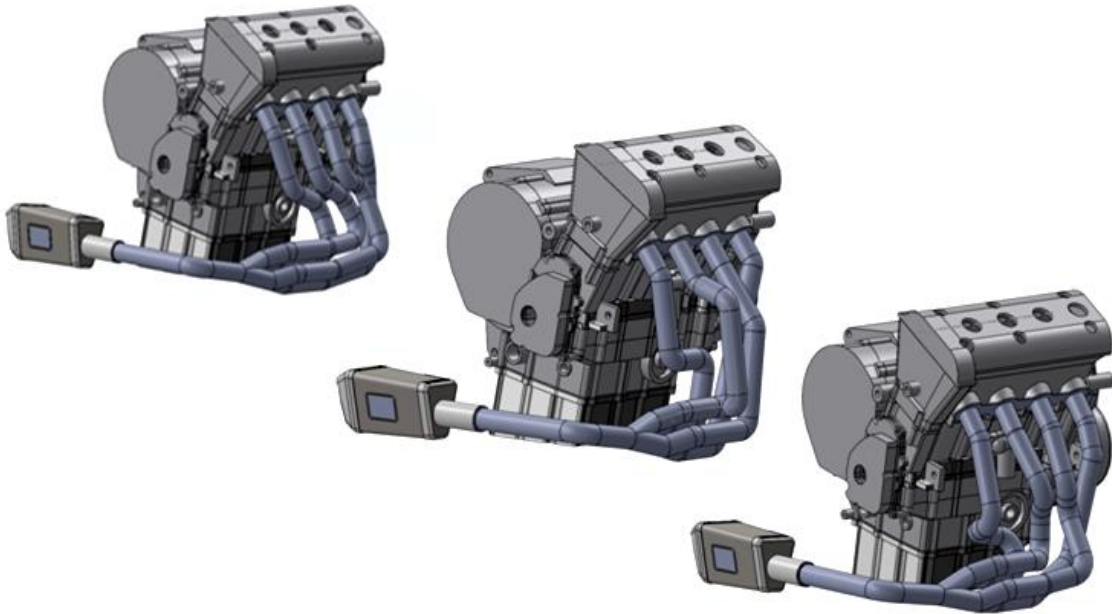


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΤΥΠΟΥ FSAE ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΤΣΑΪΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Α.Μ. 6714)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΙΡΚΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και πραγματοποιεί την διερεύνηση κινητήρα τύπου FSAE καθώς και σχεδιασμό ενός συστήματος εξαγωγής.

Αφορμή για την παρούσα πτυχιακή εργασία αποτέλεσε η πρόθεσή μου να ασχοληθώ με τον διεθνή διαγωνισμό Formula Student, όπου διοργανώνεται από την διεθνή κοινότητα των μηχανικών αυτοκινήτων (Society of Automotive Engineers "SAE"). Η SAE στηρίζει τις καινοτομίες και την εξέλιξη της τεχνολογίας και μέσω αυτού του διαγωνισμού βοηθάει τους νέους μηχανολόγους ώστε να κερδίσουν κάποια εφόδια για το μέλλον τους.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέπον Καθηγητή Δρ. Σωτήριο Τσίρκα για τις πολύτιμες συμβουλές του και την αμέριστη συμπαράστασή της κατά την διεξαγωγή της παρούσας εργασίας καθώς επίσης και του συναδέλφους που με την συμπαράστασή τους ολοκληρώθηκε αυτή η εργασία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή και στήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας αλλά και συνολικά κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
Κατσαϊτης Κωνσταντίνος

.....
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σκοπό την πραγματοποίηση διερεύνησης κινητήρα FSAE καθώς και τον σχεδιασμό του συστήματος εξαγωγής. Σκοπός είναι να πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός τριών τύπων συστημάτων εξαγωγής με στόχο την μετέπειτα επεξεργασία και βελτίωση του καταλληλότερου συστήματος για τον διαγωνισμό του Formula Student.

Αρχικά δίνεται μία εισαγωγή για τον διαγωνισμό Formula Student όπου είναι ένας διεθνής διαγωνισμός σχεδιασμού μονοθέσιου αγωνιστικού αυτοκινήτου από σπουδαστές των τμημάτων Μηχανολόγων Μηχανικών ανά τον κόσμο. Στην συνέχεια δίνεται το θεωρητικό υπόβαθρο όπου απαρτίζεται από μια βιβλιογραφική ανασκόπηση με στόχο την παρουσίαση των τμημάτων του power train. Γίνεται περιγραφική ανάλυση του ψυγείου, της δεξαμενής καυσίμου, του ελέγχου κινητήρα tuning – ecu (tuning – ecu engine control), του καταγραφέα δεδομένων (datalogger), της μπαταρίας, του συστήματος λίπανσης, της εισαγωγής και της εξαγωγής. Στην συνέχεια πραγματοποιείται εκτεταμένη ανάλυση στην διερεύνηση του συστήματος εξαγωγής. Αναλύεται και περιγράφεται η διαδικασία σχεδιασμού εξαγωγής όπου αποτελείται από την αναλυτική περιγραφή συστήματος εξαγωγής καυσαερίων, το Viking moto sports καθώς και στοιχεία που έχουν δοθεί μέσω του Πανεπιστημίου του Maine από τις εκάστοτε ομάδες που εργάζονται για τον διαγωνισμό της Formula Student.

Στο ειδικό μέρος της παρούσας εργασίας πραγματοποιείται η παρουσίαση των προτεινόμενων συστημάτων εξαγωγής. Αρχικά δίνονται κάποια στοιχεία για το υπολογιστικό πρόγραμμα SolidWorks που χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό των συστημάτων εξαγωγής. Έπειτα περιγράφονται αναλυτικά τα τρία προτεινόμενα συστήματα εξαγωγής και τις διαφορές που παρουσιάζουν μεταξύ τους. Συγκεκριμένα κάθε τύπος εξαγωγής έχει διαφορετικά καμπύλα τμήματα στις σωληνώσεις του στοχεύοντας στην επιλογή του καταλληλότερου μετά από την περαιτέρω ανάλυση που θα πραγματοποιηθεί σε επόμενη εργασία. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με όσα αναλύθηκαν στην διερεύνηση και την ανάλυση των συστημάτων εξαγωγής σύμφωνα με την βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Τέλος δίνονται τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας καθώς επίσης και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε με στόχο την υλοποίηση της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ POWERTRAIN	4
1.1. ΨΥΓΕΙΟ	4
1.2. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	4
1.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ TUNING – ECU (TUNING – ECU ENGINE CONTROL)	6
1.4. ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (DATALOGGER).....	7
1.5. ΜΠΑΤΑΡΙΑ.....	9
1.6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	10
1.7. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	11
1.8. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ.....	13
2. ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ	16
2.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΞΑΓΩΓΗΣ	19
2.1.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	21
2.1.2. VIKING MOTO SPORTS.....	24
2.1.3. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΜΑΙΝΕ (FSAE ENGINE TEAM).....	32
3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΑΓΩΓΗΣ.....	38
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	38
3.2. ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΑΓΩΓΗΣ.....	38
3.3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ.....	43
3.3.1. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1.....	43
3.3.2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 2.....	52
3.3.3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 3.....	61
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	72

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΨΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟ APRILIA RXV 550 [1]	4
ΣΧΗΜΑ 2: ΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΕΜΠΟΔΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ [1]	5
ΣΧΗΜΑ 3: ΜΠΑΤΑΡΙΑ 1S8P ENERGUS POWER	9
ΣΧΗΜΑ 4: ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΞΗΡΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ [1]	11
ΣΧΗΜΑ 5: ΤΥΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	14
ΣΧΗΜΑ 6: ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΓΙΑ ΧΑΜΗΛΕΣ – ΜΕΣΑΙΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ [6]	16
ΣΧΗΜΑ 7: ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΓΙΑ ΜΕΣΑΙΕΣ – ΥΨΗΛΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ [6]	17
ΣΧΗΜΑ 8: ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΚΟΡΜΟ ΚΑΙ ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗ	18
ΣΧΗΜΑ 9: ΤΜΗΜΑΤΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	18
ΣΧΗΜΑ 10: ΣΤΑΔΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ 1) ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ, 2) ΣΥΜΠΙΕΣΗ, 3) ΚΑΥΣΗ ΚΑΙ 4) ΕΚΤΟΝΩΣΗ [8]	20
ΣΧΗΜΑ 11: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΚΕΦΑΛΗΣ	25
ΣΧΗΜΑ 12: ΟΙ ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ 1-4 ΚΑΙ 2-3 ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΠΡΩΤΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ (20 ΙΝΤΣΕΣ) ΣΕ ΙΣΙΟ ΜΗΚΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗ ΕΝΩ ΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ 1-4 ΚΑΙ 2-3 ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ 10 ΙΝΤΣΕΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ ΣΤΟΝ ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΛΛΕΚΤΗ.	26
ΣΧΗΜΑ 13: ΈΝΑΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΤΥΠΟΥ HELMHOLTZ ΜΕ ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΑΙΜΟΥ Α, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΜΑΖΑ Μ, ΟΓΚΟΣ ΚΟΙΛΟΤΗΤΑΣ V, ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ρ ΚΑΙ ΜΕΣΗ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ C. Ο ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΝΕΙ ΕΝΑΝ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑ ΜΑΖΑΣ ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ ΟΠΟΥ Η ΚΟΙΛΟΤΗΤΑ ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΛΟΓΗ ΜΕ ΕΝΑ ΕΛΑΤΗΡΙΟ ΚΑΙ ΛΑΙΜΟ ΣΕ ΜΙΑ ΜΑΖΑ.	28
ΣΧΗΜΑ 14: ΟΙ ΟΓΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΔΙΑΥΛΟΥ.....	28
ΣΧΗΜΑ 15: Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΙΓΑΣΤΗΡΑ ΕΝΣΩΜΑΤΩΝΕΙ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΥΟ ΘΑΛΑΜΩΝ ΜΕ ΕΙΣΟΔΟ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟ ΣΤΟΝ ΠΥΘΜΕΝΑ. ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΓΥΑΛΙΟΥ ΙΝΩΝ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ ΩΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΓΕΜΙΖΕΙ ΤΗΝ ΚΟΙΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΙΓΑΣΤΗΡΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ.	30
ΣΧΗΜΑ 16: ΟΙ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΜΙΑ ΤΙΜΗ 14x10x5ΙΝ. ΚΟΙΛΟΤΗΤΑ ΜΕ 2,25 ΙΝΤΣΩΝ. ΣΩΛΗΝΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ.	30
ΣΧΗΜΑ 17: ΟΠΙΣΘΙΟ ΚΑΛΥΜΜΑ ΣΙΓΑΣΤΗΡΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΗΧΟΥ [19].....	35
ΣΧΗΜΑ 18: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	43
ΣΧΗΜΑ 19: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	44
ΣΧΗΜΑ 20: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	44
ΣΧΗΜΑ 21: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΨΗΣ 3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	45
ΣΧΗΜΑ 22: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ	45
ΣΧΗΜΑ 23: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ	46
ΣΧΗΜΑ 24: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 1 ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	46
ΣΧΗΜΑ 25: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 2 ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	47
ΣΧΗΜΑ 26: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 3 ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	47
ΣΧΗΜΑ 27: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΙΣΩ ΟΨΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	48
ΣΧΗΜΑ 28: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΑΝΩ ΟΨΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	48
ΣΧΗΜΑ 29: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΤΩ ΟΨΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1	49
ΣΧΗΜΑ 30: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 1 ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1.....	49

ΣΧΗΜΑ 66: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 2 ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 3.....	68
ΣΧΗΜΑ 67: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 3 ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 3.....	69
ΣΧΗΜΑ 68: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΛΑΓΙΑΣ ΟΨΗΣ 4 ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 3.....	69
ΣΧΗΜΑ 69: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΑΝΩ ΟΨΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 3.....	70

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1:ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ FORMULA STUDENT ΠΡΩΘΕΙ ΤΗΝ ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΩΝ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	1
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΟΜΑΔΑ ΤΗΣ FORMULA STUDENT ΤΟΥ Τ.Ε.Ι ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΠΑΤΡΑ)	2
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΧΥ ΟΘΟΝΗ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΧΥΤUNER[1].....	7
ΕΙΚΟΝΑ 4: RACE TECHNOLOGY DASH 2 ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΗΨΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ DL-1 [1]	8
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ [1]	8
ΕΙΚΟΝΑ 6: AT POWER 28MM THROTTLE BODY [1]	12
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΣΩΜΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ ΜΕ ΦΙΛΤΡΟ ΑΕΡΑ [1].....	12
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΤΟ ΣΙΛΑΝΣΙΕ FMC TITANIUM POWER CORE ΕΧΕΙ ΑΠΟΣΠΩΜΕΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΓΙΑ ΕΥΚΟΛΟ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΘΟΥΡΥΒΟΥ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ [1]	14
ΕΙΚΟΝΑ 9: FIU SAE 2015 EXHAUST SYSTEM [4].....	15
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΠΕΔΙΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ CFD ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΣΩΛΗΝΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ 1 ΚΑΙ 4 (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ 2 ΚΑΙ 3 (ΔΕΞΙΑ). ΤΟ ΤΡΕΧΟΝ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΘΕΤΕΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ 8149,61 IN /S ΜΕ ΑΠΟΛΥΤΗ ΠΙΕΣΗ ΕΞΟΔΟΥ 1 ΑΤΜ. ΤΑ ΚΟΚΚΙΝΑ ΣΗΜΕΙΑ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΟΥΝ ΑΥΞΗΜΕΝΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΛΟΓΩ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ	26
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΣΙΓΑΣΤΗΡΑΣ YOSHIMURA RS3 ΠΟΥ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΚΕ ΑΠΟ ΤΟΝ ΡΟΤΕΝΤΕ (2005) ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟ D = 2,25 ΙΝΤΣΕΣ, ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟ D = 4,5 ΙΝΤΣΕΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΣ L = 18 ΙΝΤΣΕΣ. ΟΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΘΟΥΡΥΒΟΥ ΕΙΧΑΝ ΩΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΕΠΑΡΚΗ ΕΞΑΣΘΕΝΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ FSAE, ΤΑ ΜΕΓΙΣΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΝΤΕΣΙΜΠΕΛ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΣΑΝ ΣΤΗΝ ΥΨΗΛΟΤΕΡΗ ΤΙΜΗ ΠΟΥ ΕΔΩΣΕ Η FSAE.	29
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ Η ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΕΞΑΓΩΓΗΣ 421 (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ Ο ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΣ ΣΙΓΑΣΤΗΡΑΣ (ΔΕΞΙΑ).....	32
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ APRILIA ΜΕ ΤΟ ΙΔΙΟ ΜΗΚΟΣ [18].....	34
ΕΙΚΟΝΑ 14: Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ ΤΗΣ FMF [20]	36
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ DOMA ΤΗΣ APRILIA [21].....	36
ΕΙΚΟΝΑ 16: SOLIDWORKS 2016 [23].....	38
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ SOLIDWORKS ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ [23]	39
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΥΠΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ [23]	39
ΕΙΚΟΝΑ 19:ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΟΥ SOLIDWORKS ΤΗΣ ΕΝΤΟΛΗ PART [23].....	40
ΕΙΚΟΝΑ 20:ΠΕΡΙΟΧΗ MAIN MENU [23]	40
ΕΙΚΟΝΑ 21:ΠΕΡΙΟΧΗ COMMAND MANAGER [23]	40
ΕΙΚΟΝΑ 22:ΠΕΡΙΟΧΗ FEATURE MANAGER [23].....	41
ΕΙΚΟΝΑ 23: ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ [23].....	41
ΕΙΚΟΝΑ 24: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΡΤΕΛΑΣ SKETCH [23]	42
ΕΙΚΟΝΑ 25:ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΡΤΕΛΑΣ FEATURES [23].....	42
ΕΙΚΟΝΑ 26: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΕΝΤΟΛΗΣ CIRCULAR PATTERN [23]	42

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΥΨΕΛΩΝ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ	10
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑ ΚΕΦΑΛΗΣ	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ	31

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται στα πλαίσια του Θεσμού της Formula Student. Ο διαγωνισμός Formula Student, είναι ένας διεθνής διαγωνισμός σχεδιασμού μονοθέσιου αγωνιστικού αυτοκινήτου από σπουδαστές των τμημάτων Μηχανολόγων Μηχανικών ανά τον κόσμο. Τους διαγωνισμούς αυτούς τους διοργανώνει η διεθνής κοινότητα των μηχανικών αυτοκινήτων (Society of Automotive Engineers “SAE”). Η αρχή έγινε από το Πανεπιστήμιο του Χιούστον στις ΗΠΑ το 1978 και μέσα σε δύο χρόνια πήρε σύγχρονη μορφή.

FORMULA STUDENT

Εικόνα 1: Διαγωνισμός Formula Student προωθεί την πρωτοπορία στην αυτοκινητοβιομηχανία των αγωνιστικών οχημάτων

Η βασική αρχή του διαγωνισμού ήταν και είναι οι ομάδες, που λαμβάνουν μέρος σε αυτόν, να βασίζονται σε ένα υποθετικό σενάριο παραγωγής ενός οχήματος αγωνιστικού τύπου μονοθέσιου και καλούνται να πραγματοποιήσουν την σχεδίαση, την κατασκευή και την δοκιμή. Το παραγόμενο πρωτότυπο μοντέλο αξιολογείται ως προς τη δυνατότητα παραγωγής αυτού ως όχημα αναψυχής για τους «γρήγορους» ερασιτέχνες οδηγούς. Στα πλαίσια των προαναφερόμενων οι ομάδες των σπουδαστών καλούνται να σχεδιάσουν, να κατασκευάσουν και να δοκιμάσουν το πρότυπο μονοθέσιο βασιζόμενοι σε συγκεκριμένους κανονισμούς, οι οποίοι στοχεύουν στην εξασφάλιση της λειτουργικότητας του καθώς και στην λύση και διαχείριση των προβλημάτων που μπορούν να προκύψουν κατά την λειτουργία του.

Η Formula SAE στοχεύει στην αναβάθμιση της μηχανολογίας αφού ασχολείται με κάθε τι που αφορά την αυτοκινητοβιομηχανία και συμπεριλαμβάνει έρευνα, σχεδιασμό, δοκιμές, κατασκευή καθώς και ότι αφορά marketing, management και οικονομική διαχείριση. Το βασικότερο όφελος από τη συμμετοχή των σπουδαστών στον διαγωνισμό της Formula SAE είναι ότι μπορούν να κάνουν πράξη τις γνώσεις που τους μεταφέρουν οι καθηγητές – ερευνητές κατά την διάρκεια των σπουδών τους.

Όπως προαναφέρθηκε ο διαγωνισμός είναι διεθνής με συνέπεια να διεξάγεται σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Οι πιο βασικές διοργανώσεις είναι η Formula Student UK, η Formula Student Germany, η Formula Italy, η Formula SAE Brazil, η Formula SAE Australia, η Formula SAE Japan, η Formula SAE USA, η Formula SAE Hungary και η Formula SAE Austria. Η SAE στηρίζει τις καινοτομίες και την εξέλιξη της τεχνολογίας και μέσω αυτού του διαγωνισμού βοηθάει τους νέους μηχανολόγους ώστε να κερδίσουν κάποια εφόδια για το μέλλον τους.

Συνοψίζοντας λοιπόν ο διαγωνισμός Formula SAE έχει τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και είναι τα ακόλουθα:

- Πρόκειται για ένα διεθνή φοιτητικό διαγωνισμό σχεδιασμού που οργανώνεται από τον SAE International (Society of Automotive Engineers).
- Κάθε ομάδα που συμμετέχει καλείται να σχεδιάσει και να αναπτύξει ένα αγωνιστικό μονοθέσιο σύμφωνα με ένα σύνολο κανόνων.
- Αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα φοιτητικά προγράμματα του χώρου με 9 επίσημα αναγνωρισμένους αγώνες.
- Οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε 3 κατηγορίες:
 - ✓ Class 3: Σε αυτό το στάδιο παρουσιάζει η ομάδα το σχεδιασμό του μονοθέσιου χωρίς να έχει προχωρήσει στο κατασκευαστικό μέρος.
 - ✓ Class 2: Σε αυτό το στάδιο παρουσιάζει η ομάδα κάποια έτοιμα κομμάτια από την κατασκευή του μονοθέσιου.
 - ✓ Class 1: Σε αυτό το στάδιο παρουσιάζει η ομάδα ένα πλήρες λειτουργικό μονοθέσιο έτοιμο για αγώνες.

Επιπλέον, ο διαγωνισμός αποτελείται από δυο κομμάτια τα οποία είναι πρώτον το δυναμικό και δεύτερο το στατικό κομμάτι. Η φιλοσοφία του διαγωνισμού είναι ότι οι φοιτητές θα πρέπει να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ένα μονοθέσιο, που θα είναι σύμφωνο με τους κανονισμούς που βγάζει κάθε Σεπτέμβρη η διοργανώτρια αρχή. Επίσης, θα πρέπει οι φοιτητές να μάθουν να εργάζονται σε ένα επιχειρησιακό περιβάλλον το οποίο το αναπτύσσουν μόνοι τους. Η κάθε ομάδα, ουσιαστικά δημιουργείται από φοιτητές, οι οποίοι αποφασίζουν μόνοι με ποιόν τρόπο θέλουν να διοικήσουν την ομάδα τους και με ποιόν τρόπο θα πορευθούν, έχοντας πάντα στο μυαλό τους ότι πρέπει να δημιουργήσουν μια επαγγελματική ομάδα, δηλαδή μια επιχείρηση.

Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι την δική του ομάδα για το Formula Student, απέκτησε μετά το Πανεπιστήμιο Πατρών, το ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας που πρόκειται για την ομάδα Frone Team που συγκροτήθηκε για να πάρει μέρος το Εκπαιδευτικό Ίδρυμα της Δυτικής Ελλάδας στον διεθνή διαγωνισμό Formula Student που συμμετέχουν τα μεγαλύτερα πανεπιστήμια του κόσμου, με την κάθε ομάδα να έχει παρουσιάσει το δικό της μοντέλο με συγκεκριμένες κατευθύνσεις και καινοτομίες.

Το Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας είναι το πρώτο Τ.Ε.Ι. της χώρας που θα πάρει μέρος σε αυτόν τον διεθνή πανεπιστημιακό διαγωνισμό που έχει να κάνει με τον χώρο του μηχανοκίνητου αθλητισμού και συγκεκριμένα με την Formula. Η ομάδα Frone Team έχει επικεφαλής τον καθηγητή Σπύρο Συρμακέση, πρόεδρο του Ειδικού Λογαριασμού Κονδυλίων και Έρευνας (ΕΛΚΕ) ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας και τον Καθηγητή του Εργαστηρίου Μηχανικής, Υλικών και Μηχανών Δρ. Σωτήριο Τσίρκα, ενώ μέλη της είναι προπτυχιακοί φοιτητές του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., οι οποίοι διέπονται από ενθουσιασμό για την Μηχανολογία και το μηχανοκίνητο αθλητισμό.



Εικόνα 2: Ομάδα της Formula Student του Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας (Πάτρα)

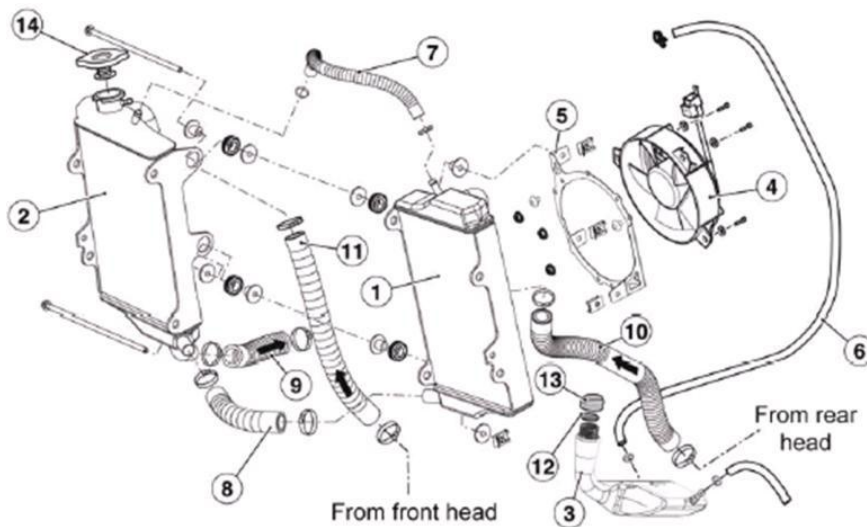
Σκοπός της ομάδας είναι να συμμετάσχει κάθε χρόνο στις διοργανώσεις του θεσμού Formula Student SAE με μεγαλύτερες αξιώσεις και με όραμα τη διεκδίκηση υψηλών θέσεων στην κατάταξη των συμμετεχόντων

1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ POWERTRAIN

1.1. ΨΥΓΕΙΟ

Ένα από τα εμπόδια στη χρήση ενός νέου, μάλλον άγνωστου κινητήρα είναι η έλλειψη δεδομένων που είναι διαθέσιμα στις εφαρμογές της FSAE. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής με τον εργοστασιακό κινητήρα, χρησιμοποιήθηκε κάθε μέρος του εργοστασιακού συστήματος ψύξης. Οι θερμοκρασίες του ψυκτικού κινητήρα έφτασαν στο υψηλότερο σημείο της ιδανικής θερμοκρασίας, με θερμοκρασίες άνω των 225 °F. Η υψηλή ταχύτητα που δοκιμάστηκε το αυτοκίνητο, συνέβαλε άμεσα στις υψηλές θερμοκρασίες του ψυκτικού μέσου. Δεδομένου ότι τα δύο μικρότερα θερμαντικά σώματα οδήγησαν σε υψηλές θερμοκρασίες ψυκτικού υγρού και απώλειες ροής, τοποθετήθηκε ένα μεγαλύτερο ψυγείο 3 σειρών μαζί με έναν ηλεκτρικό ανεμιστήρα ψύξης, ο οποίος ελέγχεται από τη μονάδα ελέγχου κινητήρα (ECU). Αυτή η ρύθμιση επιλέχθηκε προκειμένου να βελτιωθεί η ψύξη και να αυξηθεί η απόδοση του συστήματος ψυκτικού μέσου μειώνοντας τις απώλειες ροής. Η νέα πιο αποδοτική εγκατάσταση αντικατέστησε το σύστημα ψύξης που φαίνεται παρακάτω.

Cooling diagram



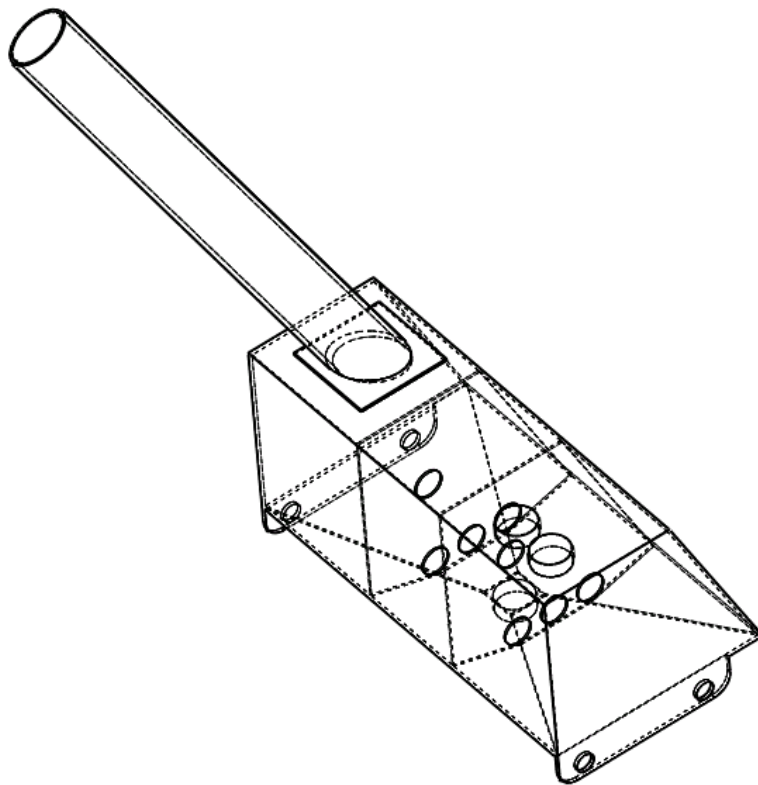
Σχήμα 1: Διάγραμμα ψύξης για το Aprilia RXV 550 [1]

1.2. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Σύμφωνα με τους κανόνες της FSAE, όλα τα οχήματα πρέπει να διαθέτουν δεξαμενή καυσίμων που να ανταποκρίνεται σε διάφορες οδηγίες. Οι κανόνες αφορούν κατά κύριο λόγο τους περιορισμούς τοποθέτησης και εγκατάστασης για τη δεξαμενή, αλλά και αυστηρούς γεωμετρικούς προσανατολισμούς που πρέπει επίσης να ακολουθηθούν. Η ευκολότερη θέση τοποθέτησης και αυτή που επιλέγεται, δηλώνει ότι η δεξαμενή πρέπει να βρίσκεται εντός των ορίων της δομής πλευρικής κρούσης, ενώ ο λαιμός του πληρωτικού πρέπει να τοποθετείται

κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η διαρροή σε περίπτωση ανατροπής. Η δεξαμενή πρέπει επίσης να διαθέτει ένα άνοιγμα εξαερισμού, ένα σωλήνα αποστράγγισης και έναν οπτικό σωλήνα τοποθετημένο στο λαιμό πλήρωσης, ώστε να εμφανίζεται η μέγιστη στάθμη καυσίμου για τη δεξαμενή. Πέρα από αυτούς τους περιορισμούς, ο σχεδιασμός της δεξαμενής καυσίμου επικεντρώνεται πρωτίστως στην ελαχιστοποίηση του βάρους και του μεγέθους ενώ εξακολουθεί να είναι σε θέση να συγκρατήσει αρκετά καύσιμα για να ολοκληρώσει το γεγονός αντοχής.

Το αλουμίνιο επιλέχθηκε ως υλικό κατασκευής της δεξαμενής καυσίμου λόγω του ελαφρού βάρους και της σχετικά χαμηλής τιμής και της ευκολίας κατασκευής. Ένα πάχος φύλλου 1/16 επιλέχθηκε για να παρέχει επαρκή αντοχή και ανθεκτικότητα. Χρησιμοποιήθηκαν εσωτερικά διαφράγματα για να ελαχιστοποιηθεί η κίνηση καυσίμου κατά την οδήγηση του αυτοκινήτου.



Σχήμα 2: Τα εσωτερικά διαφράγματα των δεξαμενών καυσίμου εμποδίζουν την εκτόξευση καυσίμων κατά την οδήγηση του αυτοκινήτου [1]

Η θέση και η κατασκευή της δεξαμενής καυσίμου, ήταν οι πρωταρχικές σκέψεις στο τελικό σχεδιασμό της. Καθώς δεν ήταν δυνατή η χρήση της αντλίας καυσίμου στο ρεζερβουάρ του εργοστασίου στο RXV 550, επιλέχθηκε μια αντλία καυσίμου Walbro GSL 414 in-line για να εξασφαλιστεί επαρκής παροχή καυσίμου, επιτρέποντας παράλληλα τη συμπύκνωση της δεξαμενής καυσίμου. Η αντλία Walbro έχει διάμετρο δύο ιντσών και μήκος 6 ιντσών. Αυτό επιτρέπει την απλούστερη συσκευασία της δεξαμενής καυσίμου, δεδομένου ότι δεν χρειάζεται να προβλεφθεί η δεξαμενή για μια μεγάλη μονάδα μέσα στη δεξαμενή.

Οι κανόνες του SAE για τον τύπο του 2011 καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το σχεδιασμό της δεξαμενής καυσίμου και των εξαρτημάτων του συστήματος καυσίμου. Λόγω των κανόνων, μια άκαμπτη δεξαμενή, η οποία φαίνεται στο Σχήμα 2, πρέπει να χρησιμοποιείται για την ασφάλεια του οδηγού. Λόγω αυτού του κανόνα, επιλέχθηκε το αλουμινένιο φύλλο 5052 16 χάλυβα. Αυτό το πάχος επιλέχθηκε λόγω του μικρού βάρους, διατηρώντας παράλληλα μια άκαμπτη δεξαμενή. Το 5052 αλουμίνιο επιλέχθηκε για την

υψηλή λειτουργικότητα και την ευκολία συγκόλλησης. Επίσης, το 5052 χρησιμοποιείται εκτεταμένα σε χημικές δεξαμενές αποθήκευσης στη βιομηχανία. Όλες οι πλευρές της δεξαμενής καυσίμου κόπηκαν και λυγίστηκαν από ένα κομμάτι φύλλου αλουμινίου για ελαχιστοποίηση της απαιτούμενης ποσότητας συγκόλλησης. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, ο πυθμένας της δεξαμενής αποτελείται από τέσσερα τεμάχια αλουμινίου. Τα τραπεζοειδή τεμάχια είναι κατασκευασμένα από φύλλο αλουμινίου μεγέθους 16 και κόπηκαν και συγκολλήθηκαν για να επιτρέψουν την εκροή καυσίμου προς το κέντρο του πυθμένα της δεξαμενής. Το τετράγωνο τμήμα του πυθμένα της δεξαμενής κατασκευάστηκε από μια πλάκα αλουμινίου 3/8 ιντσών για να επιτρέψει στην αντλία καυσίμου να σφραγίσει σωστά στη δεξαμενή αερίου. Αυτό το τετράγωνο τμήμα του πυθμένα της δεξαμενής επεξεργάστηκε χρησιμοποιώντας έναν κατακόρυφο μύλο για να κόψει τη μεγαλύτερη κεντρική οπή για να εισαχθεί η αντλία καυσίμου και οι έξι κοχλίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη στερέωση της αντλίας στη δεξαμενή. Αυτοί οι έξι συνδετήρες συγκολλήθηκαν στη δεξαμενή για να εξασφαλίσουν μια υδατοστεγή σφράγιση. Επιλέχθηκε μια αντλία καυσίμου εντός της δεξαμενής αντί μιας αντλίας καυσίμου εκτός του ρεζερβουάρ για χαμηλότερο κόστος, για τη θερμοκρασία λειτουργίας, καθώς και μια μεγάλη ροή όγκου καυσίμου. Για την εγκατάσταση της αντλίας καυσίμου, η αντλία καυσίμου εισάγεται με τον δακτύλιο που παρέχεται στη δεξαμενή αερίου. Στη συνέχεια, η παρεχόμενη αλουμινένια πλάκα τοποθετείται πάνω από την αντλία καυσίμου και χρησιμοποιούνται έξι (0,25) παξιμάδια για τη στερέωση της αντλίας στη δεξαμενή αερίου.

Σύμφωνα με τους κανόνες της FSAE, ο λαιμός πλήρωσης πρέπει να είναι τουλάχιστον πέντε ίντσες ψηλός, 1,5 ίντσες σε διάμετρο και όχι περισσότερες από 45 μοίρες κλίση από την κάθετη. Λόγω αυτών των περιορισμών, επιλέχθηκε ένας σωλήνας αλουμινίου εσωτερικής διαμέτρου 1,5 ιντσών με πάχος τοιχώματος 1/8 της ίντσας. Ο λαιμός πλήρωσης ήταν γωνιασμένος σε 30 μοίρες από την κάθετη για ευκολία πλήρωσης και για να διατηρηθεί η σωστή απόσταση από άλλα ζωτικά μέρη του αυτοκινήτου. Ο λαιμός πλήρωσης ενσωματώνει ένα καπάκι αερίου τύπου συγκολλημένου κοχλία που συνδέεται στο άκρο σύμφωνα με τους κανόνες FSAE. Τοποθετημένη στο πώμα, είναι μια βαλβίδα ελέγχου που δεν επιτρέπει διαρροή κατά τη διάρκεια στροβιλισμού ή επιτάχυνσης. Σύμφωνα με τους κανόνες της FSAE, η δεξαμενή αερίου πρέπει να είναι εφοδιασμένη με οπτικό σωλήνα. Αυτό είναι ένα πλαστικό σωληνάκι που πρέπει να είναι περισσότερο από τρεις ίντσες σε μήκος για να επιτρέψει στο άτομο που γεμίζει τη δεξαμενή να γνωρίζει πόσα καύσιμα είναι στη δεξαμενή. Δύο σωλήνες-γωνιές αλουμινίου 90 μοιρών συγκολλούνται σε απόσταση τεσσάρων ιντσών από το στόμιο πλήρωσης, περίπου μία ίντσα από το κάλυμμα αερίου. Η διαφανής πλαστική σωλήνωση συνδέει τις 2 γωνίες και ασφαρίζεται με συνδέσμους σωλήνων. Για τη συναρμολόγηση της δεξαμενής αερίου συγκολλήθηκαν τρεις φλάντζες τοποθέτησης αλουμινίου στο κάτω μέρος της δεξαμενής αερίου και τρυπάνθηκαν εκτός από ένα μπουλόνη 0,25 ίντσας. Τρεις χαλύβδινες φλάντζες συγκολλήθηκαν στο πλαίσιο για να στερεώσουν τη δεξαμενή στο χαλύβδινο πλαίσιο χρησιμοποιώντας τους κοχλίες 0,25 ίντσας.

Ο όγκος της δεξαμενής καυσίμου αποφασίστηκε με βάση πολλούς παράγοντες. Οι προηγούμενες δεξαμενές καυσίμου ήταν 2,5 γαλόνια σε όγκο. Επίσης, λόγω του γεγονότος ότι ο κινητήρας δεν έχει ρυθμιστεί σωστά και μπορεί να χρησιμοποιήσει περισσότερο καύσιμο από ό,τι έχει ήδη ρυθμιστεί, ο όγκος δεξαμενής αερίου επιλέχθηκε να μην αλλάξει. Λόγω της προσθήκης της αντλίας καυσίμου της δεξαμενής, ο συνολικός όγκος της δεξαμενής διευρύνθηκε από την ποσότητα της αντλίας καυσίμου στα 2,65 γαλόνια.

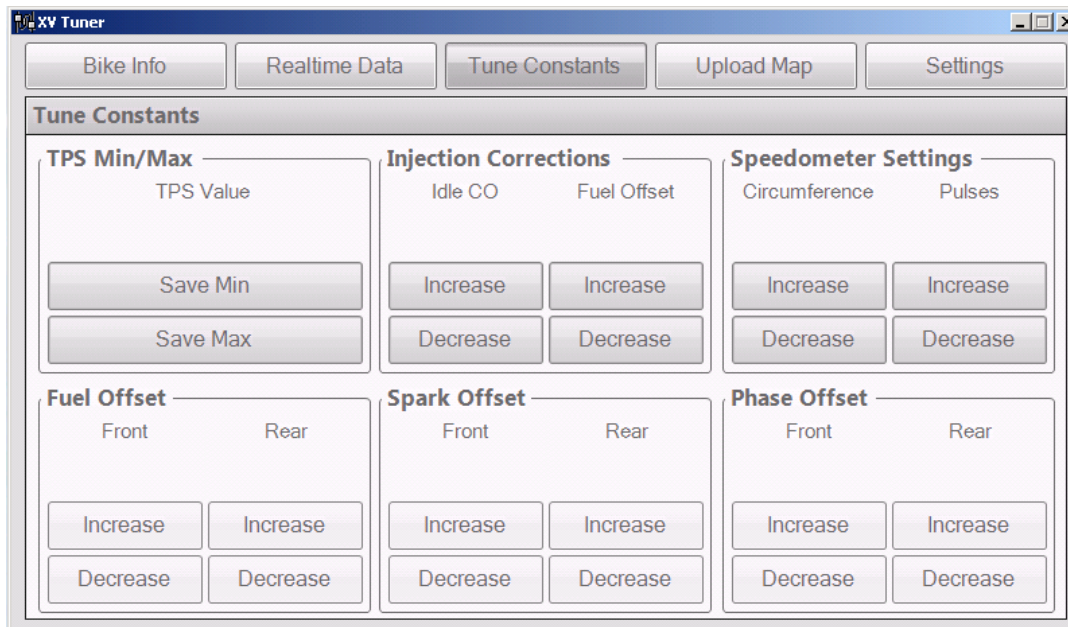
1.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ TUNING – ECU (TUNING – ECU ENGINE CONTROL)

Για το σύστημα ελέγχου του κινητήρα χρησιμοποιείται εργοστασιακό πρόγραμμα Walbro ECU χρησιμοποιώντας το λογισμικό tuning της Western Racing Developments XV Tuner. Αυτό το λογισμικό επιτρέπει στο χρήστη να συντονίζει την παροχή καυσίμου και σπινθήρα για κάθε κύλινδρο μεμονωμένα. Και οι δύο κύλινδροι του Aprilia RXV 550

διαθέτουν αισθητήρες θερμοκρασίας καυσαερίων και λάμδα, επιτρέποντας την λεπτομερή ανάλυση των συνθηκών του κάθε κυλίνδρου κατά τη δοκιμή και τον ανταγωνισμό.

Ο κ. West έχει αναπτύξει το πακέτο λογισμικού που προσφέρεται με το καλώδιο συντονισμού του, το οποίο επιτρέπει τον πλήρη προγραμματισμό και τη μεταφόρτωση διαφορετικών χαρτών καυσίμων στη μονάδα ελέγχου του κινητήρα Walbro. Δεδομένου ότι ο Tuner XV σχεδιάστηκε ειδικά για τη σειρά μοτοσυκλετών Aprilia RXV / SXV, είναι εύκολο στη χρήση και μπορεί να επικοινωνεί άμεσα και αποτελεσματικά με τη μονάδα ελέγχου εργοστασιακού κινητήρα.

Το λογισμικό XV Tuner χρησιμοποιήθηκε για την προσαρμογή των παραμέτρων ρύθμισης, όπως η τροφοδοσία καυσίμου, ώστε ο κινητήρας να λειτουργεί με τον περιοριστή 20mm. Όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τη μονάδα λήψης δεδομένων DL-1, είναι δυνατή η προσαρμογή των παραμέτρων ρύθμισης βάσει των παρατηρημένων παραμέτρων του κινητήρα και η επίτευξη ασφαλούς και ομαλής λειτουργίας του κινητήρα. Εκτός από τις παραμέτρους που καταγράφονται από τη μονάδα DL-1, είναι βολικό να βλέπετε άλλες παραμέτρους, όπως τη θέση πεταλούδας (TPS), η οποία λαμβάνεται αυτόματα από τη μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU) και μπορεί να εμφανίζεται κάτω από η καρτέλα “Δεδομένα πραγματικού χρόνου” του λογισμικού του δέκτη XV.



Εικόνα 3: XV Οθόνη διεπαφής XV Tuner [1]

1.4. ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (DATALOGGER)

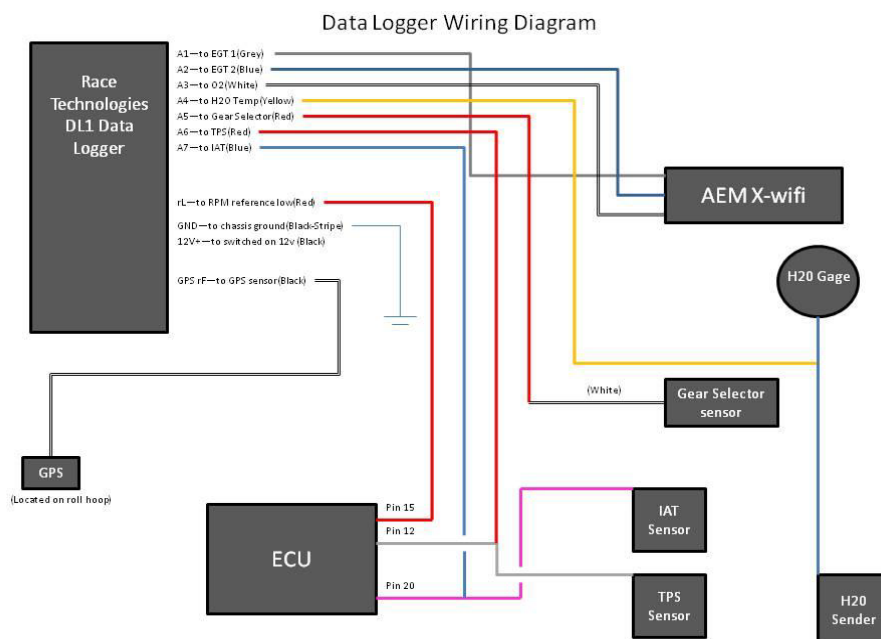
Προκειμένου να συντονιστούν σωστά όλες οι πτυχές του αυτοκινήτου, ενώ παράλληλα βελτιώνονται οι επιδόσεις του οδηγού, ένα σύστημα συλλογής δεδομένων αποτελεί σημαντική και απαραίτητη πτυχή του αυτοκινήτου. Με στόχο τη σημαντική μείωση του χρόνου κατασκευής, βελτιώνοντας την ικανότητα της ομάδας να εντοπίζει πιθανά προβλήματα, αγοράστηκε ένα προσχεδιασμένο σύστημα απόκτησης δεδομένων, μαζί με μια πλήρως προγραμματιζόμενη μονάδα προβολής σε στυλ πίνακα οργάνων. Και οι δύο μονάδες κατασκευάζονται και πωλούνται από την Race Technology. Το DL-1 είναι ένα ισχυρό σύστημα ικανό να καταγράφει δεδομένα που περιλαμβάνουν επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων, GPS, ταχύτητα 4 τροχών και οκτώ αναλογικές εισόδους 12-bit ταυτόχρονα σε μια συμπαγή κάρτα flash. Διαθέτει επίσης ένα ισχυρό και εύκολο στη χρήση πακέτο λογισμικού ανάλυσης δεδομένων, το οποίο επιτρέπει την εύκολη ερμηνεία και χειρισμό των

καταγεγραμμένων δεδομένων. Οι μετρημένες παράμετροι περιλαμβάνουν δεδομένα επιταχυνσιόμετρου και GPS, θερμοκρασίες καυσαερίων και οξυγόνο καυσαερίων (UEGO) και για τους δύο κυλίνδρους, καθώς και θέση πεταλούδας, στροφές κινητήρα, θερμοκρασία νερού και θέση επιλογέα ταχυτήτων.



Εικόνα 4: Race Technology Dash 2 και σύστημα λήψης δεδομένων DL-1 [1]

Η μονάδα Race Technology Dash 2 που είναι συσκευασμένη με το σύστημα λήψης δεδομένων DL-1 είναι ικανή να εμφανίζει περισσότερα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο στον οδηγό από την τυπική μονάδα της Aprilia. Αυτά τα δεδομένα καταγράφονται επίσης από το σύστημα απόκτησης δεδομένων. Δεδομένου ότι η μονάδα Dash 2 ήρθε συσκευασμένη με τη μονάδα DL-1, απαιτήθηκε ελάχιστη διασύνδεση για να εμφανιστούν οι παράμετροι καταγραφής στην οθόνη του πίνακα, καθιστώντας το ένα ιδανικό σύστημα για την εφαρμογή μας.



Εικόνα 5: Διάγραμμα συνδεσμολογίας καταγραφέα δεδομένων [1]

1.5. ΜΠΑΤΑΡΙΑ

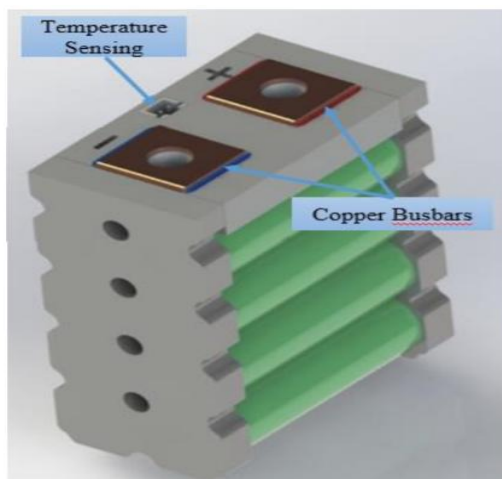
Κάθε χρόνο, η Εταιρεία Μηχανικών Αυτοκινήτων (SAE) διοργανώνει διαγωνισμό για τους φοιτητές για το σχεδιασμό ενός αυτοκινήτου. Ο στόχος των ανταγωνιστικών ομάδων είναι να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο τύπου Formula, σε κλίμακα 1/3, με το καλύτερο συνολικό σχεδιασμό, κατασκευή, απόδοση και κόστος. Περνώντας μέσα από τη διαδικασία σχεδιασμού από την ιδέα μέχρι την ολοκλήρωση δίνει στους μαθητές ανεκτίμητη εμπειρία στο σχεδιασμό, την προσομοίωση και πρακτική γνώση.

Χρησιμοποιώντας τους περιορισμούς σχεδιασμού που παρέχονται από το Icarus και τους ελεγκτές κινήτων μας, έπρεπε να σχεδιάσουμε ένα σύστημα που είχε μέγιστη τάση γύρω στα 120 V και χωρητικότητα περίπου 6,5 kWh που περνάει τους κανόνες και ταιριάζει στους περιορισμούς του χώρου μας. Οι κυψέλες και το σύστημα διαχείρισης μπαταριών ήταν τα πρώτα εξαρτήματα που προσδιορίστηκαν, δεδομένου ότι οδηγούν σε πολλές άλλες επιλογές και σχεδιασμό εξαρτημάτων και κατέχουν περισσότερη μάζα και όγκο από οποιοδήποτε άλλο στοιχείο του συσσωρευτή.

Για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη απόδοση από τον συσσωρευτή, αφιερώθηκε σημαντικό χρονικό διάστημα για την εκτεταμένη διερεύνηση περισσότερων επιλογών κυψελών μπαταρίας. Τόσο τα κριτήρια συσκευασίας όσο και τα δεδομένα επιδόσεων εξετάστηκαν. Σε κάθε προσπάθεια που ερευνήθηκε, καταγράφηκε η ονομαστική τάση, η χωρητικότητα, η μέγιστη εκφόρτιση και η μάζα. Από την τάση και τη χωρητικότητα υπολογίστηκε ο συνολικός αριθμός των κυψελών που χρειάστηκε και η διαμόρφωση που θα ρυθμιστεί. Η διαμόρφωση καθορίζεται έτσι ώστε να υπολογίσετε το ποσό των σειριακών συνδέσεων που είναι απαραίτητες για να επιτευχθεί η μέγιστη τάση συσσωρευτή όπως φαίνεται στην σχέση παρακάτω.

*Μέγιστη τάση συσσωρευτή [V]: μέγιστη τάση κυψελών [V]*συνδέσεις σειράς*

Γνωρίζοντας αυτό τον αριθμό των απαραίτητων κυψελών σειράς, μπορούμε τώρα να υπολογίσουμε τον αριθμό των παράλληλων συνδέσεων μεταξύ των μπαταριών για να έχουμε την κατάλληλη χωρητικότητα. Με αυτούς τους δύο υπολογισμούς, γνωρίζουμε τώρα πόσες μπαταρίες χρειάζονται και έχουν μια συνολική εκτίμηση του συνολικού βάρους και όγκου της μπαταρίας. Η συγκεκριμένη ισχύς υπολογίστηκε επίσης με τη λήψη της μέγιστης ισχύος εξόδου του κυττάρου και τη διαίρεσή του από την κυτταρική μάζα. Τα χαρακτηριστικά απόδοσης όπως η συγκεκριμένη ισχύς επιτρέπουν την άμεση σύγκριση των κυψελών μεταξύ τους έτσι ώστε να μπορεί να εντοπιστεί το πιο ιδανικό κύτταρο με τη μεγαλύτερη ειδική ισχύ. Η Energun, κατασκευαστής μπαταριών από τη Λιθουανία, κατασκευάζει μια μονάδα 8 κυψελών που είναι ειδικά προσαρμοσμένη στο Formula SAE Electric, η οποία διαθέτει συνδέσεις με σπείρωμα για εύκολη συναρμολόγηση, εσωτερικά κυκλώματα που εξαγάγουν την υψηλότερη θερμοκρασία κυψελών και ενσωματωμένες ασφάλειες.



Σχήμα 3: Μπαταρία 1s8p Energun Power [1]

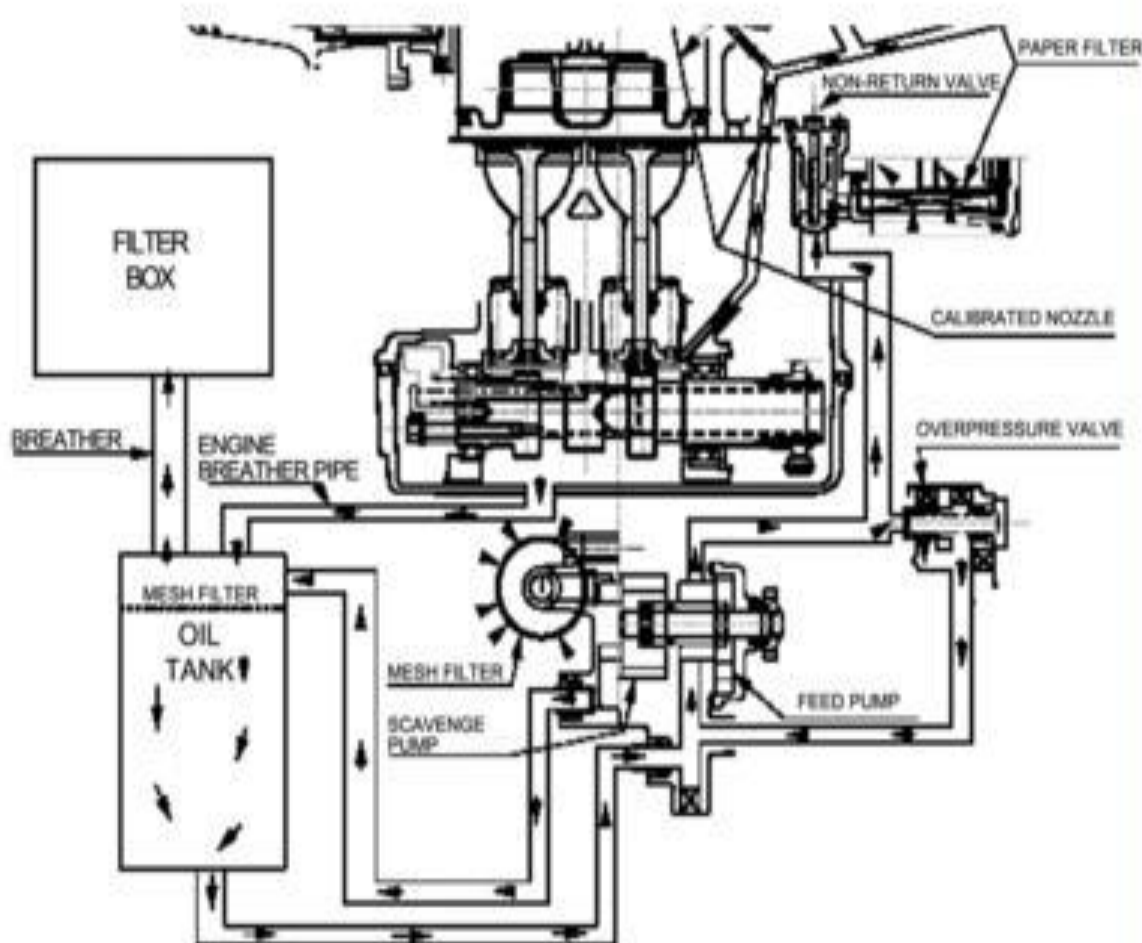
Η μπαταρία που επιλέχθηκε είναι μια κυλινδρική μπαταρία πολυμερούς λιθίου των 2,5 Ah σε έναν τυποποιημένο τύπο 18650 από τη Samsung. Αυτές οι κυψέλες INR18650-25R της Samsung αγοράστηκαν και συναρμολογήθηκαν στο υποσύστημα διαμόρφωσης 1s8p από την Energus Power Solutions για ευκολότερη παρακολούθηση, συσκευασία και συναρμολόγηση.

Πίνακας 1: Ιδιότητες κυψελών μπαταρίας [1]

Cell Manufacturer and Type	Samsung INR18650-25R
Cell nominal capacity:	2.5Ah
Maximum Voltage:	4.2V
Nominal Voltage:	3.6V
Minimum Voltage:	2.5V
Maximum output current:	100A for less than 1 second
Maximum nominal output current:	20A
Maximum charging current:	4A
Maximum Cell Temperature (discharging)	60°C
Maximum Cell Temperature (charging)	45°C
Cell chemistry:	LiNiCoAlO ₂ [NCA]

1.6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Το αυτοκίνητο ενσωματώνει το εργοστασιακό σύστημα παραγωγής λαδιού ξηρού καυσίμου Aprilia. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που πολλές άλλες ομάδες πρέπει να προσθέσουν στις μηχανές τους, ωστόσο, ο κινητήρας Aprilia προσφέρει αυτό ως στάνταρ εξοπλισμό από το εργοστάσιο στο μοντέλο RXV. Το στάνταρ σύστημα χρησιμοποιεί σωληνάκια λαδιού από καουτσούκ, που συγκρατούνται σε κάθε σύνδεση. Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού ενσωματώνεται στο σύστημα λίπανσης με τις πραγματικές θερμοκρασίες που εμφανίζονται στη μονάδα. Η θερμοκρασία του λαδιού αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στη λειτουργία του κινητήρα. Προκειμένου να υπάρχει σωστά λειτουργούσα μηχανή, το λάδι πρέπει να επιτρέπεται να φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία πριν από την εφαρμογή οποιουδήποτε φορτίου στον κινητήρα. Το παρακάτω Σχήμα 4 δείχνει τη ρύθμιση του εργοστασιακού συστήματος λίπανσης ξηρού καυσιού.



Σχήμα 4: Σύστημα λίπανσης ξηρού καυσίμου [1]

1.7. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

Ο ανανεωμένος σχεδιασμός για το 2011-12 περιλαμβάνει μια δραματικά διαφορετική πολλαπλή εισαγωγή από αυτή που τοποθετείται από το εργοστάσιο, λόγω του κανόνα του πίνακα SAE για τον περιοριστικό πίνακα. Μια ευπρόσιτη πλάκα περιορισμού 20 mm πρέπει να περιλαμβάνεται στην εισαγωγή, μετά το σώμα της πεταλούδας. Η εισαγωγή στο εργοστάσιο χρησιμοποίησε έναν θάλαμο ταχύτητας και δύο ξεχωριστά σώματα γκαζιού που αποτελούνται από μικρές βαθμίδες ταχύτητας.

Ένας αγωνιστικός κινητήρας 28 mm, που παρουσιάζεται παρακάτω, επιλέχθηκε μετά από την έρευνα των προηγούμενων εμπειριών των άλλων ομάδων, καθώς και την ανάγνωση αρκετών τεχνικών εγγράφων σχετικά με την πλάκα περιορισμού και τη σχεδίαση του σώματος της γκαζιού. Διαπιστώθηκε ότι θα μπορούσαν να δημιουργηθούν μόνο ελάχιστα κέρδη από τον περιορισμό και τον επανασχεδιασμό ή την τροποποίηση της μονάδας πεταλούδας.



Εικόνα 6: AT Power 28mm throttle body [1]

Η μονάδα AT Power περιλαμβάνει τον απαιτούμενο περιοριστή 20mm καθώς και μια κωνική οπή για την ελαχιστοποίηση των απωλειών ροής. Δεδομένου ότι η αγοραζόμενη μονάδα έχει ήδη βελτιστοποιηθεί για την εφαρμογή, η πρωταρχική εστίαση του σχεδιασμού σχετίζεται με τον σχεδιασμό της πολλαπλής εισαγωγής και τις συναφείς πτυχές κριτικής γεωμετρίας. Τα μήκη του δρομέα εισαγωγής και οι διάμετροι του δρομέα για κάθε κύλινδρο, καθώς και οι όγκοι του χώρου εισαγωγής είναι οι καλύτεροι χώροι ανάπτυξης, προκειμένου να επιτευχθούν κέρδη κατά τη λειτουργία με περιορισμένη πρόσληψη.

Λόγω χρονικών περιορισμών, η ομάδα επέλεξε επίσης να αγοράσει το συνοδευτικό φίλτρο αέρα που διατίθεται από την AT Power, όπως φαίνεται παρακάτω. Με το ίδιο ενδιαφέρον για την εξοικονόμηση χρόνου, ο αισθητήρας θέσης πεταλούδας (TPS) από τον κινητήρα Aprilia τοποθετήθηκε στο σώμα του γκαζιού 28 mm και στη μονάδα περιοριστή. Η επαναχρησιμοποίηση του αισθητήρα αποθέματος εξάλειψε το κόστος αγοράς και το χρόνο που απαιτείται για την καλωδίωση και τη βαθμονόμηση ενός νέου αισθητήρα θέσης πεταλούδας.



Εικόνα 7: Σώμα πεταλούδας με φίλτρο αέρα [1]

Η εισαγωγή είναι το κύριο συστατικό του σχεδιασμού. Αρχικά, υπήρξε ελάχιστη έως καμία προηγούμενη εμπειρία σχετικά με τη γνώση του σχεδιασμού πρόσληψης για τον κινητήρα Aprilia, λόγω της σπανιότητας του κινητήρα σε ανταγωνισμό. Το περασμένο φθινόπωρο δημιουργήθηκε μια ψεύτικη εισαγωγή για να αντιπροσωπεύει καλύτερα αυτό που η ομάδα θεώρησε ότι μπορεί να έχει μια αποτελεσματική γεωμετρία. Αυτή η πρόσληψη δεν

είχε μεγάλο όγκο συλλογής και είχε ενσωματωμένους δρομείς εισόδου μεγάλης διαμέτρου. Οι μεγάλες διάμετροι δρομέων δεν δημιουργήσαν αρκετά υψηλή ταχύτητα αέρα για σωστή ανάμιξη καυσίμου. Ο κινητήρας δεν λειτούργησε σωστά με την εισαγωγή πρωτότυπου. Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα του συστήματος εισαγωγής πρωτοτύπου ήταν ο προσανατολισμός των εγχυτήρων καυσίμου. Προέκυψε ένα πρόβλημα με τους εγχυτήρες. Ενώ ο μπροστινός εγχυτήρας ήταν στον σωστό προσανατολισμό, ο οπίσθιος μπεκ ψεκασμός ήταν πραγματικά αιχμηρός και ο ψεκασμός μακριά από τη θυρίδα έγχυσης της κυλινδροκεφαλής.

Το πρώτο βήμα για το σχεδιασμό της τρέχουσας εισαγωγής, ήταν να μοντελοποιηθεί η διαμόρφωση του μηχανισμού χρησιμοποιώντας το προσομοιωτή Lotus Engine. Με γνωστές βασικές παραμέτρους, όπως οι διαστάσεις των βαλβίδων και η διάρκεια έκκεντρου, η ομάδα διαμορφώνει την απόδοση του κινητήρα. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα ενός συστήματος εισαγωγής αέρα της Aprilia. Μόλις πραγματοποιήθηκε η σύγκριση, διαπιστώθηκε ότι ο προσομοιωτής Lotus έδειξε με ακρίβεια ένα μοντέλο αποτελεσμάτων. Χρησιμοποιήθηκαν έξι γεωμετρικές εισαγωγής ως σημεία εκκίνησης και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα της γραφικής ισχύος κάθε ενός από αυτά. Η εισαγωγή που ήταν η πιο αποδοτική και με τη μέγιστη συνολική ιπποδύναμη και ροπή (περιοχή κάτω από την ιπποδύναμη και τις καμπύλες ροπής) επιλέχθηκε και κατασκευάστηκε ανά γεωμετρικές εισόδου που χρησιμοποιήθηκαν ως εισροές στο πρόγραμμα Lotus.

Η εισαγωγή και η εξαγωγή είναι ζωτικής σημασίας στοιχεία για την απόδοση του οχήματος. Εάν δεν εκτελούνται σωστά το σύστημα, η διαθέσιμη ισχύς του κινητήρα δεν χρησιμοποιείται. Η εισαγωγή και η εξαγωγή πρέπει να αλληλοσυμπληρώνονται για να επιτευχθεί μέγιστη ροή αέρα μέσω του κινητήρα. Η ομάδα εισαγωγής σχεδιάζει και κατασκευάζει ένα ανώτερο σύστημα εισαγωγής επειδή στο παρελθόν ο κινητήρας δεν κατόρθωσε ποτέ να χρησιμοποιήσει τη μέγιστη δυνατή ισχύ. Για να επιτευχθεί μέγιστη ροή αέρα στον κινητήρα, αυτή η διαδικασία αρχίζει στο σύστημα εισαγωγής. Ο στόχος της ομάδας εισαγωγής είναι να σχεδιάσει ένα σύστημα εισαγωγής που θα παρέχει τη βέλτιστη ροή αέρα εξίσου μέσω τεσσάρων κυλίνδρων, διατηρώντας ταυτόχρονα τη μέγιστη δυνατή ροή αέρα στον κινητήρα. Επίσης, το σύστημα εισαγωγής πρέπει να έχει τη βέλτιστη ροή αέρα με ελάχιστες απώλειες πίεσης εφικτές. Χωρίς μηχανή υψηλής απόδοσης, οι υπόλοιπες βελτιστοποιήσεις σχεδιασμού για το αυτοκίνητο δεν θα έχουν την ευκαιρία να χρησιμοποιηθούν.

1.8. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ

Το σύστημα εξάτμισης που χρησιμοποιείται στο αυτοκίνητο έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την απόδοση και το ηχητικό επίπεδο. Οι προσπάθειες επικεντρώθηκαν κυρίως στον έλεγχο του ηχητικού επιπέδου και όχι στη μέγιστη απόδοση. Η απόφαση αυτή ελήφθη για να μειωθεί ο κίνδυνος αποτυχιών του συστήματος καθώς και να μειωθεί ο κίνδυνος αποβολής βάσει παραβιάσεων ορίων θορύβου. Ο σχεδιασμός του συστήματος εξάτμισης χρησιμοποιεί πρωτεύοντες σωλήνες κεφαλής, σε διαμέτρους παρόμοιους με τους σωλήνες Aprilia. Έχει επιλεγεί ένα εξάρτημα εξουδετέρωσης φθορισμού Titanium Power Core του FMF με αφαιρούμενη συσκευασία, το οποίο επιτρέπει τη ρύθμιση του επιπέδου θορύβου εξάτμισης ώστε να ικανοποιεί το όριο των 110db σε όλες τις συνθήκες οδήγησης.

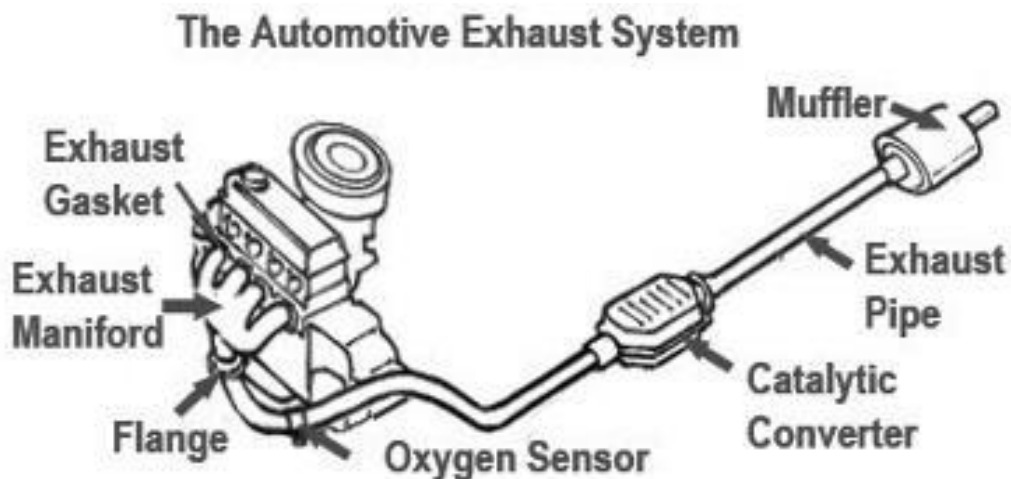
Τα εξαρτήματα του συστήματος εξάτμισης αποτελούνται από ανοξείδωτο χάλυβα 16 βαθμίδας 304, καθώς οι ιδιότητες του υλικού παρέχουν αποδεκτή ανοχή θερμοκρασίας για τις σχετικά υψηλές θερμοκρασίες καυσαερίων που παράγει ο κινητήρας. Ο παχύτερος ανοξείδωτος χάλυβας είναι επίσης πιο πρακτικός για συγκόλληση σε σύγκριση με το λεπτότερο υλικό μετρητών και ο ανοξείδωτος χάλυβας παρέχει ένα τελικό προϊόν με μεγαλύτερη αισθητική ευχαρίστηση με εξαιρετική αντοχή στη διάβρωση με την πάροδο του χρόνου.



Εικόνα 8: Το σιλανσιέ FMC Titanium Power Core έχει αποσπώμενη συσκευασία για εύκολο συντονισμό του επιπέδου θορύβου εξάτμισης [1]

Κατά το σχεδιασμό του συστήματος εξάτμισης, ο στόχος ήταν να μεγιστοποιηθεί η ισχύς ενώ παραμένει κάτω από το όριο των 110 dB που καθορίζεται από τους κανόνες ανταγωνισμού. Το πρωτότυπο εξάτμισης που συναρμολογήθηκε για πρόωρες δοκιμές ανταποκρίθηκε στις απαιτήσεις θορύβου αλλά συνίστατο σε άνισους κύριους δρομείς εξάτμισης, κάτι που δεν είναι ιδανικό για τη μεγιστοποίηση της ισχύος. Το σύστημα εξάτμισης σχεδιάστηκε χρησιμοποιώντας τον προσομοιωτή Lotus Engine. Οι διάμετροι του κύριου δρομέα και του σωλήνα εξαγωγής και το μήκος του κύριου δρομέα υπολογίστηκαν πριν από την έναρξη του προσομοιωτή, χρησιμοποιώντας εξισώσεις από το κείμενο του A. Graham Bell ως σημεία εκκίνησης.

Για να προκύψει αποδοτικός κινητήρας, πρέπει να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί ένα συντονισμένο και προσαρμοσμένο καυσαέριο. Ένα σύστημα εξάτμισης σε ένα τυπικό επιβατικό όχημα αποτελείται από μια κεφαλίδα εξάτμισης, καταλυτικό μετατροπέα, αντηχείο και σιγαστήρα εξάτμισης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5: Τυπικό σύστημα εξαγωγής αυτοκινήτου [4]

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970, η EPA (Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος) εφάρμοσε τη δράση καθαρού αέρα (Clean Air) για να μειώσει τις εκπομπές, οι οποίες οδήγησαν στο προαναφερθέν σύστημα εξάτμισης. Ο σκοπός του καταλυτικού μετατροπέα είναι να εξαναγκάσει το μείγμα οξυγόνου, μονοξειδίου του άνθρακα και άκαυστου καυσίμου να παράγει διοξείδιο του άνθρακα και νερό ενώ μειώνει το οξείδιο του αζώτου. Μόλις τα καυσαέρια διέλθουν από τον καταλυτικό μετατροπέα, τότε εισέρχονται σε

ένα αντηχείο για να μειώσουν τον θόρυβο του κινητήρα και να δημιουργήσουν ένα ομαλότερο και πιο αποδεκτό σημείωμα εξάτμισης. Για να βελτιωθεί περαιτέρω ο ήχος του οχήματος, ο σιγαστήρας είναι στο άκρο του συστήματος. Αυτό επιτρέπει στις αυτοκινητοβιομηχανίες να δημιουργούν μοναδικά εσωτερικά διαφράγματα καυσαερίων ή / και μονοπάτια για να δημιουργήσουν τον τελικό ήχο που θα ακούσει ο καταναλωτής.

Όλα αυτά κοστίζουν, και η απόδοση του κινητήρα επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το σύστημα εξάτμισης. Οι περιορισμοί της ροής καυσαερίων, η αυξημένη αντίθλιψη και η μειωμένη συνολική απόδοση εμποδίζονται, ενώ προσπαθούν να εκπληρώσουν όλους τους κανονισμούς εκπομπών. Όλα αυτά τα στοιχεία χρειάζονται για οχήματα μαζικής παραγωγής, ωστόσο, αυτό δεν ισχύει για εφαρμογές υψηλής ταχύτητας. Σε εφαρμογές υψηλής απόδοσης είναι επιθυμητή η μέγιστη ισχύς κινητήρα. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, τα ειδικά συστήματα εξάτμισης είναι σχεδιασμένα με βάση τις απαιτήσεις του κινητήρα. Σε μια εφαρμογή μόνο για αγώνες, τα χρησιμοποιούμενα εξαρτήματα είναι κεφαλές εξάτμισης και σιγαστήρας, μόνο εάν απαιτείται όπως φαίνεται στο Εικόνα 9.

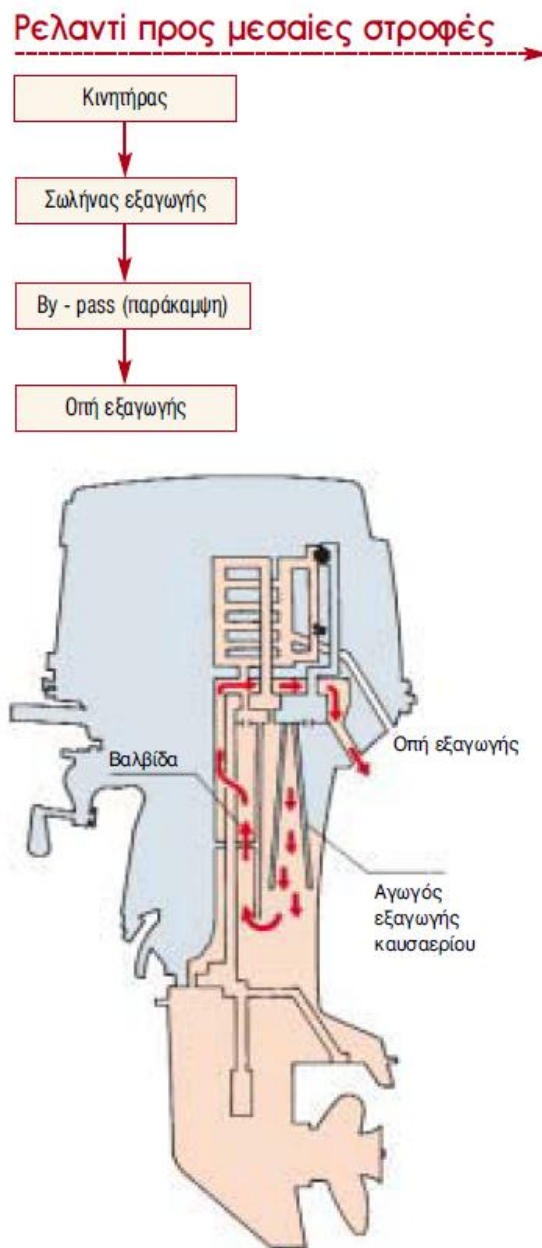


Εικόνα 9: FIU SAE 2015 exhaust system [4]

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για να λειτουργήσει ένας κινητήρας στο βέλτιστο επίπεδο, πρέπει να σχεδιαστεί και να δημιουργηθεί ένα συντονισμένο σύστημα εισαγωγής και ένα σύστημα εξάτμισης. Ένα από τα πιο κρίσιμα αρχικά βήματα που πρέπει να ληφθούν κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος εξάτμισης εφαρμογών αγώνων, είναι να έχει η θυρίδα εξάτμισης προσαρμοσμένη στην εξαγωγή.

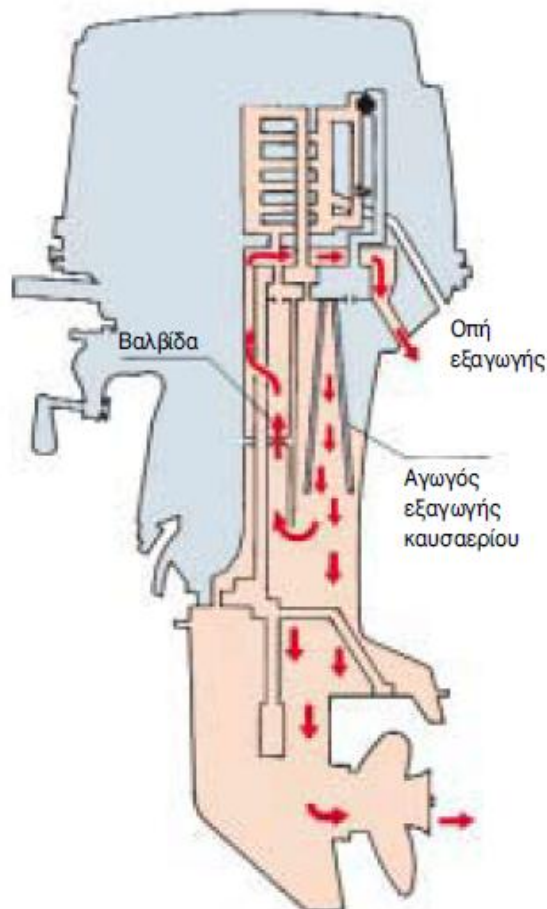
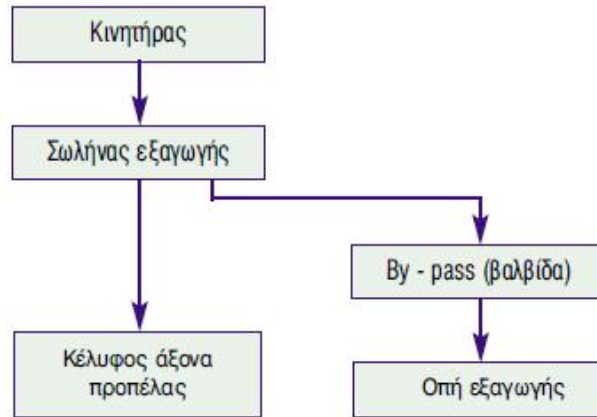
2. ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ

Το σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων σχεδιάζεται ώστε να εξασφαλίζεται η όσο το δυνατόν πιο αθόρυβη λειτουργία του κινητήρα. Όταν λειτουργεί σε χαμηλές στροφές ο κινητήρας, τα καυσαέρια εξάγονται από μια βαλβίδα-παράκαμψη τύπου by-pass. Η παράκαμψη αυτή είναι τοποθετημένη στο εμπρός μέρος του άξονα μετάδοσης κίνησης. Στη συνέχεια, τα καυσαέρια κατευθύνονται στο εμπρός μέρος του άξονα μετάδοσης κίνησης, κάτω από τον κινητήρα μέσω της οπής εξαγωγής.



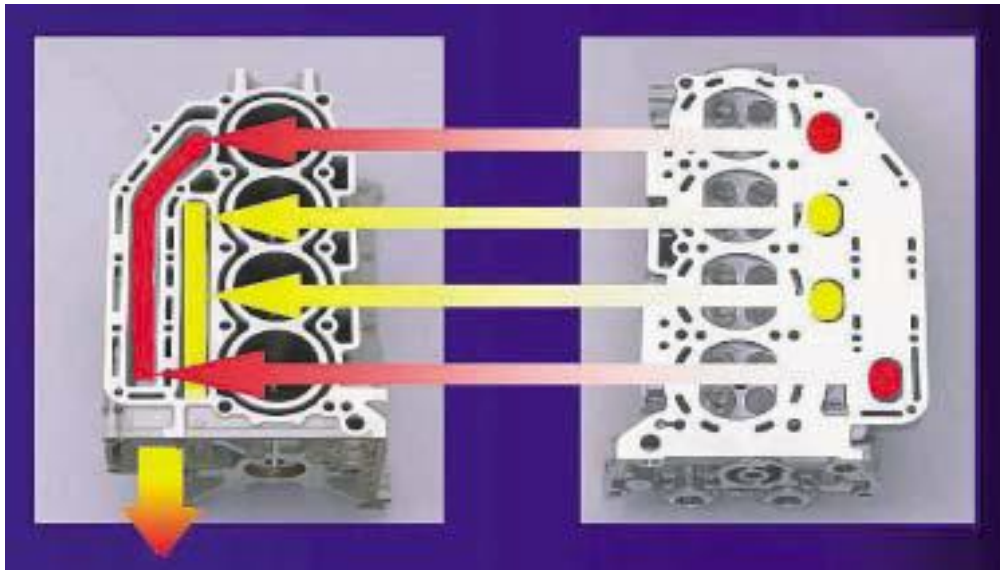
Σχήμα 6: Σχηματικό διάγραμμα ροής εξαγωγής καυσαερίων για χαμηλές – μεσαίες στροφές [6]

Μεσαίες προς υψηλές στροφές



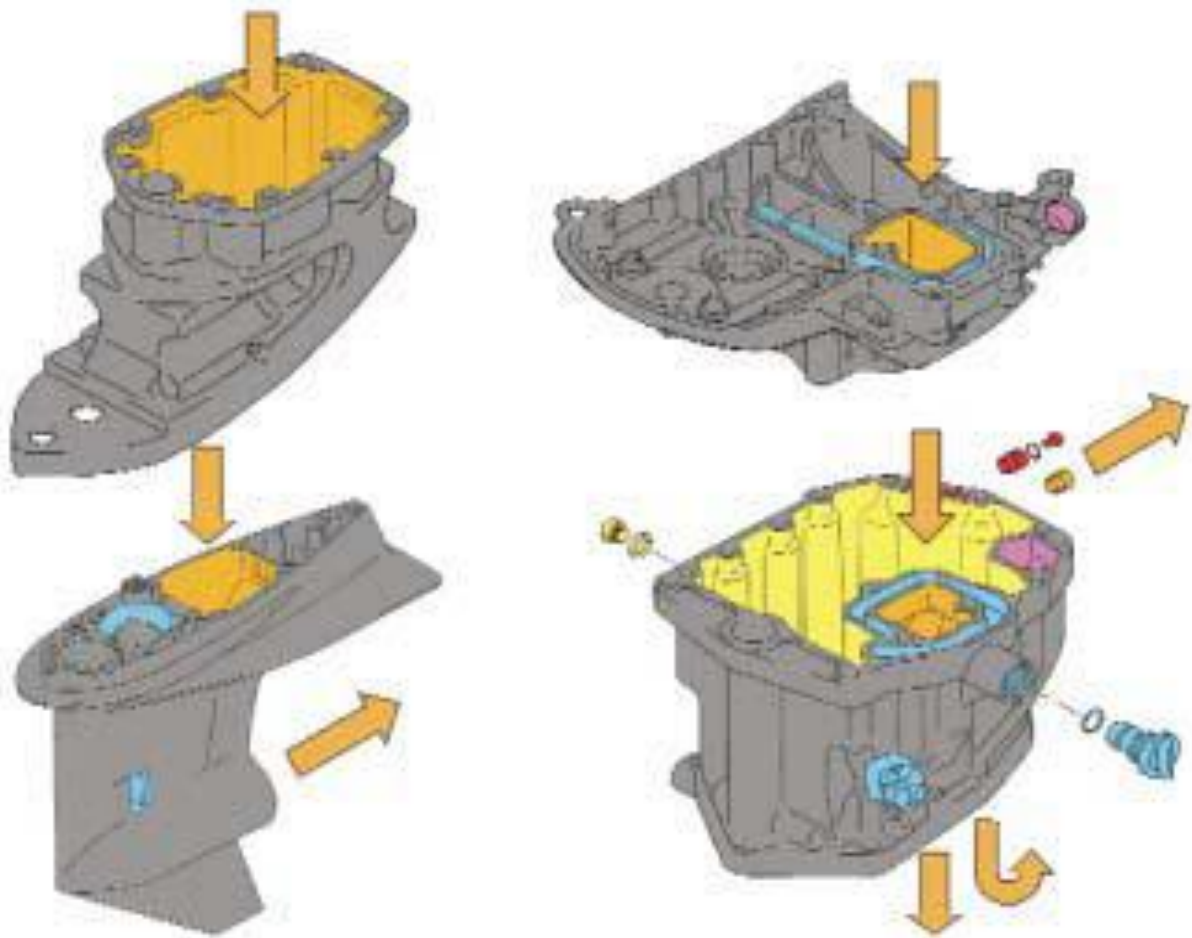
Σχήμα 7: Σχηματικό διάγραμμα ροής εξαγωγής καυσαερίων για μεσαίες – υψηλές στροφές [6]

Στην ροή των καυσαερίων που απεικονίζεται στο Σχήμα 14, για εξαγωγή καυσαερίων σε μεσαίες προς υψηλές στροφές, ένα μικρό μέρος των καυσαερίων ακολουθεί την πορεία που αναφέρθηκε παραπάνω, καθώς ο κύριος όγκος εξέρχεται από τον αγωγό εξαγωγής καυσαερίων και την προπέλα.



Σχήμα 8: Σύστημα εξαγωγής από κορμό και κυλινδροκεφαλή

Στο Σχήμα 9 παρουσιάζονται τα τμήματα απ' όπου εξέρχονται τα καυσαέρια.



Σχήμα 9: Τμήματα εξαγωγής καυσαερίων [6]

Στις παρακάτω παραγράφους ακολουθεί λεπτομερής ανάλυση ενός συστήματος εξαγωγής, σχεδιασμένου με βάση τους κανονισμούς του FSAE από την ομάδα Viking moto sports, 2016.

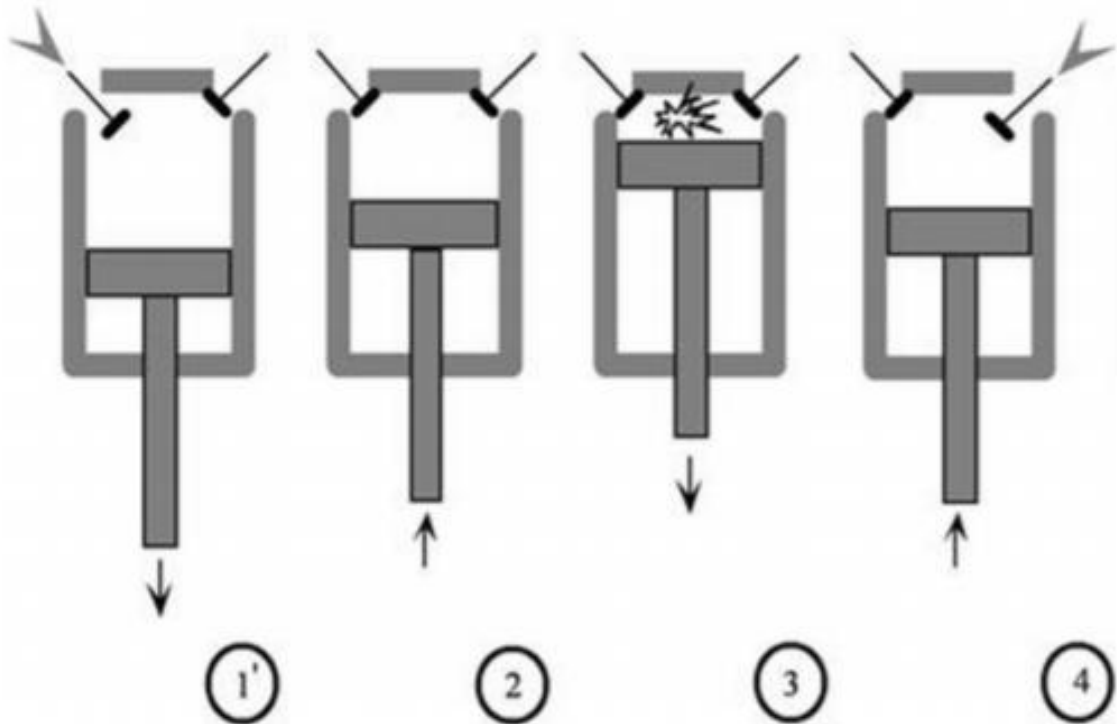
Το Formula SAE υπαγορεύει ότι όλα τα αυτοκίνητα του ανταγωνισμού που παίρνουν μέρος στο διαγωνισμό, πρέπει να περάσουν μια δοκιμασία ελέγχου θορύβου πριν γίνουν αποδεκτά σε αγώνες οδήγησης. Το 2015, οι Viking Motor sports προσπάθησαν να περάσουν τα απαιτούμενα όρια των 110 dB στις μέγιστες στροφές του κινητήρα και τα 100 dB στο ρελαντί. Η αποτυχία να περάσει η δοκιμή εκπομπής θορύβου θα είχε ως αποτέλεσμα τον αποκλεισμό από το συμβάν. Η σημερινή ομάδα επανασχεδιάζει το πλήρες σύστημα εξάτμισης για να διασφαλίσει ότι πληρούνται οι κανονισμοί Formula SAE και διατηρούνται τα χαρακτηριστικά απόδοσης του κινητήρα.

Η σημερινή ομάδα, σχεδιάζει και κατασκευάζει ένα νέο σύστημα εξάτμισης το οποίο δεν θα υπερβαίνει τα 110 dB με μέγιστη ταχύτητα 11250 rpm και τα 100 dB σε στροφές βράδυ πορείας, επικυρωμένα με τη χρήση συσκευής ανάγνωσης ντεσιμπέλ προσανατολισμένου 45 ° από το οριζόντιο και τοποθετημένου 19,685 in. από την έξοδο εξαγωγής.

Δευτερεύοντες στόχοι είναι η παραγωγή ενός συστήματος με μείωση του βάρους και αύξηση της συνολικής απόδοσης του κινητήρα (δηλαδή ιπποδύναμη και ροπή στρέψης). Το βάρος θα μετρηθεί σε σχέση με το υπάρχον μοντέλο και τα δεδομένα ιπποδύναμης / ροπής θα δοκιμαστούν με τη χρήση δυναμομέτρου σε σύγκριση με το υπάρχον σχέδιο

2.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΞΑΓΩΓΗΣ

Προκειμένου να χαρακτηριστεί η ροή και οι ακουστικές ιδιότητες ενός τετράχρονου κινητήρα εσωτερικής καύσης (IC), είναι απαραίτητο να κατανοηθεί η διαδικασία καύσης. Οι τέσσερις μοναδικές διεργασίες σε έναν κύκλο ανάφλεξης ενός 4χρονου κινητήρα είναι η πρόσληψη, η συμπίεση, η ισχύς και η εξάτμιση. Το σχήμα 16 δείχνει τον κύκλο καύσης ως (1) επέκταση του κυλίνδρου για την εισαγωγή αέρα και καυσίμου, (2) συμπίεση κυλίνδρου για τη σωστή πίεση και θερμοκρασία αέρα και καυσίμου, (3) διαστολή των καυσαερίων μετά την ανάφλεξη για μεταφορά ισχύος στον άξονα του κυλίνδρου, και (4) συμπίεση του κυλίνδρου για την απομάκρυνση των αντιδρώντων αερίων από τους κυλίνδρους και στο σύστημα εξάτμισης. Η συχνότητα με την οποία διεξάγονται αυτές οι διεργασίες μαζί με την ξαφνική απελευθέρωση αερίων μετά τον κύκλο (4) παράγει ακουστικό θόρυβο που μπορεί να ικανοποιεί ή να υπερβαίνει τα επίπεδα των 100s ντεσιμπέλ. Επιπλέον, η δυναμική της διαδρομής εξαγωγής μπορεί επίσης να επηρεάσει την πρόσληψη αέρα και καυσίμου κατά τη διάρκεια της επικάλυψης της βαλβίδας. Κατά τη διάρκεια της διαδρομής εξάτμισης υπάρχει περίοδος περίπου 10, όπου και οι δύο βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής είναι ανοικτές, παρέχοντας την ευκαιρία να τραβήξουν ενεργά τα αντιδρώντα αέρια από τον κύλινδρο με έλεγχο της πίεσης της θυρίδας εξαγωγής. Τα αντιδρώντα αέρια εξάγονται από τον κύλινδρο εάν η πίεση στην πολλαπλή εξαγωγής είναι μικρότερη από την πίεση στην πολλαπλή εισαγωγή, αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως καθαρισμός. Επομένως, το σύστημα εξάτμισης πρέπει να λαμβάνει υπόψη τόσο την ακύρωση του θορύβου όσο και τις αρχές σχεδιασμού επιδόσεων.



Σχήμα 10: Στάδια λειτουργίας τετράχρονου κινητήρα 1) είσοδος καυσίμου, 2) συμπίεση, 3) καύση και 4) εκτόνωση [8]

Στην συνέχεια αναλύονται τα στάδια λειτουργίας ενός 4χρονου κινητήρα με στόχο την κατανόηση του σχήματος 10. Τα στάδια είναι τα ακόλουθα:

1. Διαδρομή εισαγωγής. Ο αέρας και το καύσιμο εισάγονται στον κινητήρα μέσω του γκαζιού και των ανοιχτών βαλβίδων εισαγωγής καθώς το έμβολο κινείται προς την κατώτερη θέση του, το κάτω νεκρό σημείο (BDC).
2. Διαδρομή συμπίεσης. Οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής είναι κλειστές και η θερμοκρασία αυξάνεται καθώς ο αέρας και το καύσιμο αναμειγνύονται και συμπιέζονται όταν το έμβολο κινείται προς την ανώτερη θέση του, το ανώτερο νεκρό σημείο (TDC).
3. Συμπίεση-Ανάφλεξη. Κοντά στο TDC το μίγμα αέρα / καυσίμου αναφλέγεται. Η διαδικασία καύσης συμβαίνει συνήθως στο τελευταίο τμήμα της διαδρομής συμπίεσης και συνεχίζει κάποια στιγμή στη διαδρομή ισχύος (ονομάζεται επίσης διαδρομή επέκτασης). Κατά τη διάρκεια της διαδρομής ισχύος, τα αέρια διογκώνονται και εκτελείται η εργασία.
4. Διαδρομή εξαγωγής. Οι βαλβίδες εξαγωγής ανοίγουν και το έμβολο πιέζει τα καμένα αέρια από τον κύλινδρο. Ένας ισχυρός παλμός πίεσης δημιουργείται όταν ανοίγουν οι βαλβίδες εξαγωγής. Οι τέσσερις διαδρομές που περιγράφονται επαναλαμβάνονται συνεχώς όσο ο κινητήρας λειτουργεί.

Ο γενικός σκοπός ενός συστήματος εξάτμισης για ένα ICE είναι να μεταφέρει θερμά αέρια σε μια θέση όπου δεν θα βλάψουν τους επιβάτες του οχήματος ή θα αποστραγγίσουν τις επιδόσεις του κινητήρα. Τα καυσαέρια μπορούν να ξεπεράσουν τη θερμοκρασία των 700-1000 βαθμών Κελσίου. Εάν τα καυτά καυσαέρια αναμιχθούν με καθαρό αέρα, η θερμοκρασία

αυξάνεται στο θάλαμο καύσης. Λόγω της παρουσίας των καυσαερίων είναι δυνατή η περιορισμένη πρόσληψη οξυγόνου στον θάλαμο. Αυτό προκαλεί μειωμένη απόδοση του κινητήρα, αλλά το πλεονέκτημα είναι η μικρότερη μόλυνση των καυσαερίων. Η λειτουργία ονομάζεται EGR, ανακυκλοφορία καυσαερίων.

Ένας άλλος τρόπος μείωσης των εκπομπών που παράγει ο ICE είναι οι καταλυτικοί μετατροπείς. Ο καταλυτικός μετατροπέας μετατρέπει τα τοξικά χημικά εξάτμισης σε λιγότερο επιβλαβείς ουσίες. Ο πιο κοινός καταλυτικός μετατροπέας είναι ένας καταλυτικός μετατροπέας τριών καναλιών. Χρησιμοποιεί μια αντίδραση οξειδώσεως για τη μετατροπή του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και των άκαυστων υδρογονανθράκων (HC) και μια αντίδραση μείωσης για τη μετατροπή των οξειδίων του αζώτου (NOx) για την παραγωγή νερού (H₂O), αζώτου (N₂) και διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

2.1.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Ένας σωλήνας εξάτμισης πρέπει να είναι προσεκτικά σχεδιασμένος ώστε να μεταφέρει τοξικά και / ή επιβλαβή αέρια μακριά από τους χρήστες της μηχανής. Οι γεννήτριες εσωτερικού χώρου και οι κλίβανοι μπορούν να γεμίσουν γρήγορα έναν κλειστό χώρο με δηλητηριώδη καυσαέρια όπως υδρογονάνθρακες, μονοξείδιο του άνθρακα και οξείδια του αζώτου, εάν δεν είναι κατάλληλα εξερωμένα στην ύπαιθρο. Επίσης, τα αέρια από τους περισσότερους τύπους μηχανών είναι πολύ καυτά. Ο σωλήνας πρέπει να είναι ανθεκτικός στη θερμότητα και δεν πρέπει να διέρχεται από ή κοντά σε οτιδήποτε μπορεί να καεί ή να υποστεί βλάβη από τη θερμότητα. Μια καμινάδα χρησιμεύει ως σωλήνας εξάτμισης σε μια σταθερή δομή. Για τη μηχανή εσωτερικής καύσης είναι σημαντικό να έχει το σύστημα εξάτμισης "συντονισμένο" για βέλτιστη απόδοση. Επίσης, αυτό θα πρέπει να πληροί τους κανόνες κανονισμών που διατηρούνται σε κάθε χώρα. Στην Κίνα, στις ευρωπαϊκές χώρες, EURO 5, στην Ινδία, το BS-4, κ.λπ.

Πολλαπλή

Στις περισσότερες μηχανές παραγωγής, η πολλαπλή είναι ένα συγκρότημα σχεδιασμένο να συλλέγει τα καυσαέρια από δύο ή περισσότερους κυλίνδρους σε έναν σωλήνα. Οι σωλήνες είναι συχνά κατασκευασμένοι από χυτοσίδηρο σε αυτοκίνητα παραγωγής και μπορεί να έχουν χαρακτηριστικά εξοικονόμησης υλικών, όπως το να χρησιμοποιούν το λιγότερο μέταλλο, να καταλαμβάνουν τον ελάχιστο απαιτούμενο χώρο ή να έχουν το χαμηλότερο κόστος παραγωγής. Αυτοί οι περιορισμοί σχεδιασμού συχνά έχουν ως αποτέλεσμα ένα σχέδιο που είναι οικονομικά αποδοτικό, αλλά αυτό δεν κάνει την πιο αποτελεσματική δουλειά εξαερισμού των αερίων από τον κινητήρα. Ανεπάρκειες γενικά συμβαίνουν λόγω της φύσης της μηχανής καύσης και των κυλίνδρων της. Δεδομένου ότι οι κύλινδροι αναφλέγονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, τα καυσαέρια τους αφήνουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και τα κύματα πίεσης από το αέριο που εξέρχεται από έναν κύλινδρο μπορεί να μην εκτοξευθούν εντελώς μέσω του συστήματος εξάτμισης όταν έρθει ένα άλλο. Αυτό δημιουργεί αντίθλιψη και περιορισμό στο σύστημα εξάτμισης του κινητήρα που μπορεί να περιορίσει τις πραγματικές δυνατότητες απόδοσης του κινητήρα.

Ανεξάρτητα από τις αρνητικές ιδιότητες που επικεντρώνονται από τους πιθανούς πωλητές των διαμορφώσεων εξόδων εξαγωγής καυσαερίων, οι μηχανικοί που σχεδιάζουν τα εξαρτήματα του κινητήρα επιλέγουν συμβατικές πολλαπλές εξαγωγής από χυτοσίδηρο που μπορούν παρομοίως να απαριθμήσουν θετικά χαρακτηριστικά όπως μια σειρά ιδιοτήτων διαχείρισης θερμότητας και ανώτερη μακροζωία από οποιοδήποτε άλλο είδος σχεδιασμό εξαγωγής καυσαερίων. Για τον μέσο καταναλωτή, το πρόβλημα με ένα σύστημα εξαγωγής καυσαερίων μπορεί να χαρακτηριστεί ως «φτωχότερη απόδοση».

Μια κεφαλίδα (που μερικές φορές ονομάζεται σύνολο εξορκέων στην Αυστραλία) είναι μια πολλαπλή ειδικά σχεδιασμένη για επιδόσεις. Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, οι μηχανικοί δημιουργούν μια πολλαπλή χωρίς να λαμβάνουν υπόψη το βάρος ή το κόστος αλλά αντίαιτού για τη βέλτιστη ροή των καυσαερίων. Αυτός ο σχεδιασμός έχει ως

αποτέλεσμα μια κεφαλίδα που είναι πιο αποτελεσματική στην απομάκρυνση των καυσαερίων από τους κυλίνδρους. Οι κεφαλές είναι γενικά κυκλικοί ασάλινοι σωλήνες με κάμπεις και πτυχές που υπολογίζονται για να κάνουν τα μονοπάτια από τη θυρίδα εξάτμισης κάθε κυλίνδρου στην κοινή έξοδο όμοιο με το ίδιο μήκος και να ενώνονται σε στενές γωνίες για να ενθαρρύνουν τα κύματα πίεσης να ρέουν μέσα από την έξοδο και όχι πίσω προς τους άλλους κυλίνδρους. Σε ένα σύνολο συντονισμένων κεφαλίδων, τα μήκη σωλήνων υπολογίζονται προσεκτικά για να αυξάνεται η ροή των καυσαερίων σε συγκεκριμένες περιστροφές κινητήρα ανά λεπτό.

Οι κεφαλίδες είναι γενικά κατασκευασμένες από εταιρείες αυτοκινήτων μετά την αγορά, αλλά μερικές φορές μπορούν να αγοραστούν από το τμήμα υψηλών επιδόσεων στις αντιπροσωπείες αυτοκινήτων. Γενικά, οι περισσότεροι λάτρεις των επιδόσεων αυτοκινήτων αγοράζουν κεφαλίδες aftermarket από εταιρείες αποκλειστικά επικεντρωμένες στην παραγωγή αξιόπιστων, οικονομικά αποδοτικών καλοσχεδιασμένων κεφαλίδων ειδικά για το αυτοκίνητό τους. Λόγω των προηγμένων υλικών που κατασκευάζονται μερικές κεφαλίδες aftermarket, έχουν μεγάλο κόστος. Ευτυχώς, ένα σύστημα εξάτμισης μπορεί να είναι προσαρμοσμένο για οποιοδήποτε αυτοκίνητο και γενικά δεν είναι συγκεκριμένο για τον κινητήρα ή τον σχεδιασμό του αυτοκινήτου εκτός από την ανάγκη να συνδεθεί σωστά με τον κινητήρα. Αυτό επιτυγχάνεται συνήθως με τη σωστή ταξινόμηση μεγέθους στο στάδιο του σχεδιασμού και την επιλογή ενός κατάλληλου τύπου και μεγέθους φλάντζας για τον κινητήρα.

Header-back

Το Header-back (ή το πίσω μέρος της κεφαλίδας) είναι το τμήμα του συστήματος εξάτμισης από την έξοδο της κεφαλίδας στην τελική οπή για να ανοίξει ο αέρας - τα πάντα από την πίσω κεφαλίδα. Τα συστήματα αυτά γενικά παράγονται ως συστήματα επιδόσεων μετά την αγορά για αυτοκίνητα χωρίς στροβιλοσυμπιεστές.

Turbo-back

Το Turbo-back (ή το turboback) είναι το κομμάτι του συστήματος εξάτμισης από την έξοδο ενός υπερσυμπιεστή στην τελική οπή εξαερισμού. Τα συστήματα turbo-back γενικά παράγονται ως συστήματα επιδόσεων μετά την αγορά για αυτοκίνητα με υπερσυμπιεστές. Ορισμένα συστήματα turbo-back (και header-back) αντικαθιστούν τους καταλύτες καταλυτικής μετατροπής με άλλα που έχουν μικρότερο περιορισμό ροής.

Με ή χωρίς καταλυτικό μετατροπέα

Ορισμένα συστήματα (μερικές φορές σήμερα αποκαλούμενα «de-cat») εξαλείφουν τον καταλυτικό μετατροπέα. Είναι παράνομο και είναι αντίθετο με τον ομοσπονδιακό νόμο στις Ηνωμένες Πολιτείες και σε άλλες χώρες να μην έχει καταλυτικό μετατροπέα. Οι μετατροπείς δεν μπορούν να αφαιρεθούν από ένα όχημα που χρησιμοποιείται μόνο για οδήγηση εκτός δρόμου στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ο κύριος σκοπός ενός καταλυτικού μετατροπέα σε ένα αυτοκίνητο είναι η μείωση των επιβλαβών εκπομπών υδρογονανθράκων, μονοξειδίου του άνθρακα και οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Λειτουργούν με το μετασχηματισμό των μολυσμένων συστατικών καυσαερίων σε νερό και διοξείδιο του άνθρακα.

Cat-back

Το cat-back αφορά το τμήμα του συστήματος εξάτμισης από την έξοδο του καταλυτικού μετατροπέα στην τελική οπή εξαερισμού. Αυτό περιλαμβάνει γενικά τον αγωγό από τον μετατροπέα στον σιγαστήρα, τον σιγαστήρα και το τελικό μήκος του σωλήνα για να ανοίξει ο αέρας.

Τα συστήματα εξάτμισης cat-back γενικά χρησιμοποιούν σωλήνες μεγαλύτερης διαμέτρου από το σύστημα αποθέματος. Οι σιγαστήρες που περιλαμβάνονται σε αυτά τα πακέτα είναι συχνά γυάλινες ίνες, για να μειώσουν την αντίθλιψη. Αν το σύστημα έχει σχεδιαστεί περισσότερο για εμφάνιση εκτός από λειτουργικότητα, μπορεί να συντονιστεί για

να βελτιώσει τους χαμηλότερους ήχους που λείπουν από κινητήρες χαμηλών μετατοπίσεων υψηλής RPM.

Έξοδος και εξάτμιση

Στα φορτηγά, μερικές φορές ο σιγαστήρας είναι σταυροειδώς κάτω από το μπροστινό μέρος της καμπίνας και ο σωλήνας εξάτμισης χτυπά πλάγια στο οφσάιντ (δεξιά πλευρά εάν οδηγείτε στην αριστερή, αριστερή πλευρά όταν οδηγείτε δεξιά). Η πλευρά ενός επιβατικού αυτοκινήτου στο οποίο εξέρχεται το καυσαέριο κάτω από τον οπίσθιο προφυλακτήρα υποδηλώνει συνήθως την αγορά για την οποία σχεδιάστηκε το όχημα, δηλαδή τα ιαπωνικά (και κάποια παλαιότερα βρετανικά) οχήματα έχουν εξάτμιση στα δεξιά έτσι είναι πιο απομακρυσμένα από το κράσπεδο σε χώρες που η οδήγηση γίνεται στα αριστερά, ενώ τα ευρωπαϊκά οχήματα έχουν εξάτμιση στα αριστερά.

Το άκρο του τελικού μήκους του σωλήνα εξάτμισης όπου ανοίγει ο αέρας, γενικά το μόνο ορατό τμήμα του τμήματος του συστήματος εξάτμισης σε ένα όχημα, τελειώνει συχνά μόνο με μια ευθεία ή γωνιακή κοπή, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει μια φανταχτερή άκρη. Η άκρη είναι μερικές φορές χρωματισμένη. Συχνά είναι μεγαλύτερη από το υπόλοιπο σύστημα εξάτμισης. Αυτό παράγει μια τελική μείωση της πίεσης, και μερικές φορές χρησιμοποιείται για να βελτιώσει την εμφάνιση του αυτοκινήτου.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 στις Ηνωμένες Πολιτείες οι κατασκευαστές είχαν την τάση για να σχηματίσουν τον πίσω προφυλακτήρα με μια τρύπα σε κάθε άκρο μέσω του οποίου θα εξερχόταν η εξάτμιση. Δύο εξόδους συμβόλιζαν την ισχύ V-8, και μόνο αυτά τα μοντέλα ήταν εξοπλισμένα μόνο με τα πιο ακριβά αυτοκίνητα (Cadillac, Lincoln, Imperial, Packard). Μια δικαιολογία για αυτό ήταν ότι τα πολυτελή αυτοκίνητα εκείνες τις ημέρες είχαν μια τόσο μεγάλη οπίσθια προεξοχή που ο σωλήνας εξάτμισης χτυπούσε το έδαφος όταν το αυτοκίνητο διασχίζει ράμπες. Η μόδα εξαφανίστηκε αφού οι πελάτες διαπίστωσαν ότι το οπίσθιο άκρο του αυτοκινήτου, που είναι περιοχή χαμηλής πίεσης, συγκέντρωσε αιθάλη από τα καυσαέρια και το όξινο περιεχόμενο χαλούσε τον οπίσθιο προφυλακτήρα με χρώμιο.

Σε ορισμένα φορτηγά, όταν ο σιγαστήρας είναι εμπρός-πίσω κάτω από το πλαίσιο, το άκρο του σωλήνα εξαγωγής γυρίζει προς τα 90 ° και φυσά προς τα κάτω. Αυτό προστατεύει τους πεζούς κοντά σε ένα ακίνητο φορτηγό από την άμεση έκρηξη των καυσαερίων, αλλά συχνά αυξάνει τη σκόνη όταν το φορτηγό οδηγείται σε μια ξηρή, σκονισμένη, ανεμπόδιστη επιφάνεια όπως σε ένα εργοτάξιο.

Ρύθμιση συστήματος εξάτμισης

Πολλές εταιρείες αυτοκινήτων προσφέρουν αναβαθμίσεις συστήματος εξάτμισης μετά την αγορά ως υποκατηγορία ρύθμισης του κινητήρα. Αυτό συχνά είναι αρκετά δαπανηρό, καθώς συνήθως περιλαμβάνει την αντικατάσταση ολόκληρης της πολλαπλής εξαγωγής ή άλλων μεγάλων εξαρτημάτων. Ωστόσο, αυτές οι αναβαθμίσεις μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την απόδοση του κινητήρα και να το κάνουν αυτό μέσω δύο βασικών αρχών:

- Με τη μείωση της αντίθλιψης των καυσαερίων, η ισχύς του κινητήρα αυξάνεται στις τετράχρονες μηχανές
- Με τη μείωση της ποσότητας θερμότητας από την απώλεια των καυσαερίων στην περιοχή κάτω από την οπή. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η θερμοκρασία κάτω από τη ζώνη και κατά συνέπεια μειώνεται η θερμοκρασία της πολλαπλής εισαγωγής, αυξάνοντας την ισχύ. Αυτό έχει επίσης θετική παρενέργεια για την αποτροπή βλάβης των εξαρτημάτων που είναι ευαίσθητα στη θερμότητα. Επιπλέον, η διατήρηση της θερμότητας στα καυσαέρια τους επιταχύνει, μειώνοντας έτσι και την αντίστροφη πίεση.

Η αντίθλιψη μειώνεται συχνότερα αντικαθιστώντας τις πολλαπλές εξαγωγής με κεφαλές, οι οποίες έχουν ομαλότερες κάμψεις και συνήθως ευρύτερες διαμέτρους σωλήνων.

Η διαχείριση της καυσαερίων είναι ο όρος που περιγράφει τη μείωση της ποσότητας της θερμότητας της εξάτμισης που εκπέμπεται από το σωλήνα εξαγωγής και τα εξαρτήματα. Μια κυρίαρχη λύση για τους αναβαθμιστές μετά την αγορά είναι η χρήση κεραμικού επιχρίσματος που εφαρμόζεται μέσω θερμικού ψεκασμού. Αυτό όχι μόνο μειώνει την απώλεια θερμότητας και μειώνει την αντίθλιψη, αλλά παρέχει επίσης έναν αποτελεσματικό

τρόπο για την προστασία του συστήματος εξάτμισης από φθορά, θερμική υποβάθμιση και διάβρωση.

2.1.2. VIKING MOTO SPORTS

Κεφαλές

Ο σχεδιασμός των κεφαλών / συλλεκτών εξάτμισης περιλαμβάνει την αξιολόγηση της διαμέτρου, του μήκους και της γεωμετρίας του σωλήνα. Πρώτα στην έρευνα για το project FSAE πρέπει να εξετάσουμε τη διάμετρο του σωλήνα συλλογής. Σε χαμηλές στροφές του κινητήρα, απαιτούνται υψηλές ταχύτητες καυσαερίων για γρήγορη απόκριση του γκαζιού. Με την αρχή διατήρησης της μάζας, ένας σωλήνας εξάτμισης μικρής διαμέτρου θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη ταχύτητα αερίου, που θα οδηγήσει στην απόκριση της γκαζιού για επιτάχυνση. Ωστόσο, χωρίς επαρκή διατομική περιοχή, οι σωλήνες μικρής διαμέτρου μπορούν να περιορίσουν τη ροή μάζας που απαιτείται για την αποβολή όλων των καυσαερίων σε υψηλότερες στροφές ανά λεπτό. Ως εκ τούτου, πρέπει να επιτευχθεί συμβιβασμός για την επαρκή παροχή ροής υψηλής ταχύτητας με κατάλληλο ρυθμό ροής στις μέγιστες ταχύτητες του κινητήρα. Χρησιμοποιώντας δεδομένα σε πίνακα από τους Smith et al., (1972), η οποία αντιπροσωπεύει τόσο την ταχύτητα αερίου όσο και την παροχή μάζας, διαπιστώθηκε ότι η διάμετρος του σωλήνα ήταν 1.5 ίντσες ώστε να παρέχει επαρκή ροή για ταχύτητες κινητήρα έως 8000 rpm [9].

Έπειτα εξετάζεται το μήκος των κεφαλών. Για σωστή «αντίθλιψη» ή «σάρωση», απαιτείται ένα ιδανικό μήκος για να επιτρέψει την ανάκλαση των ανακλώμενων κυμάτων πίεσης στη θυρίδα εξάτμισης εγκαίρως για την περίοδο επικάλυψης της βαλβίδας. Οι μεταβολές της θερμοκρασίας των καυσαερίων καθ' όλη τη διάρκεια των στροφών του κινητήρα οδηγούν σε δυναμική ταχύτητα του ήχου, c , και κατά συνέπεια το βέλτιστο μήκος μπορεί να ληφθεί υπόψη μόνο σε μία ταχύτητα του κινητήρα και στη λειτουργία του στη συνέχεια. Επίσης, οποιαδήποτε αλλαγή στη γεωμετρία μέσα στο σύστημα εξάτμισης θα έχει ως αποτέλεσμα την ανάκλαση των κυμάτων πίεσης και επίσης θα επηρεάσει σημαντικά το μήκος των σωλήνων κεφαλής. Λόγω της περίπλοκης φύσης των αποτελεσμάτων, οι ανασκοπήσεις της βιβλιογραφίας παρέχουν συχνά εξισώσεις κατευθυντήριων γραμμών που είναι κατάλληλες για μια συγκεκριμένη μηχανή, υποθέτοντας έναν ιδανικό ευθύ σωλήνα εξάτμισης. Δύο εξισώσεις των Smithetal (1972) και Belletal (1988) δίνουν εκτιμήσεις μήκους από τα χαρακτηριστικά του κυλίνδρου και τις αναμενόμενες στροφές του κινητήρα και δίνονται από:

$$P = \frac{ASD^2}{1400 d^2} \quad (1)$$

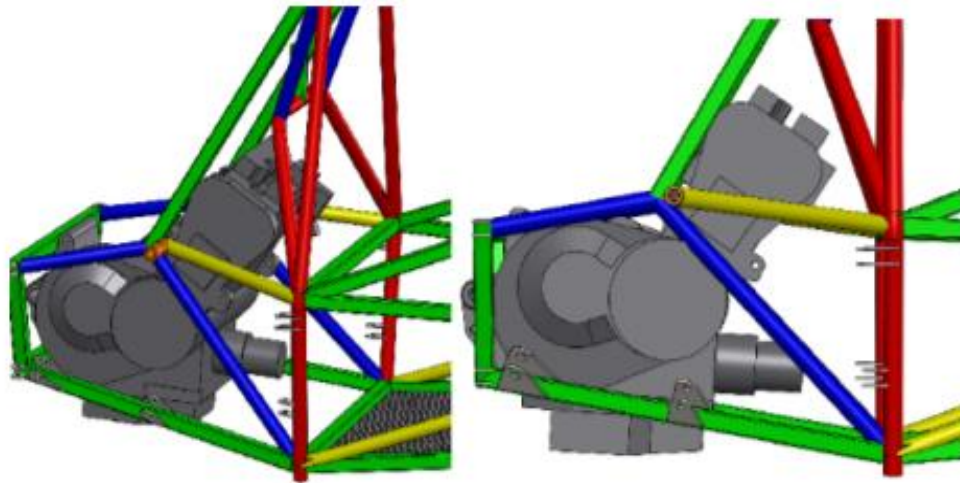
$$P = \frac{850(180+B)}{R} - 3 \quad (2)$$

όπου το P αντιπροσωπεύει το μήκος σωλήνα (σε πόδια), το A είναι η περίοδος ανοιχτής εξαγωγής σε μοίρες, το S είναι το μήκος διαδρομής σε ίντσες, το D είναι η διάμετρος των κυλίνδρων σε ίντσες, το d είναι η διάμετρος της θύρας της βαλβίδας εξαγωγής σε ίντσες, το B είναι 180 συν τον αριθμό βαθμών που ανοίγει το καυσαέριο πριν από το BDC (κάτω νεκρό σημείο), και R είναι οι επιθυμητές στροφές ανά λεπτό (rpm). Οι εξισώσεις (1) και (2) έχουν ως αποτέλεσμα εκτιμήσεις μήκους σωλήνων 18 ιντσών και 21,24 ιντσών αντίστοιχα. Το μήκος του σωλήνα στον πρώτο συλλέκτη επιλέχθηκε να είναι 20 ίντσες. Ένα τελικό μήκος για την εξάτμιση επιλέχθηκε να είναι 10 ίντσες, λόγω χωρικών περιορισμών. Μια συνολική περιγραφή των διαστάσεων της κεφαλίδας για τη διάμετρο και το μήκος δίνεται στην συνέχεια μαζί με τον κύριο λόγο που συνεισφέρει στην απόφαση.

Πίνακας 2: Τελικές διαστάσεις για εξάρτημα κεφαλής [7]

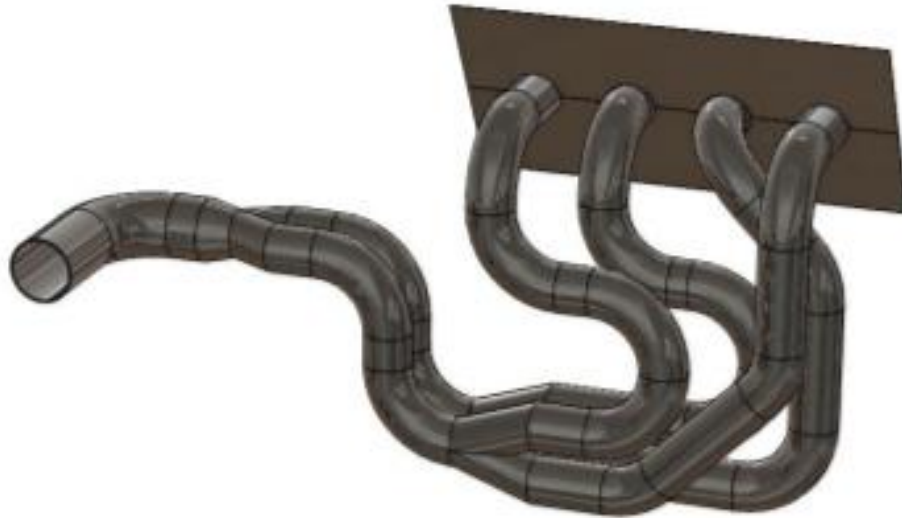
Part	Dimension	Warrant
Primary to 2nd collector: Diameter	1.5"	Accepted Tabulated Data
Primary to 1st collector: Length	20"	Equations for Estimation
Primary to 2nd collector: Length	10"	Spatial Restrictions

Στην ιδανική περίπτωση, οι σωλήνες κεφαλής θα είναι ίσοι, ωστόσο οι περιορισμοί που οφείλονται στο μέγεθος του χώρου μεταξύ του πλαισίου του αυτοκινήτου και του ίδιου του κινητήρα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 11 (αριστερά), απαιτούν διάφορες στροφές και γωνίες. Για να ελαχιστοποιηθεί η ποσότητα αιχμηρών ανακατευθύνσεων της ροής που μπορούν να παράγουν ζώνες διαχωρισμού ροής και επανακυκλοφορίας, έγιναν κάμψεις και καμπύλες στις μεγαλύτερες κατανεμημένες ακτίνες που δίδονται από το χώρο καθώς και η ανάγκη να έχουν ίσα μήκη για όλους τους σωλήνες. Ο τελικός σχεδιασμός μπορεί να φανεί στο Σχήμα 11 (δεξιά).



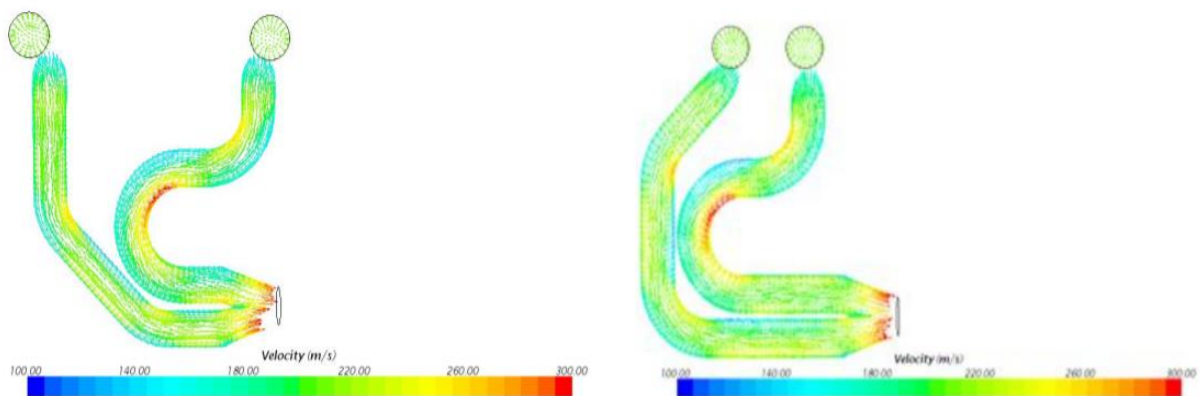
Σχήμα 11: Σχεδιασμός σωληνώσεων κεφαλής [7]

Οι περιορισμοί χώρου και τα εξαρτήματα του κινητήρα (που εμφανίζονται στις αριστερές και στις μεσαίες εικόνες) έχουν περιορισμένο σχεδιασμό κεφαλής στην εξάτμιση που περιτυλίσσεται γύρω από την πλευρά του πλαισίου. Ως αποτέλεσμα, συμφωνήθηκε ο σχεδιασμός που φαίνεται στο Σχέδιο 12.



Σχήμα 12: Οι κύλινδροι 1-4 και 2-3 συνδέονται στους πρώτους συλλέκτες (20 ίντσες) σε ίσιο μήκος από την κυλινδροκεφαλή ενώ οι σωλήνες 1-4 και 2-3 συνδέονται 10 ίντσες προς τα κάτω στον τελικό συλλέκτη [7]

Πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις υπολογιστικής ρευστομηχανικής με τη χρήση του STAR CCM + που διατίθεται μέσω του Portl and State University. Το μοντέλο ροής απλοποιείται με ασυμπίεστη, στροβιλώδη ροή με είσοδο ταχύτητας και έξοδο ατμοσφαιρικής πίεσης. Το Εικόνα 10 δείχνει το πεδίο διανυσμάτων ταχύτητας των πρωτογενών κεφαλών στον πρώτο συλλέκτη χρησιμοποιώντας το προηγούμενως εξειδικευμένο μοντέλο. Το μοντέλο περιέχει ομαλές εσωτερικές επιφάνειες. Η μεγαλύτερη αύξηση στην ταχύτητα ροής εντοπίζεται στις στροφές 180 ° όπου βρίσκεται η μεγαλύτερη καμπυλότητα. Ωστόσο, παρά τις στοιχειώδεις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση, δεν πραγματοποιήθηκαν παραπάνω αλλαγές.



Εικόνα 10: Πεδία διανύσματος προσομοίωσης CFD για τους σωλήνες εισόδου 1 και 4 (αριστερά) και 2 και 3 (δεξιά). Το τρέχον μοντέλο υποθέτει ταχύτητα εισόδου 8149,61 in / s με απόλυτη πίεση εξόδου 1 atm. Τα κόκκινα σημεία αντιπροσωπεύουν αυξημένες ταχύτητες λόγω καμπύλων σωλήνων [7]

Σιγαστήρας

Η εξασθένηση του ήχου ενός κινητήρα εσωτερικής καύσεως IC δημιουργεί μια μοναδική πρόκληση λόγω της μεταβολής του φάσματος θορύβου και των χαρακτηριστικών ροής. Ο σιγαστήρας πρέπει να λειτουργεί ικανοποιητικά σε όλες τις ταχύτητες του κινητήρα και συνεπώς πρέπει να είναι σε θέση να εξασθενεί επαρκώς τον ήχο σε ένα φάσμα συχνοτήτων. Οι συχνότητες του συστήματος εξάτμισης κυμαίνονται μεταξύ 50 και 4000 Hz [11]. Ο περισσότερος θόρυβος εξάτμισης περιορίζεται στη συχνότητα πυροδότησης και στις πρώτες αρμονικές του. Μια εξίσωση που δίνει την πρωτεύουσα συχνότητα σε κάθε ταχύτητα του κινητήρα κατά:

$$f = \frac{RPM \#pistons}{60 \cdot 2} \quad (3)$$

Όπου: RPM είναι η ταχύτητα του κινητήρα και Pistons είναι ο αριθμός των εμβόλων για τον κινητήρα.

Υπάρχουν δύο κοινές προσεγγίσεις για το σχεδιασμό ενός σιγαστήρα: απορροφητική και ανακλαστική. Ένας απορροφητικός σιγαστήρας χρησιμοποιεί ένα ηχοαπορροφητικό υλικό όπως υαλοβάμβακα ή μαλλί από ανοξείδωτο χάλυβα, για να μετατρέψει την ακουστική ενέργεια σε θερμότητα. Οι ανακλαστικοί σιγαστήρες προκαλούν καταστροφική παρεμβολή κύματος στο ρεύμα καυσαερίων για να μειωθεί η ένταση των κυμάτων. Για να συμβούν πλήρεις καταστροφικές παρεμβολές ένα ανακλώμενο κύμα πίεσης ίσου πλάτους που είναι 180° εκτός φάσης, πρέπει να συγκρουστεί με το μεταδιδόμενο κύμα πίεσης [13]. Ένας ανακλαστικός σιγαστήρας μπορεί να σχεδιαστεί για να εντοπίσει ορισμένες συχνότητες που είναι οι κύριοι συνεισφέροντες στο θόρυβο εξάτμισης, ενώ ένας απορροφητικός σιγαστήρας μειώνει την ένταση σε ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων.

Ο τελικός σχεδιασμός του σιγαστήρα είναι συνήθως ένας συνδυασμός απλών στοιχείων εξασθένησης ήχου που μειώνουν συνολικά τον θόρυβο επαρκώς σε όλο το φάσμα των συχνοτήτων. Ακολουθεί μια συζήτηση για τα στοιχεία σιγαστήρα.

Θάλαμος συντονισμού Helmholtz

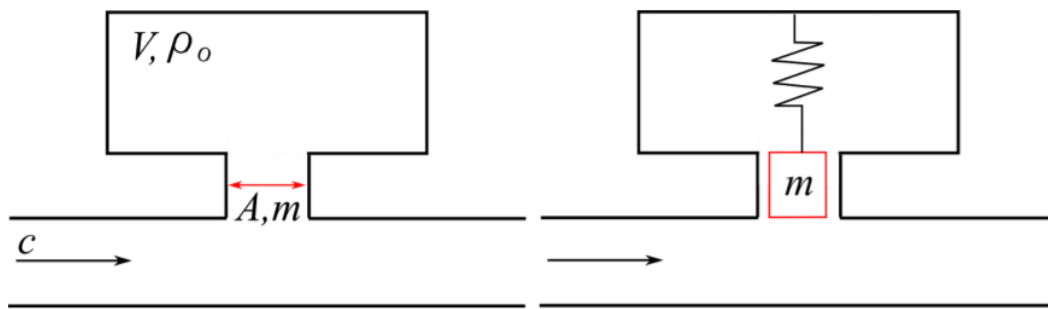
Ένας συντονιστής Helmholtz αποτελείται από ένα ακουστικό θάλαμο που διακλαδώνεται από την κύρια κεφαλίδα από έναν σωλήνα μικρής διαμέτρου. Ο λαιμός του συντονιστή είναι ανάλογος μίας μάζας και της κοιλότητας με ένα ελατήριο παρόμοιο με έναν μηχανικό ταλαντωτή ελατηρίου. Καθώς τα κύματα ακουστικής πίεσης συναντούν το άνοιγμα του συντονιστή, οι ταλαντώσεις μικρού πλάτους του ρευστού μέσα στην στένωση, δρουν για να αποσβέσουν το κύμα και να εξασθενήσουν τον ήχο. Τα χαρακτηριστικά εξασθένησης κορυφώνονται σε μια φυσική συχνότητα του συστήματος και, ιδανικά, δρουν ως φίλτρο διακοπής. Οι πραγματικοί αντηχητές Helmholtz συχνά εξασθενούν τον ήχο στα επίπεδα των 10 - 30 dB, ανάλογα με το σχεδιασμό και τις παραμέτρους του συστήματος.

Σε εφαρμογή σε σιγαστήρα, ένας συντονιστής Helmholtz μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να στοχεύσει ειδικές συχνότητες των οποίων είτε είναι οι μεγαλύτεροι συντελεστές θορύβου είτε είναι σημεία στα οποία άλλες διατάξεις εξασθένησης είναι αναποτελεσματικές. Για να γίνει αυτό, η γεωμετρία του συντονιστή μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε η συχνότητα ενδιαφέροντος να ταιριάζει με τη φυσική συχνότητα του συντονιστή. Αναπτύχθηκε για τους μικρούς αριθμούς Mach, περιγράφει τη φυσική συχνότητα ω_o ενός συντονιστή Helmholtz:

$$\omega_o = \sqrt{\frac{\rho_o c^2 A^2}{mV}} \quad (4)$$

Όπου: ρ_o είναι η πυκνότητα του ρευστού στην κοιλότητα του συντονιστή, c είναι η ταχύτητα του ήχου στο ρευστό, A είναι η εγκάρσια διατομή του αντηχείου, το m είναι η αποτελεσματική μάζα στον λαιμό του συντονιστή, και V είναι ο όγκος της κοιλότητας του συντονιστή.

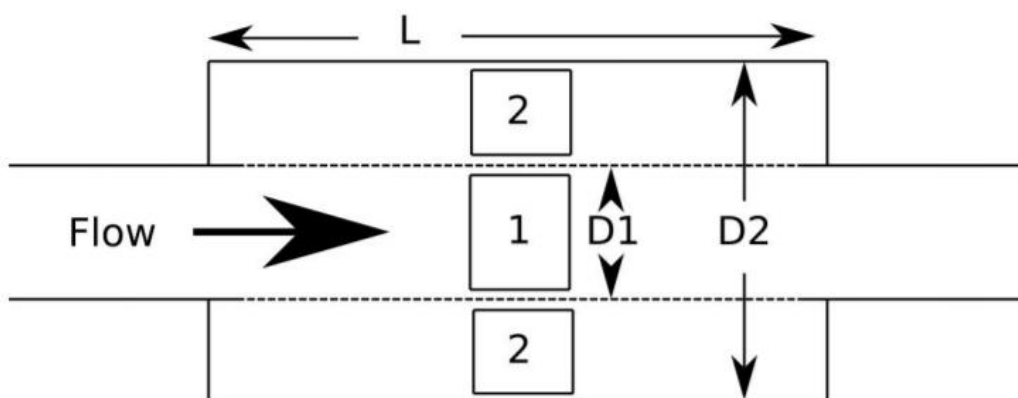
Ένα γενικό παράδειγμα ενός συντονιστή Helmholtz μπορεί να φανεί στο Σχήμα 13.



Σχήμα 13: Ένας ακουστικός συντονιστής τύπου Helmholtz με περιοχή λαιμού A , αποτελεσματική μάζα m , όγκος κοιλότητας V , πυκνότητα ρ και μέση ακουστική ταχύτητα c . Ο συντονιστής προσομοιώνει έναν αποσβεστήρα μάζας ελατηρίου όπου η κοιλότητα είναι ανάλογη με ένα ελατήριο και λαιμό σε μια μάζα [11]

Διάτρητα στοιχεία με αγωγούς αλληλεπίδρασης

Μία λύση για την εξασθένιση του ήχου δύο ομοκεντρικών αλληλεπιδρώντων αγωγών διαμέτρου $D1$ και $D2$ και μήκους L , όπως φαίνεται στο Σχήμα 14, παρουσιάστηκε από τους Sullivanetal (1978), και θα συζητηθούν σε αυτό το τμήμα. Η εξίσωση συνέχειας και ορμής μπορεί να λυθεί ως δευτερογενείς, ανομοιογενείς διαφορικές εξισώσεις με σταθερούς συντελεστές για τον όγκο ελέγχου 1 και 2 όπως φαίνεται στο Σχήμα 14. Αυτή η λύση ικανοποιεί την άκαμπτη συνθήκη ορίων τοίχου. Η σύνθετη αντίσταση ενός διάτρητου κυλινδρικού θαλάμου μπορεί να προσδιοριστεί από πειραματικά δεδομένα που παρουσιάζονται από τους Sullivanetal (1978). Για να προσεγγισθεί μια σημαντική λύση, πρέπει να συλληθούν ή να προσεγγιστούν πρόσθετα δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν ως όρια στις συνθήκες εισόδου και εξόδου, συμπεριλαμβανομένης της μέσης ταχύτητας και πυκνότητας χώρου εισόδου και εξόδου. Λύσεις παρόμοιες με αυτές που φαίνονται για διάτρητα στοιχεία με δύο αλληλεπιδρώντες αγωγούς έχουν βρεθεί για συστήματα τριών αγωγών με πρόσθετη πολυπλοκότητα [11].



Σχήμα 14: Οι όγκοι ελέγχου είναι συντονιστής διαύλου [11]

Απορροφητικές συσκευές με διάτρητα στοιχεία

Ένας απορροφητικός σιγαστήρας μειώνει τον θόρυβο με μεταφορά ενέργειας πίεσης σε θερμική ενέργεια. Τα ακουστικά κύματα πίεσης συναντούν υλικά με υψηλές ιδιότητες απορρόφησης / χαμηλής ανάκλασης, που συχνά αποτελούνται από μικρούς, ινώδεις ή πορώδεις χώρους. Ένας διάτρητος σωλήνας επιτρέπει την μέση ροή των καυσαερίων αξονικά ενώ τα κύματα πίεσης μεταδίδουν ακτινωτά στο περιβάλλον υλικό συσκευασίας. Μια

περιγραφική ανάλυση ενός κυκλικού «αγωγού» με ακουστική επένδυση είναι απαγορευτικά πολύπλοκη. Ευτυχώς, αυτοί οι τύποι σιγαστήρων είναι συνηθισμένοι και τα πειράματα με διάφορα απορροφητικά σιγαστήρες είναι σχετικά καλά ερευνημένα. Ο Potente (2014) διεξήγαγε ένα πείραμα με σιγαστήρα Yoshimura RS3 (Εικόνα 11) με εσωτερική διάμετρο 2,25 ιντσών και εξωτερική διάμετρο 4,5 ιντσών με πραγματικό μήκος 18 ιντσών. Σημαντική εξασθένηση ήχου βρέθηκε σε 11000 rpm και σχεδόν επαρκής παρατηρήθηκε θόρυβος σύμφωνα με τους κανόνες της FSAE, με εξαίρεση μία συχνότητα στα 125 Hz. Με αυτό το τεστ, ένας σιγαστήρας με παρόμοιες διαστάσεις αλλά με μεγαλύτερο αποτελεσματικό μήκος είναι εφικτός με χώρο στο σασί VMS [13].

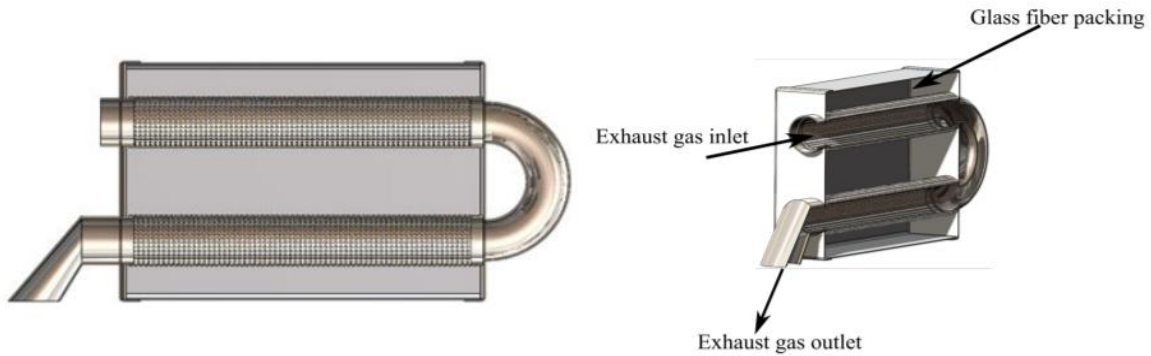


Εικόνα 11: Σιγαστήρας Yoshimura RS3 που δοκιμάστηκε από τον Potente με εσωτερική διάμετρο $d = 2,25$ ίντσες, εξωτερική διάμετρο $D = 4,5$ ίντσες και μήκος $L = 18$ ίντσες. Οι δοκιμές θορύβου είχαν ως αποτέλεσμα επαρκή εξασθένηση για τους κανονισμούς FSAE, τα μέγιστα επίπεδα ντεσιμπέλ αντιστοιχούσαν στην υψηλότερη τιμή που έδωσε η FSAE [13]

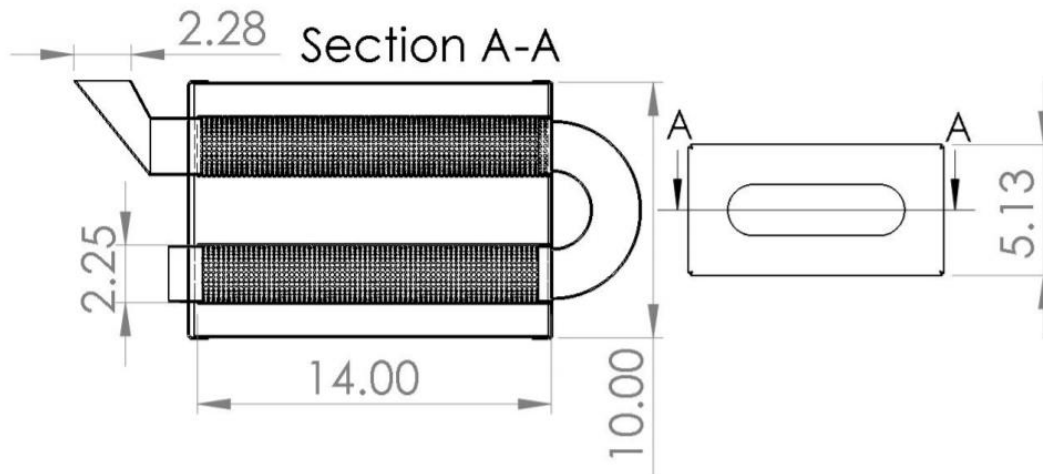
Τελικό σχέδιο

Οι προαναφερθείσες συσκευές σιγαστήρα είναι μια μικρή επιλογή από τους πολλούς τύπους που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία. Έγινε εξέταση για κάθε σιγαστήρα ανάλογα με τις δυνατότητες εξασθένησης του ήχου, την αποτελεσματικότητα, την ευκολία κατασκευής και τον περιορισμό των περιορισμών ροής. Ένας συνδυασμός ενός συντονιστή Doubletuned και του αντηχείου Helmholtz προτάθηκε αρχικά καθώς συνδυάζει έναν απλοϊκό σχεδιασμό και μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα με την εξάλειψη της συντήρησης ή της αντικατάστασης εξαρτημάτων. Ωστόσο, λόγω των αναγκαίων επαναλήψεων καθώς επίσης και του περιορισμού των ηχητικών επιπέδων εξασθένησης, η εμπιστοσύνη στην ικανότητα της τρέχουσας ομάδας να κατασκευάσει το σύστημα στο καθορισμένο χρόνο ήταν σημαντικά χαμηλή.

Ένας απορροφητικός σιγαστήρας επιλέχθηκε για τον τελικό σχεδιασμό σε αντίθεση με τον εξομοιωτή στυλ συντονισμού που αναφέρθηκε προηγουμένως. Με μεγάλο εύρος συχνοτήτων για εξασθένηση ήχου και περιορισμένο περιορισμό ροής, ο απορροφητικός σιγαστήρας καθορίστηκε ως πιο πρακτικός για το συγκεκριμένο έργο. Οι διαστάσεις επιλέχθηκαν για δύο κανάλια των 14 ιντσών σε σειρά για έναν αποτελεσματικό θάλαμο εξασθένησης μήκους 28 ινών, αυξάνοντας το σιγαστήρα που δοκιμάστηκε από τον Potente (2014) κατά 10 ίντσες [13]. Οι πλήρεις διαστάσεις της συσκευασίας φαίνονται στο Σχήμα 16.



Σχήμα 15: Ο σχεδιασμός του σιγαστήρα ενσωματώνει ένα σύστημα δύο θαλάμων με είσοδο στην κορυφή και έξοδο στον πυθμένα. Το υλικό συσκευασίας γυαλιού ινών επιλέχθηκε ως απορροφητικό υλικό το οποίο γεμίζει την κοιλότητα του σιγαστήρα γύρω από τα διαφράγματα εισόδου και εξόδου [13]



Σχήμα 16: Οι συγκεκριμένες διαστάσεις περιλαμβάνουν μια τιμή 14x10x5in. Κοιλότητα με 2,25 ιντσών. σωλήνες εισόδου και εξόδου [13]

Υλικά κατασκευής

- **Κεφαλή**

Για τα εξαρτήματα που σχετίζονται με τους πρωτεύοντες σωλήνες που συνδέονται με το μπλοκ κινητήρα, η υψηλή αντοχή στη θερμότητα και η αντοχή στη διάβρωση ήταν οι κύριοι παράγοντες επιλογής υλικού. Οι μαλακοί χάλυβες και οι ανοξείδωτοι χάλυβες είναι σύνηθες για τις ικανότητές τους να λειτουργούν σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας. Οι θερμοκρασίες εξάτμισης είναι της τάξης των 300 έως 1000 °F, ενώ τα τυπικά μέταλλα έχουν θερμοκρασίες τήξης που υπερβαίνουν τα 2600 °F (βλ. Πίνακα 3). Τελικά, επιλέχθηκε ανοξείδωτος χάλυβας για το τελικό υλικό κεφαλής, καθώς παρέχει χαρακτηριστικά αντοχής στη διάβρωση.

- **Σιγαστήρας**

Ο σιγαστήρας παρουσιάζει χαμηλότερες κλίμακες θερμοκρασίας αερίου από αυτές της κεφαλής λόγω της διαρροής θερμότητας μέσω των κεφαλίδων. Οι επιλογές υλικών αποτελούν την ευκαιρία για εξοικονόμηση βάρους, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό

σχεδιασμού για τα αυτοκίνητα επιδόσεων. Με μια κατασκευή μαλακού χάλυβα, ο προηγούμενος σχεδιασμός ζύγιζε περισσότερο από 12 λίβρες. Με την προσδοκία ότι η μέγιστη θερμοκρασία στον σιγαστήρα θα είναι της τάξης των 600 °F, η επιλογή του υλικού διευρύνεται ώστε να περιλαμβάνει εκείνα τα υλικά με χαμηλότερες θερμοκρασίες τήξης. Οι επιλογές περιλαμβάνουν αλλά δεν περιορίζονται σε αλουμίνιο, χάλυβα και ίνες άνθρακα. Το αλουμίνιο και οι ίνες άνθρακα θεωρούνται πιο βιώσιμες επιλογές για τη μείωση του βάρους τους σε σύγκριση με τον χάλυβα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Ιδιότητες υλικών [7]

Material	Density kg/m ³	Melting Point °F
Steel, Mild ¹	7850	2600-2800
Steel, Stainless ¹	7480-8000	2750
Aluminum ¹	2712	1220
*Carbon Fiber ^{2,3}	1600	6332
*Nomex(aramid) ^{4,5}	29	662

1 - Engineering Tool Box. 2 - Korshøjvej. (2006). 3 - Formula 1 - dictionary. 4 - Plascore, Inc. (2014).
5 - Encyclopædia Britannica
*Properties estimated from multiple sources; real values may vary with manufacturer.

Τόσο τα υλικά από αλουμίνιο όσο και από ίνες άνθρακα επιδιώχθηκαν για το έργο. Μία μικρή ποσότητα σύνθετου υλικού από ανθρακονήματα και nomex δόθηκε μέσω των ομάδων PSAS. Ωστόσο, η ρητίνη που χρησιμοποιείται για τη δέσμευση των ινών άνθρακα και του nomex μαζί είχε θερμοκρασία μετάπτωσης υάλου περίπου 300 °F, πολύ χαμηλότερη από την αναμενόμενη μέγιστη θερμοκρασία. Υψηλή ρητίνη θερμότητας είναι διαθέσιμη, αλλά όχι εντός προϋπολογισμού. Ένα περίβλημα από αλουμίνιο με τελικά καλύμματα από ανοξειδωτο χάλυβα επιλέχθηκε για τον τελικό σχεδιασμό. Τα τελικά καλύμματα από ανοξειδωτο χάλυβα επιλέχθηκαν για λόγους κατασκευής.

Ο τελικός σχεδιασμός περιλαμβάνει μερικά νέα χαρακτηριστικά και πτυχές πάνω από τον προϋπάρχοντα σχεδιασμό. Κατ' αρχάς, επιλέχθηκε μια αύξηση της διαμέτρου του σωλήνα από 1 σε 1,5 ίντσες με τη βοήθεια πίνακα δεδομένων σχετικά με τους κινητήρες 4 κύκλων, 4 κυλίνδρων με μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας 8000 rpm. Δεύτερον, τα ίσα μήκη σωλήνων σχεδιάστηκαν για όλες τις θύρες του κινητήρα για μια πιο ίση ισχύ εξόδου από κάθε κύλινδρο. Σχετικά με αυτό, επιλέχθηκαν τα μήκη των σωλήνων 20 ίντσες στον πρώτο συλλέκτη και 10 ίντσες στον δευτερεύοντα συλλέκτη μέσω εκτιμήσεων των εξισώσεων. Αυτές οι εξισώσεις λαμβάνουν υπόψη την οπή του κυλίνδρου μέτρησης, τη διάμετρο της θύρας, το μήκος της διαδρομής, την περίοδο της ανοικτής βαλβίδας και τις στροφές του κινητήρα.

Στη συνέχεια, η μέθοδος θωράκισης επιλέχθηκε να κατασκευάζεται από απορροφητικά συστατικά. Οι απορροφητικοί σιγαστήρες συνδυάζουν περιορισμούς χαμηλής ροής με επαρκή εξασθένηση ήχου σε διασταυρωμένο εύρος χρησιμοποιώντας ένα αρκετά απλό σχεδιασμό. Ένα αποτελεσματικό μήκος 28 ιντσών επιλέχθηκε με δεδομένα από την Potente και τις προϋπάρχουσες διαστάσεις του σιγαστήρα στο μυαλό. Οι αναβαθμίσεις του σιγαστήρα περιλαμβάνουν αποσπώμενες ακραίες πλάκες για την ανασυσκευασία του υλικού που έχει φουσκώσει, καθώς και μια θήκη αλουμινίου για λόγους που αφορούν το βάρος. Ο τελικός σχεδιασμός μείωσε το βάρος κατά 2 λίβρες ενώ παράλληλα αύξησε τις αποτελεσματικές δυνατότητες θορύβου.



Εικόνα 12: Ολοκληρωμένη η πολλαπλή εξαγωγής 421 (αριστερά) και ο απορροφητικός σιγαστήρας (δεξιά) [7]

Δοκιμές

Οι προκαταρκτικές εσωτερικές δοκιμές δείχνουν ελπιδοφόρα αποτελέσματα, με μέγιστες ενδείξεις 94 dB σε κατάσταση αναμονής και 106 dB σε μέγιστες στροφές κινητήρα. Οι περαιτέρω δοκιμές σε εξωτερικούς χώρους οδήγησαν σε 94 dB σε κατάσταση αναμονής και 104 dB σε μέγιστες στροφές κινητήρα. Αναμένεται ότι η αύξηση της διαμέτρου του σωλήνα συλλογής μαζί με τα κανάλια ίσου μήκους θα δώσει την ίδια ισχύ εξόδου από κάθε κύλινδρο και επομένως καλύτερη καμπύλη ιπποδύναμης και ροπής. Τέλος, οι μετρήσεις κλίμακας του νέου σιγαστήρα δείχνουν ένα διατηρημένο βάρος 10 lbs. Δεδομένης της αύξησης των συνολικών διαστάσεων για την εξασφάλιση της απόδοσης του θορύβου του νέου σχεδιασμού, το διατηρούμενο βάρος βρέθηκε ικανοποιητικό για τον υποστηρικτή μας, καθώς ο νέος σιγαστήρας δεν πληροί μόνο τους κανονισμούς της FSAE, αλλά επιτρέπει και τη συντήρηση και την επανασυσκευασία από την ομάδα VMS όταν το ινώδες υλικό συσκευασίας καθίσταται ανενεργό.

Ο τελικός σχεδιασμός του σιγαστήρα ενσωματώνει τις πτυχές του σχεδιασμού για την ρευστό και ακουστική δυναμική καθώς και τις ιδιότητες του υλικού. Οι διαστάσεις των κεφαλών σχεδιάστηκαν έτσι ώστε η επαρκής ροή μάζας και η ταχύτητα του αερίου να ήταν βέλτιστες για μια σειρά στροφών κινητήρα ενώ το εξάρτημα σιγαστήρα επιλέχθηκε για να αποφευχθούν οι περιορισμοί ροής διατηρώντας παράλληλα επαρκή εξασθένιση ήχου για αγώνες και γεγονότα. Η τελική κεφαλίδα είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο ατσάλι 304 με διάμετρο 1,5 ίντσες και συνολικό μήκος 30 ίντσες. Ο σιγαστήρας είναι κατασκευασμένος από αλουμίνιο και ανοξείδωτο χάλυβα με ακραία καλύμματα τα οποία μπορούν να αφαιρεθούν για συντήρηση / ανασυσκευασία. Οι δοκιμές ήχου δείχνουν ότι ο σιγαστήρας εξομαλύνει τον ήχο κάτω από τα όρια των κανονισμών της FSAE και οι μετρήσεις της κλίμακας δείχνουν 2 λίβρες. βελτίωση του βάρους του σιγαστήρα

2.1.3. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΜΑΙΝΕ (FSAE ENGINE TEAM)

Οι κανόνες SAE τύπου Formula περιορίζουν το επίπεδο εξόδου ντεσιμπέλ του συστήματος εξάτμισης του αυτοκινήτου να είναι μικρότερο από 110 db. Η ομάδα ελέγχου του κινητήρα απαιτείται να σχεδιάσει, να κατασκευάσει και να εξάγει το σύστημα που θα πληροί τους κανόνες της FSAE, διατηρώντας ταυτόχρονα την απόδοση και την απόδοση του κινητήρα.

Ως πρώτη ομάδα του Formula SAE χωρίς προηγούμενη εμπειρία σχεδίασης εξάτμισης, αναμένεται ότι ο νέος σχεδιασμός θα βελτιωθεί σε σχέση με τον προηγούμενο σχεδιασμό, χρησιμοποιώντας σύγχρονες αρχές σχεδιασμού εξάτμισης. Το σημερινό σύστημα εξάτμισης υποβλήθηκε σε περιορισμένο σχεδιασμό με πολλές αδυναμίες. Μία από τις μεγαλύτερες μειώσεις της τρέχουσας καυσαερίων είναι οι κεφαλές άνισου μήκους με έλλειψη ενδιάμεσων σωληνώσεων. Επί του παρόντος, τα καυσαέρια από κάθε κύλινδρο συγχωνεύονται στο εσωτερικό του σιγαστήρα στα διάφορα σημεία του σώματος του σιγαστήρα και όχι σε κάποια στιγμή. Ένας σωστός σωλήνας συγχώνευσης θα πρέπει να συμβάλει στην αύξηση της αποδοτικότητας των καυσαερίων σε όλη την κλίμακα των 6500 έως 9500 rpm όπου θα είναι ο κινητήρας ξοδεύοντας τον μεγαλύτερο μέρος του χρόνου του. Ο σημερινός σχεδιασμός είναι περιοριστικός σε σύγκριση με τα σχέδια πολλών άλλων ομάδων που στοχεύουν κοντά στο όριο του θορύβου. ο τρέχων σιγαστήρας είναι κοντά στα 10 db κάτω από το τρέχον όριο ανταγωνισμού.

Στόχος ερευνητικής ομάδας

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος εξάτμισης συμβατό με το SAE για ένα Aprilia RXV 550 που βελτιστοποιεί την απόδοση και απόδοση του κινητήρα ενώ ικανοποιεί τα κριτήρια θορύβου που περιγράφονται από τους κανόνες του SAE.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- **Στάθμη ήχου**

Ο κανόνες τύπου SAE δηλώνουν ότι η ηχητική στάθμη των κινητήρων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 110 db κατά τη διάρκεια οποιουδήποτε μέρους του διαγωνισμού. Εάν οι κριτές υποψιάζονται ότι υπάρχει υπερβολικός θόρυβος εξάτμισης μετά την αρχική δοκιμή, ένα αυτοκίνητο μπορεί να επανεξεταστεί σε οποιοδήποτε σημείο κατά τη διάρκεια του διαγωνισμού. Το απόθεμα Aprilia RXV 550 εξάτμισης παράγει 94 db, ενώ τα περισσότερα συστήματα εξάτμισης μετά την αγορά παράγουν κοντά στα 100 db. Κατά τη δοκιμή των τιμών των σημερινών συστημάτων εξάτμισης περίπου 101 db ήταν συνεπείς χρησιμοποιώντας τις ίδιες αποστάσεις μέτρησης που απαιτούνται κατά την ολοκλήρωση. Αυτό αφήνει ένα μεγάλο μέρος χώρου για επιλογές εξάτμισης, καθώς το επίπεδο θορύβου μπορεί να αυξηθεί σχεδόν κατά 10 db σε σχέση με αυτό που είναι σήμερα. Τα περισσότερα συστήματα εξάτμισης μετά την αγορά παράγουν μεγάλα κέρδη με μόλις 4db αύξηση της παραγωγής θορύβου. Παρακάτω είναι οι επίσημες διαδικασίες μέτρησης του θορύβου του SAE για το 2012.

- **Διαδικασία μέτρησης θορύβου**

- 1. Η στάθμη θορύβου θα μετρηθεί κατά τη διάρκεια μιας στατικής δοκιμής.**

Οι μετρήσεις λαμβάνονται με μικρόφωνο ελεύθερου πεδίου τοποθετημένο χωρίς εμπόδια στο επίπεδο εξόδου εξαγωγής, 0,5 m (19,68 ίντσες) από το άκρο της εξόδου εξαγωγής, υπό γωνία σαράντα πέντε (45 °) με την έξοδο στο οριζόντιο επίπεδο. Η δοκιμή θα διεξαχθεί με το κιβώτιο ταχυτήτων στο ουδέτερο με την ταχύτητα του κινητήρα που ορίζεται παρακάτω. Όταν υπάρχουν περισσότερες από μία εξάτμιση, η δοκιμή θα επαναληφθεί για κάθε εξάτμιση και θα χρησιμοποιηθεί η υψηλότερη ένδειξη

- 2. Δοκιμές ταχύτητας**

Η ταχύτητα δοκιμής για έναν δεδομένο κινητήρα θα είναι οι στροφές του κινητήρα που αντιστοιχούν σε μέση ταχύτητα εμβόλων 914,4 m / min (3,000 πόδια / λεπτό) για κινητήρες αυτοκινήτων ή μοτοσυκλετών και 731,5 m / min (2,400 ft / min) για «βιομηχανικές κινητήρες». Η υπολογιζόμενη ταχύτητα θα στρογγυλεύεται στις πλησιέστερες 500 σ.α.λ. Οι ταχύτητες δοκιμών για τυπικούς κινητήρες θα δημοσιευθούν από τους διοργανωτές

- 3. Μέγιστο επίπεδο ήχου**

Το μέγιστο επιτρεπόμενο επίπεδο θορύβου είναι 110 dBA, γρήγορη ζύγιση.

4. Επανεξέταση επιπέδου θορύβου

Κατά την επιλογή των υπαλλήλων, ο θόρυβος μπορεί να μετρηθεί ανά πάσα στιγμή κατά τη διάρκεια του διαγωνισμού. Εάν ένα αυτοκίνητο αποτύχει στη δοκιμασία θορύβου, θα αποσυρθεί από τον ανταγωνισμό μέχρι να τροποποιηθεί και να ξαναπεράσει τη δοκιμή θορύβου.

Σχεδιασμός εξαγωγής

Κατά το σχεδιασμό της πολλαπλής εξαγωγής για το αυτοκίνητο FSAE, πρέπει να εξεταστούν ορισμένα κρίσιμα σημεία. Το μήκος του σωλήνα από όπου εξέρχεται από τη θυρίδα εξάτμισης όπου και οι δύο ροές του κυλίνδρου πληρούν είναι γνωστό ως το μήκος του δρομέα. Αυτό το μήκος δρομέα, επιτρέπει την αλλαγή των καμπύλων ιπποδύναμης / ροπής μεταβάλλοντας τις. Ένας μικρότερος δρομέας θα παράγει περισσότερη κορυφή HP, ενώ ο μακρύτερος δρομέας θα μετατοπίσει την καμπύλη ροπής κάτω στη ζώνη rpm. Με την redline της Aprilia 11000 RPM και τις τρέχουσες επιλογές μετάδοσης, εκτιμάται ότι η πλειοψηφία του ανταγωνισμού θα διεξαχθεί στην περιοχή των 6500 έως 9500 RPM. Αυτό είναι χρήσιμο, καθώς το μήκος του δρομέα μπορεί να συντονιστεί για να εκτελέσει καλύτερα μέσα στο καθορισμένο εύρος. Στη παρακάτω εικόνα 6 εμφανίζεται ένα κοινό σύστημα εξάτμισης μετά την αγορά για το Aprilia 550 που χρησιμοποιεί δρομείς ίσου μήκους.

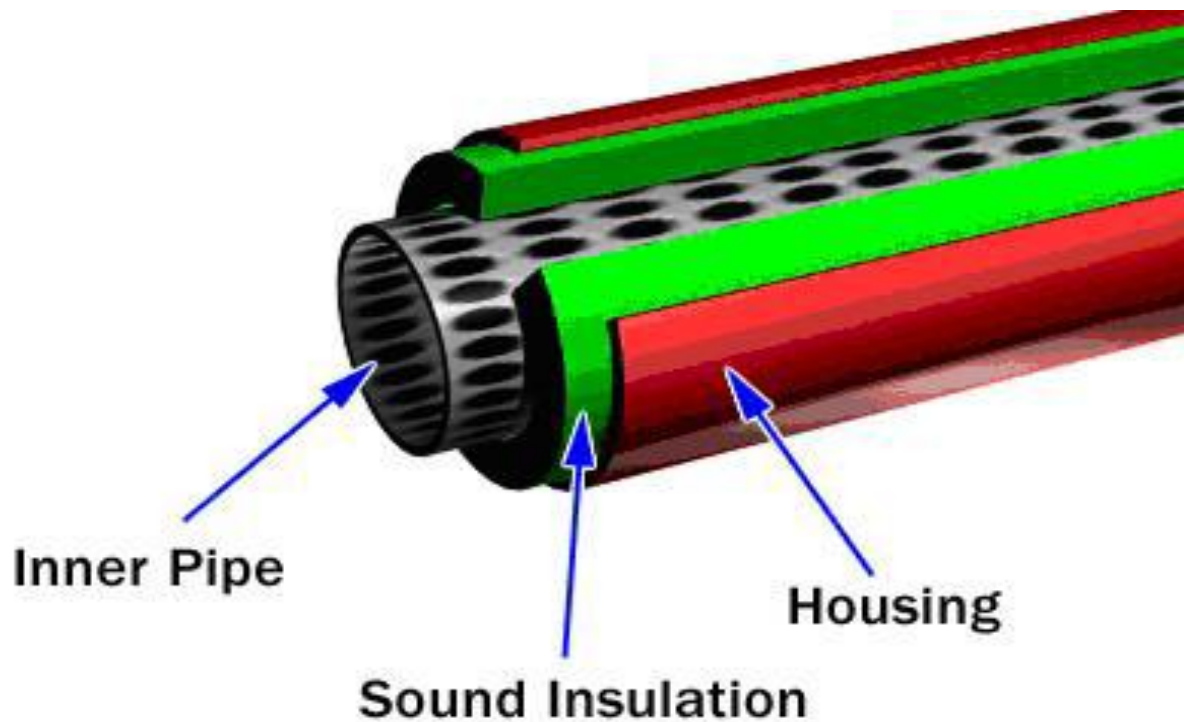


Εικόνα 13: Σύστημα εξάτμισης Aprilia με το ίδιο μήκος [18]

Σχεδιασμός σιγαστήρα

Η κύρια εστίαση του σχεδιασμού του σιγαστήρα είναι να ικανοποιεί τις μέγιστες απαιτήσεις ήχου διατηρώντας ταυτόχρονα την απόδοση και την απόδοση του κινητήρα. Το σύστημα του αυτοκινήτου θα έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιεί έναν εξομαλυντή ηχοαπορρόφησης (straight through) και όχι έναν σιγαστήρα ακουστικής ακινητοποίησης (αποκλεισμένος) για τον μοναδικό λόγο της αυξημένης ροής από την απορρόφηση μέσω του σιγαστήρα ακύρωσης ήχου. Τα βασικά στοιχεία αυτού του σχεδίου περιστρέφονται γύρω από τα καυσαέρια που περνούν μέσα από έναν διάτρητο σωλήνα με υλικό πλήρωσης γεμάτο γύρω από αυτό αντί να τρέχουν μέσα από θαλάμους που μούφωσαν τον ήχο. Το υλικό πλήρωσης επιτρέπει την απορρόφηση μέρους του ήχου, διατηρώντας παράλληλα καλά

χαρακτηριστικά ροής. Η φύση αυτού του σιγαστήρα ηχητικής απορρόφησης επιτρέπει τον συντονισμό του επιπέδου θορύβου με βάση διαφορετικά υλικά πλήρωσης τοποθετημένα μέσα στο περίβλημα.



Σχήμα 17: Οπίσθιο κάλυμμα σιγαστήρα απορρόφησης ήχου [19]

Χαρακτηριστικά ροής

Πολλές τετράχρονες μοτοσυκλέτες επιδόσεων τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτύξει σχέδια θαλάμων επέκτασης - εξατμίσεων για να βοηθήσουν τη ροή των καυσαερίων. Για να βελτιστοποιηθεί τόσο η ροή των καυσαερίων όσο και η ισχύς εξόδου, πολλές εξατμίσεις απόδοσης έχουν μεταφερθεί σε ένα σχέδιο που ενσωματώνει κάποιο είδος θαλάμου επέκτασης που βρίσκεται κοντά στον κινητήρα. Το σχήμα 30 δείχνει διάφορους τύπους αυτών των θαλάμων επέκτασης. Οι κατασκευές απαιτούν έως και 8% αύξηση της ιπποδύναμης με τη χρήση αυτών των σχεδίων κεφαλίδων. Ο θάλαμος δημιουργεί μια μεγαλύτερη θέση για τις επεκτάσεις και τη συστολή των καυσαερίων, σαν ένα σωληνάριο συγχώνευσης σε ένα μοντέρνο κινητήρα 4-10 κυλίνδρων. Αυτός ο αγωγός συγχώνευσης επιτρέπει την κατάλληλη απομάκρυνση κυλίνδρων όταν συμβαίνει σε ένα συνηθισμένο σωλήνα σταθερής διαμέτρου. Πολλοί από αυτούς τους θαλάμους επέκτασης μειώνουν την εξατμισμό κοντά στα 1,5db, πράγμα που αποτελεί επίσης ένα πλεονέκτημα, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί λιγότερο ελαφρύς σιγαστήρα.



Εικόνα 14: Ο σχεδιασμός του θαλάμου εξάτμισης της FMF [20]



Εικόνα 15: Το σύστημα εξάτμισης Doma της Aprilia [21]

Ο επανασχεδιασμός του σημερινού σχεδιασμού καυσαερίων SAE Aprilia 550 θα πρέπει να αυξήσει την απόδοση, διατηρώντας παράλληλα τα κριτήρια θορύβου SAE. Όταν συγκρίνουμε το σημερινό θόρυβο εξάτμισης με το όριό μας, μπορούν να γίνουν σημαντικές βελτιώσεις ροής με τη βοήθεια τόσο θαλάμων επέκτασης όσο και ρυθμιστικού σιγαστήρα

απορρόφησης θορύβου. Η μετάβαση από τις τρέχουσες κεφαλίδες άνισου μήκους σε ίσα μήκη πρέπει να επιτρέπει και στους δύο κυλίνδρους να λειτουργούν με την ίδια απόδοση. Αυτά τα σχέδια μπορούν να επικυρωθούν κατά τη διάρκεια της εξέτασης δυναμόμετρου όπου μπορούν να γίνουν μικρές αλλαγές και να προβληθούν εύκολα αποτελέσματα.

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΑΓΩΓΗΣ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί μελέτη, σχεδίαση και παρουσίαση των τριών προτεινόμενων συστημάτων εξαγωγής από την επιστημονική ομάδα των προπτυχιακών του Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας που συμμετέχουν στον διεθνή διαγωνισμό Formula Student. Στα προαναφερόμενα συστήματα ελήφθησαν υπόψη τα σημαντικότερα στοιχεία και της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε και καταγράφηκαν στο Κεφάλαιο 2 της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας.

3.2. ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΑΓΩΓΗΣ

Στο σημείο αυτό θα πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός του συστήματος εξαγωγής με τρεις διαφορετικούς τρόπους με στόχο να διακριθούν οι δυνατότητες που προσφέρονται από κάθε τύπο. Ωστόσο πριν την υλοποίηση της ανάλυσης του σχεδιασμού θα πραγματοποιηθεί μια σύντομη αναφορά για το σχεδιαστικό πρόγραμμα που θα χρησιμοποιηθεί.

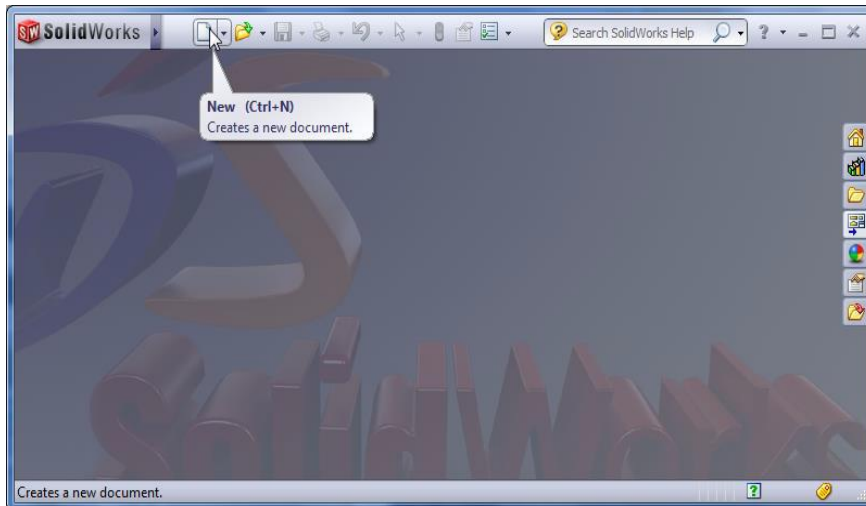
Ο σχεδιασμός θα πραγματοποιηθεί με την βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος Solidworks, το οποίο είναι ένα 3D μηχανολογικό CAD (Computer Aided Design) πρόγραμμα, προϊόν της Dassault Systèmes SolidWorks Corp, θυγατρική της Dassault Systèmes. Α. Το Solidworks λειτουργεί σε σύστημα Microsoft Windows και αποτελεί εργαλείο για μηχανικούς και σχεδιαστές. Σημειώνεται ότι στην παρούσα πτυχιακή εργασία ο σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε με την έκδοση του 2016.



Εικόνα 16: Solidworks 2016 [23]

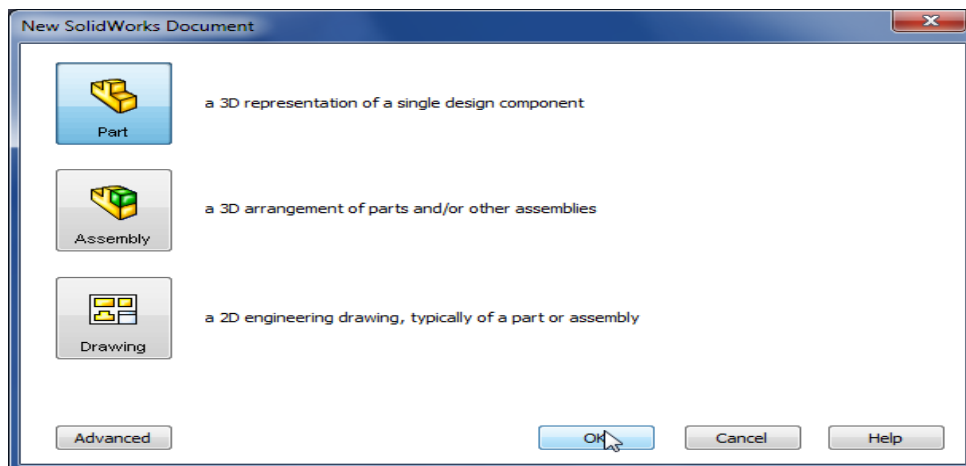
Στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί μια σύντομη αναφορά βασικών στοιχείων του προγράμματος καθώς και των εντολών που χρησιμοποιούνται για την ολοκλήρωση του σχεδιασμού της εξαγωγής.

Κατά την έναρξή του προγράμματος επιλέγεται η εντολή «New» με στόχο να δημιουργηθεί ένα νέο αρχείο Solidworks.



Εικόνα 17: Απεικόνιση του περιβάλλοντος χώρου του SolidWorks για την δημιουργία νέου αρχείου [23]

Με την προαναφερόμενη εντολή εμφανίζεται το παράθυρο «New SolidWorks Document» (εικόνα 3) και επιλέγεται το εικονίδιο «Part» στην περίπτωση που επιθυμείται μεμονωμένος σχεδιασμός εξαρτημάτων.

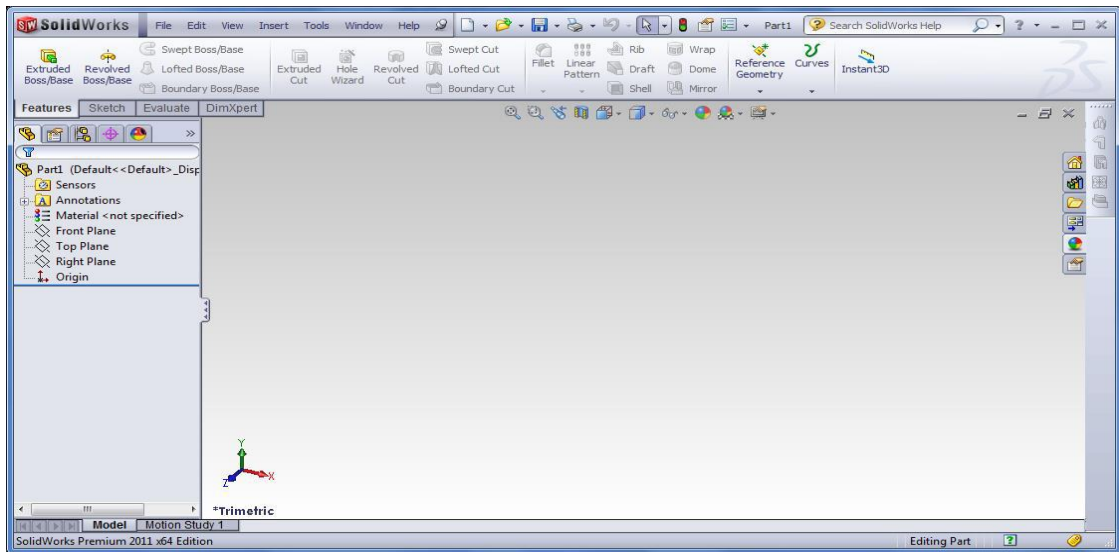


Εικόνα 18: Επιλογή τύπου αρχείου σχεδίασης [23]

Το Solidworks δίνει δυνατότητα δημιουργίας τριών διαφορετικών αρχείων άρα και τρεις διαφορετικές μορφές σχεδίων:

- Part → 3D αντικείμενα
- Assembly → Συναρμολόγηση αντικειμένων
- Drawing → Μηχανολογικά σχέδια

Αφού επιλεγθεί η επιλογή «Part» εμφανίζεται το περιβάλλον σχεδίασης του προγράμματος Solidworks όπως απεικονίζεται στην εικόνα 19.



Εικόνα 19:Περιβάλλον σχεδίασης του SolidWorks της εντολή Part [23]

Ωστόσο, για την σχεδίαση των αντικειμένων απαιτείται η γνώση βασικών περιοχών, οι οποίες εμφανίζονται στην αρχική οθόνη. Οι βασικές περιοχές του προγράμματος είναι οι εξής:

- Περιοχή Main Menu: βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης και περιέχει τις εντολές File, Edit, View, Insert, Tools, Windows και Help.



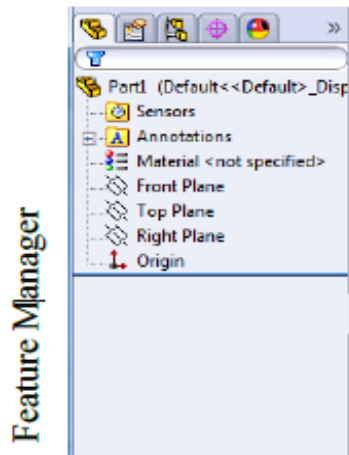
Εικόνα 20:Περιοχή Main Menu [23]

- Περιοχή Command Manager: βρίσκεται κάτω από την περιοχή του Main Menu και αποτελείται από τις καρτέλες εντολών (Features, Sketch, Evaluate και Dim Xpert).



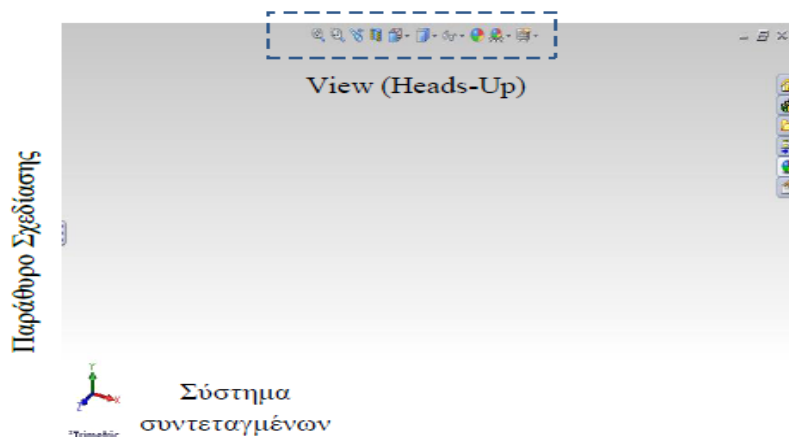
Εικόνα21:Περιοχή Command Manager [23]

- Περιοχή Feature Manager: βρίσκεται στο αριστερό μέρος της οθόνης και καταγράφεται η ιστορική εξέλιξη του αντικειμένου κατά τη σχεδίαση.



Εικόνα 22: Περιοχή Feature Manager [23]

- Περιοχή Σχεδίασης: βρίσκεται στο μέσο της οθόνης, σε αυτή τη περιοχή σχεδιάζεται το αντικείμενο. Στο πάνω μέρος της περιοχής σχεδίασης εμφανίζεται το menu View (Heads-Up), ενώ κάτω αριστερά εμφανίζεται το σύστημα συντεταγμένων.



Εικόνα 23: Περιοχή Σχεδίασης [23]

Κάθε καρτέλα περιέχει διαφορετικές εντολές οι οποίες χρησιμοποιούνται για διαφορετικό σκοπό σύμφωνα με το ζητούμενο σχεδίασης. Αρχικά επιλέγεται η περιοχή Command Manager ακολουθεί η καρτέλα εντολών, επιλέγετε το «Sketch» με στόχο να εμφανιστούν όλα τα εργαλεία για τον σχεδιασμό.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τον σχεδιασμό του των συστημάτων εξαγωγής είναι τα ακόλουθα:

- Sketch: γίνεται επιλογή του επιπέδου σχεδιασμού (Front, Top, Right Plane)
- Smart Dimension: γίνεται εισαγωγή των επιθυμητών διαστάσεων
- Line: γίνεται σχεδιασμός ευθείας γραμμής
- Circle: γίνεται σχεδιασμός κύκλου
- Center Rectangle: γίνεται σχεδιασμός ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου
- Trim Entities: γίνεται αφαίρεση ή επιμήκυνση μιας γραμμής
- 3D sketch: σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις
- Extruded boss/base: δίνει όγκο σε δισδιάστατο σχέδιο

- Swept boss/base: με αρχή έναν προκαθορισμένο κύκλο και για μια σχεδιασμένη πορεία δημιουργεί κλειστούς αγωγούς κατά μήκος της διαδρομής με διάμετρο ίση με αυτή του αρχικού κύκλου
- Shell: αφαιρεί υλικό από συμπαγή αντικείμενα

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στη διαδικασία του assembly χρησιμοποιήθηκε η εντολή mate η οποία συναρμολογεί τα επιμέρους αντικείμενα.

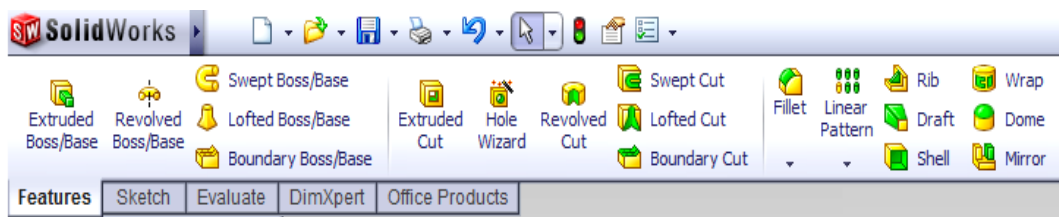


Εικόνα 24: Απεικόνιση καρτέλας Sketch [23]

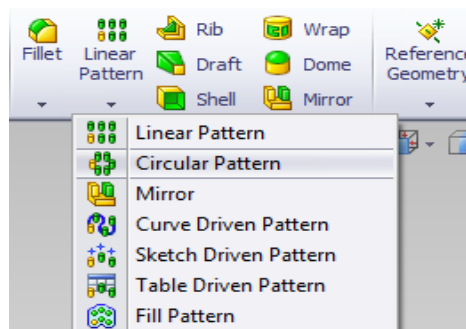
Στην περίπτωση που επιθυμείται η μετατροπή ενός αντικειμένου από 2D σε 3D επιλέγεται στην καρτέλα Command Manager αλλά από την καρτέλα εντολών επιλέγεται το Features με στόχο την εμφάνιση των εργαλείων για τον σχεδιασμό 3D σχημάτων.

Τα βασικά εργαλεία για τον σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

- Extruded Boss/Base: χρησιμοποιείται για να δοθεί ύψος ή πάχος σε ένα 2D σχήμα
- Revolved Boss/Base: χρησιμοποιείται για την δημιουργία 3D αντικειμένων από την περιστροφή ενός περιγράμματος γύρω από τον άξονα συμμετρίας
- Extruded Cut: χρησιμοποιείται για την περικοπή 3D αντικειμένων δημιουργία οπών
- Fillet: χρησιμοποιείται για την μετατροπή γωνίας σε καμπυλοειδή επιφάνεια
- Chamfer: χρησιμοποιείται για την μετατροπή γωνίας σε επίπεδη επιφάνεια
- Circular Pattern: χρησιμοποιείται για την δημιουργία 3D κυκλικών μοτίβων γύρω από ένα σημείο.



Εικόνα 25: Απεικόνιση καρτέλας Features [23]



Εικόνα 26: Απεικόνιση επιλογών εντολής Circular Pattern [23]

3.3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ

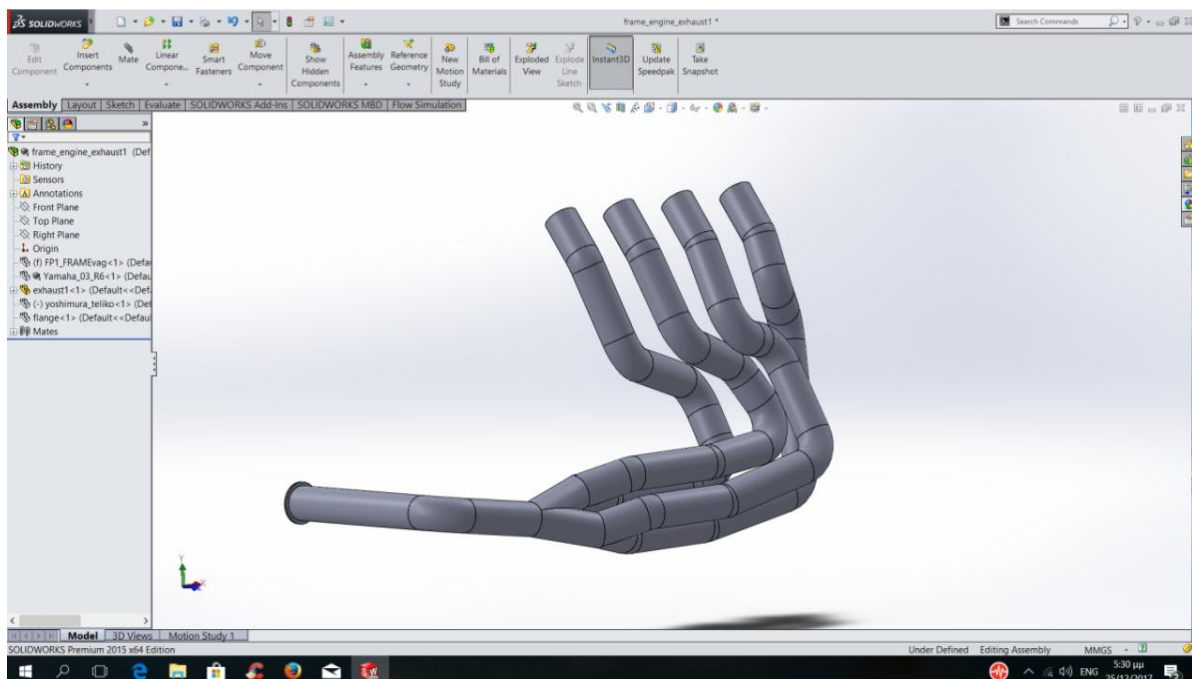
Στο εδάφιο αυτό θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση του σχεδιασμού των προτεινόμενων τριών τύπων συστημάτων εξαγωγής που πραγματοποιήθηκαν με στόχο τον διεθνή διαγωνισμό Formula Student που συμμετέχει το Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας με υπεύθυνο Καθηγητή τον Δρ. Σωτήριο Τσίρκα καθώς και επιβλέποντα της παρούσας εργασίας. Κάθε ένα σύστημα εξαγωγής σχεδιάστηκε με στόχο να διαπιστωθεί σε επόμενο βήμα του συγκεκριμένου project ποιος τύπος θεωρείται κατάλληλος καθώς και να βελτιωθεί ο επιλεγμένος προτεινόμενος τύπος εξαγωγής.

3.3.1. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 1

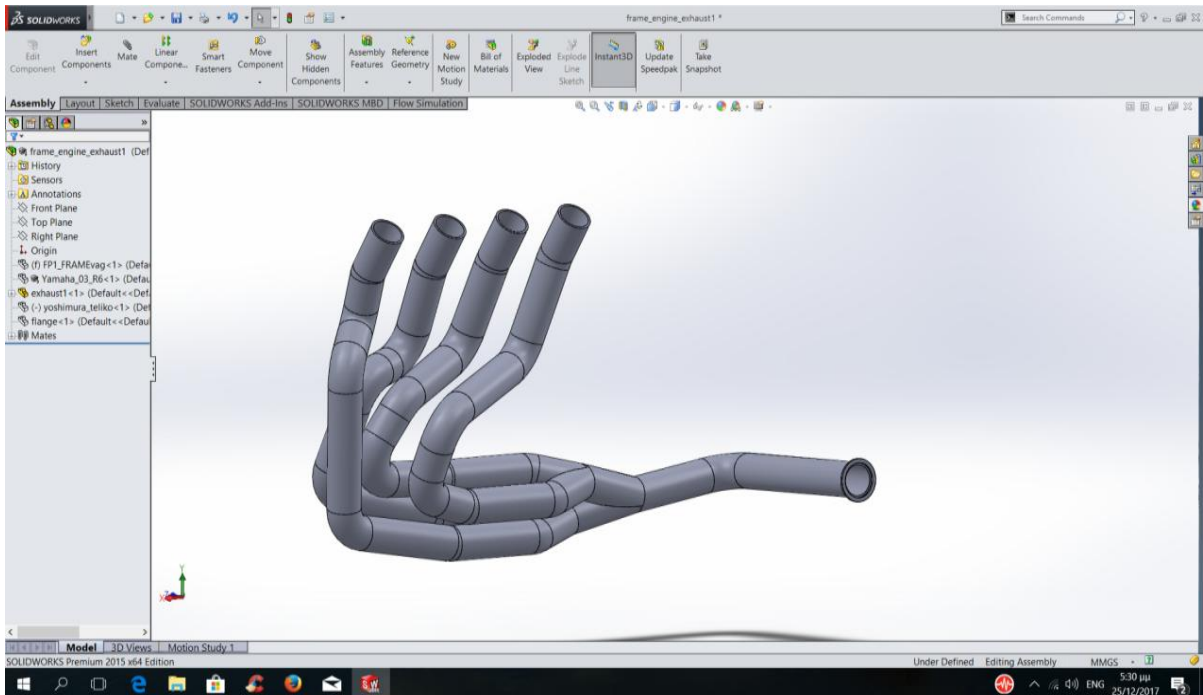
Στην συνέχεια ακολουθεί σχεδιασμός μιας προτεινόμενης εξαγωγής, στο σχήμα 18 διακρίνεται ότι στην πρώτη επιλογή οι τρεις από τις τέσσερις σωληνώσεις ακολουθούν ακριβώς την ίδια ομοιομορφία και οι δύο γωνίες κάθε τμήματος δεν ξεπερνούν τις 90° , εκτός από την μία όπου ένα καμπύλο τμήμα της έχει γωνία μεγαλύτερη από 90° .

Όπως διακρίνεται και στο Σχήμα 18 υπάρχει ο βασικός σωλήνας και στο ένα άκρο του διακλαδώνεται σε τέσσερις σωληνώσεις. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι προαναφερόμενες σωληνώσεις της εξαγωγής τύπου 1 έχουν τα ίδια μήκη και την ίδια διάμετρο. Δίνεται δηλαδή έμφαση στις γωνίες των σωληνώσεων του συστήματος εξαγωγής όπου και είναι υπεύθυνες για την απόδοση του συστήματος εξαγωγής.

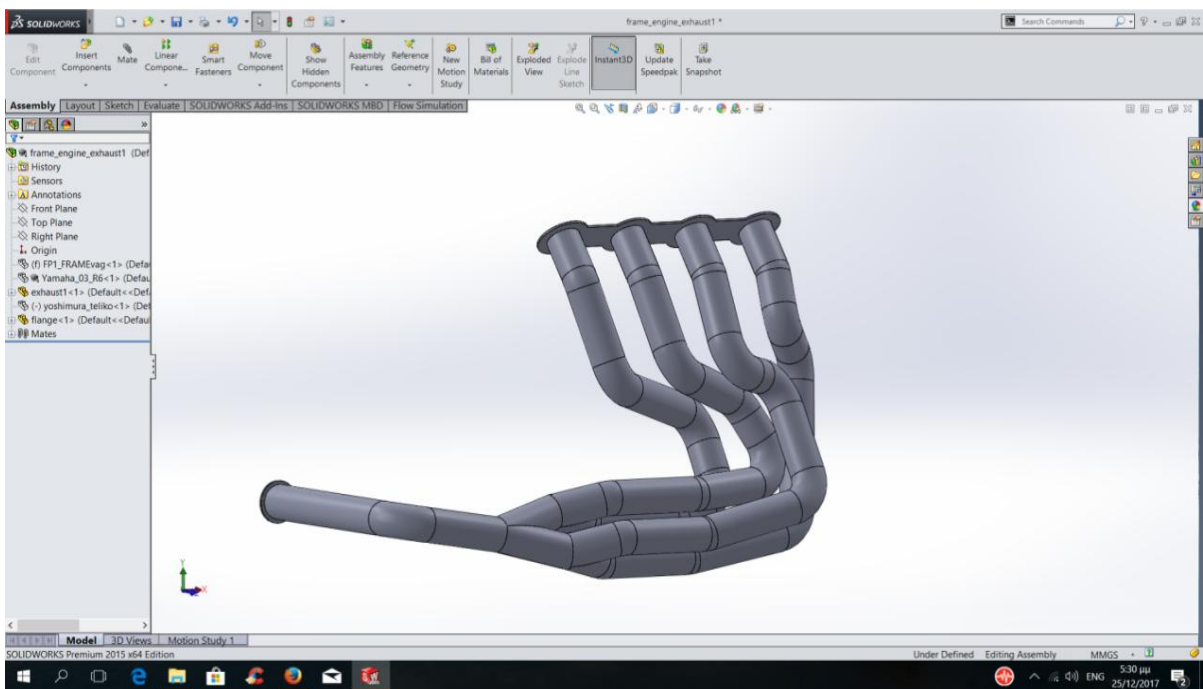
Στην συνέχεια ακολουθεί το φωτογραφικό υλικό του συστήματος εξαγωγή τύπου 1, με στόχο να γίνει πιο διακριτός ο τρόπος σχεδίασης της (Σχήμα 18 - 21).



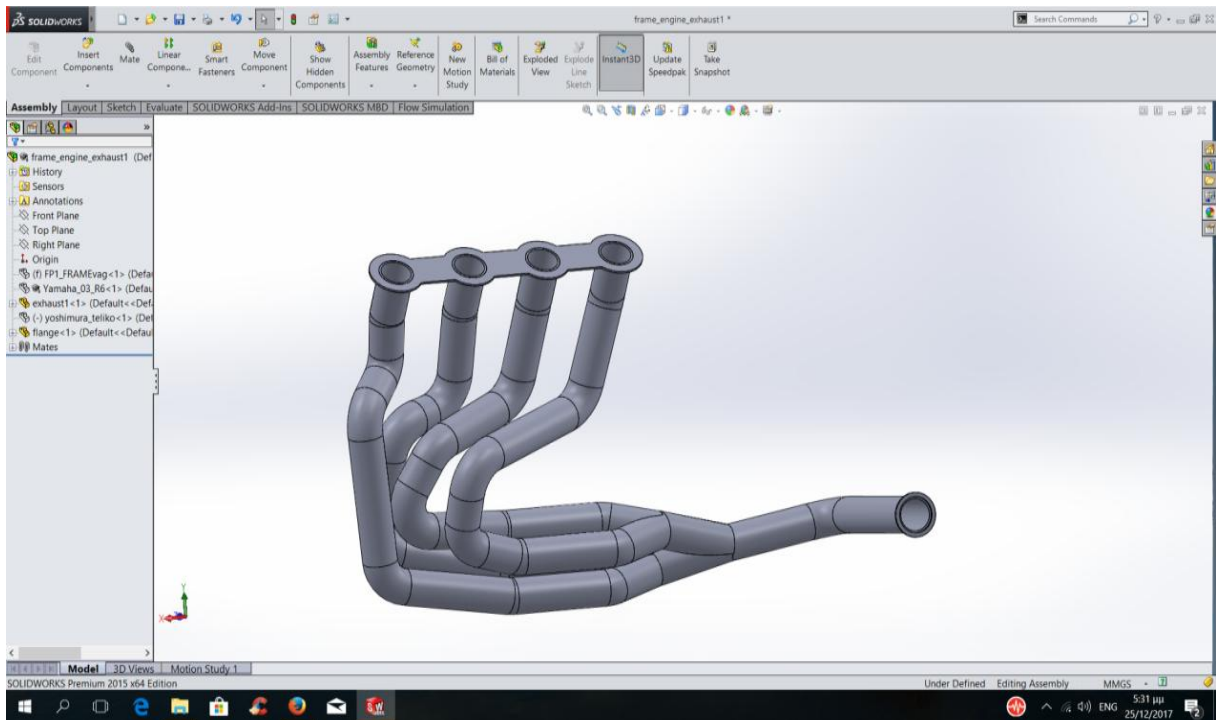
Σχήμα 18: Απεικόνιση συστήματος εξαγωγής τύπου 1



Σχήμα 19: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής τύπου 1

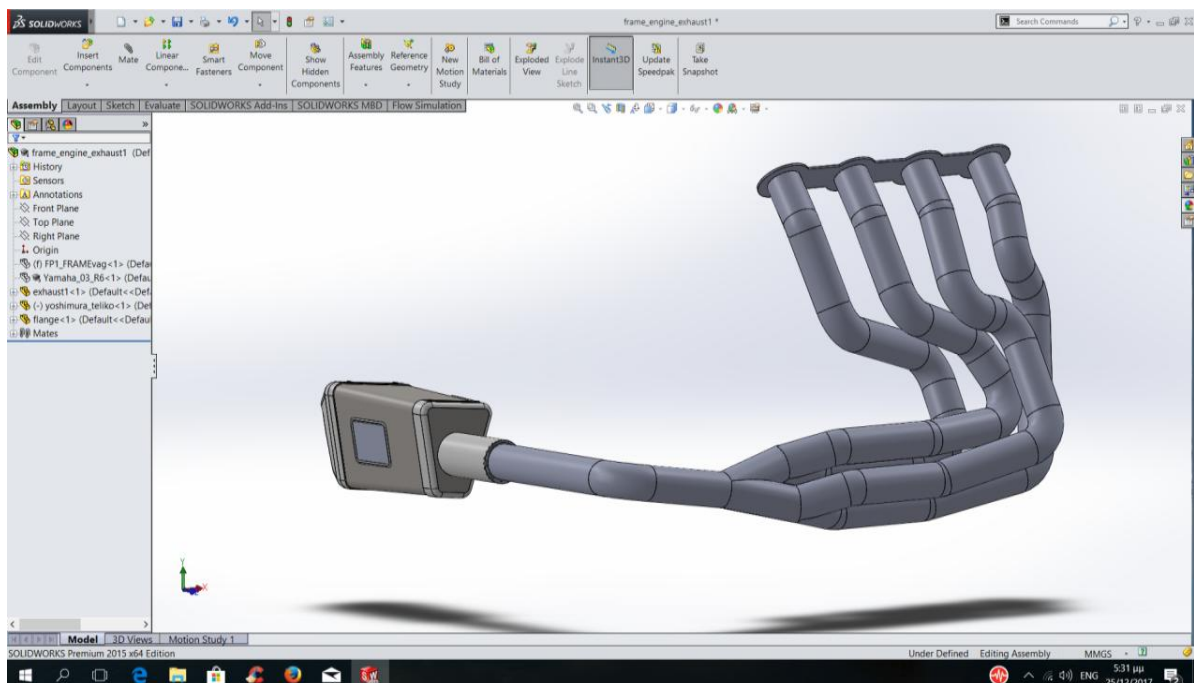


Σχήμα 20: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 συστήματος εξαγωγής τύπου 1

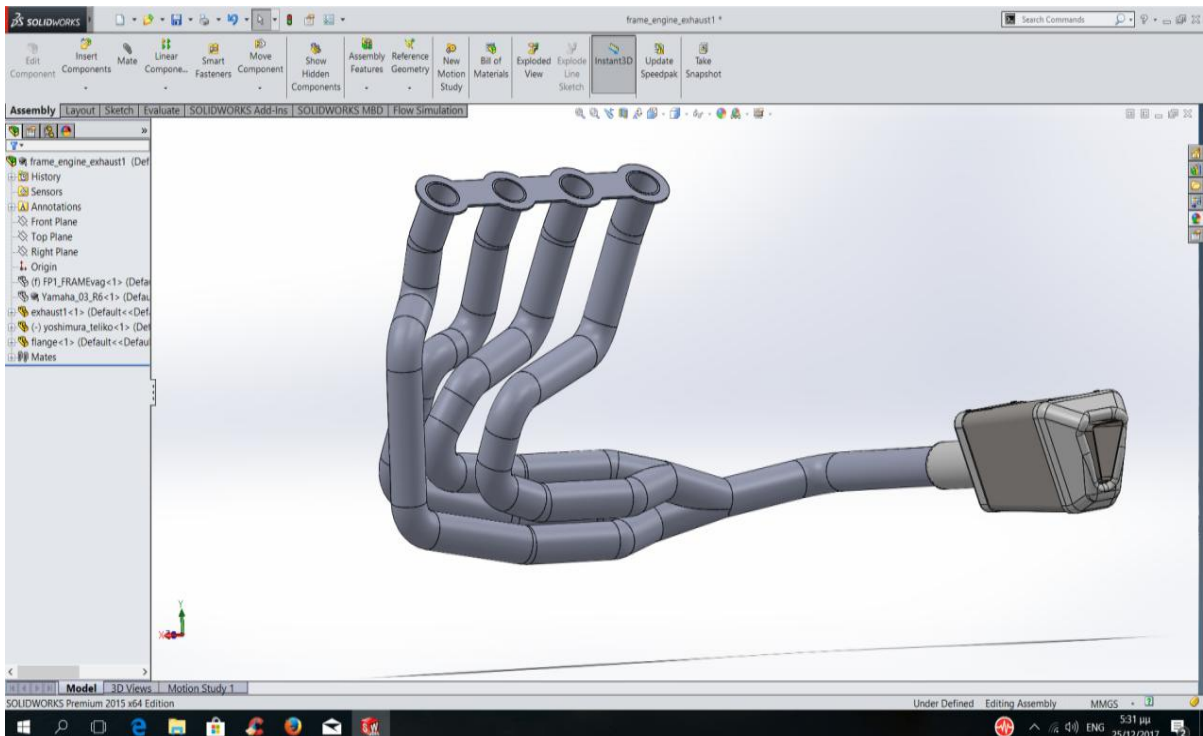


Σχήμα 21: Απεικόνιση όψης 3 συστήματος εξαγωγής τύπου 1

Στο Σχήμα 22 και 23 απεικονίζεται ο περαιτέρω σχεδιασμός του τμήματος του προτεινόμενου συστήματος εξαγωγής τύπου 1 όπου και τοποθετείται το τελικό εξαγωγής.

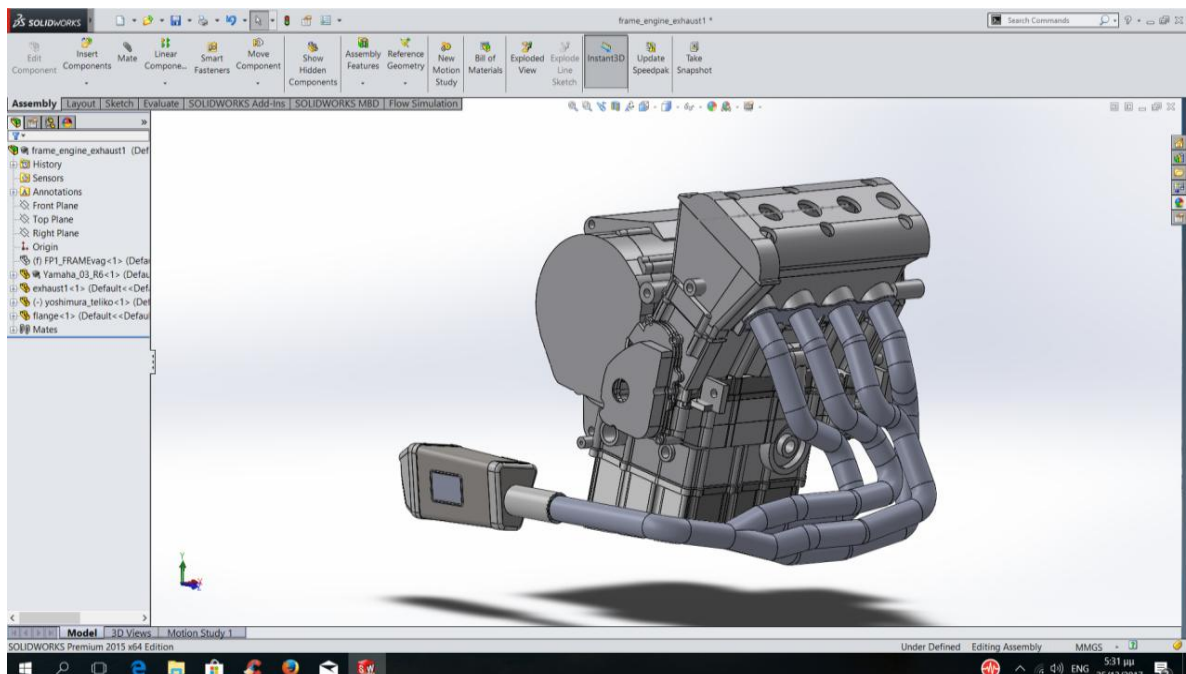


Σχήμα 22: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής και εξάτμισης

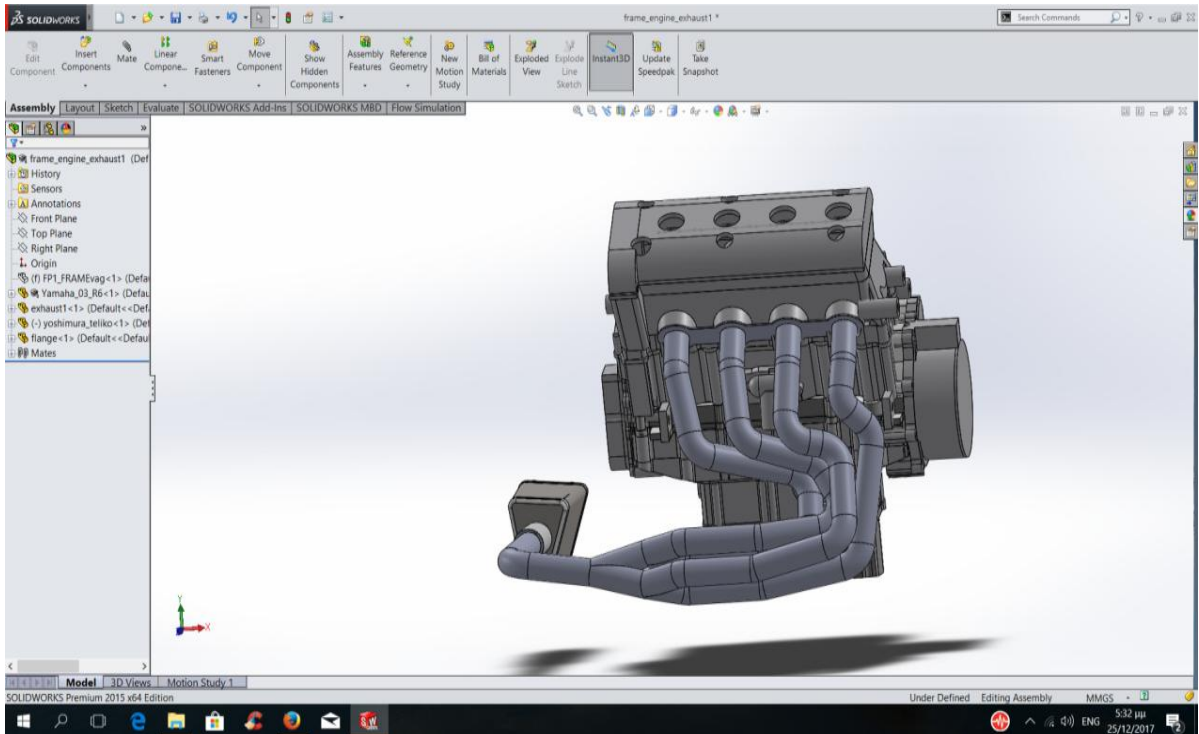


Σχήμα 23: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής και εξάτμισης

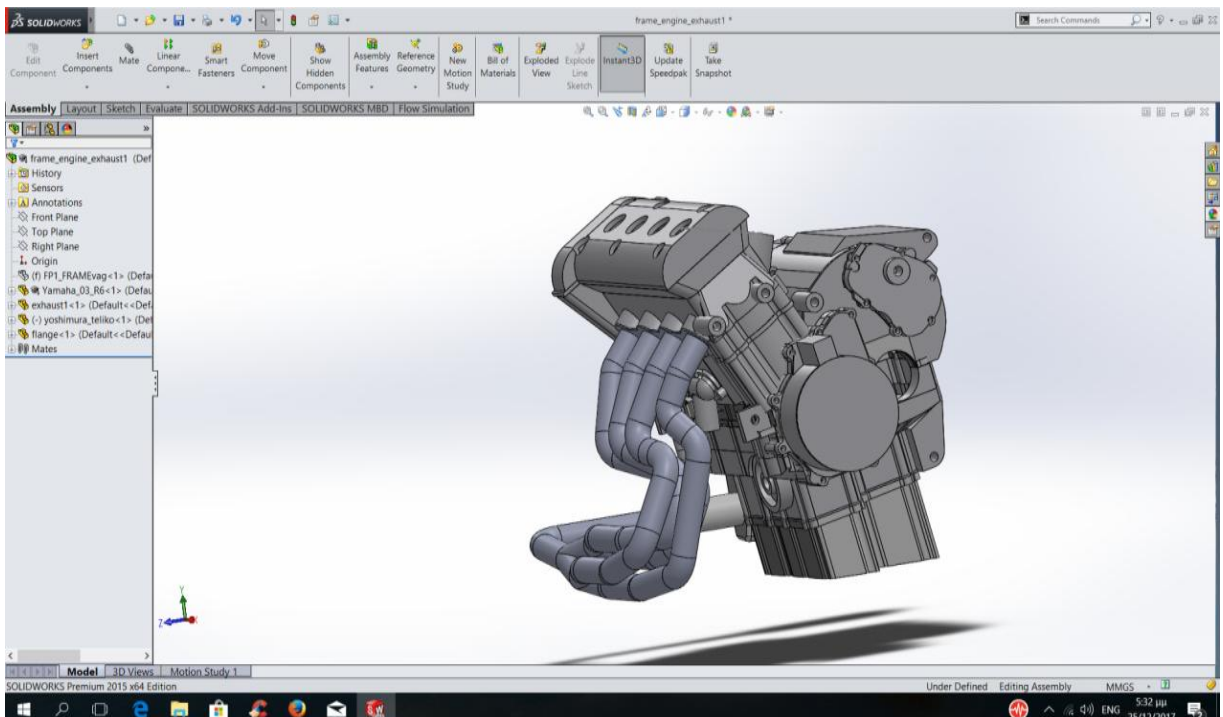
Στην συνέχεια ακολουθεί το φωτογραφικό υλικό που πραγματοποιείται η ένωση της εξαγωγής με τον κινητήρα (Σχήμα 24 έως 29).



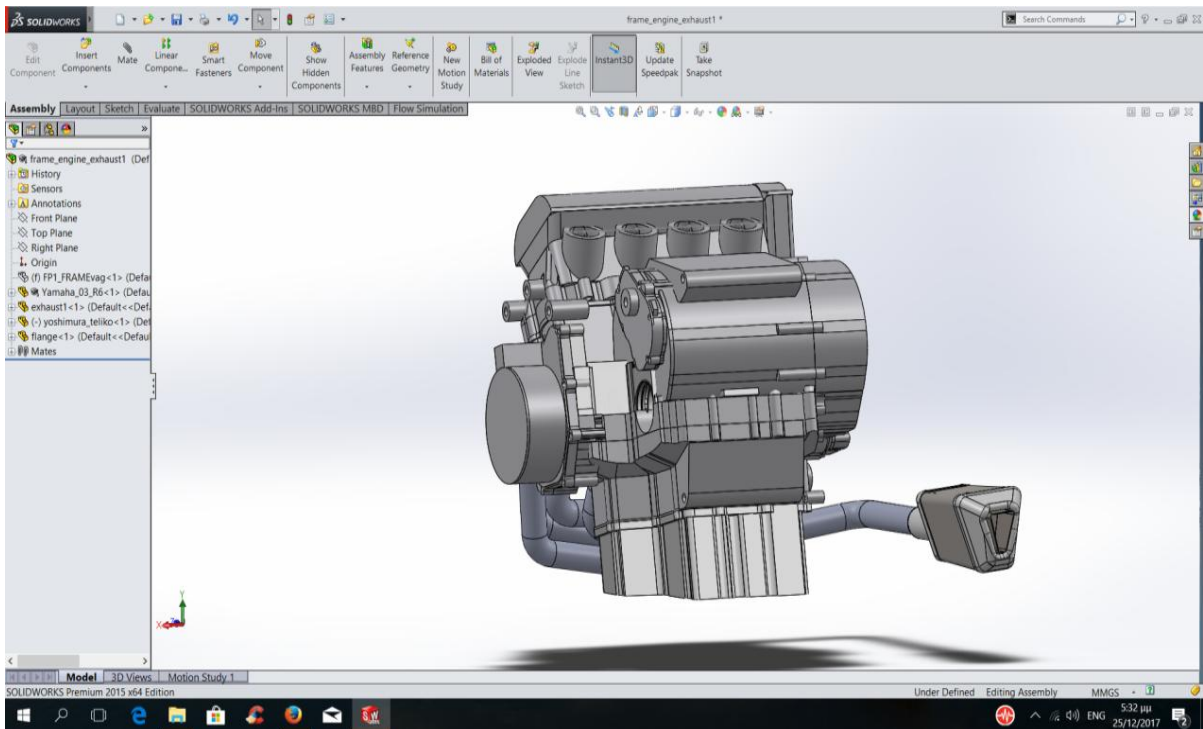
Σχήμα 24: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου



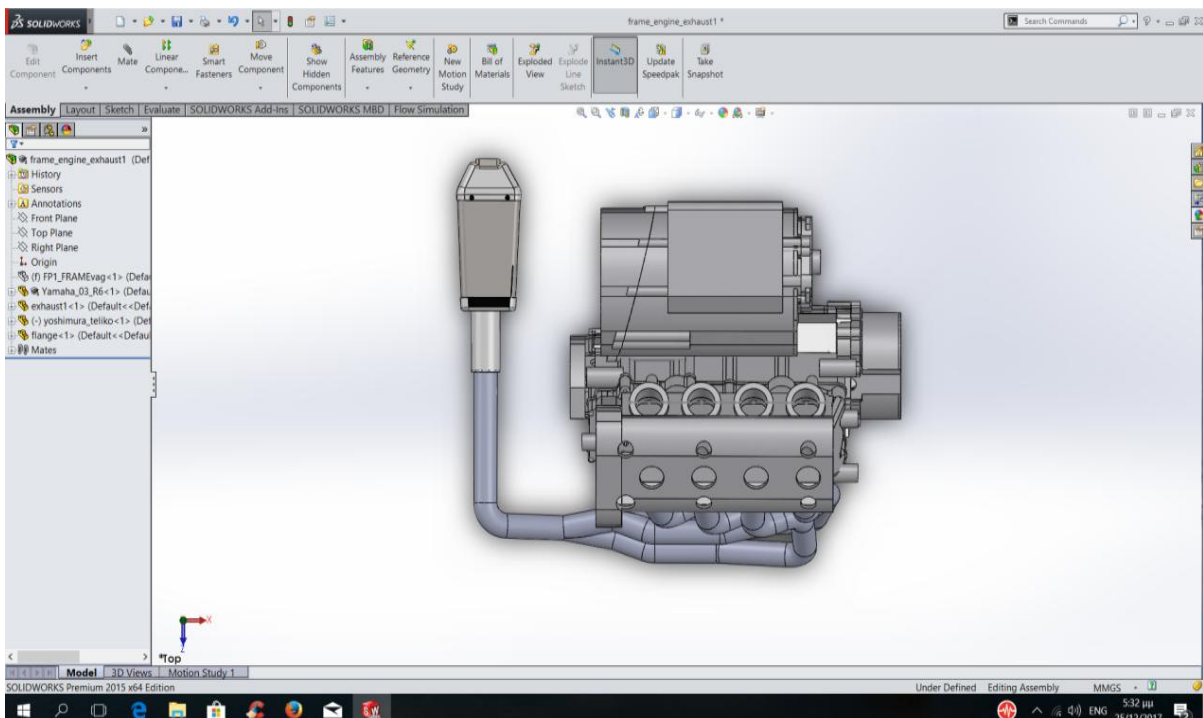
Σχήμα 25: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 1



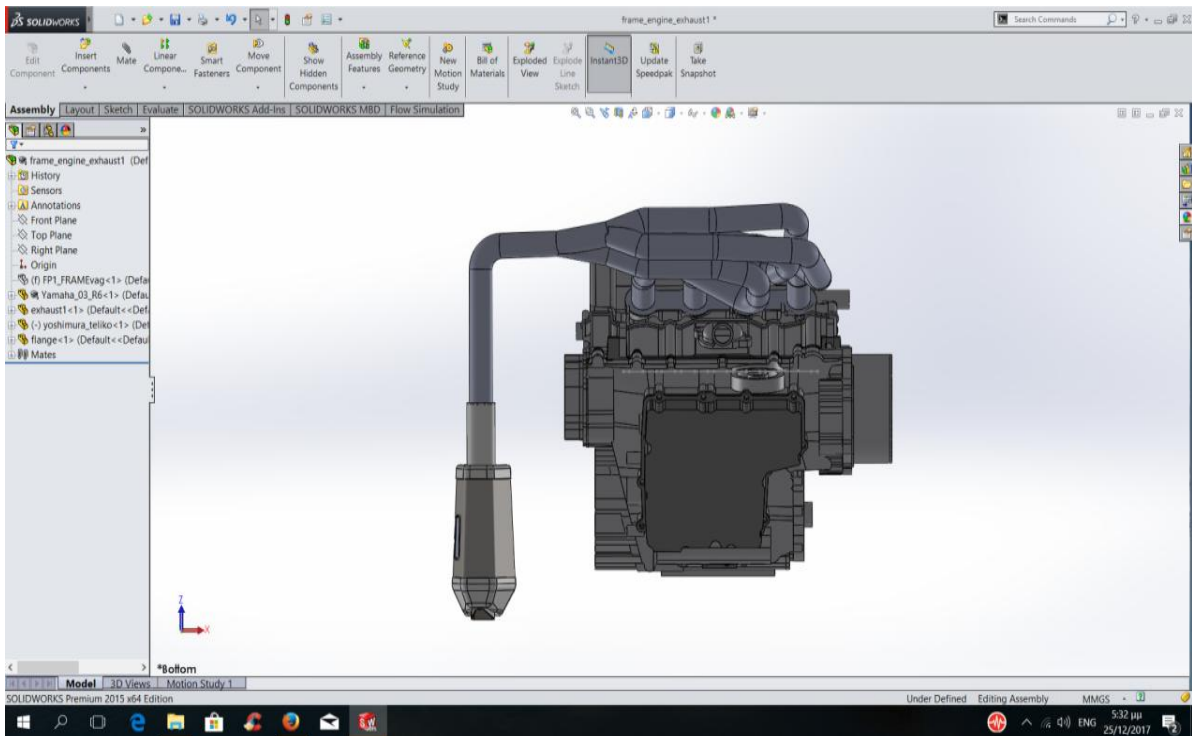
Σχήμα 26: Απεικόνιση πλάγιας όψης 3 κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 1



Σχήμα 27: Απεικόνιση πίσω όψη κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 1

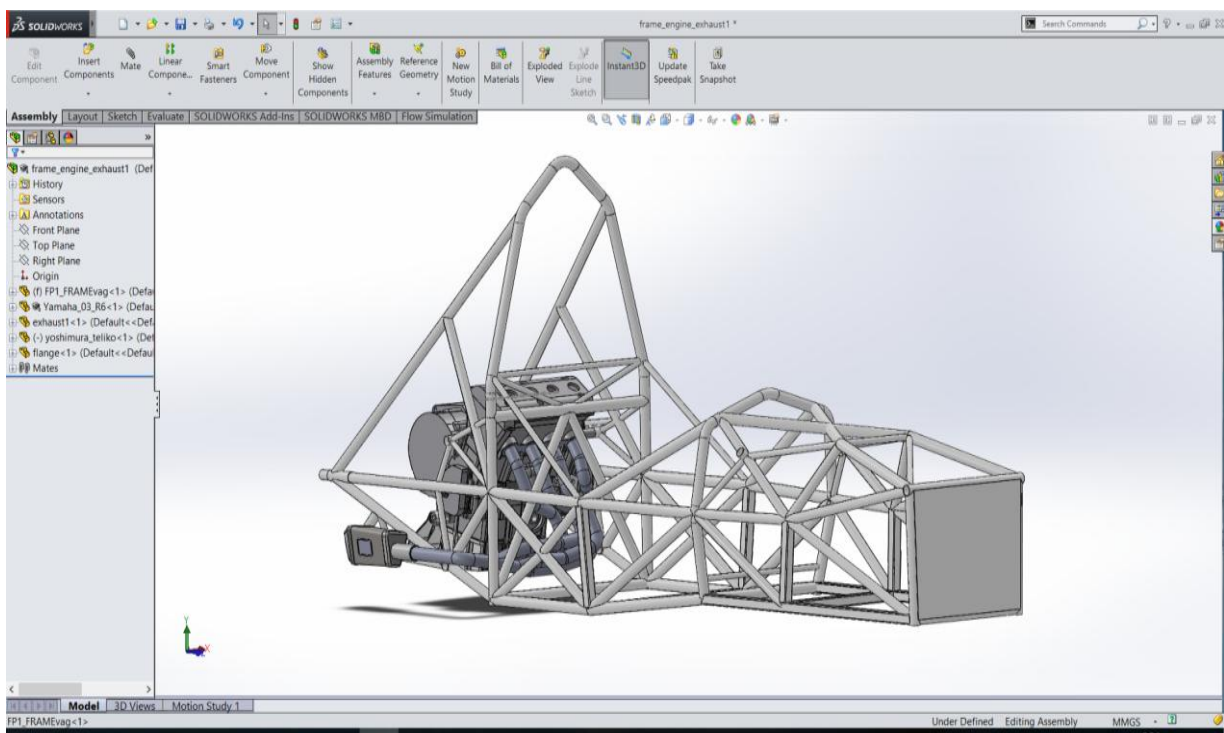


Σχήμα 28: Απεικόνιση πάνω όψη κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 1

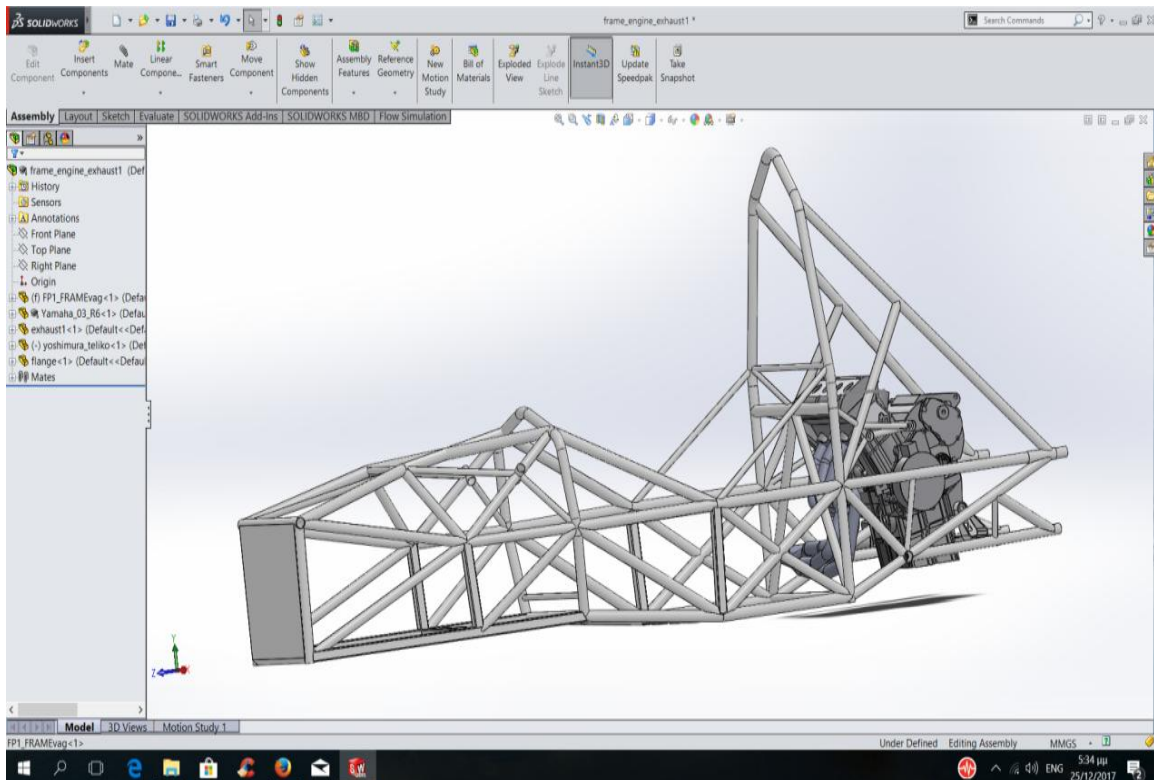


Σχήμα 29: Απεικόνιση κάτω όψη κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 1

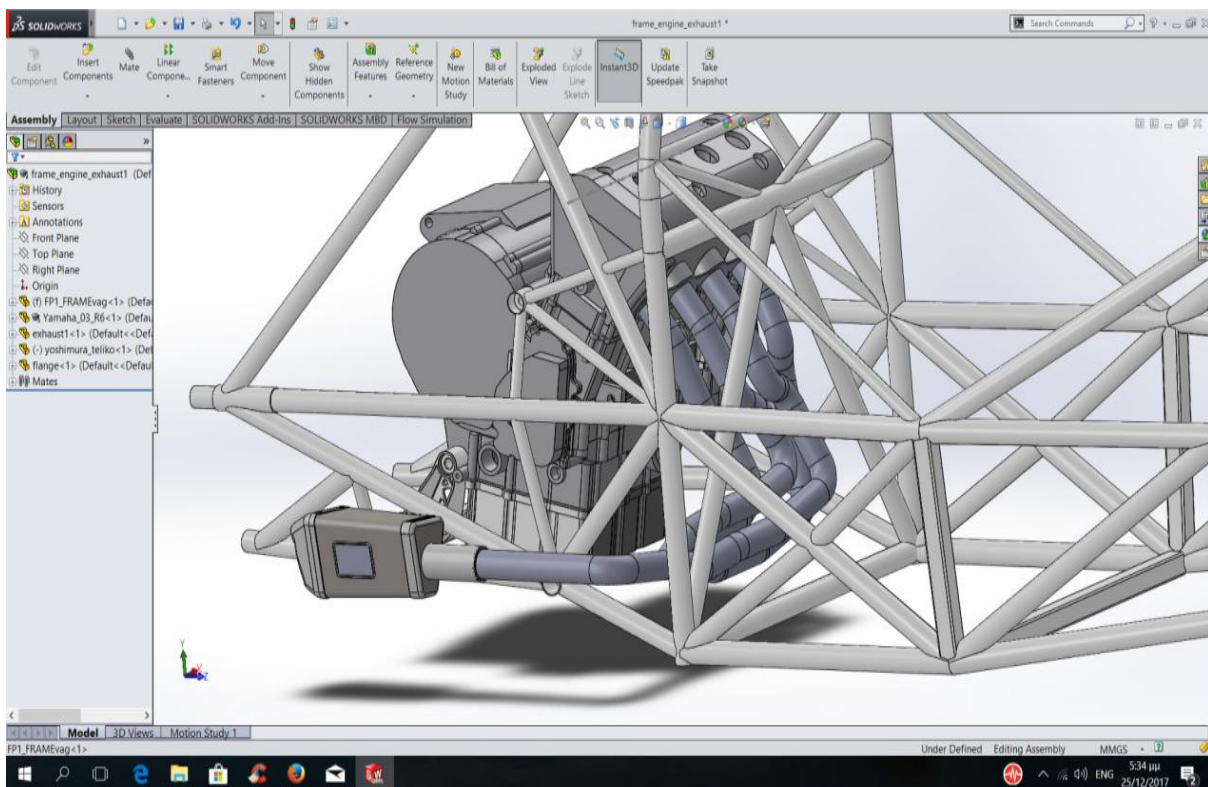
Τέλος ακολουθεί η τοποθέτηση της εξαγωγής και του κινητήρα στον σκελετό του οχήματος με στόχο να γίνει κατανοητή η θέση του συστήματος της εξαγωγής τύπου 1 (Σχήμα 30 έως 34).



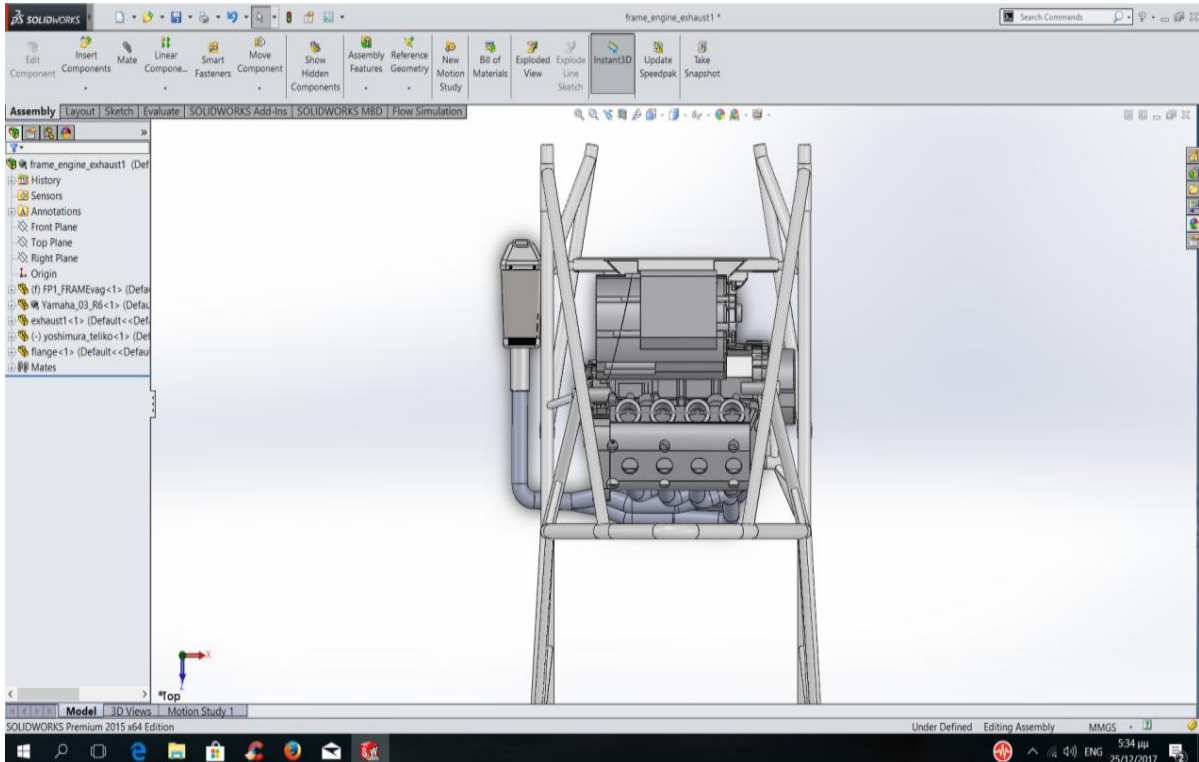
Σχήμα 30: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 1



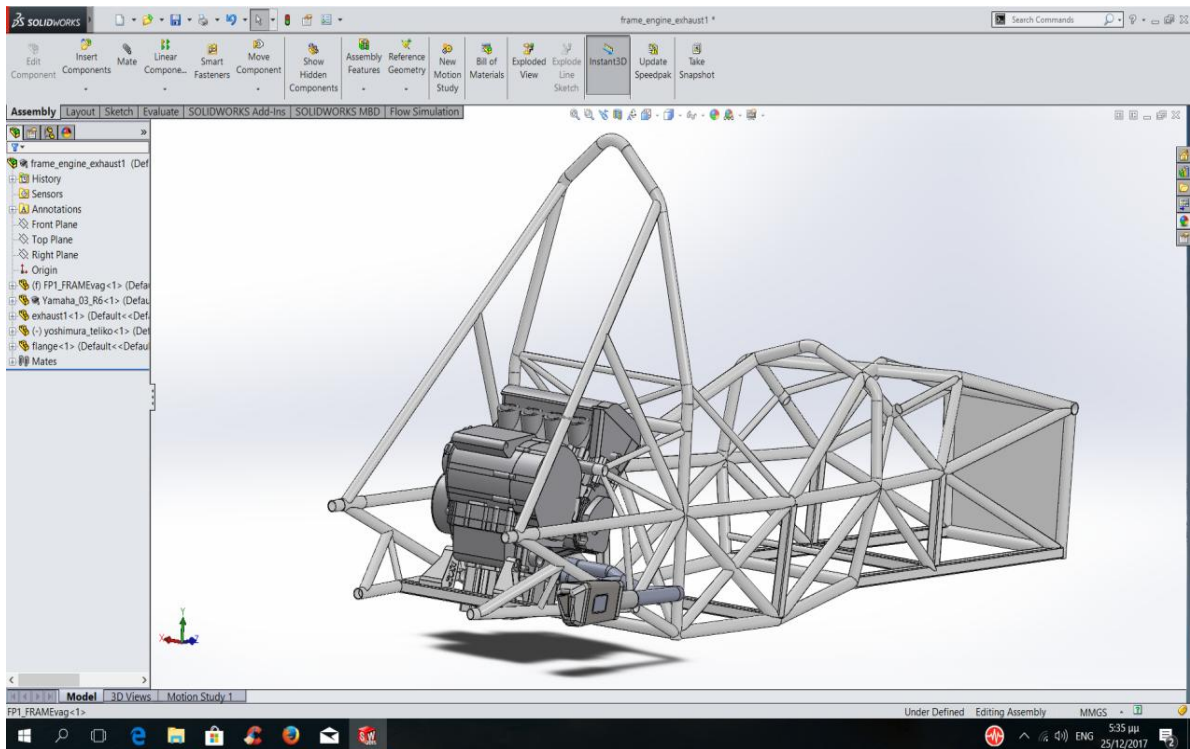
Σχήμα 31: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 1



Σχήμα 32: Απεικόνιση πλάγιας όψης 3 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 1



Σχήμα 33: Απεικόνιση άνω όψης σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 1

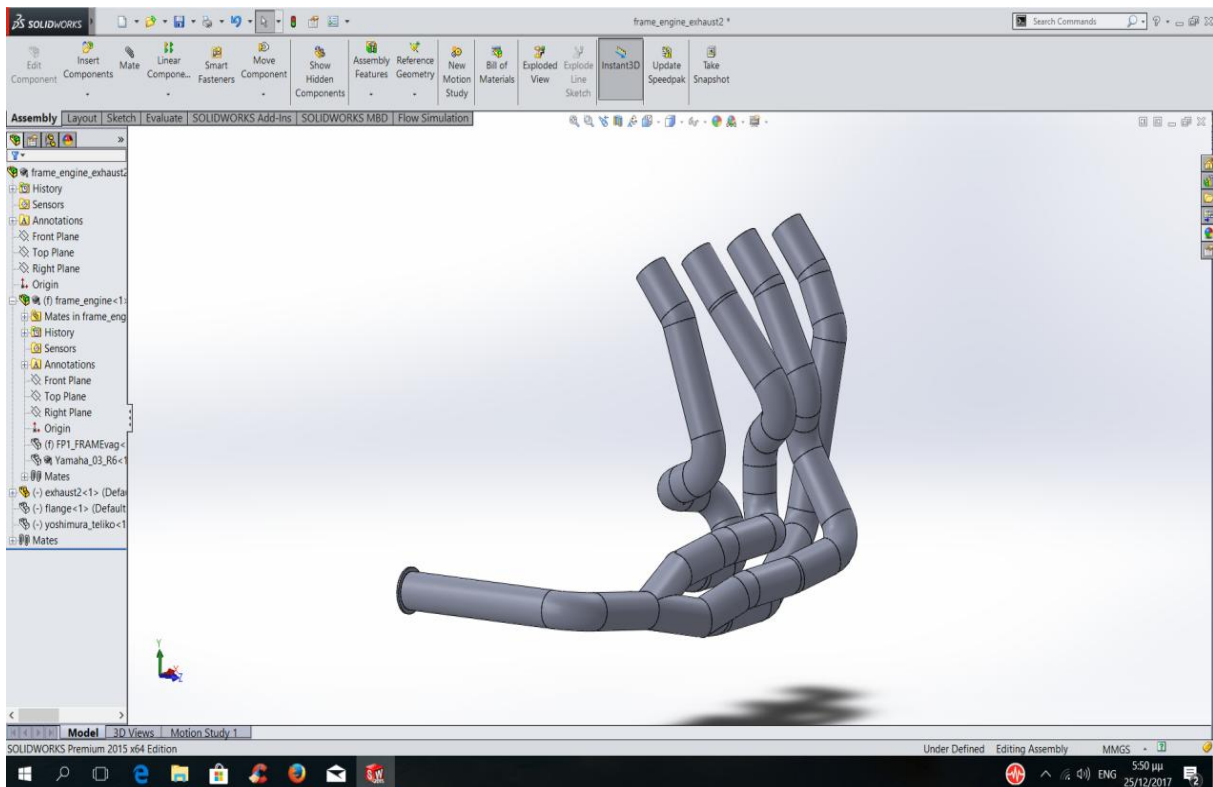


Σχήμα 34: Απεικόνιση όψης σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 1

3.3.2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 2

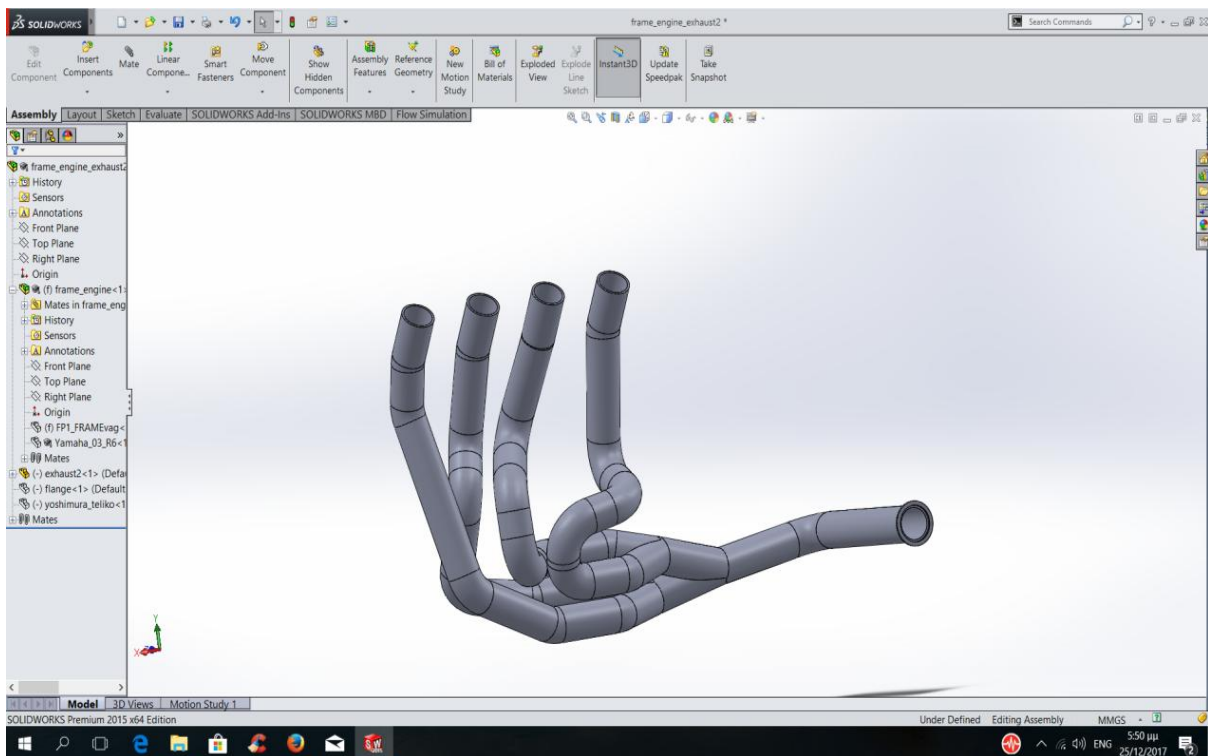
Στην συνέχεια ακολουθεί σχεδιασμός της προτεινόμενης εξαγωγής τύπου 2, στο σχήμα 35 διακρίνεται ότι οι σωληνώσεις δεν είναι τόσο ομοιόμορφες όπως στο σύστημα εξαγωγής τύπου 1. Συγκεκριμένα και αυτό το σύστημα εξαγωγής αποτελείται από τέσσερις σωληνώσεις όπου διακλαδώνονται από κοινή δίοδο, διακρίνεται ότι οι δύο σωληνώσεις έχουν την ίδια ομοιομορφία στα καμπύλα τμήματα και οι γωνιές τους δεν ξεπερνούν τις 90° , η μία σωληνώση έχει μια γωνία των 90° και άλλη μία αρκετά μικρότερη από τις 90° και η τέταρτη σωληνώση έχει ένα καμπύλο τμήμα με γωνία μεγαλύτερη από 90° .

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι προαναφερόμενες σωληνώσεις της εξαγωγής τύπου 2 έχουν τα ίδια μήκη και την ίδια διάμετρο. Δίνεται δηλαδή έμφαση στις γωνίες των σωληνώσεων του συστήματος εξαγωγής όπου και είναι υπεύθυνες για την απόδοση του συστήματος εξαγωγής, όπως προαναφέρθηκε και στον σχεδιασμό του συστήματος εξαγωγής τύπου 2.

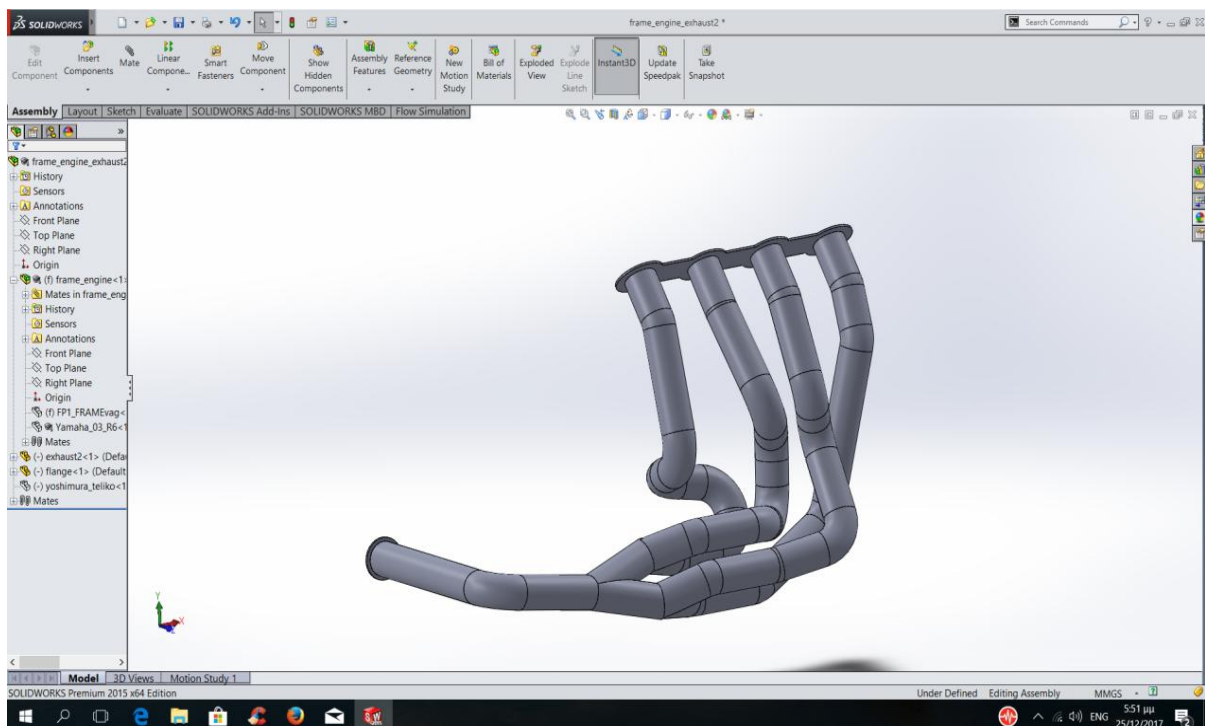


Σχήμα 35: Απεικόνιση συστήματος εξαγωγής τύπου 2

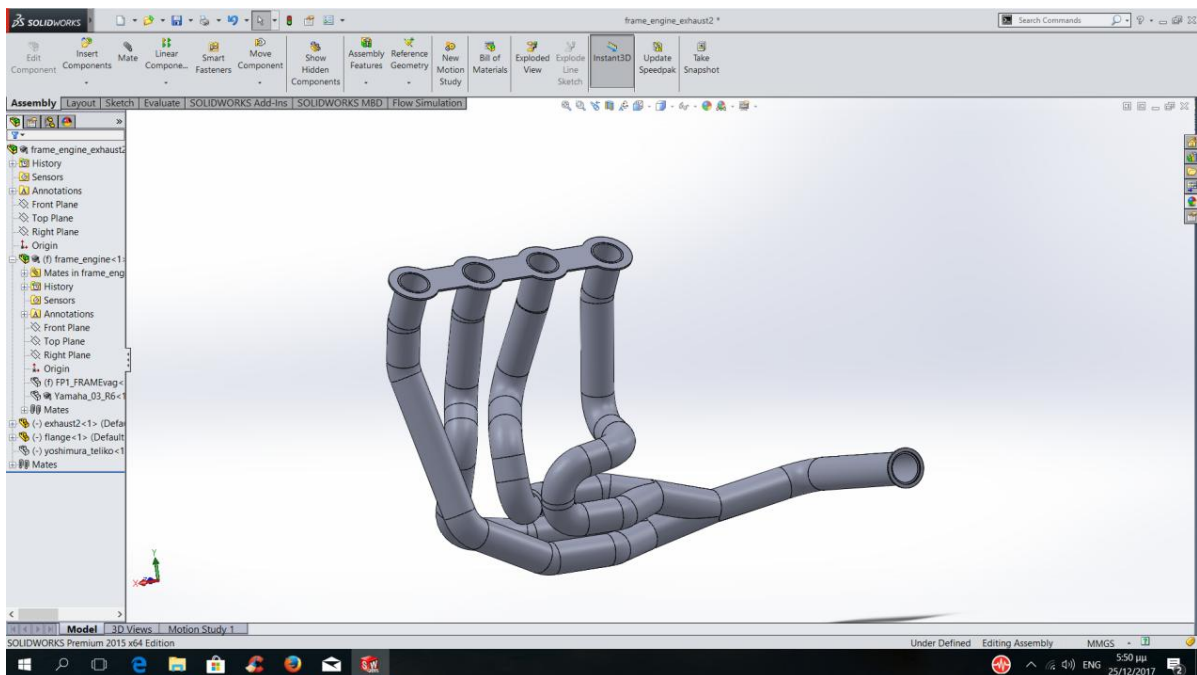
Στην συνέχεια ακολουθεί επιπλέον φωτογραφικό υλικό του συστήματος εξαγωγή τύπου 2, με στόχο να γίνει πιο διακριτός ο τρόπος σχεδίασης της (Σχήμα 36 - 38).



Σχήμα 36: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής τύπου 2

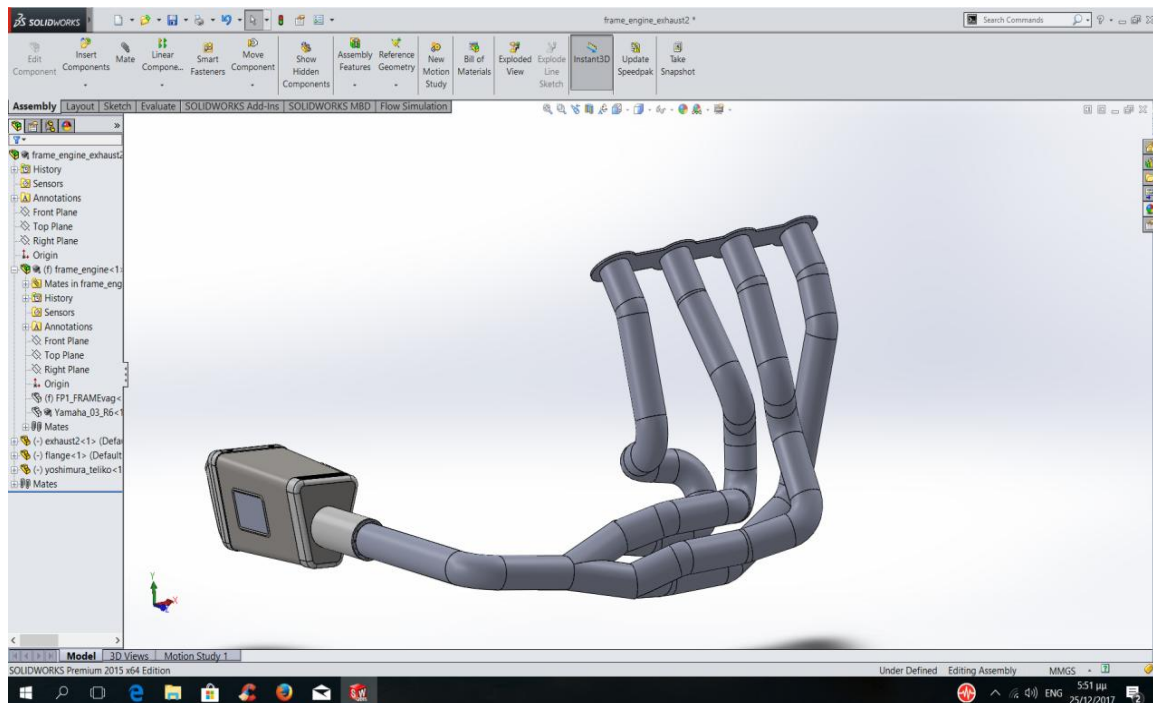


Σχήμα 37: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 συστήματος εξαγωγής τύπου 2

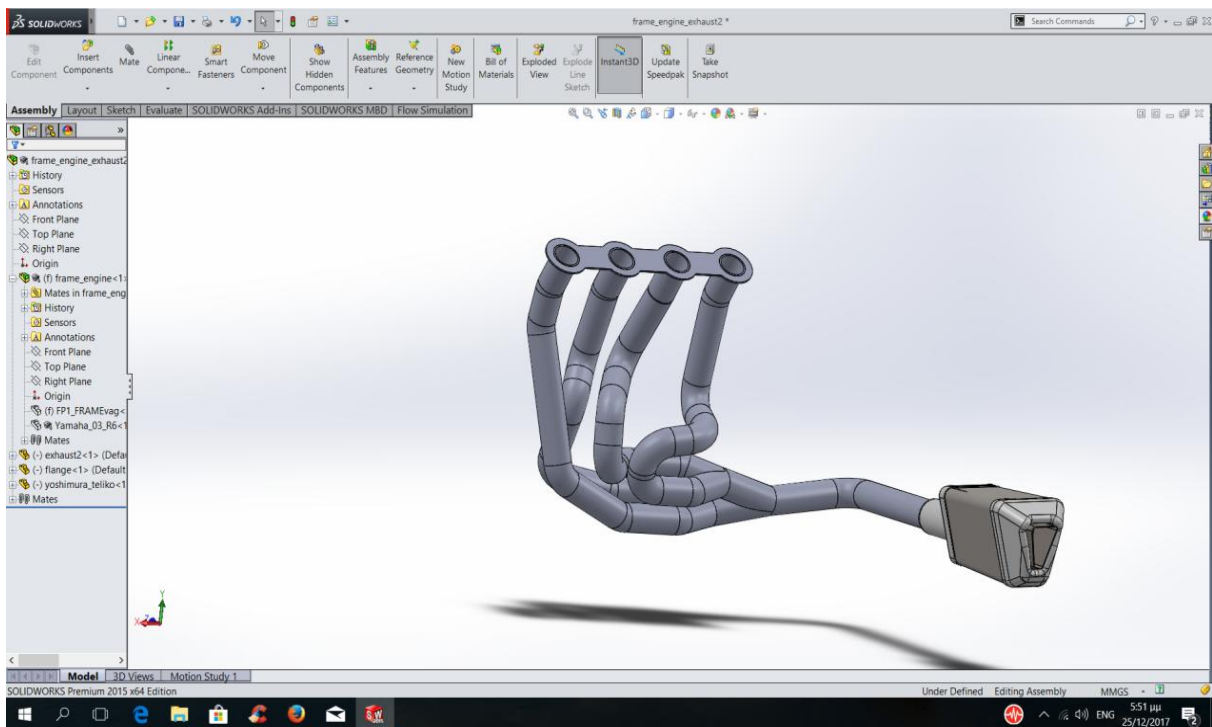


Σχήμα 38: Απεικόνιση πλάγιας όψης 3 συστήματος εξαγωγής τύπου 2

Στο Σχήμα 39 και 40 απεικονίζεται ο περαιτέρω σχεδιασμός του τμήματος του προτεινόμενου συστήματος εξαγωγής τύπου 2 όπου και τοποθετείται το τελικό εξαγωγής.

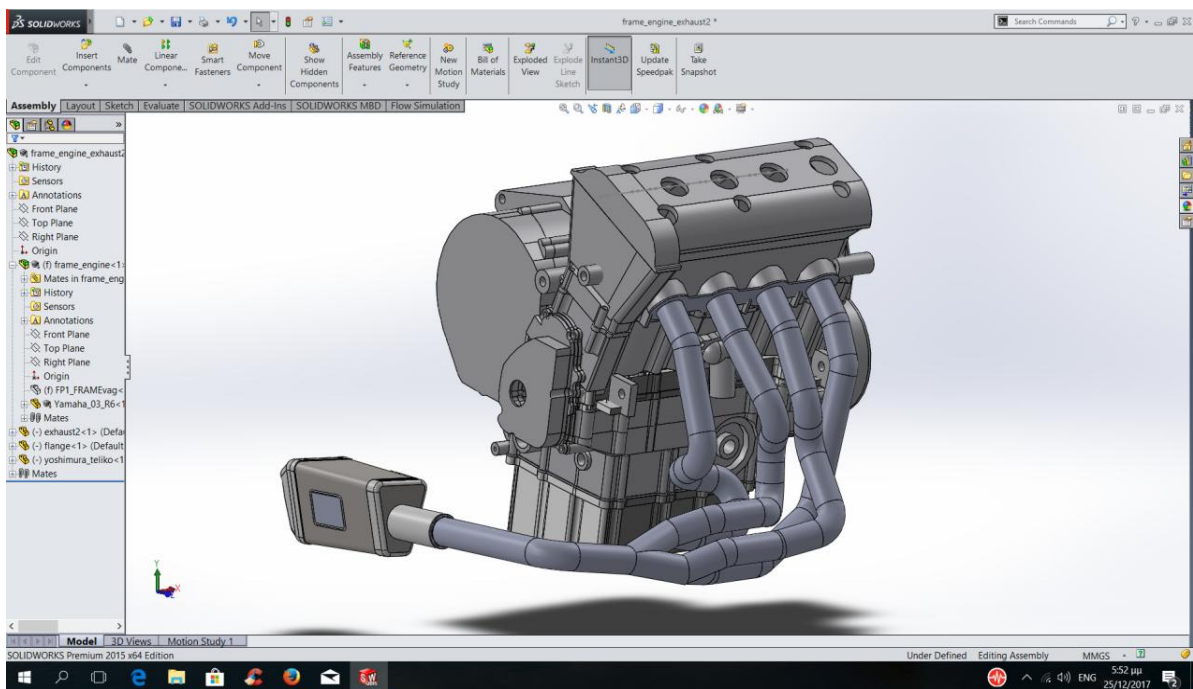


Σχήμα 39: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής και εξάτμισης

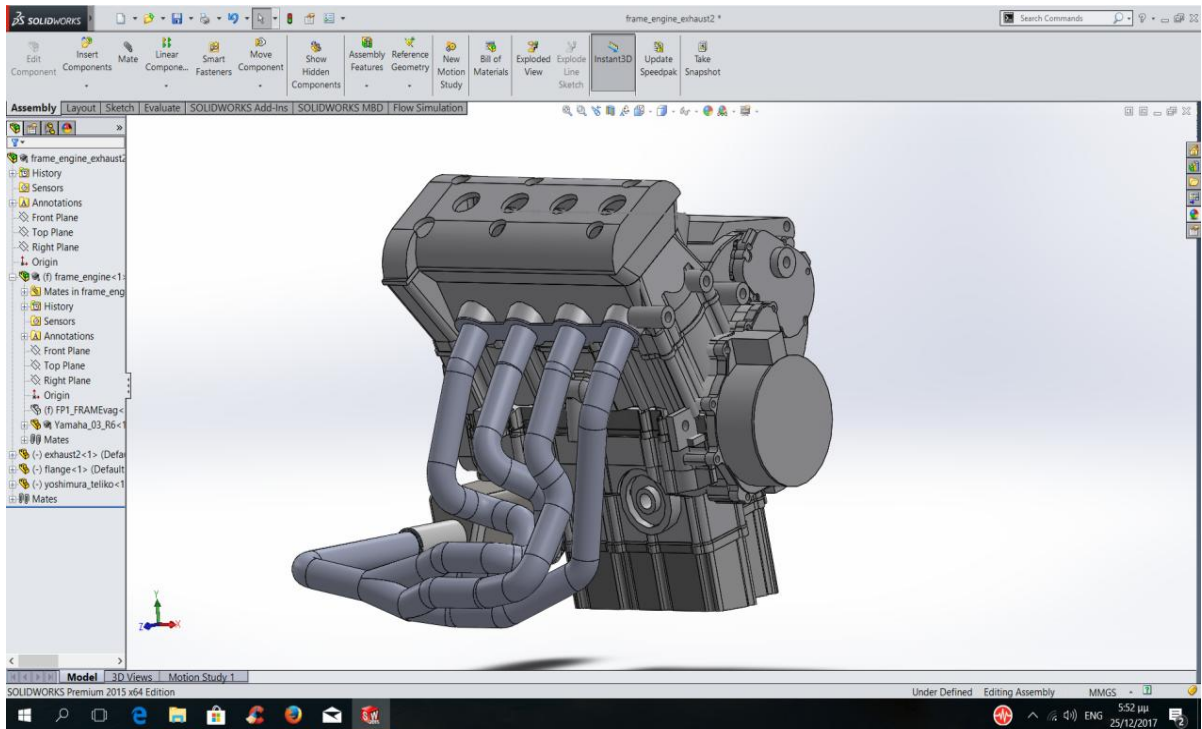


Σχήμα 40: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 συστήματος εξαγωγής και εξάτμισης

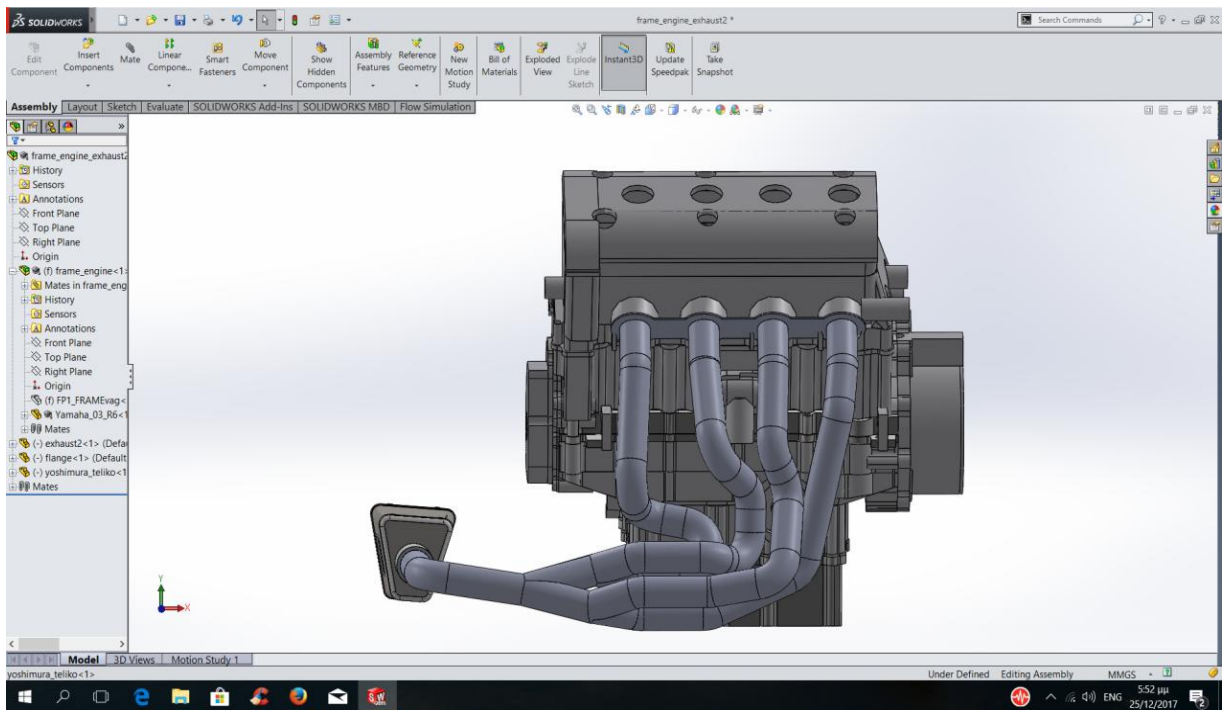
Στην συνέχεια ακολουθεί το φωτογραφικό υλικό που πραγματοποιείται η ένωση της εξαγωγής με τον κινητήρα (Σχήμα 41 έως 46).



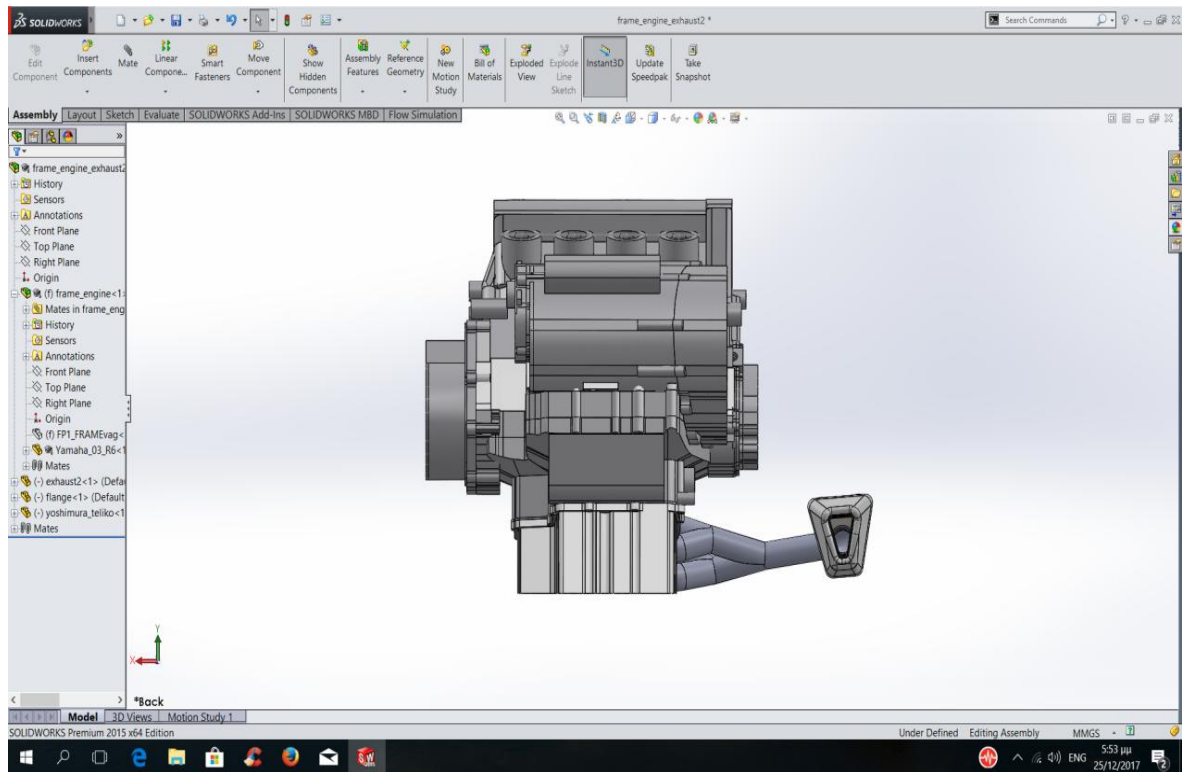
Σχήμα 41: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 2



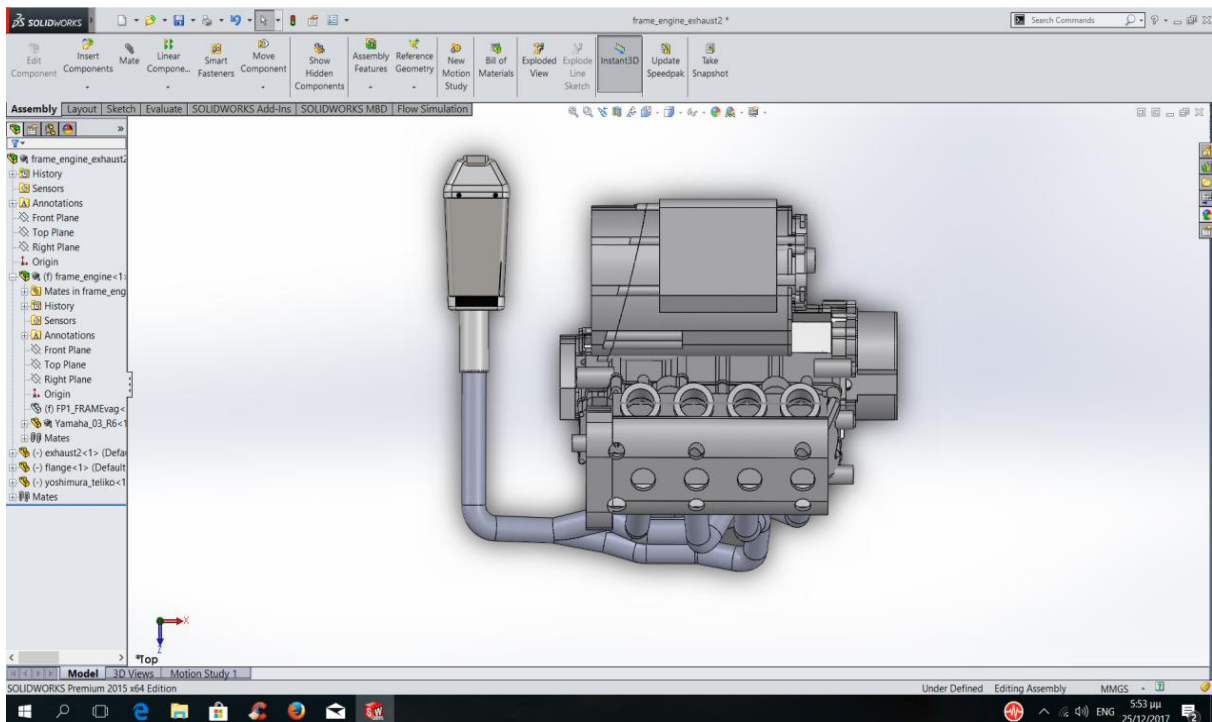
Σχήμα 42: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 2



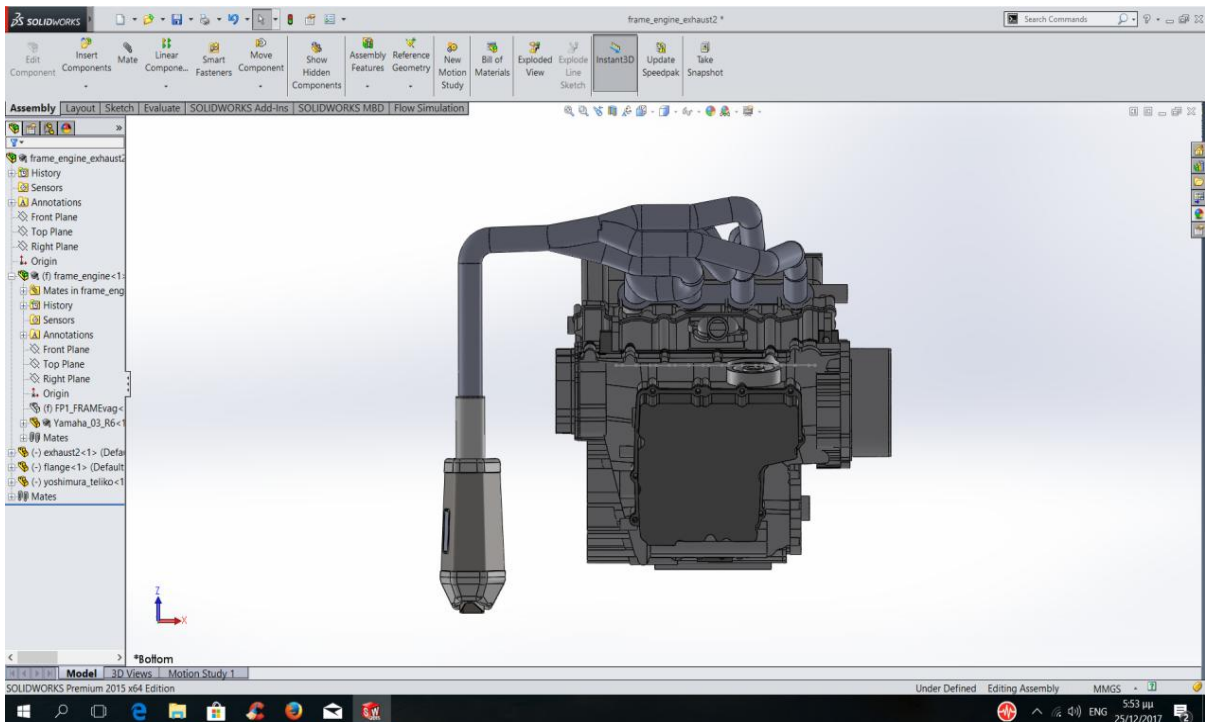
Σχήμα 43: Απεικόνιση μπροστινής όψης κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 2



Σχήμα 44: Απεικόνιση πίσω όψης κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 2

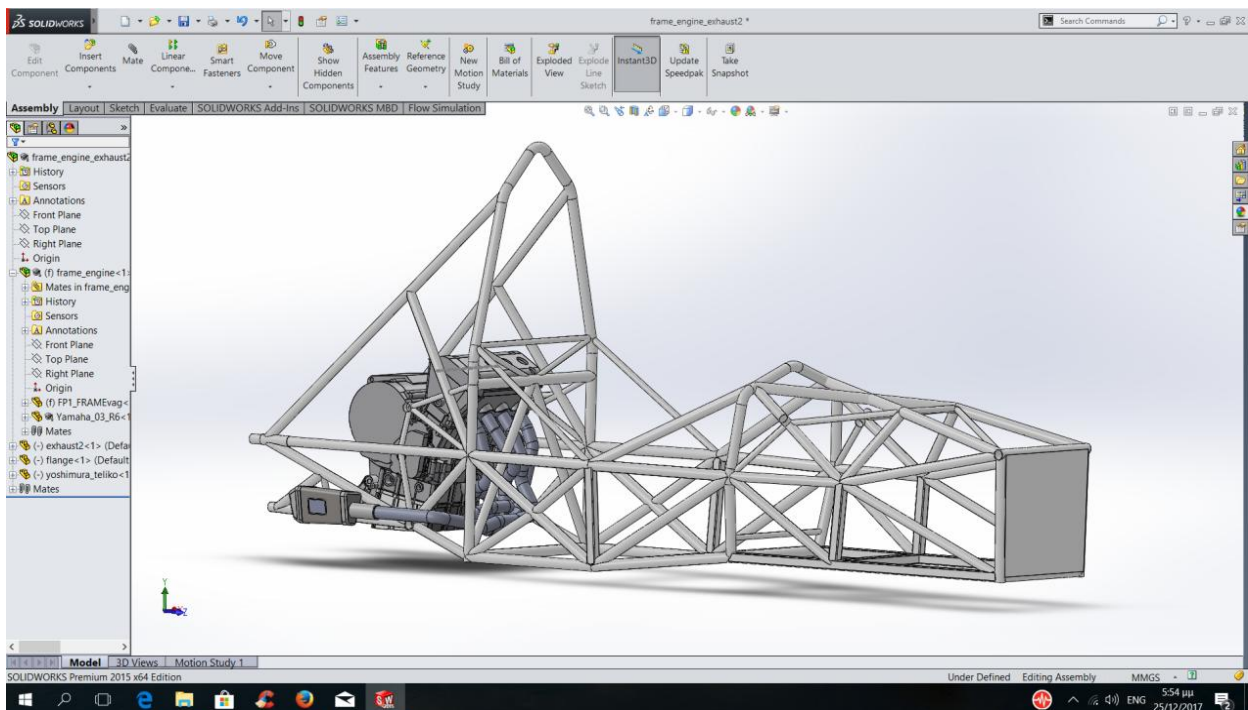


Σχήμα 45: Απεικόνιση άνω όψης κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 2

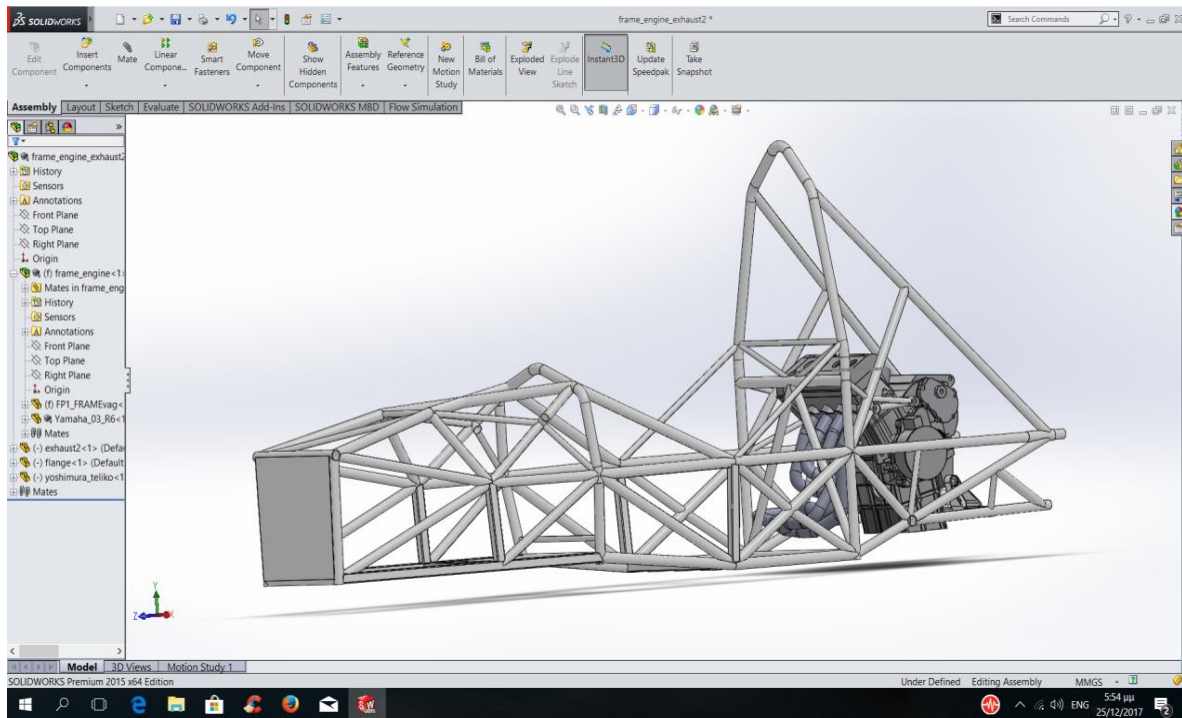


Σχήμα 46: Απεικόνιση κάτω όψης κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 2

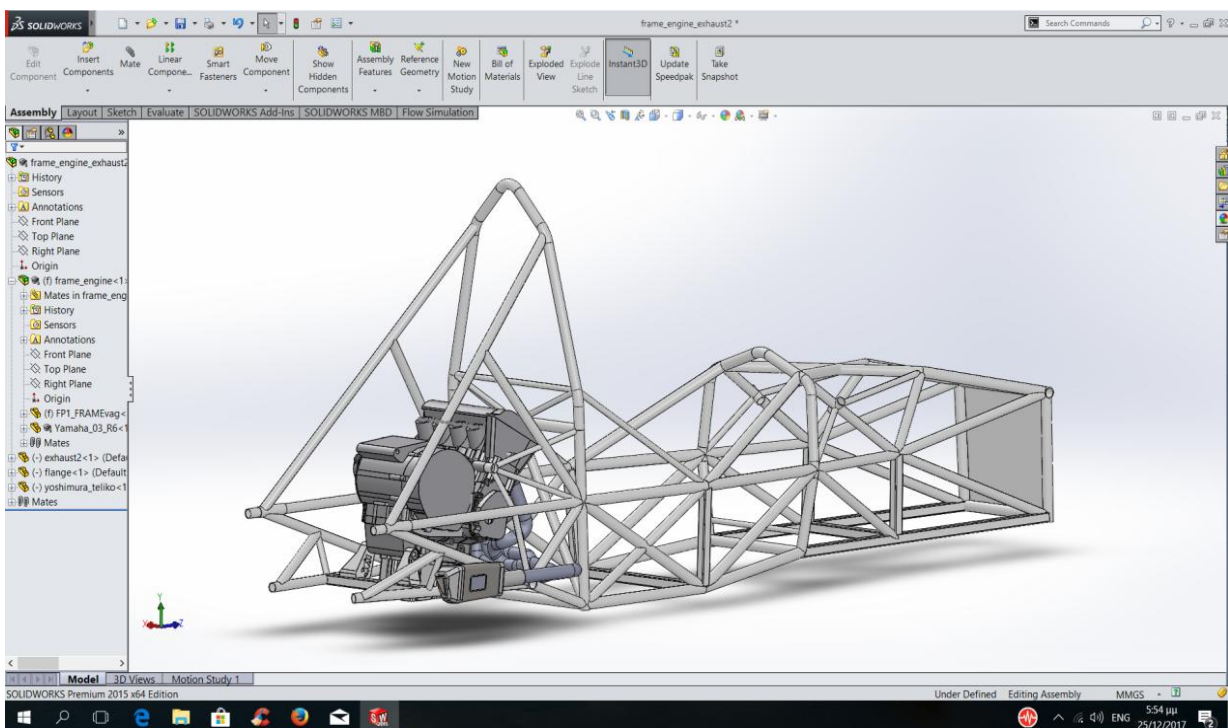
Τέλος ακολουθεί η τοποθέτηση της εξαγωγής και του κινητήρα στον σκελετό του οχήματος με στόχο να γίνει κατανοητή η θέση του συστήματος της εξαγωγής τύπου 1 (Σχήμα 47 έως 51).



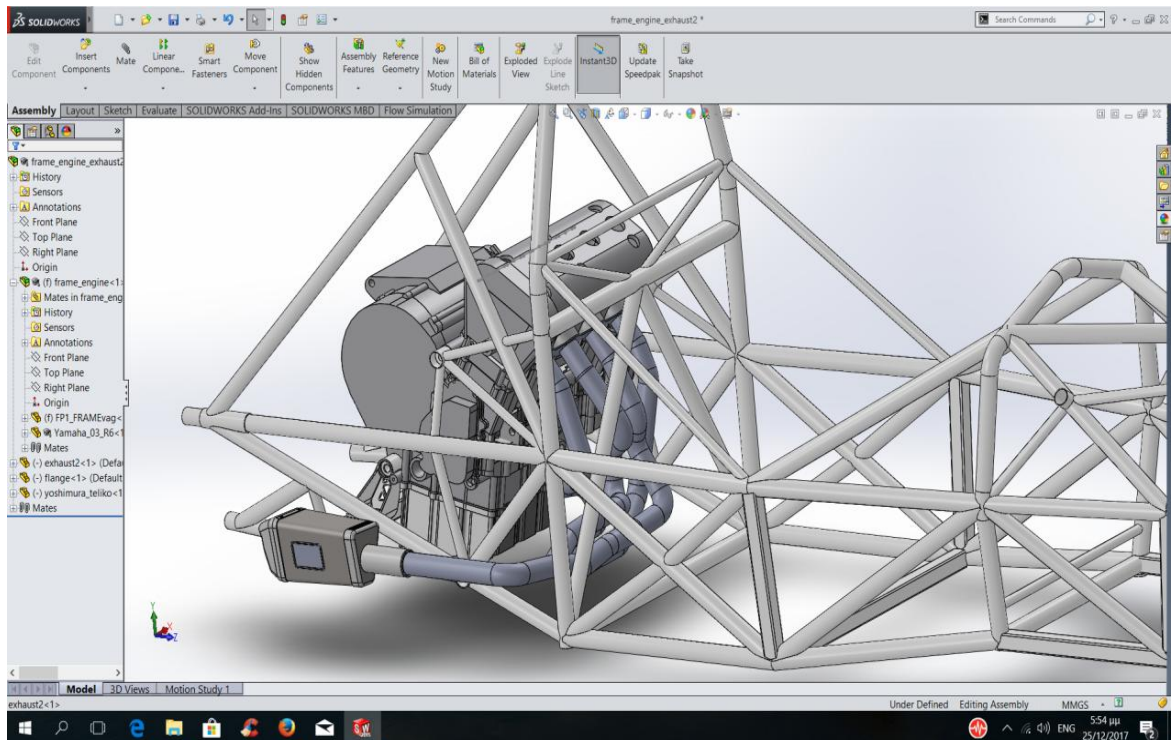
Σχήμα 47: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 2



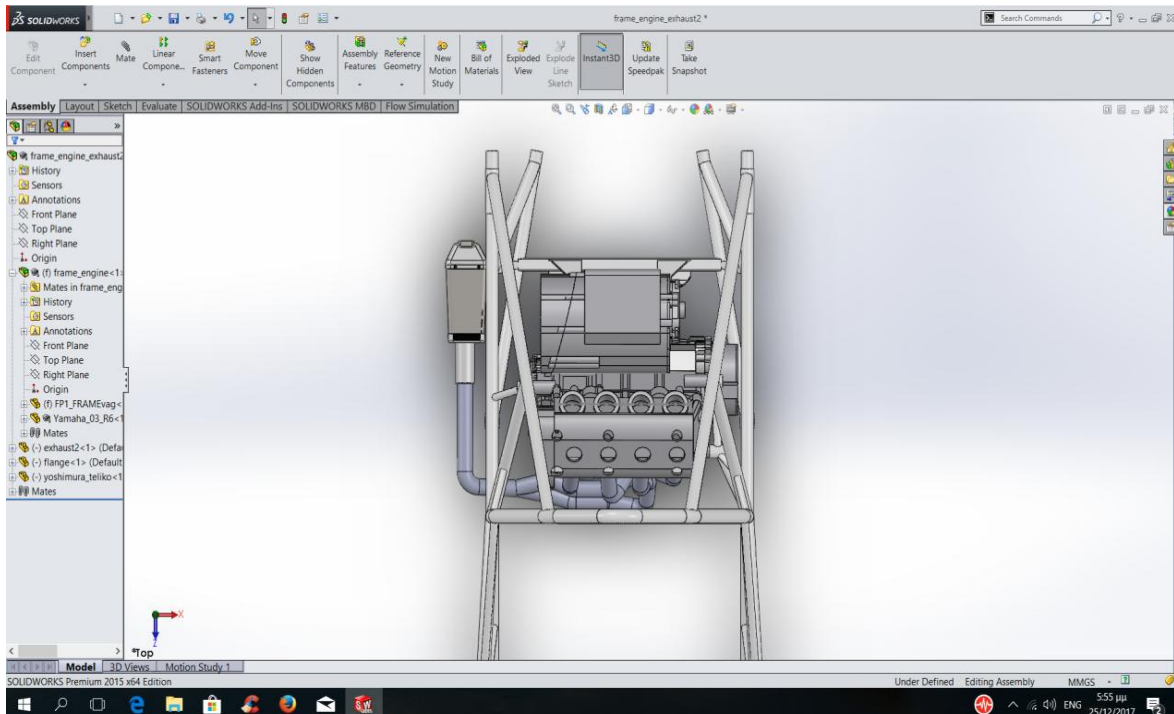
Σχήμα 48: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 2



Σχήμα 49: Απεικόνιση όψης σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 2



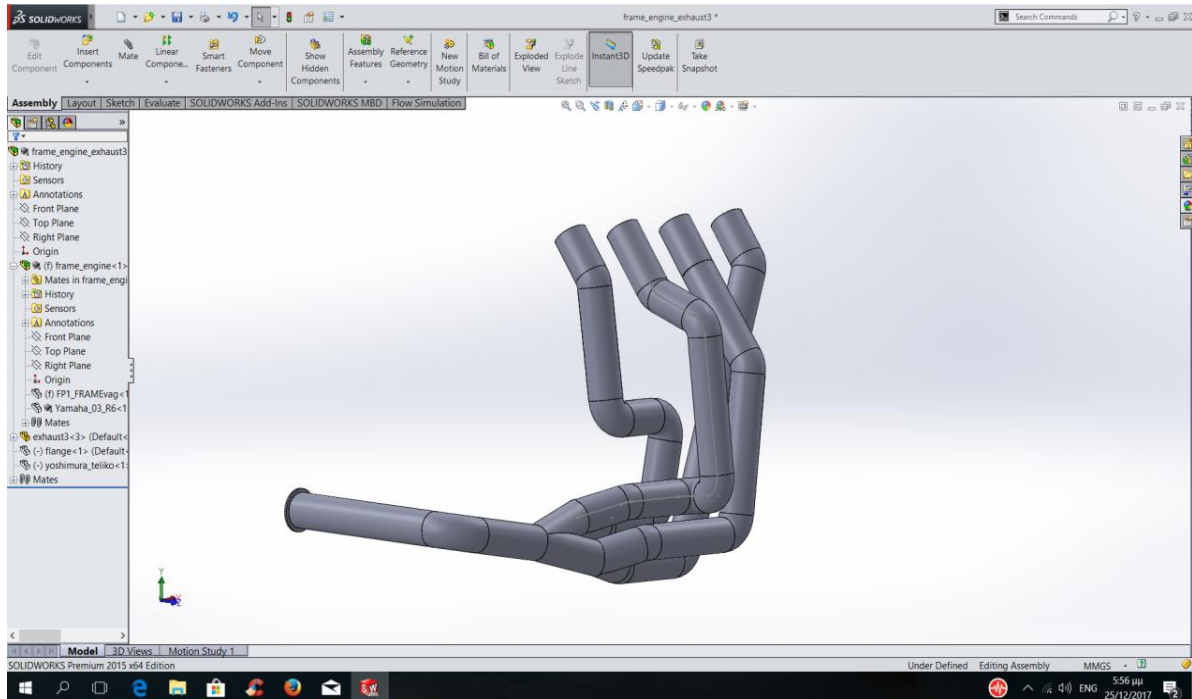
Σχήμα 50: Απεικόνιση πλάγιας όψης 3 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 2



Σχήμα 51: Απεικόνιση άνω όψης 2 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 2

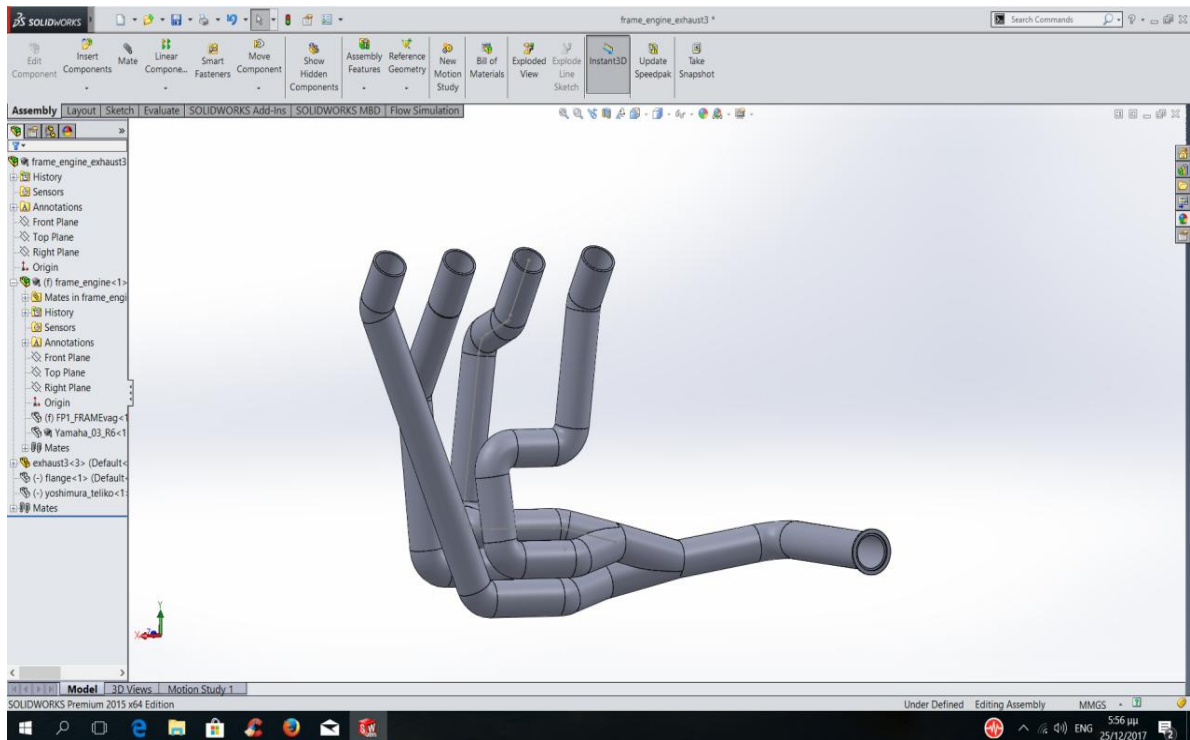
3.3.3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΥΠΟΥ 3

Στην συνέχεια ακολουθεί σχεδιασμός της προτεινόμενης εξαγωγής τύπου 3, στο σχήμα 52 διακρίνεται ότι οι σωληνώσεις δεν είναι τόσο ομοιόμορφες όπως στο σύστημα εξαγωγής τύπου 1 αλλά και πιο πολύπλοκες από την εξαγωγή του τύπου 2. Συγκεκριμένα και αυτό το σύστημα εξαγωγής αποτελείται από τέσσερις σωληνώσεις όπου διακλαδώνονται από κοινή δίοδο, διακρίνεται ότι η μία εξ' αυτών σχηματίζει 2 καμπύλα τμήματα με γωνίες περίπου 90° , η επόμενη έχει ένα καμπύλο τμήμα με γωνία 90° και ένα άλλο με μια γωνία μεγαλύτερη των 90° , άλλη μια όπου τα καμπύλα τμήματα σχηματίζουν ένα «π» με συνέπεια να διακρίνεται από δύο γωνίες των 90° και άλλη μια σωληνώση όπου έχει ένα καμπύλο τμήμα με γωνία πολύ μεγαλύτερη από 90° .

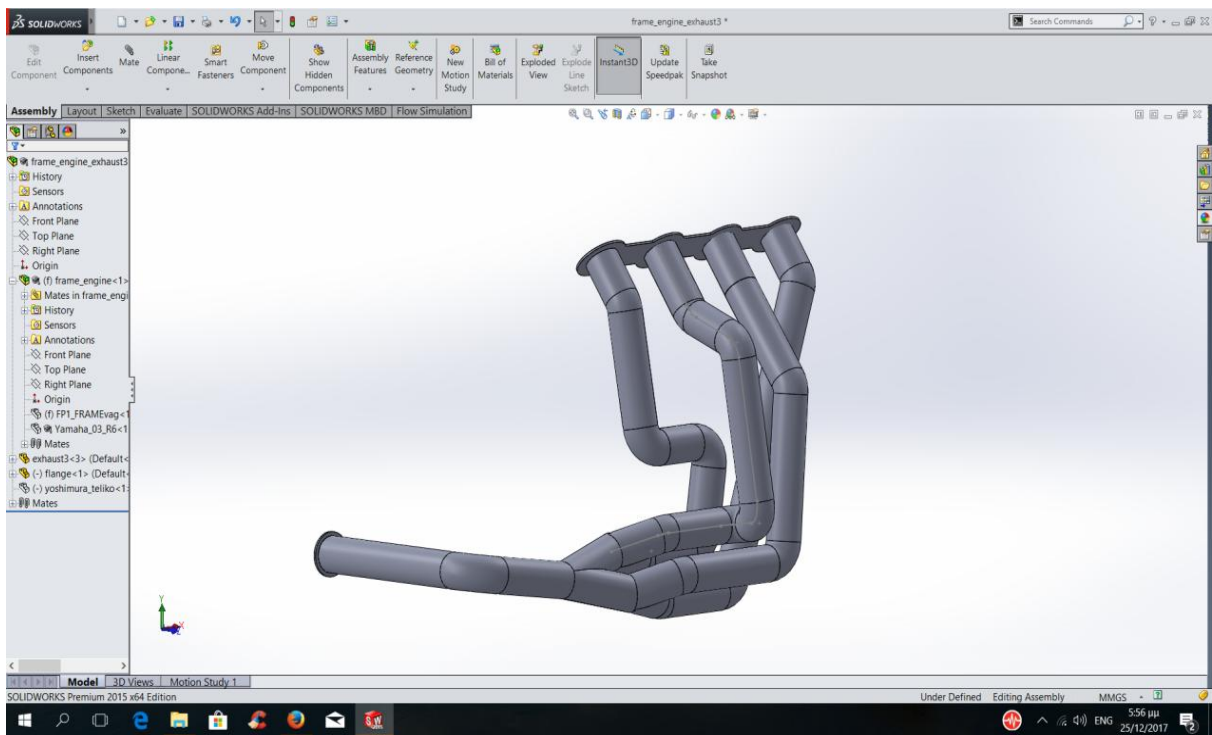


Σχήμα 52: Απεικόνιση συστήματος εξαγωγής τύπου 3

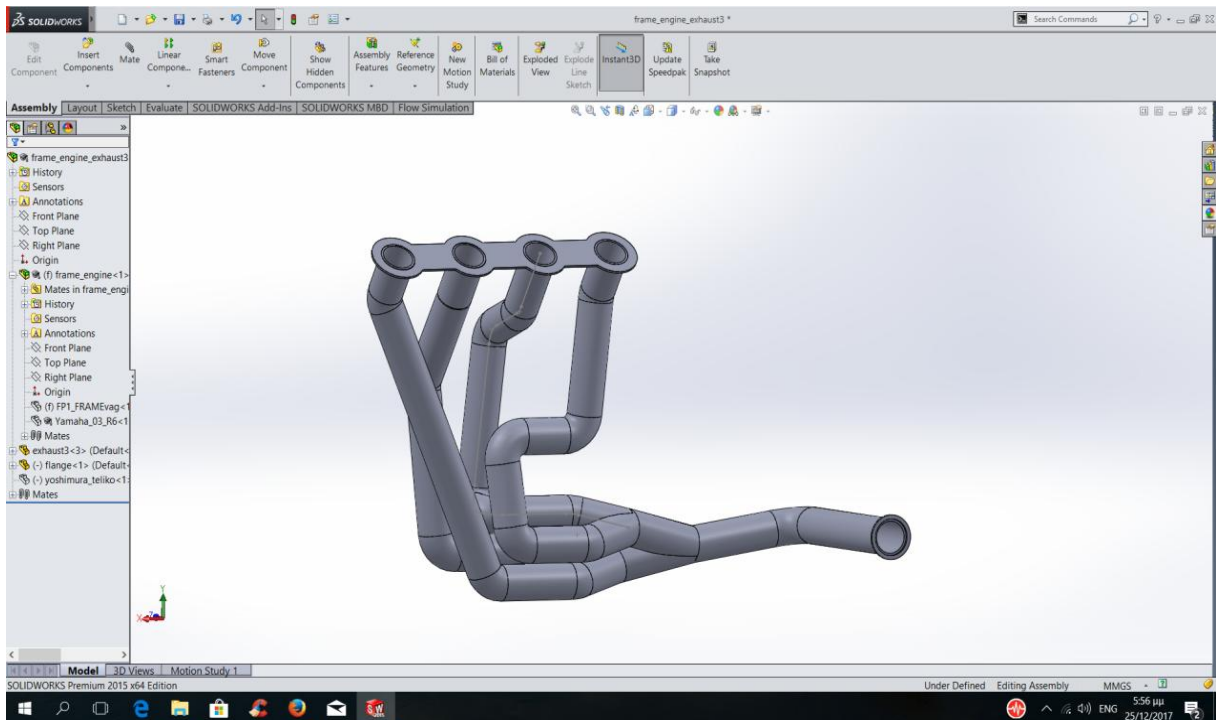
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και στην εξαγωγή του τύπου 3 οι σωληνώσεις μεταξύ τους είναι ισομήκης και έχουν την ίδια διάμετρο. Στην συνέχεια ακολουθεί το φωτογραφικό υλικό του συστήματος εξαγωγής τύπου 3, με στόχο να γίνει πιο διακριτός ο τρόπος σχεδίασης της (Σχήμα 53-64).



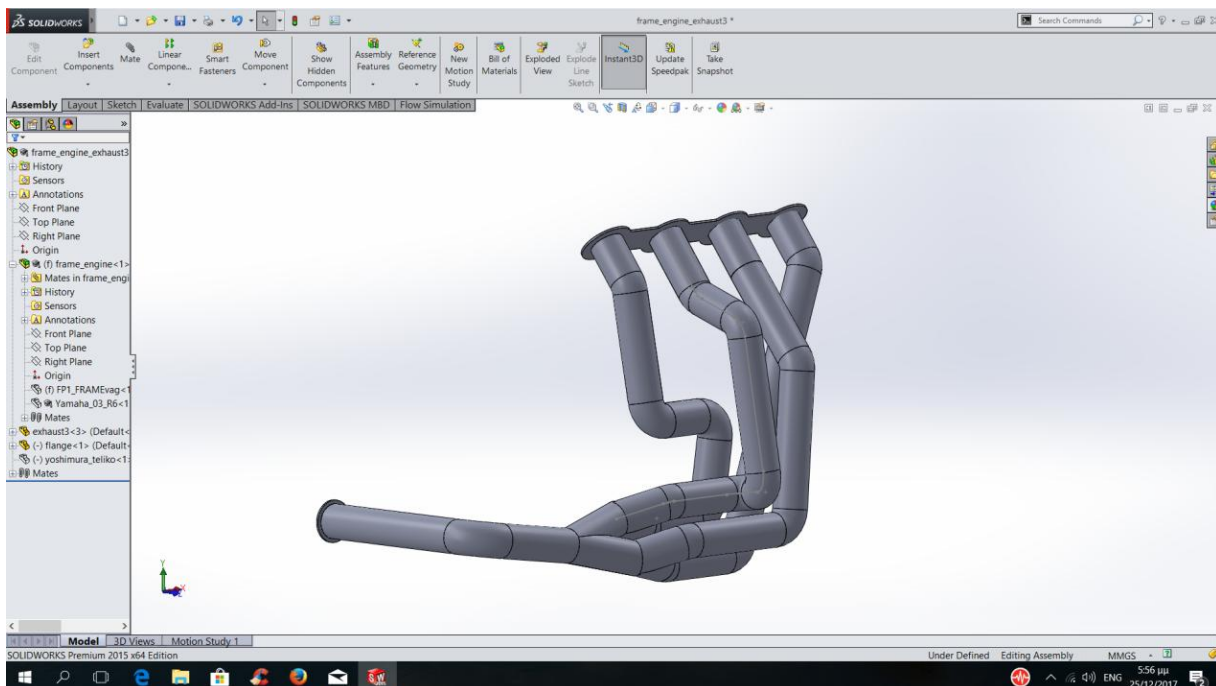
Σχήμα 53: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής τύπου 3



Σχήμα 54: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 συστήματος εξαγωγής τύπου 3

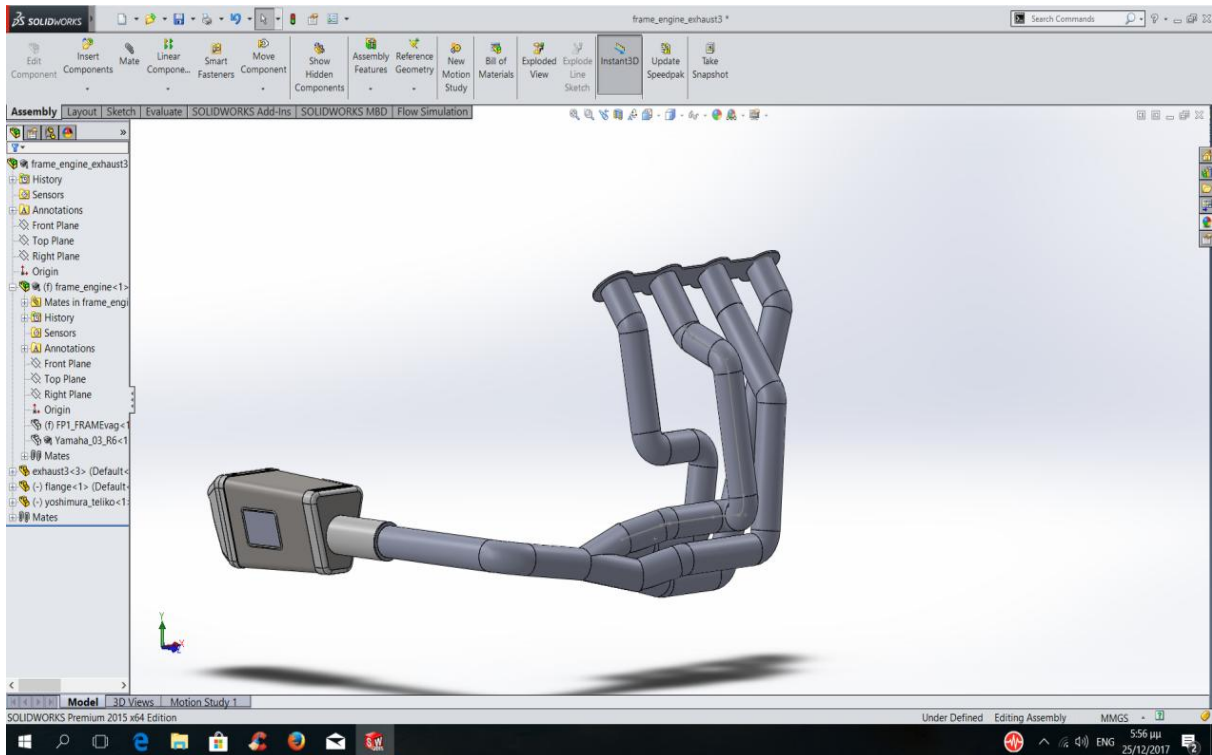


Σχήμα 55: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής τύπου 2

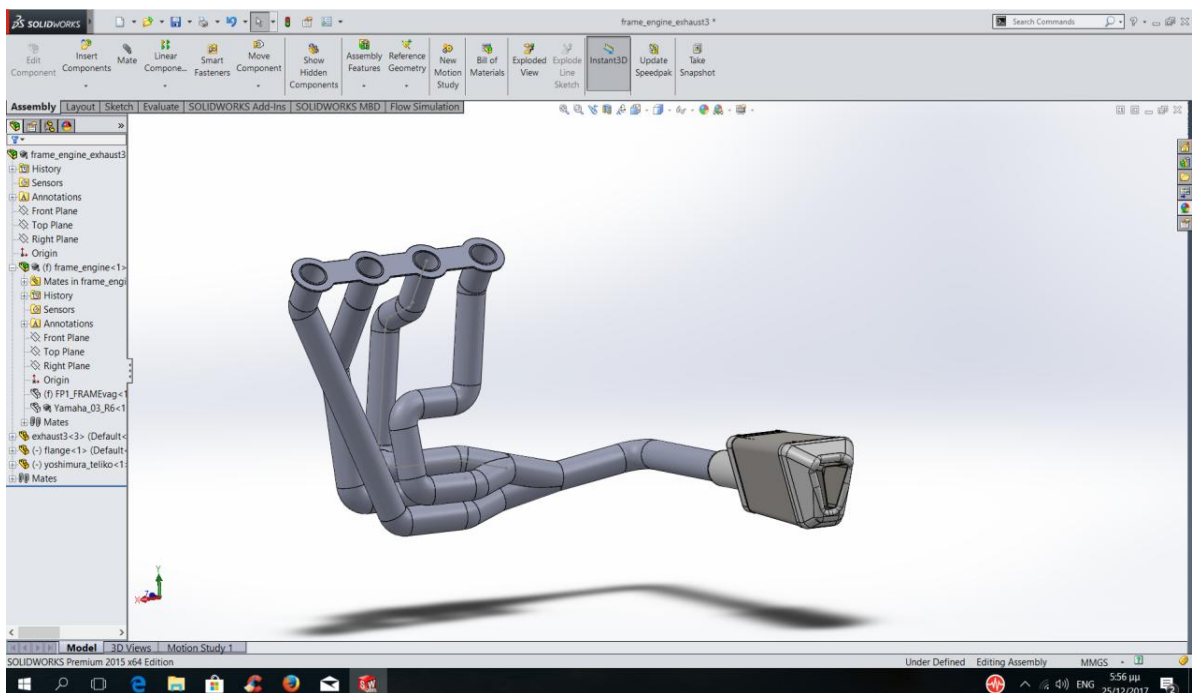


Σχήμα 56: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής τύπου 2

Στο Σχήμα 57 και 5 απεικονίζεται ο περαιτέρω σχεδιασμός του τμήματος του προτεινόμενου συστήματος εξαγωγής τύπου 2 όπου και τοποθετείται το τελικό εξαγωγής.

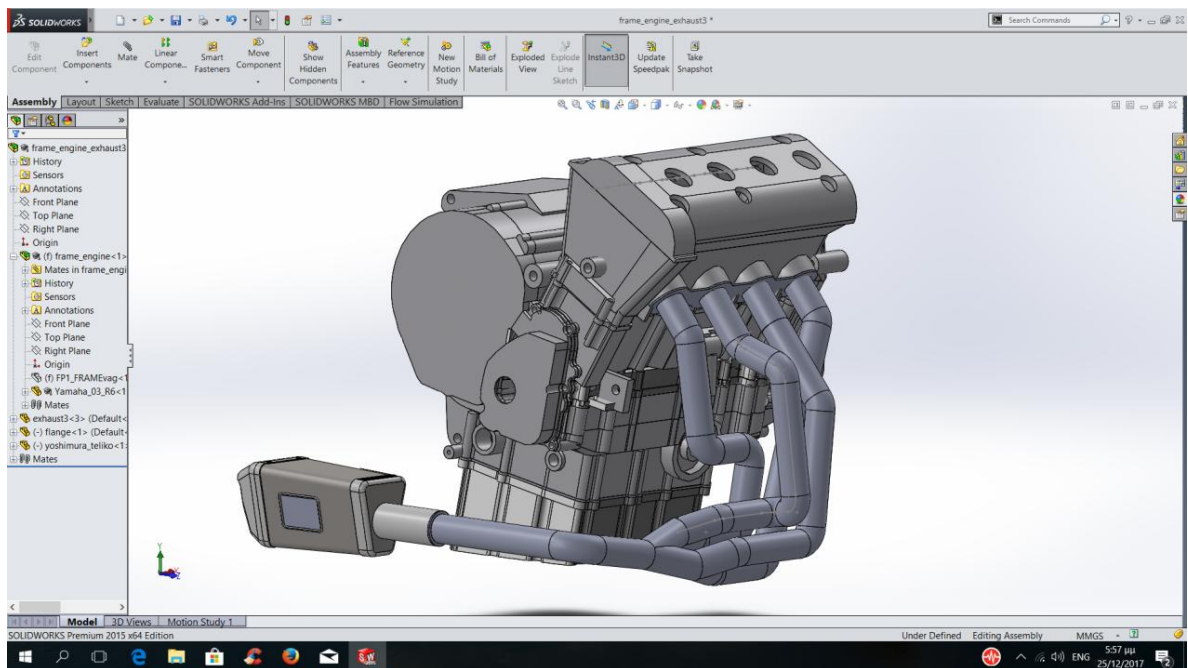


Σχήμα 57: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 συστήματος εξαγωγής και εξάτμισης

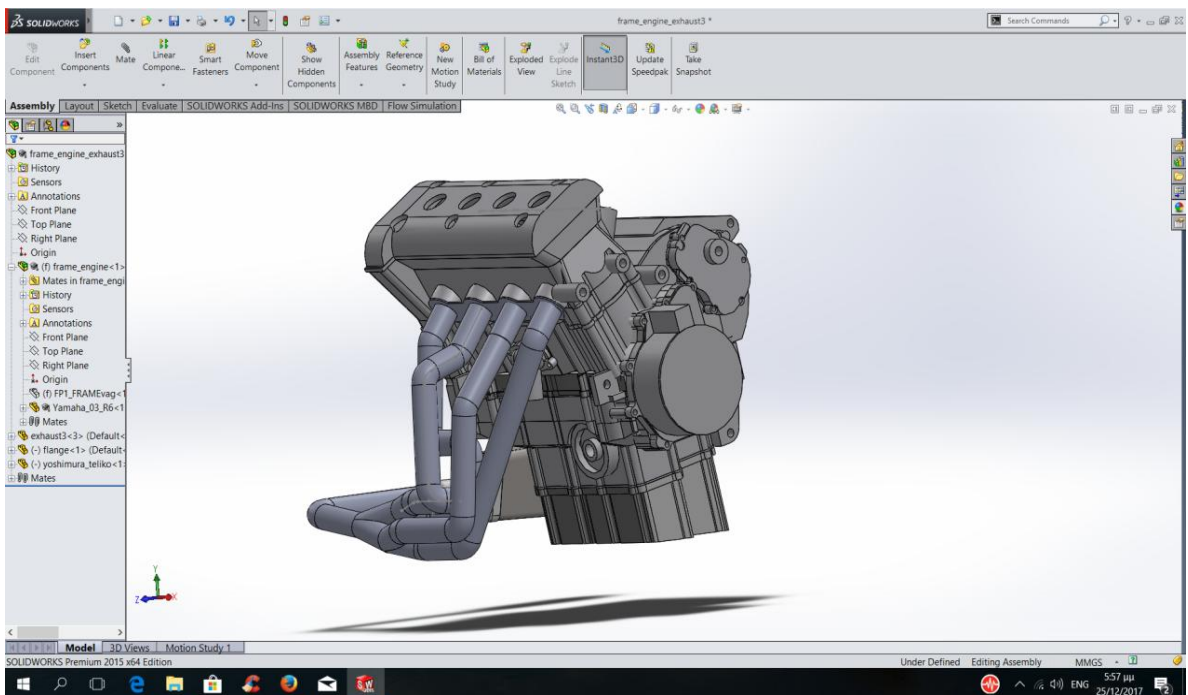


Σχήμα 58: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 συστήματος εξαγωγής και εξάτμισης

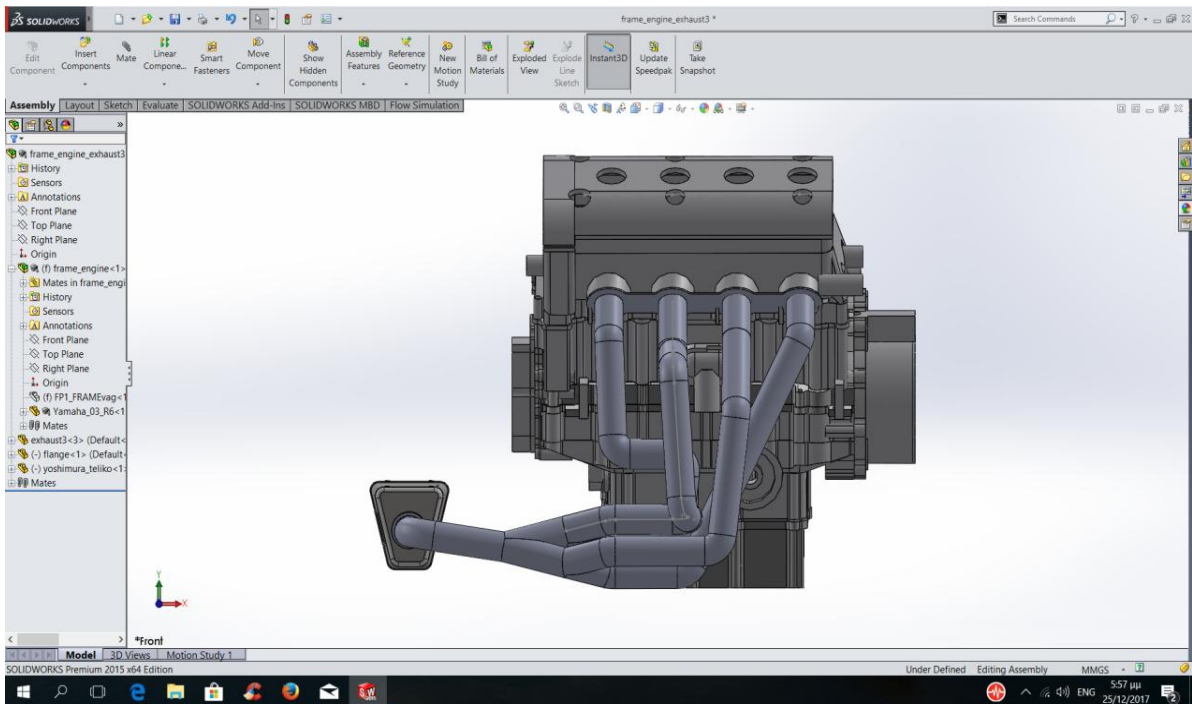
Στην συνέχεια ακολουθεί το φωτογραφικό υλικό που πραγματοποιείται η ένωση της εξαγωγής με τον κινητήρα (Σχήμα 59 έως 64).



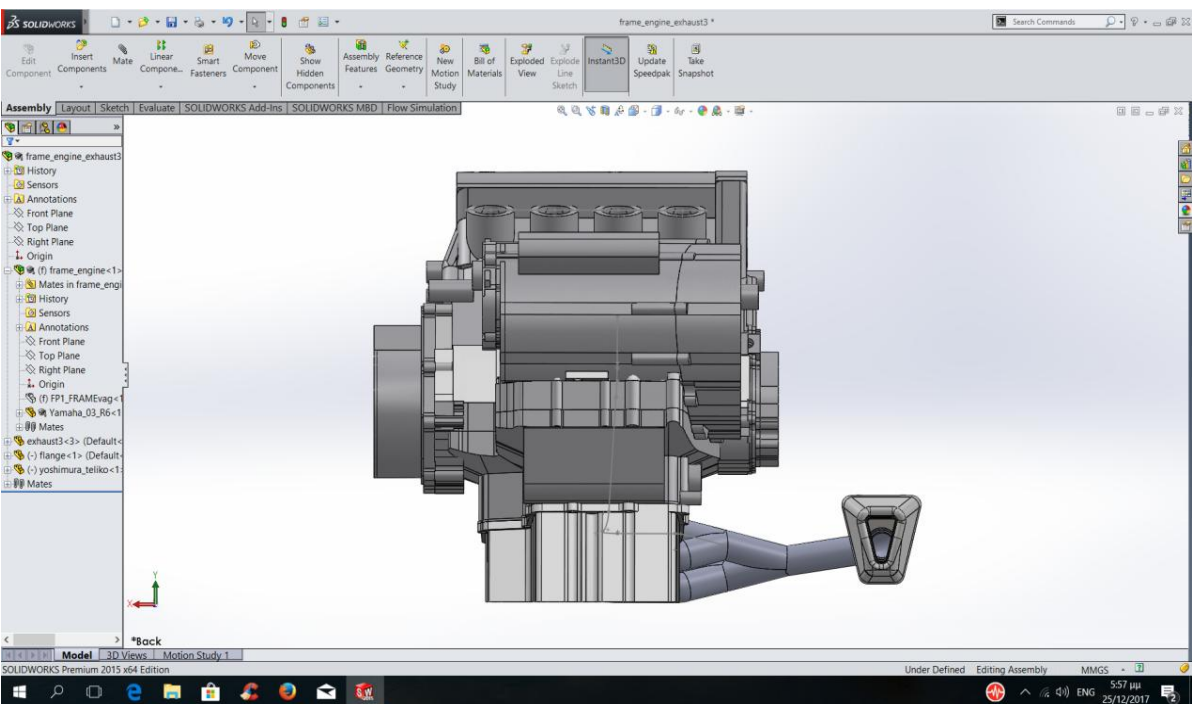
Σχήμα 59: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 3



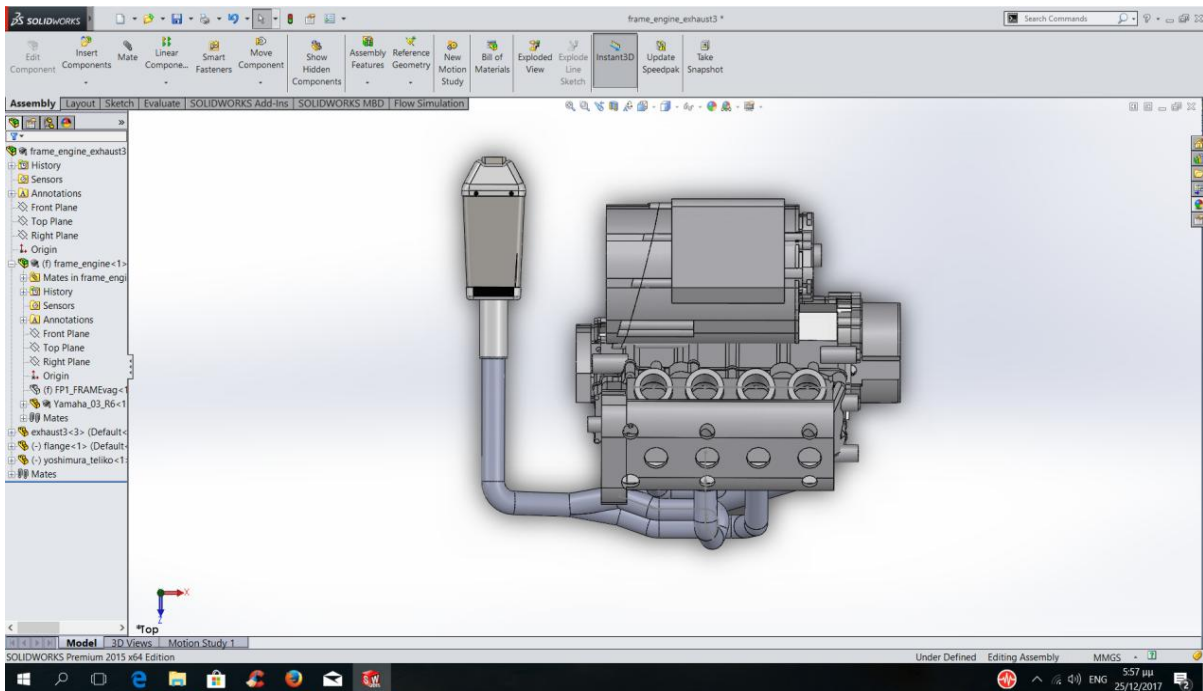
Σχήμα 60: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 3



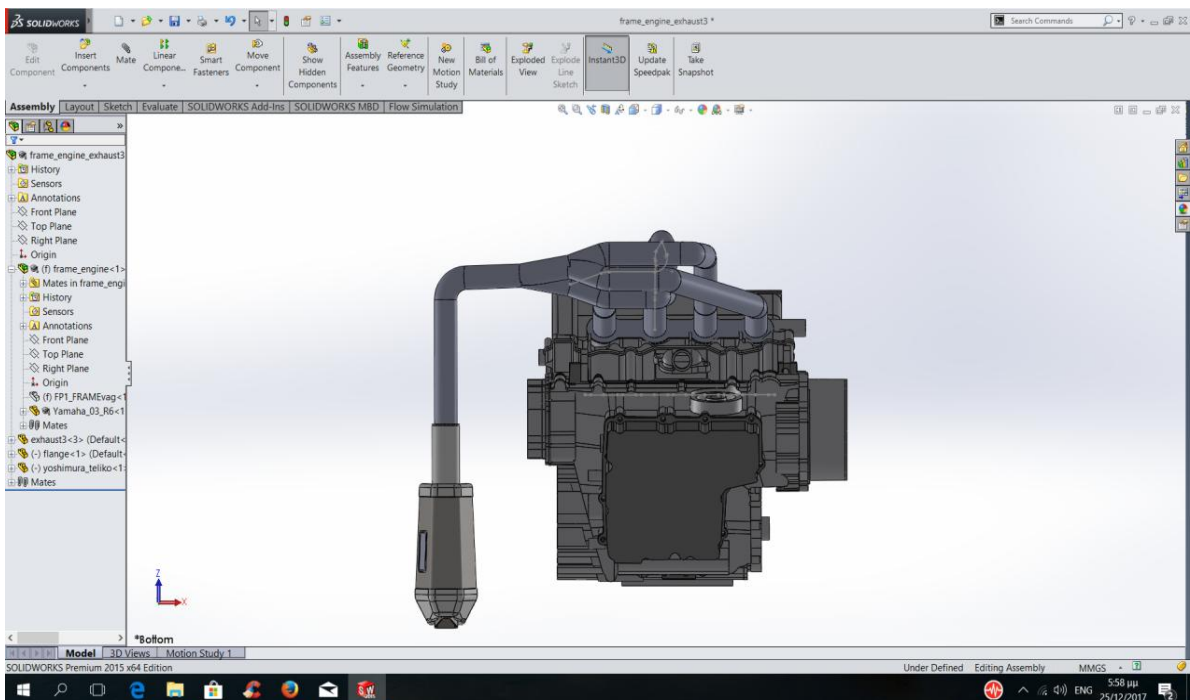
Σχήμα 61: Απεικόνιση μπροστινής όψης κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 3



Σχήμα 62: Απεικόνιση πίσω όψης κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 3

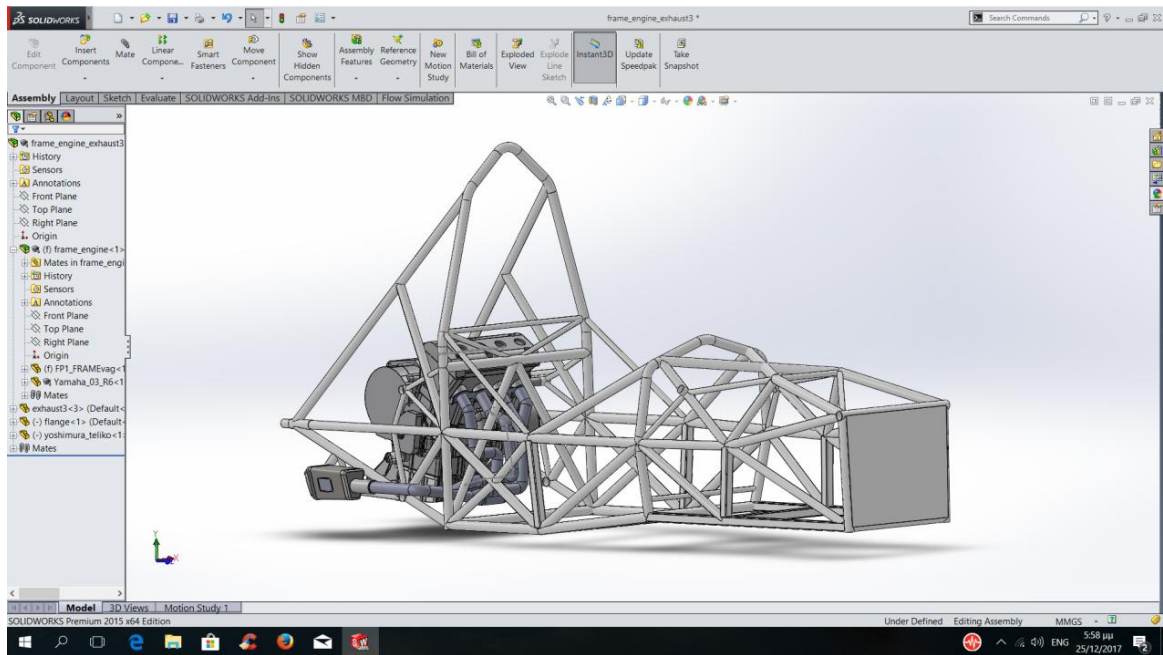


Σχήμα 63: Απεικόνιση πάνω όψης κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 3

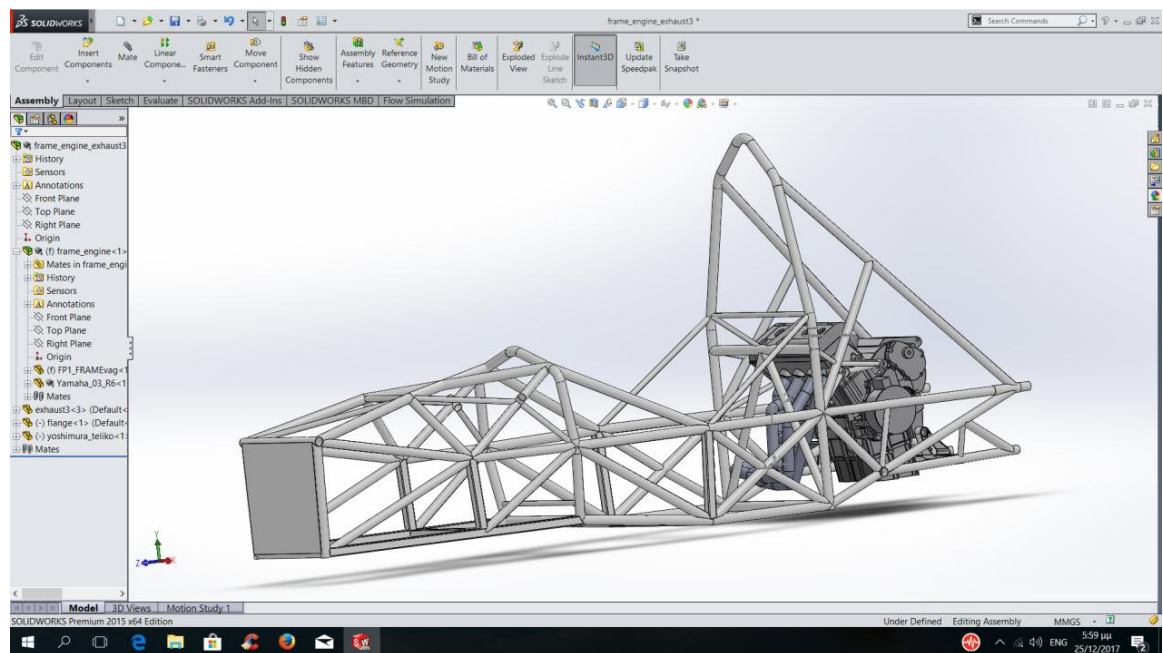


Σχήμα 64: Απεικόνιση κάτω όψης κινητήρα συνδεδεμένου με σύστημα εξαγωγής τύπου 3

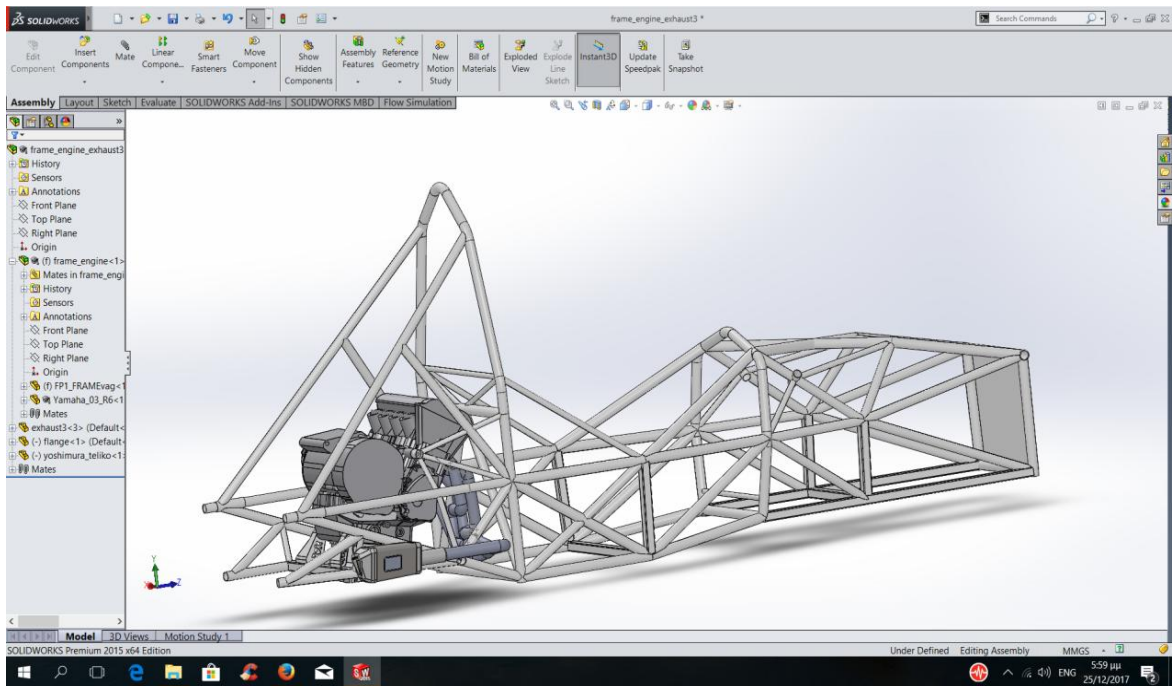
Τέλος ακολουθεί η τοποθέτηση της εξαγωγής και του κινητήρα στον σκελετό του οχήματος με στόχο να γίνει κατανοητή η θέση του συστήματος της εξαγωγής τύπου 1 (Σχήμα 65 έως 69).



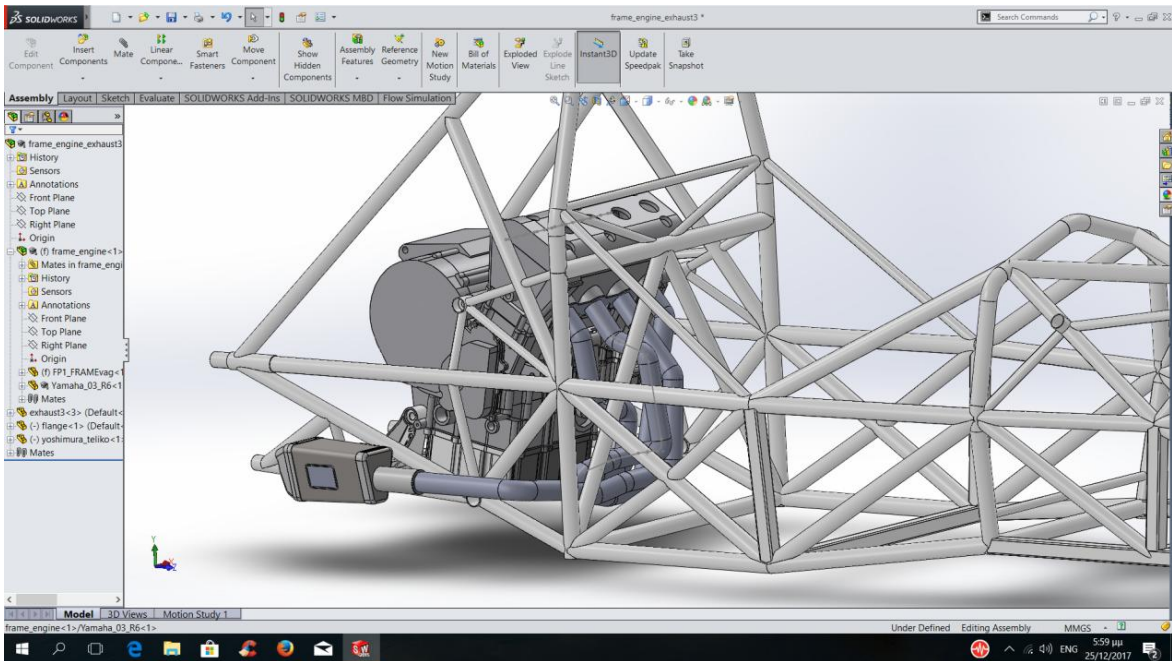
Σχήμα 65: Απεικόνιση πλάγιας όψης 1 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 3



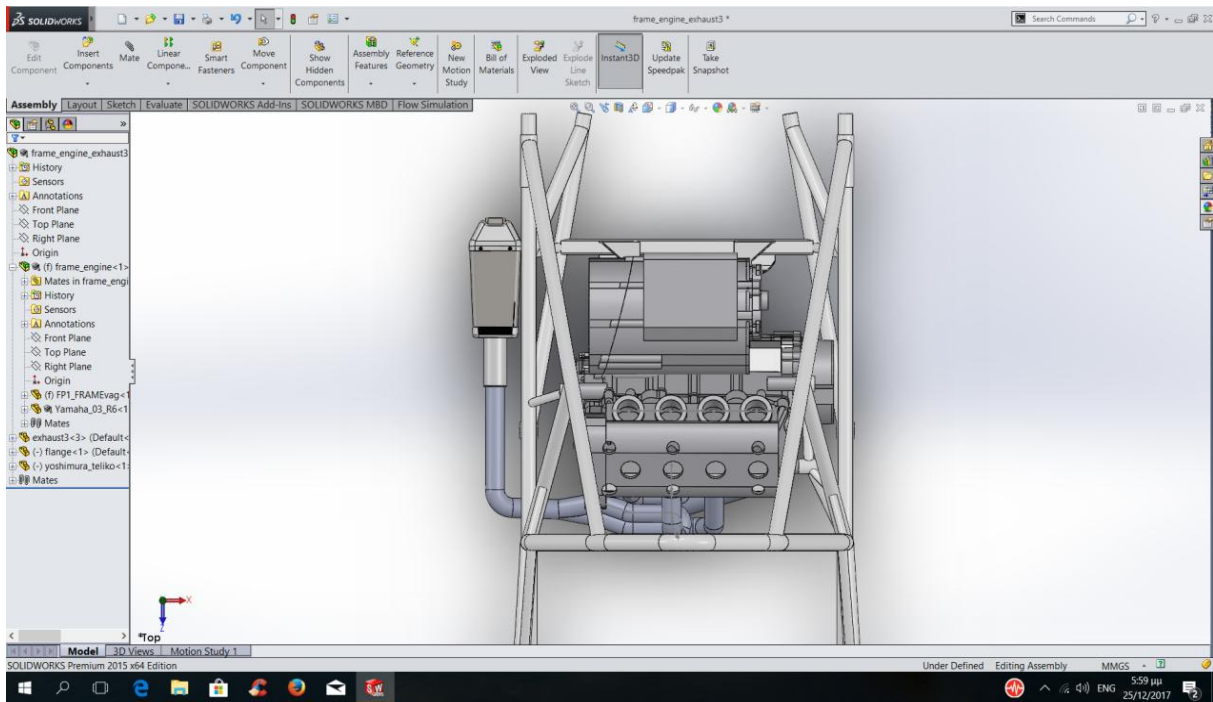
Σχήμα 66: Απεικόνιση πλάγιας όψης 2 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 3



Σχήμα 67: Απεικόνιση πλάγιας όψης 3 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 3



Σχήμα 68: Απεικόνιση πλάγιας όψης 4 σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 3



Σχήμα 69: Απεικόνιση πάνω όψης σύνδεσης σκελετού κινητήρα και συστήματος εξαγωγής τύπου 3

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε σκοπό την πραγματοποίηση διερεύνησης κινητήρα FSAE καθώς και τον σχεδιασμό του συστήματος εξαγωγής. Σκοπός ήταν να πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός τριών τύπων συστημάτων εξαγωγής με στόχο την μετέπειτα επεξεργασία και βελτίωση του καταλληλότερου συστήματος για τον διαγωνισμό του Formula Student.

Ο διαγωνισμός της Formula Student θεωρείται ένας πρωτοποριακός διαγωνισμό που ερευνά και μελετά την καινοτομία στην αυτοκινητοβιομηχανία και συγκεκριμένα στο μονοθέσιο αγωνίστηκα οχήματα. Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ότι έχουν πραγματοποιηθεί αλματώδη βήματα στην εξέλιξη του μονοθέσιου. Για τους προαναφερόμενους λόγους το Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας λαμβάνει μέρος στο διαγωνισμό της Formula Student με στόχο την ένδειξη των ικανοτήτων και των γνώσεων της προπτυχιακής ομάδας που επιλέχθηκε να ασχοληθεί με αυτό το project.

Τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας μετά την υλοποίηση της διακρίνονται σε δύο κατηγορίες που αφορούν το επιστημονικό και το εκπαιδευτικό τμήμα. Συγκεκριμένα η διερεύνηση κινητήρα FSAE καθώς και ο σχεδιασμός του συστήματος εξαγωγής έδωσε την δυνατότητα της άριστης χρήσης του σχεδιαστικού προγράμματος SolidWorks. Επιπλέον, ο σχεδιασμός των προτεινόμενων συστημάτων εξαγωγής πραγματοποιήθηκε με στόχο να μπορούν να συνδεθούν άρτια με τον κινητήρα του μονοθέσιου και με την επιλέξιμη εξάτμιση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σχεδιάστηκαν τρεις τύποι συστημάτων εξαγωγής όπου δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στις σωληνώσεις, που απαρτίζουν τα συστήματα αυτά. Τα καμπύλα τμήματα που σχηματίζονται παίζουν και τον σημαντικότερο ρόλο για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος εξαγωγής σε μετέπειτα βήματα τους σχεδιασμού, της ανάλυσης και της κατασκευής του μονοθέσιου για τον διαγωνισμό Formula Student. Επιπλέον, όσο αφορά το εκπαιδευτικό κομμάτι, η γραφή, ο σχεδιασμός και η ανάλυση σύμφωνα με συγκεκριμένους κανονισμούς που ορίζονται από την διεθνή ομοσπονδία SAE δίνει την δυνατότητα στο φοιτητή να εργαστεί κάτω από συγκεκριμένους κανόνες που στην πορεία του θα διακρίνει ότι στην παραγωγή κάθε προϊόντος απαιτούνται και ακολουθούνται πιστά οι κανονισμοί με στόχο την παραγωγή άρτιων και ποιοτικών προϊόντων βιομηχανικού τύπου.

Εκ κατακλείδι, η παρούσα πτυχιακή εργασία έδωσε την αφορμή για μια πρώτη επαφή με τους κανόνες και τις διαδικασίες της Έρευνας και της Ανάπτυξης ενός βιομηχανικού προϊόντος χαρακτηρίζοντας το από την πολυπλοκότητα που παρουσιάζει η σύγχρονη εποχή. Επιπλέον, δίνει την δυνατότητα της περαιτέρω μελέτης των συστημάτων εξαγωγής, αφού μετά την ολοκλήρωση της σχεδίασης μπορεί να πραγματοποιηθεί η ανάλυση, η δοκιμή και η κατασκευή του συστήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Formula SAE 2011-2012, Engine Design Report, University of Maine.
- [2] Formula SAE Team, Final Report, 12/4/2013.
- [3] Evan Jenkins, Dave Baker, Matt Grusenmeyer, Shane Marcks, Adam Baldan, FSAE CHASSIS: PHASE IV REPORT, UNIVERSITY OF DELAWARE, 12/10/2010.
- [4] Alfred Salas, Daniel Oliva, Pedro Cuberos, 2016 FSAE Powertrain Optimization Package Final Report, THESIS PREPARED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE IN MECHANICAL ENGINEERING, Florida International University.
- [5] Mattias Hahlin, Single Cylinder ICE Exhaust Optimization, Master of Science in Engineering Technology Mechanical Engineering, Luleå University of Technology, 2013.
- [6] Αγερίδης Γεώργιος, Καραμπίλας Πέτρος, Ρώσσης Κυριάκος, Μηχανές Εσωτερικής Καύσης 1, Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια, Α' Τεύχος, Αθήνα 2001.
- [7] Exhaust optimization for Viking Motorsports Formula SAE Team: Final Report Spring 2016, Portland State University: Maseeh College of Engineering and Computer Science.
- [8] Quattrochi, Douglas. (2006) "3.5 The Internal Combustion Engine (Otto Cycle)." 3.5 The Internal Combustion Engine (Otto Cycle). Web. 31 May 2016.
- [9] Smith, Philip Hubert, and John Cruikshank. Morrison. (1972) The Scientific Design of Exhaust and Intake Systems. R. Bentley. Cambridge, MA . Print.
- [10] Bell, A. Graham. (1988) Performance Tuning in Theory and Practice: Four Strokes. Sparkford, Yeovil: Haynes. Print.
- [11] Sullivan, J. (1978). Analysis of concentric-tube resonators having unpartitioned cavities. J. Acoustic Soc. Am., 64(1), 207-215.
- [12] STAR-CCM® CFD Simulation Software. STAR-CCM® | CFD Simulation Software. Web. 09 Mar. 2016.
- [13] Potente, D. (2014). Design principles for an automotive muffler. International Journal of Applied Engineering Research.
- [14] SAE International. 2011, 2012 *Formula SAE Rules*, SAE, Warrendale, PA.
- [15] Liam West, Barry Shepherd, Nathaniel Karabon, Josh Howell, Mike Pyrtko, Design Report of the High Voltage Battery Pack for Formula SAE Electric, Department of Mechanical Engineering University of Wisconsin-Madison December 12th, 2016.

- [16] Internal Combustion engines: applied thermodynamics / Colin R. Ferguson, Allan T. Kirkpatrick – 2nded, 2001, ISBN 0471356174
- [17] http://en.wikipedia.org/wiki/Catalytic_converter, 2013-02-26
- [18] http://www.maxmoto.co.uk/images/aprilia_ev06_exhaust_8797232.jpg
- [19] <http://www.autoexcellenceonline.com/muffler-exhaust-system.html>
- [20] <http://img234.imageshack.us/img234/4462/fmf0fg.jpg>
- [21] <http://images.24mx.se/products/xlarge/132750-domahelsystem.jpg>
- [22] https://en.wikipedia.org/wiki/Exhaust_system
- [23] <http://rahim-soft.com/solidworks-premium-2016-full>
- [24] Τσακωνόπουλος Γ. και Παπάρης Χ.Δ., 2015, Μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή οχήματος προδιαγραφών Formula Student, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα
- [25] Προβελέγγιος Χ., 2015, Μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή του συστήματος διεύθυνσης και αναρτήσεων του οχήματος προδιαγραφών Formula Student, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα