- Η αύξηση της κάθετης δύναμης είναι ποσοστιαία και κατ' απόλυτη τιμή πολύ μεγάλη σε σχέση με την συνολική κάθετη δύναμη που επενεργεί στο αυτοκίνητο χωρίς την αεροτομή.
- Η περιοχή του εμπρόσθιου προφυλακτήρα και αυτή στο οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου (wake region) είναι που επηρεάζουν και στο μεγαλύτερο βαθμό την αεροδυναμική συμπεριφορά του.
- Σε συνθήκες έντονης βροχής, η κάθετη δύναμη μειώνεται καθώς υποβαθμίζεται ο συντελεστής άνωσης, ενώ ταυτόχρονα έχουμε μικρή αύξηση της οπισθέλκουσας δύναμης.
- Παρ' όλα αυτά, η συνολική κάθετη δύναμη παραμένει αρκετά μεγάλη συμβάλλοντας έτσι στην ευστάθεια του αυτοκινήτου και σε συνθήκες έντονης βροχής.
- Στην ταχύτητα των 140km/h παρατηρούμε τις επενέργειες των ίδιων φυσικών μηχανισμών με μεγαλύτερη ένταση καθώς ο αριθμός Re αυξάνεται. Εκεί η αύξηση της οπισθέλκουσας συγκριτικά με την κάθετη δύναμη παραμένει σε λογικά επίπεδα.