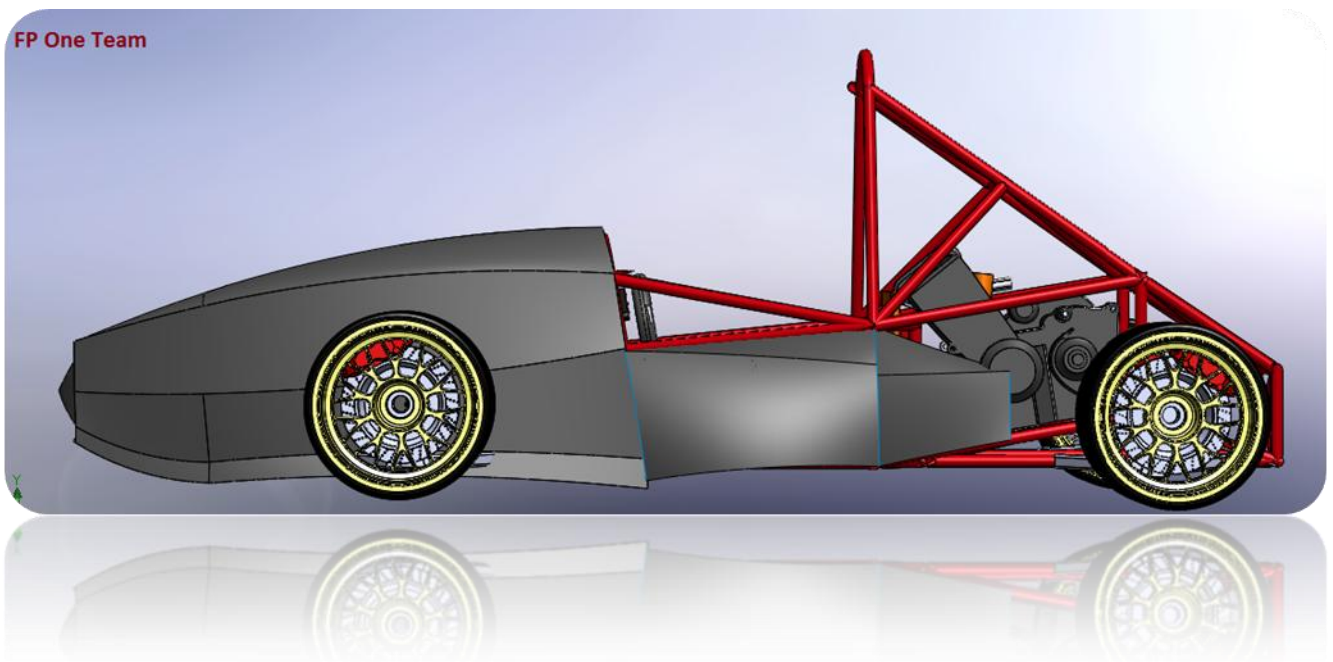


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
**ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ FORMULA
STUDENT**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΤΣΑΚΩΝΟΠΟΥΛΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ (Α.Μ. 6465)
ΧΡΙΣΤΟΦΕΡ-ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΑΠΑΡΗΣ (Α.Μ. 6425)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΤΣΙΡΚΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

1.ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει τίτλο Μελέτη, σχεδιασμός και κατασκευή οχήματος Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ.

Η συγκεκριμένη εργασία ήταν για εμάς μια πρόκληση ώστε να αναπτύξουμε τις γνώσεις μας γενικότερα στην μηχανολογία, αλλά και στην τεχνολογία αυτοκινήτου. Επιπρόσθετα η ενασχόληση με κάτι που μας διεγείρει το ενδιαφέρον ήταν και το κίνητρο για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Η πτυχιακή αποτελείται από τα ακόλουθα : σχεδιασμό μονοθέσιου σωληνωτού πλαισίου Formula Student, σχεδιασμό αεροδυναμικών βοηθημάτων μονοθέσιου, σχεδίαση παρελκόμενων, σχεδίαση βάσεων, κατασκευή σωληνωτού πλαισίου και κατασκευή αεροδυναμικών βοηθημάτων.

Στόχος μας η κατασκευή ενός οχήματος-πλαισίου λαμβάνοντας υπόψη σύγχρονους μεθόδους σχεδίασης και παραγωγής CAD, CAM αλλά και η ανάλυση του πλαισίου με χρήση εφαρμογών προσομοίωσης. Επιπρόσθετα η κατασκευή προστατευτικών-βοηθητικών εξαρτημάτων με χρήση καλουπιών με κύριο γνώμονα την ασφάλεια αλλά και λειτουργικότητα του οχήματος.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέπων καθηγητή μας Δρ.Τσίρκα Σωτήριο, τον Δρ.Γιαννόπουλο Γεώργιο για την ψυχολογική κυρίως υποστήριξη και τον προϊστάμενο του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ Δρ.Καμπουρίδη Γεώργιο που πίστεψε στην ιδέα. Τέλος να αναφέρουμε πως όλες οι εργασίες έγιναν εντός του χώρου του ιδρύματος και συγκεκριμένα στο εργαστήριο Εργαλειομηχανών CNC και στους γύρο βοηθητικούς χώρους όπως το σιδηρουργείο και το μηχανολογικό εργαστήριο.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε την επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, 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 περιεχόμενο 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 όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές	
(Ονοματεπώνυμο)	(Ονοματεπώνυμο)
..... (Υπογραφή) (Υπογραφή)

2.ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή θα πραγματοποιηθούν ο σχεδιασμός και ανάλυση πλαισίου αγωνιστικού οχήματος το οποίο παίρνει μέρος στον διαγωνισμό Formula Student, η κατασκευή του πλαισίου καθώς και ο σχεδιασμός και κατασκευή διαφόρων βοηθημάτων. Τέτοια βοηθήματα είναι τα αεροδυναμικά, μαζί με τα καλούπια που απαιτούνται κατά την κατασκευή τους αλλά και η θέση οδήγησης.

Η πτυχιακή αποτελείται από τρία κύρια κεφάλαια:

Πρώτο είναι το κεφάλαιο του σχεδιασμού του πλαισίου. Ο σχεδιασμός εναρμόζεται πλήρως με τους κανονισμούς της Formula Student 2015-2016. Το σχέδιο αποτελεί εξολοκλήρου προϊόν των δύο υπεύθυνων σπουδαστών, Τσακωνόπουλου Γιώργου και Πάπαρη Χρίστοφερ-Δημήτριο.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελείται από την ανάλυση του πλαισίου τόσο σε τάσεις όσο και σε παραμορφώσεις. Η ανάλυση έγινε με χρήση του προγράμματος Solidworks και πακέτου Solidworks Analysis. Η ανάλυση έγινε χρησιμοποιώντας τα φορτία και τα σημεία εφαρμογής αυτών σύμφωνα με τους κανονισμούς Formula Student 2015-2016.

Το τρίτο μεγάλο κεφάλαιο περιλαμβάνει τον τρόπο κατασκευής όλων των παραπάνω. Όλες οι κατασκευές έγιναν από τους υπεύθυνους σπουδαστές χωρίς εξωτερική βοήθεια. Αυτά που έχουν κατασκευαστεί και ολοκληρωθεί μαζί με την πτυχιακή εργασία είναι, το πλαίσιο οχήματος Formula Student, τα αεροδυναμικά βοηθήματα με τα καλούπια λαμαρίνας και πολυεστέρα όπως αυτά αναγράφονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Τέλος έγινε και η κατασκευή της θέσης οδήγησης με χρήση επίσης πολυεστέρα.

Η πτυχιακή αυτή ήταν για εμάς μια πρόκληση, τόσο από άποψης έλλειψης εμπειρίας όσο και από την μεγάλη πολυπλοκότητα του όλο θέματος. Σίγουρα αποτελεί μεγάλη πηγή εμπειρίας καθώς μας δίνει τις απαραίτητες γνώσεις στο σχεδιαστικό τομέα, στην ανάλυση με χρήση υπολογιστικών προγραμμάτων, στο τομέα των κατασκευών, στο τομέα της μορφοποίησης καλουπιών, στο να διαχειριζόμαστε σωστά τον διαθέσιμο χρόνο ενός έργου και τέλος στο γενικότερο χώρο της τεχνολογίας αυτοκινήτου.

Περιεχόμενα

1.ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	i
2.ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
3.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
3.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ FORMULA STUDENT :	1
3.2 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ.....	2
3.3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ	3
3.4 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ FORMULA STUDENT	3
3.5 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ FORMULA STUDENT	4
4. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ FORMULA STUDENT 2015-2016	5
4.1 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	5
4.2 ΚΟΣΤΟΣ.....	5
4.3 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	5
4.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ	5
4.5 ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ	6
4.6 ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΠΙΣΤΑ	6
4.7 ΣΤΑΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ	6
4.8 ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ	6
4.9 ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	7
4.10 BODYWORK.....	8
4.11 WHEELBASE.....	9
4.12 ΟΠΤΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ.....	10
4.13 VEHICLE TRACK.....	10
4.14 ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ.....	12
4.15 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	13
4.16 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΑΛΥΒΑ.....	14

4.17	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ MAIN ROLL HOOP ΚΑΙ FRONT ROLL HOOP	14
4.18	Κανονισμός T3.10.8	15
4.19	T3.11 MAIN HOOP	15
4.20	T3.12 FRONT HOOP	16
4.21	T3.13 MAIN HOOP BRACING	16
4.22	T3.14 FRONT HOOP BRACING	18
4.23	T3.15 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ ΒΑΣΕΩΝ	18
4.24	T3.18 ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΗΣ	18
4.25	T3.19 BULKHEAD	19
4.26	T3.20 ΣΤΗΡΙΞΕΙΣ BULKHEAD	19
4.27	T3.25 SIDE IMPACT STRUCTURE	19
4.28	T3.25.2	20
4.29	COCKPIT (Θέση Οδήγησης – Κύριες Διαστάσεις)	21
4.30	ΑΝΑΛΥΣΗ	22
4.32	FRONT ROLL HOOP	23
4.33	SIDE IMPACT	23
4.34	FRONT BULKHEAD ΚΑΙ BULKHEAD SUPPORT	23
5.	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	24
5.1	ΣΤΑΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ	24
5.2	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	25
5.21	Σύστημα ανάρτησης	25
5.22	Πλαίσιο/Κύριο σώμα/ Αεροδυναμικά βοηθήματα	25
5.23	Μετάδοση Κίνησης	25
5.24	Cockpit/Σύστημα πέδησης /Ασφάλεια:	25
5.25	Συστήματα Διαχείρισης	26
5.26	Κατασκευή/Επισκευή	26
5.27	Αισθητική/Στυλ	26

5.28	<i>Δημιουργικότητα</i>	26
5.3	ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	27
5.4	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ:	28
5.5	ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ:	28
5.6	ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ	29
5.61	<i>Η φιγούρα του οκτώ</i>	29
5.62	<i>Αγώνας Autocross 1 χλμ</i>	30
5.63	<i>Επιτάχυνση 75 μέτρα</i>	31
5.64	<i>Δοκιμασία αντοχής:</i>	31
5.65	<i>Κατανάλωση καυσίμου</i>	32
6.	ΠΛΑΙΣΙΟ	33
6.1	MAIN HOOP:	33
6.2	FRONT HOOP:	33
6.3	FRONT BULKHEAD	34
6.4	SIDE IMPACT STRUCTURE	34
6.42	Front Bulkhead Support	34
6.5	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	37
6.6	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	37
6.7	ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	39
6.8	ΌΦΕΙΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	45
6.9	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	48
6.10	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ BULKHEAD	49
6.11	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΜΠΡΟΣΤΙΝΟΥ ΜΕΡΟΥΣ	50
6.12	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ.	54
6.13	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΙΣΩ ΜΕΡΟΥΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	58
7.	ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	62
7.1	ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ FRONT BULKHEAD.	63

7.2 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ FRONT ROLL HOOP	63
7.3 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ MAIN ROLL HOOP...	63
7.4 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ SIDE IMPACT STRUCTURE	63
7.5 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ HARNESS ATTACHMENT	64
7.6 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ FRONT BULKHEAD & ROLL HOOP SUPPORTS	64
7.7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	64
7.8 FRONT BULKHEAD	65
7.9 ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΑΣΕΩΝ	65
7.10 ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ.....	67
7.11 FRONT BULKHEAD & ROLL HOOP SUPPORTS.....	68
7.11.1 Εμφάνιση τάσεων	68
7.11.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων.....	69
7.12 FRONT ROLL HOOP	69
7.12.1 Εμφάνιση τάσεων.....	69
7.12.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων.....	70
7.13 MAIN ROLL HOOP	70
7.13.1 Εμφάνιση τάσεων	70
7.13.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων.....	71
7.14 SIDE IMPACTS.....	72
7.14.1 Εμφάνιση τάσεων	72
7.14.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων.....	72
7.15 HARNESS ATTACHMENTS (Σωλήνα πρόσδεσης ζώνης ασφαλείας οδηγού)	73
7.15.1 Εμφάνιση τάσεων	73
7.15.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων.....	74
7.16 ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	74
8. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	76

8.1 ΥΛΙΚΑ.....	77
8.2 ΜΕΣΑ.....	77
8.3 ΚΑΛΟΥΠΙΑ ΑΠΟ ΛΑΜΑΡΙΝΑ	89
8.3.1 Διαδικασία κατασκευής καλουπιού κύριου μέρους	90
8.3.2 Διαδικασία κατασκευής καλουπιών αεραγωγών	96
8.4 ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΑ ΚΑΛΟΥΠΙΑ.....	107
8.4.1 Πολυεστερικό καλούπι αεραγωγού.....	109
8.5 ΚΑΘΙΣΜΑ ΟΔΗΓΟΥ	110
9.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	115
10.0 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	116

FORMULA STUDENT

3.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ FORMULA STUDENT :

Η διοργάνωση Formula Student SAE είναι ένας διαγωνισμός για φοιτητές όπου οργανώνεται από την SAE International (SAE, γνωστό και ως Society of Automotive Engineers). Ο διαγωνισμός ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και πιο συγκεκριμένα το 1978. Παλαιότερα ο διαγωνισμός ονομαζόταν SAE Mini Indy. Η κύρια ιδέα της διοργάνωσης είναι μια εικονική συνεργασία μεταξύ φοιτητών και μιας αυτοκινητοβιομηχανίας με στόχο την εξέλιξη ενός μικρού αγωνιστικού οχήματος τύπου Formula. Κάθε ομάδα φοιτητών σχεδιάζει, κατασκευάζει και δοκιμάζει το πρωτότυπό της σε μια σειρά δοκιμασιών, βάση κανονισμών που τίθενται από την διοργάνωση. Κύριος στόχος των κανονισμών είναι η παροχή ασφάλειας στον αγωνιστικό χώρο (τα οχήματα οδηγούνται από φοιτητές σε ελεγχόμενο περιβάλλον πίστας) αλλά και η παρότρυνση στο να βρεθούν έξυπνες λύσεις σε προβλήματα. Το αγωνιστικό όχημα περνάει μια σειρά δοκιμασιών όπου σε κάθε δοκιμασία βαθμολογείται ανάλογα με την επίδοσή του.



3.2 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

Στην αρχή του διαγωνισμού η διοργάνωση ελέγχει αν το όχημα συμμορφώνεται με τους κανονισμούς που έχουν τεθεί την συγκεκριμένη περίοδο (οι κανονισμοί έχουν μικρές αλλαγές κάθε χρόνο). Πριν την είσοδο του οχήματος στον αγωνιστικό χώρο γίνεται επιπλέον έλεγχος που αφορά την ικανότητα πέδησης, την σταθερότητά του ως προς την ανατροπή σε περίπτωση ατυχήματος καθώς και τα επίπεδα θορύβου. Ο διαγωνισμός Formula Student συνδυάζει όλες τις μορφές του επιχειρηματικού κόσμου δηλαδή την έρευνα, το σχεδιασμό, την κατασκευή, τις δοκιμές, την ανάπτυξη, την προώθηση προϊόντων, τη διοίκηση και την οικονομική διαχείριση. Ο διαγωνισμός Formula Student παίρνει τους μαθητές από την τάξη και τους βάζει να αντιμετωπίσουν ρεαλιστικά προβλήματα. Στην σημερινή εποχή ο διαγωνισμός έχει επεκταθεί σε διάφορες χώρες όπως στην Αγγλία, στην Αυστραλία, στην Αμερική και στην Γερμανία.

Ο διαγωνισμός Formula Student έχει μερικούς περιορισμούς σχετικά με την λειτουργία της ομάδας των φοιτητών. Η ομάδα θα πρέπει να απαρτίζεται αποκλειστικά από ενεργούς φοιτητές συμπεριλαμβανομένου και του οδηγού έτσι ώστε να δημιουργείται ένας ευρύτερος περιορισμός στις ώρες εργασίας, στις δεξιότητες και την εμπειρία. Με αυτόν τον τρόπο τα περιοριστικά μέτρα γίνονται λιγότερο αυστηρά από ότι σε επαγγελματικό επίπεδο αγώνων. Οι φοιτητές μπορούν να συμβουλευτούν επαγγελματίες μηχανολόγους αλλά όλος ο σχεδιασμός πρέπει να έχει γίνει από τους ίδιους. Επιπρόσθετα, το σύστημα βαθμολόγησης είναι φτιαγμένο με τέτοιο τρόπο ώστε με διάφορες στρατηγικές να επέλθει η νίκη. Αυτό οδηγεί σε μια μεγάλη ποικιλομορφία ανάμεσα στα διαγωνιζόμενα οχήματα, πράγμα σπάνιο στον κόσμο του μηχανοκίνητου αθλητισμού.

3.3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Η πλειοψηφία των κανονισμών αφορούν την ασφάλεια του οδηγού. Ο σχεδιασμός και εξέλιξη του πλαισίου γίνεται εξολοκλήρου από τους φοιτητές ακολουθώντας πάντα τους περιορισμούς που τους έχουν τεθεί. Το όχημα πρέπει να τηρεί ορισμένες προδιαγραφές, οι οποίες τίθενται από την διοργάνωση, σε αντίθετη περίπτωση το όχημα δεν γίνεται δεκτό. Οι κανονισμοί δεσμεύουν τους φοιτητές σε ορισμένα κύρια μέρη του πλαισίου αλλά και σε χαρακτηριστικά του όπως για παράδειγμα η διάμετρος των σωλήνων του. Οι φοιτητές οφείλουν να προσομοιώσουν το όχημά τους σε διάφορες καταπονήσεις όπως στρέβλωση πλαισίου, κρούση και ανατροπή, ώστε να διασφαλιστεί η ασφάλεια του εκάστοτε χειριστή-οδηγού.

3.4 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ FORMULA STUDENT

Το 1979 το πρώτο SAE Mini – Indy διοργανώθηκε στο πανεπιστήμιο του Houston. Το έναυσμα δόθηκε από τον Dr. Kurt M. Marshek ο οποίος εμπνεύστηκε το όλο εγχείρημα από ένα κείμενο How-to στο περιοδικό [Popular Mechanics](#), όπου υπήρχε ένα άρθρο για ένα μικρό ξύλινο όχημα με ένα κινητήρα πέντε ίππων. Οι φοιτητές του Dr. Kurt M. Marshek έπρεπε να κατασκευάσουν ένα παρόμοιο όχημα με αυτό του περιοδικού.

Τελικά έλαβαν μέρος δεκατρείς ομάδες από τις οποίες οι έντεκα διαγωνίστηκαν. Νικητές ήταν οι φοιτητές από το Πανεπιστήμιο του Texas στο El Paso. Μετά την πρώτη διοργάνωση κανείς δεν κινητοποιήθηκε για κάποιο δεύτερο αγώνα, αν και ο Dr. William Sharpton είχε στο μυαλό του να διοργανώσει έναν αγώνα το 1980. Τελικά τρεις φοιτητές από το πανεπιστήμιο του Texas στο Austin είδαν τις δυνατότητες του όλο εγχειρήματος και με την βοήθεια του Dr. Ron Matthews, επικοινωνήσαν με το τμήμα εκπαιδευτικών σχέσεων (SAE Educational Relations Department) για να προτείνουν μια νέα διοργάνωση mini-Indy αλλά με νέους κανόνες. Οι φοιτητές έπρεπε να σχεδιάσουν ένα αγωνιστικό όχημα που να μην κόστιζε πάνω από ένα προκαθορισμένο ποσό. Για να αντικατοπτριστεί καλύτερα η φύση του αγωνιστικού χαρακτήρα των οχημάτων καθώς και το αυξανόμενο μηχανολογικά ενδιαφέρον το όνομα του θεσμού άλλαξε σε Formula SAE. Το 1984 το πανεπιστήμιο του Texas στο Austin φιλοξένησε τον διαγωνισμό και το 1985 από το πανεπιστήμιο του Texas στο Arlington. Εκεί ο Dr. Robert Woods με καθοδήγηση από το συμβούλιο μαθητών του SAE άλλαξε την γενική ιδέα, δηλαδή από ένα καθαρά αγωνιστικό όχημα σε ένα όχημα το οποίο να μην πληροί αγωνιστικές προδιαγραφές αλλά ταυτόχρονα να μπορεί να παραχθεί σε μικρό αριθμό.

Το 1991 ο διαγωνισμός διοργανώθηκε από την General Motors, το 1992 από την Ford Motor Co και το 1993 από την Chrysler Corp. Μετά τον διαγωνισμό του 1992 οι τρεις εταιρίες διοργάνωναν από κοινού τον διαγωνισμό Formula SAE. Το 2008 η ένωση αυτή διαλύθηκε και πλέον ο διαγωνισμός SAE χρηματοδοτείται από διάφορες εταιρίες, επενδυτές αλλά και από τα εισιτήρια συμμετοχής των ομάδων.

3.5 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ FORMULA STUDENT

Ο διαγωνισμός Formula Student αναδεικνύει τις ικανότητες αλλά και τα οράματα φοιτητών ενώ παράλληλα προάγει την παραγωγική εικόνα του ιδρύματος.

Ο φοιτητής μέσα από τον διαγωνισμό έρχεται συνεχώς αντιμέτωπος με το ευρύ πεδίο της επιστήμης της μηχανολογίας, αποκομίζοντας με αυτό τον τρόπο εμπειρίες και γνώσεις. Ο φοιτητής όχι μόνο διευρύνει τους μαθησιακούς ορίζοντές του αλλά ταυτόχρονα μαθαίνει να συνεργάζεται και να δουλεύει πάνω σε αληθινά προβλήματα.

Μέσα από τον διαγωνισμό Formula Student προβάλλεται ταυτόχρονα και η δυναμικότητα του ιδρύματος, η ικανότητά του να δημιουργεί και να καθοδηγεί φοιτητές με όραμα και πάνω από όλα κριτική σκέψη και επαγγελματικές ικανότητες. Όντας διεθνής ο διαγωνισμός, υπάρχει η δυνατότητα της εγχώριας αλλά και διεθνούς προβολής του ιδρύματος.

Μέσα από αυτόν τον διαγωνισμό ίδρυμα και φοιτητής μπορούν να θέσουν τις βάσεις για μια συνεργασία των δύο, όπου απώτερο σκοπό θα έχει την συλλογική και ολιστική βελτίωση του συστήματος εκπαίδευσης.

4. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ FORMULA STUDENT 2015-2016

Οι κανονισμοί Formula Student 2015 έχουν ισχύ από την έναρξη της αγωνιστικής το 2015 μέχρι την λήξη αυτής το 2016. Όλες οι παρακάτω προδιαγραφές έχουν σκοπό να δημιουργήσουν ένα πρωτότυπο όχημα υψηλών επιδόσεων, όσων αναφορά την επιτάχυνση, την επιβράδυνση, την σταθερότητα καθώς και την ολοκλήρωση όλων των διαγωνισμών που τίθενται από την Formula SAE.

Παρακάτω αναγράφονται όλοι εκείνοι οι κανονισμοί που είναι σχετικοί με την παρούσα πτυχιακή εργασία.

Το πρωτότυπο όχημα θα κριθεί και θα βαθμολογηθεί εκτός από τις δυναμικές ικανότητές του και εμφανισιακά σε σχέση πάντα με τα υπόλοιπα οχήματα του διαγωνισμού.

Οι κατηγορίες στις οποίες βαθμολογείται το όχημα είναι οι ακόλουθες :

4.1 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Πριν την διεξαγωγή του αγώνα όλες οι ομάδες είναι υποχρεωμένες να παραδώσουν τα οχήματά τους στους διοργανωτές Formula SAE με σκοπό να γίνει έλεγχος για το κατά πόσο το όχημα συμμορφώνεται με τις τεχνικές προδιαγραφές.

4.2 ΚΟΣΤΟΣ

Γίνεται αναλυτική παρουσίαση των πόρων που χρησιμοποιήθηκαν για τον σχεδιασμό και κατασκευή του οχήματος αλλά και το κόστος συντήρησης μετά το πέρας της ολοκλήρωσης του οχήματος.

4.3 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η ομάδα παρουσιάζει αναλυτικά τα σχέδια του οχήματος, τόσο του πλαισίου όσο και των υπολοίπων υποσυστημάτων. Παράλληλα γίνεται έλεγχος για το κατά πόσο τα σχέδια συμπίπτουν με το τελικό όχημα και βαθμολογούνται ανάλογα από τους κριτές.

4.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

Κάθε ομάδα πριν την διεξαγωγή του αγώνα παρουσιάζει το πρωτότυπο της. Στην παρουσίαση παραβρίσκονται εκτός από τους κριτές, οι υπόλοιποι διαγωνιζόμενοι ακόμα και θεατές.

4.5 ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Κάθε όχημα δοκιμάζεται ξεχωριστά σε κλειστό περιβάλλον πίστας σε μια σειρά δοκιμασιών όπως επιτάχυνση, επιβράδυνση και ευελιξία.

4.6 ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΠΙΣΤΑ

Κάθε όχημα πρέπει εκτός από τεχνολογικά αναπτυγμένο και αποδοτικό να είναι παράλληλα και αξιόπιστο. Έτσι το όχημα κάθε ομάδας πρέπει να τρέξει αρκετά χιλιόμετρα εντός πάντα πίστας.

Παρακάτω παρατίθενται οι βαθμολογίες βάσει των κανονισμών Formula Student 2015-2016.

4.7 ΣΤΑΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Παρακάτω φαίνονται οι βαθμοί ανά κατηγορία των στατικών δοκιμασιών όπως αυτοί έχουν οριστεί από την διοργάνωση.

Παρουσίαση 75
Σχεδιασμός 150
Ανάλυση Κόστους 100

4.8 ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Παρακάτω φαίνονται οι βαθμοί ανά κατηγορία των δυναμικών δοκιμασιών όπως αυτοί έχουν οριστεί από την διοργάνωση.

Επιτάχυνση 75
Skid-Pad 50
Autocross 150
Αποδοτικότητα 100
Αντοχή 300

Η συνολική βαθμολογία βγαίνει από το άθροισμα στατικών και δυναμικών δοκιμασιών. Το μέγιστο που μπορεί μια ομάδα να συλλέξει είναι 1000 βαθμοί.

Formula Student διαγωνισμοί

Η διοργάνωση Formula SAE αποτελείται συνολικά από δέκα (10) αγώνες, σε διαφορετικές τοποθεσίες. Παρακάτω εμφανίζονται σε λίστα όλοι η αγώνες, ανά περιοχή. Να σημειωθεί πως η ονομασία του αγώνα ποικίλει ανάλογα την τοποθεσία, όπως φαίνεται παρακάτω :

- Formula SAE Michigan διεξάγεται στο Michigan, USA και οργανώνεται από την SAE International.
- Formula SAE Lincoln διεξάγεται στην Nebraska, USA και οργανώνεται από την SAE International.
- Formula SAE Electric διεξάγεται στην Nebraska, USA και οργανώνεται από την SAE International.
- Formula SAE Australasia διεξάγεται στην Αυστραλία και οργανώνεται από την SAE Australasia.
- Formula SAE Brazil διεξάγεται στην Βραζιλία και οργανώνεται από την SAE international.
- Formula SAE Italy διεξάγεται Ιταλία και οργανώνεται από την ATA
- Formula Student διεξάγεται στην Αγγλία και διοργανώνεται από την IMechE.
- Formula Student Austria διεξάγεται στην Αυστρία και οργανώνεται από την Formula Student Austria.
- Formula Student Germany διεξάγεται στην Γερμανία και οργανώνεται από την FSG e.V.
- Student Formula Japan διεξάγεται στην Ιαπωνία και οργανώνεται από την JSAE.

Όλα τα νέα και κανονισμοί για την Formula SAE αναρτούνται στην ηλεκτρονική σελίδα :

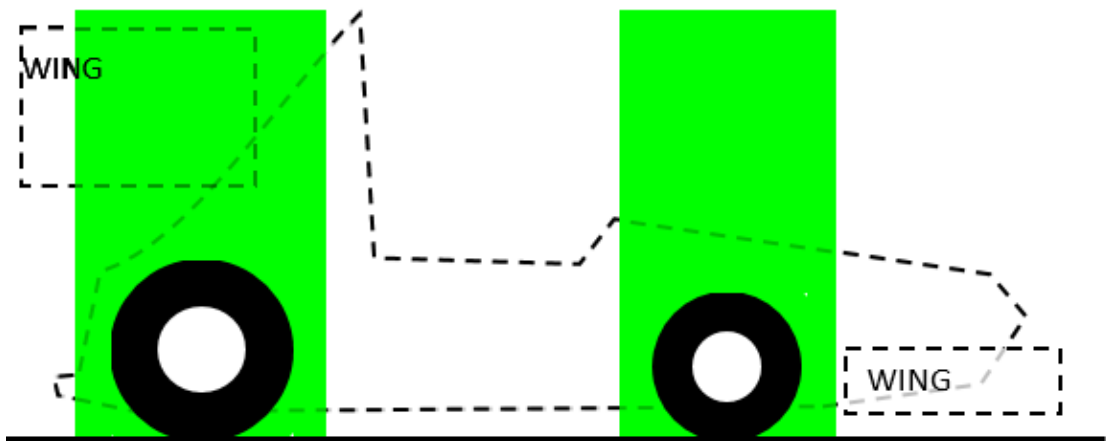
<http://student.sae.org/competitions/formulaseries/>

4.9 ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Το όχημα πρέπει να είναι Open Wheel (ανοικτού τύπου) και open cockpit (όπως μια formula) με τέσσερις ρόδες που να μην είναι στην ίδια ευθεία.

Ορισμός οχήματος Open Wheel:

- Το πάνω μέρος των τροχών πρέπει να μην καλύπτεται και να είναι εμφανές όταν ο παρατηρητής το κοιτάει από πάνω.
- Οι τροχοί/ελαστικά πρέπει να είναι εμφανή όταν ο παρατηρητής τα κοιτά από το πλάι του οχήματος.
- Κανένα κομμάτι του οχήματος δεν επιτρέπεται να βρίσκεται στην περιοχή keep-out σε απόσταση 75 mm από το μπροστά και πίσω μέρος του ελαστικού με τους τροχούς να είναι ευθυγραμμισμένοι ευθεία μπροστά.

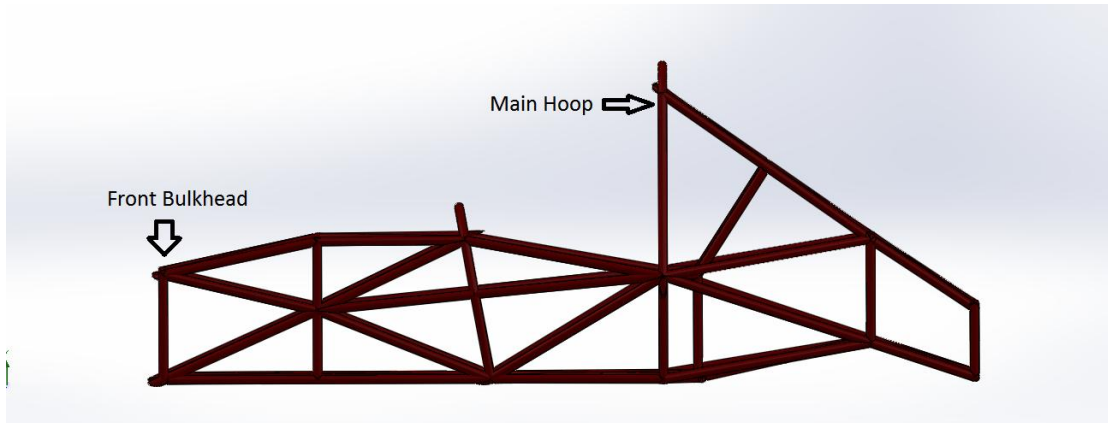


Εικόνα: 4.1 Keep out zone

Οι περιοχές που εμφανίζονται με πράσινο χρώμα είναι η keep out zone.

4.10 BODYWORK

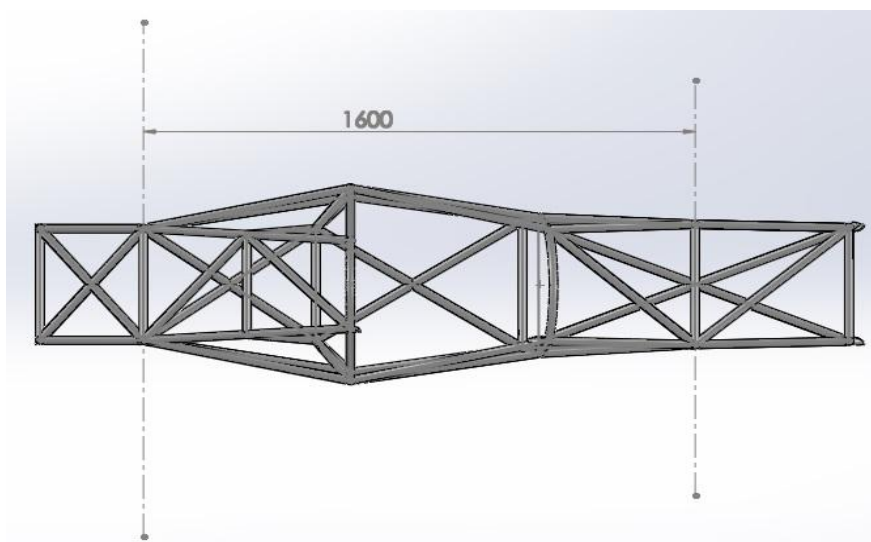
Δεν επιτρέπεται να υπάρχει κανένα άνοιγμα στο εξωτερικό σώμα του οχήματος που να οδηγεί στην θέση οδήγησης, από το μπροστά τμήμα του οχήματος μέχρι το Main Roll Hoop ή το firewall με εξαίρεση τα ανοίγματα εισόδου και εξόδου για τον οδηγό. Μικρά ανοίγματα στα κομμάτια της ανάρτησης επιτρέπονται.



Εικόνα: 4.2 Πλαίσιο

4.11 WHEELBASE

Το όχημα πρέπει να έχει τουλάχιστον 1525 mm μήκος, το wheelbase μετράται από το κέντρο επαφής του μπροστά ελαστικού μέχρι τους πίσω τροχούς στο αντίστοιχο σημείο, με του εμπρός τροχούς να είναι ευθυγραμμισμένοι ευθεία. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται πως το wheelbase του FP One είναι 1600 mm, πράγμα που σημαίνει πως τηρούμε την προδιαγραφή. Ανώτατο όριο δεν υπάρχει ως περιορισμός



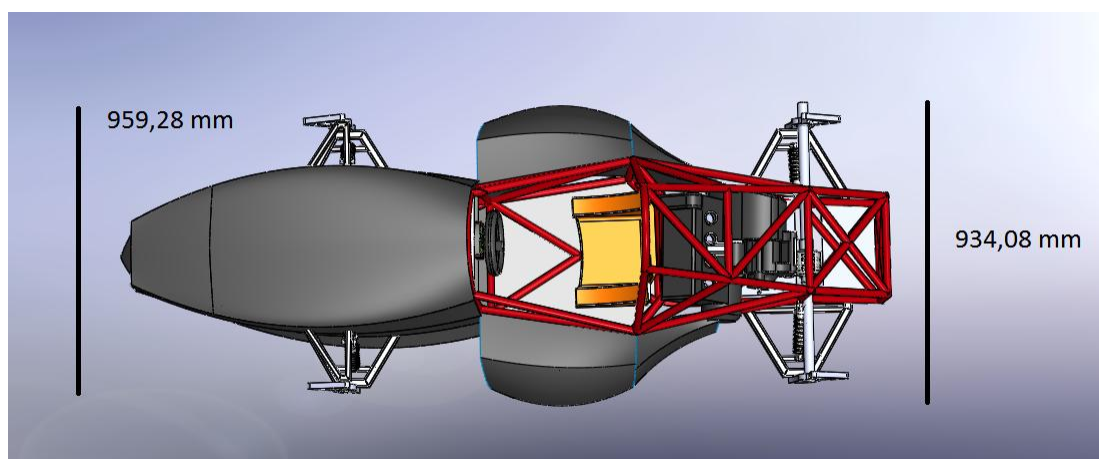
Εικόνα: 4.3 Wheel base

4.12 ΟΠΤΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ

Όλα τα εξαρτήματα που εξετάζονται από τους διοργανωτές πριν την έναρξη του αγώνα, πρέπει να είναι καθαρά εμφανή χωρίς να χρησιμοποιηθούν καθρέπτες ή ενδοσκόπια.

4.13 VEHICLE TRACK

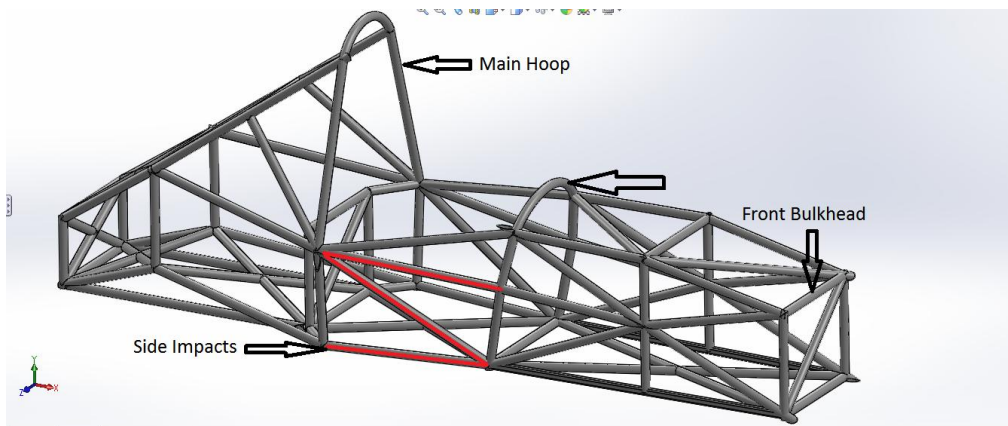
Με τον όρο Vehicle Track εννοούμε την απόσταση των δύο εμπρός τροχών ή την απόσταση των πίσω δύο τροχών μεταξύ τους. Η απόσταση αυτή (vehicle track) δεν πρέπει να είναι πάνω από 75% μικρότερη από την αντίστοιχη μεγαλύτερη (vehicle track).



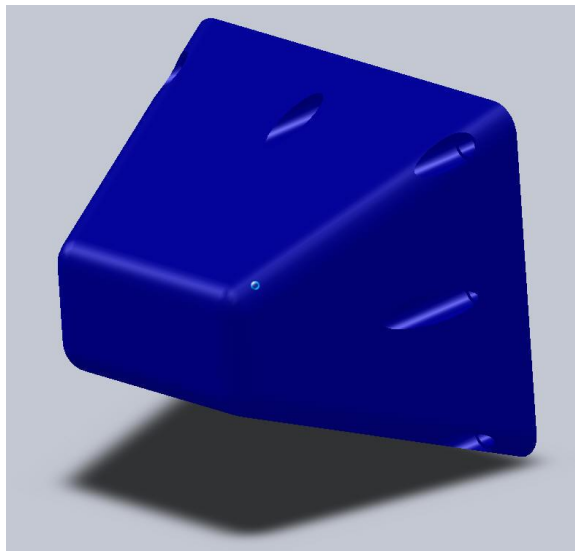
Εικόνα: 4.4 Vehicle track(μετατόχιο)

Vehicle structure

Το πλαίσιο του FP One συμμορφώνεται με τους γενικούς κανονισμούς πλαισίων και όχι με των εναλλακτικών.
Το όχημα πρέπει να συμπεριλαμβάνει δύο roll hoops τα οποία να έχουν πλέξη, μπροστινό bulkhead μαζί με το Impact Attenuator και πλάγιες μπάρες πρόσκρουσης.



Εικόνα: 4.5 Πλαίσιο

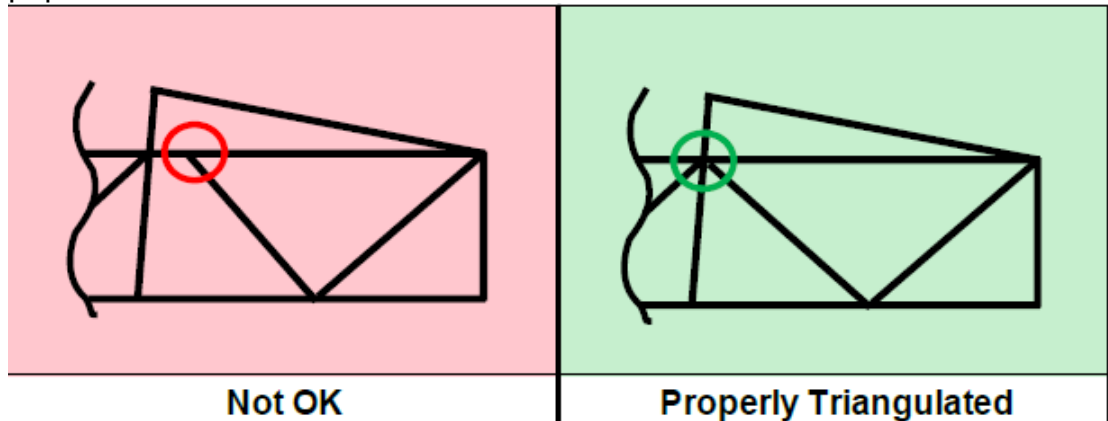


Εικόνα: 4.6 Impact attenuator (αποσβεστήρας σύγκρουσης)

4.14 ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ

- Main Hoop - Μια μπάρα η οποία είναι τοποθετημένη δίπλα ή ακριβώς πίσω από τον ώμο του οδηγού.
- Front Hoop – Μια μπάρα τοποθετημένη πάνω από τα πόδια του οδηγού και κατά προτίμηση στο τιμόνι.
- Roll Hoops – Front και Main Hoop χαρακτηρίζονται ως Roll Hoops.
- Roll Hoops Bracing Supports – Είναι η κατασκευή από το χαμηλότερο σημείο του Roll Hoop Bracing, δηλαδή της βάσης, πίσω στα Roll Hoops.
- Τμήματα πλαισίου – Ένα ελάχιστο συνεχές τμήμα, αποτελούμενο από ένα κομμάτι το οποίο είναι μη κομμένο.
- Πλαίσιο- Το πλαίσιο είναι κατασκευασμένο ώστε να υποστηρίζει όλα τα λειτουργικά τμήματα του οχήματος. Η κατασκευή μπορεί να αποτελείται από ένα ενιαίο συγκολλημένο τμήμα, από πολλαπλά συγκολλημένα τμήματα ή συνδυασμό σύνθετων και συγκολλημένων τμημάτων.
- Πρωταρχική κατασκευή πλαισίου. Η κύρια κατασκευή αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα :
 - Main Hoop
 - Front Hoop
 - Roll Hoop Braces and Supports
 - Side impact Structure
 - Front Bulkhead
 - Front Bulkhead Support System
 - Όλα τα τμήματα πλαισίου, οδηγοί και βάσεις που μεταφέρουν φορτίο από την θέση οδήγησης.
- Κύρια κατασκευή πλαισίου – Το κομμάτι του πλαισίου το οποίο ακουμπά στο κομμάτι όπου βρίσκεται ο οδηγός. Το πάνω μέρος του Main Hoop και οι βάσεις του δεν συμπεριλαμβάνονται στη κύρια κατασκευή.
- Front Bulkhead – Μια επίπεδη κατασκευή, όπου καθορίζει το μπροστινό τμήμα του πλαισίου και προστατεύει τα πόδια του οδηγού.
- Impact Attenuator – Συσκευή απορρόφησης δυνάμεων σε περίπτωση σύγκρουσης. Τοποθετείται στο μπροστινό τμήμα του πλαισίου αμέσως μετά το front bulkhead.
- Side impact zone – Η περιοχή στο πλαϊνό τμήμα του οχήματος, εκτεινόμενη από το έδαφος 350 mm εκεί όπου ενώνεται front hoop με main hoop.

- Γεωμετρία πλαισίου – Το πλαίσιο αποτελείται από τριγωνικά τμήματα και πάντα οι σωλήνες να ενώνονται σε κόμβους και όχι σε ευθύγραμμο τμήμα ράβδου.



Εικόνα: 4.6 Τρόπος κατασκευής πλαισίου

Η δεξιά εικόνα απεικονίζει τον μη σωστό τρόπο συγκόλλησης του πλαισίου, αντίθετα η αριστερή εικόνα παρουσιάζει τον σωστό τρόπο συγκόλλησης, δηλαδή την τριγωνική μέθοδο.

4.15 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ

Κύριο υλικό Χάλυβας.

Η κύρια κατασκευή του οχήματος πρέπει να είναι κατασκευασμένη από: στρογγυλό, ή πιο ή κράμα, χαλύβδινων σωλήνων (με ελάχιστο 0,1% άνθρακα). Οι ελάχιστες διαστάσεις που δίνεται να χρησιμοποιηθούν είναι :

Κομμάτι η Εφαρμογή	Εξωτερικές διαστάσεις X πάχος τοιχώματος
Main & Front Hoops Μπάρα συγκράτησης ζώνης ασφαλείας οδηγού	25,4mm x 2.4 mm ή 25,0mm x 2.50 mm
Side Impacts, Front Bulkhead, Βάσεις Roll Hoop, Βάσεις συγκράτησης ζώνης οδηγού	25,4mm x 1.65 mm ή 25.0 mm x 1.75 mm ή 25.4 mm x 1.60 mm ή ή τετραγωνικής διατομής 1,00inch x 1.00 inch x 0.047 inch
Κατασκευή προστασίας	Τετραγωνικής διατομής 25,0 mm x 1.20 mm
Front Bulkhead, βάσεις Main hoop	25,4mm x 1.20 mm ή 25.0 mm x 1.5 mm ή 26.0 x 1.2 mm ή

4.16 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΑΛΥΒΑ

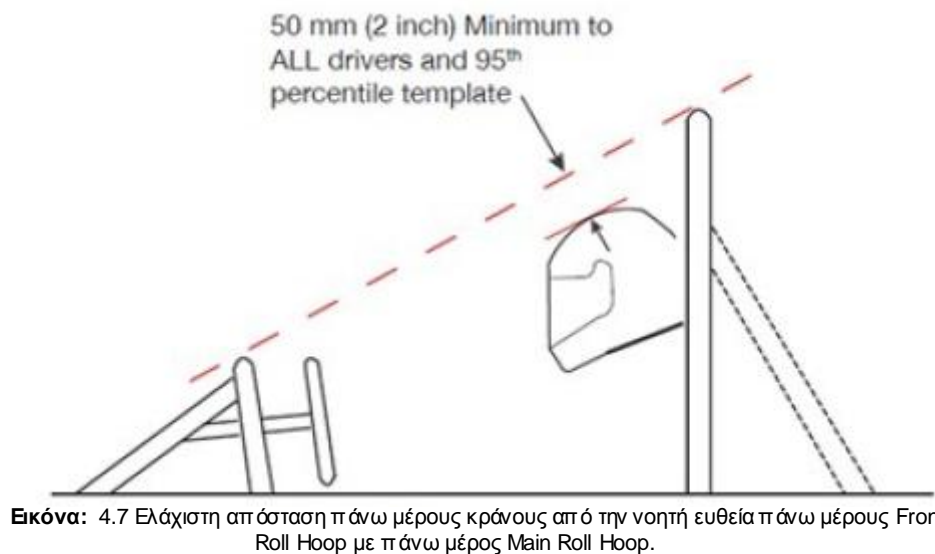
Παρακάτω φαίνονται οι ελάχιστες απαιτήσεις του χάλυβα που υποχρεούμαστε να τηρούμε βάσει των κανονισμών Formula Student 2015-2016.

Δυνάμεις λογισμού και κάμψης :
Μέτρο Ελαστικότητας (E) = 200 GPa
Όριο διαρροής (σ_y) = 305 MPa
Όριο θραύσης (σ_u) = 365 MPa

Υποσημείωση : οποιαδήποτε σωλήνα μικρότερη από 1"X0,047" δεν θεωρείται κομμάτι της κατασκευής και θα αγνοηθεί, κατά την διαδικασία ελέγχου εφαρμογής των κανονισμών, από τους διοργανωτές.

4.17 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ MAIN ROLL HOOP ΚΑΙ FRONT ROLL HOOP

1. Το κεφάλι και τα πάνω άκρα του οδηγού δεν πρέπει να ακουμπήσουν το έδαφος σε περίπτωση ανατροπής του οχήματος.
2. Το πλαίσιο πρέπει να συμπεριλαμβάνει το Main Hoop και το Front Hoop.
3. Όταν ο οδηγός είναι δεμένος στην θέση οδήγησης πρέπει α) να απέχει το λιγότερο 50,8 mm σε ευθεία γραμμή από την κορυφή του Main Roll Hoop έως την κορυφή του Front Roll Hoop, όπως στην εικόνα 1.
4. Να απέχει το λιγότερο 50,8 mm σε ευθεία γραμμή από την κορυφή του Main Roll Hoop μέχρι το χαμηλότερο σημείο δεσίματός του, εάν αυτό επεκτείνεται προς τα πίσω όπως φαίνεται στην εικόνα 2.



4.18 Κανονισμός T3.10.8

Το Main Hoop και το Front Hoop πρέπει να είναι ασφαλή συγκολλημένα στην κύρια κατασκευή (πλαίσιο) χρησιμοποιώντας σωστή τριγωνική γεωμετρία.

Υποσημείωση: Οι κανονισμοί όπου αναγράφονται με τον παρακάτω τρόπο – Τ και νούμερο – υπάρχουν έτσι στο βιβλίο των κανονισμών Formula Student 2015-2016. Για την διευκόλυνση του αναγνώστη έχουμε γράψει επακριβώς την κωδικοποίηση του εκάστοτε κανονισμού για την εύκολη αναζήτησή του. Στο τέλος του παραρτήματος υπάρχει η αντίστοιχη βιβλιογραφία.

4.19 T3.11 MAIN HOOP

1. Το Main Hoop πρέπει να είναι κατασκευασμένο από ένα μονοκόμματο κομμάτι και συνεχές από χαλύβδινη σωλήνα το λιγότερο πάχους 2 mm και διαμέτρου 25,4 mm.
2. Η χρήση αλουμινίου και τιτανίου απαγορεύεται.
3. Το Main Hoop πρέπει να προεκτείνεται από το χαμηλότερο σημείο του πλαισίου, από την μια πλευρά μέχρι την άλλη πλευρά του πλαισίου πάλι στο χαμηλότερο σημείο.
4. Κοιτώντας το πλαίσιο από το πλάι, το κομμάτι του Main Roll Hoop που ακουμπά πάνω από την ένωση του με τις πλευρικές μπάρες πρόσκρουσης πρέπει να βρίσκεται εντός δέκα μοιρών από την παράλληλη.

5. Στην πλάγια όψη του πλαισίου οποιαδήποτε καμπυλότητα του Main Roll Hoop πάνω από τα σημεία επαφής με την κύρια κατασκευή, δηλαδή από την πάνω πλαϊνή μπάρα πρόσκρουσης, πρέπει να είναι ενισχυμένη (δημιουργία προέκτασης) με την κύρια κατασκευή.
6. Από την πλαϊνή πλευρά του πλαισίου και κάτω από την πάνω πλαϊνή μπάρα πρόσκρουσης, επιτρέπεται το τμήμα του Main Hoop να έχει κλίση, με οποιαδήποτε γωνία, από την οριζόντια κατεύθυνση αλλά μπορεί μόνο να παρεκκλίνει 10 μοίρες από την κατακόρυφη.
7. Από την μπροστινή όψη του πλαισίου, τα κάθετα τμήματα του Main Hoop πρέπει να έχουν τουλάχιστον 380 mm απόσταση μεταξύ τους, στο κατώτερο σημείο της κύρια κατασκευής.

4.20 T3.12 FRONT HOOP

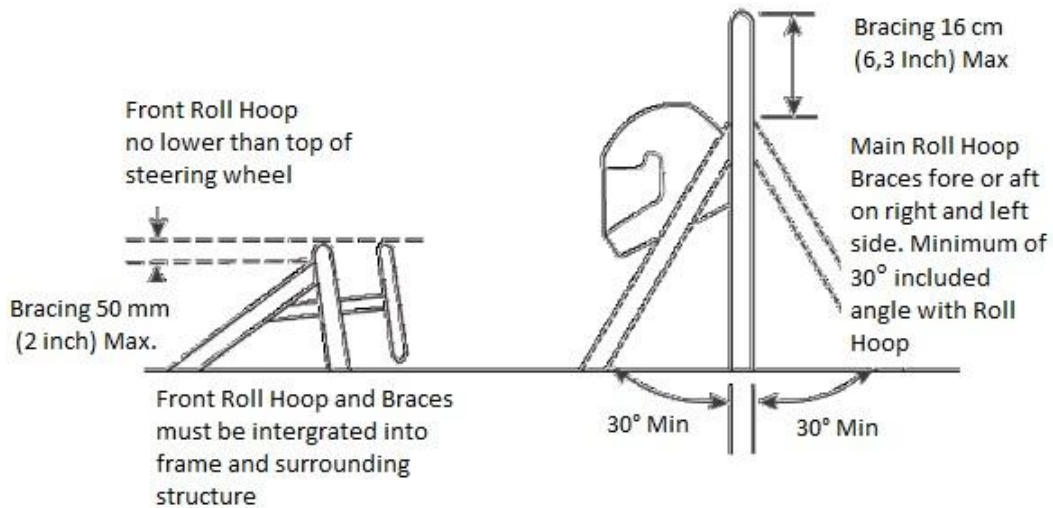
Το Front Hoop πρέπει να είναι κατασκευασμένο από κλειστό, ενιαίο τμήμα από χαλύβδινη σωλήνα (όπως δηλαδή και το Main Roll Hoop)

1. Το Front Hoop πρέπει να προεκτείνεται από χαμηλότερο σημείο του πλαισίου τις μιας πλευράς μέχρι την απέναντι πλευρά στο χαμηλότερο σημείο του πλαισίου.
2. Με σωστή χρήση τριγώνων επιτρέπεται το Front Roll Hoop να αποτελείται από περισσότερα από ένα τμήματα χαλύβδινης σωλήνας.
3. Η πάνω επιφάνεια του Front Roll Hoop δεν πρέπει να είναι χαμηλότερο από το πάνω μέρος του τιμονιού, σε οποιαδήποτε κλίση.
4. Το Front Roll Hoop δεν πρέπει να απέχει από το τιμόνι περισσότερο από 250mm. Η απόσταση αυτή πρέπει να μετρηθεί οριζόντια, από την κεντρική γραμμή του πλαισίου, από την πίσω επιφάνεια του Front Roll Hoop στην μπροστά πλευρά του τιμονιού(το τμήμα εκείνο που εξέχει παραπάνω), με το τιμόνι να είναι ευθυγραμμισμένο στην ευθεία.
5. Από την πλαϊνή πλευρά, κανένα τμήμα του Front Roll Hoop δεν πρέπει παρεκκλίνει πάνω από 20 μοίρες από την κατακόρυφη.

4.21 T3.13 MAIN HOOP BRACING

1. Οι στηρίξεις του Main Hoop πρέπει να είναι κατασκευασμένες από κλειστά τμήματα χαλύβδινων σωλήνων (με τον όρο στηρίξεις, εννοούμε όλες εκείνες τις σωλήνες που δεν αποτελούν τμήμα του Main Hoop, αλλά έχουν ρόλο συγκράτησης-ένωσης του Hoop με το κύριο πλαίσιο.)
2. Το Main Hoop πρέπει να στηρίζεται από δύο τμήματα που να προεκτείνονται δεξιά και αριστερά του, είτε προς τα πίσω είτε προς τα μπροστά.

3. Στην πλαϊνή πλευρά του πλαισίου το Main Hoop και οι στηρίξεις του δεν πρέπει να βρίσκονται στην ίδια πλευρά από την κάθετη που περνάει από την κορυφή του.
Οι στηρίξεις του Main Hoop πρέπει να είναι τοποθετημένες όσο πιο κοντά στο πάνω τμήμα του Hoop αλλά όχι πάνω από 160mm κάτω από την πιο πάνω επιφάνεια του Main Hoop. Η γωνία που σχηματίζεται από το Main Hoop και τις στηρίξεις του πρέπει να είναι τουλάχιστον 30 μοίρες.



Εικόνα: 4.8 Ελάχιστες αποστάσεις τιμονιού με πάνω μέρος Front Roll Hoop και πίσω χαστού με πάνω μέρους Main Roll Hoop

4. Όλες οι στηρίξεις πρέπει να είναι ευθεία τμήματα και να μην έχουν καθόλου καμπυλότητες.
5. Οι στηρίξεις πρέπει να μεταφέρουν αποτελεσματικά όλα τα φορτία από το Main Hoop στο πλαίσιο χωρίς να υπάρχει αστοχία.
6. Το χαμηλότερο σημείο των στηρίξεων πρέπει να υποστηρίζεται από τουλάχιστον δύο τμήματα του κύριου πλαισίου από κάθε πλευρά του πλαισίου, έχοντας ένα πάνω και κάτω τμήμα, πάντα σε τριγωνική διάταξη.
α) Το πάνω τμήμα πρέπει να ακουμπά στο κόμβο όπου οι πλαϊνές μπάρες πρόσκρουσης συνδέονται με το Main Hoop.
β) Το κάτω τμήμα πρέπει να ακουμπά στο κόμβο όπου οι πλαϊνές μπάρες συνδέονται με το Main Hoop.

Σημείωση : κάθε ένα από τα παραπάνω τμήματα μπορεί να είναι πολλαπλά τμήματα ή σωλήνες καμπύλες.

7. Αν υπάρχει κάποιο τμήμα-κομμάτι, που είναι εκτός από την περίμετρο του κυρίου πλαισίου, τότε επιπλέον στηρίξεις πρέπει να προσθέτουν για να αποφευχθούν φορτία λυγισμού στις στηρίξεις σε περίπτωση ανατροπής του οχήματος.

4.22 T3.14 FRONT HOOP BRACING

1. Το υλικό κατασκευής είναι και εδώ χάλυβας.
2. Το Front Hoop πρέπει να υποστηρίζεται από δύο βάσεις που να προεκτείνονται από την εμπρόσθια πλευρά, δεξιά – αριστερά από το Front Hoop.
3. Οι βάσεις του Front Hoop πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένες ώστε να προστατεύονται τα πόδια του οδηγού και πρέπει να προεκτείνονται μπροστά από τα πόδια του, στο κύριο πλαίσιο.
4. Οι βάσεις του Front Hoop πρέπει να είναι τοποθετημένες όσο πιο κοντά γίνεται στο πάνω τμήμα του Front Hoop αλλά όχι πάνω από 50.8 mm κάτω από την πάνω επιφάνεια του Front Hoop.
5. Εάν το Front Hoop έχει κλίση προς τα εμπρός πάνω από 10 μοίρες από την κάθετο, πρέπει να επιπλέον τμήματα – βάσεις να το στηρίξουν.

4.23 T3.15 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ ΒΑΣΕΩΝ

Όπου οι βάσεις δεν είναι συγκολλημένες στο χαλύβδινο πλαίσιο πρέπει να ασφαρίζονται από 8mm βαθμού 8.8 ή πιο δυνατό κοχλία. Οι πλάκες στήριξης που είναι συγκολλημένες στις βάσεις του Roll Hoop πρέπει να είναι τουλάχιστον 2mm σε πάχος.

4.24 T3.18 ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΗΣ

1. Τα πόδια του οδηγού πρέπει να τελείως καλυμμένα από το κύριο πλαίσιο. Όταν ο οδηγός ακουμπά τα πετάλια κανένα τμήμα των ποδιών του οδηγού δεν πρέπει να προεκτείνεται πάνω ή έξω από το κύριο πλαίσιο.
2. Μπροστά από το Bulkhead πρέπει να υπάρχει ένας εξασθενητής πρόσκρουσης ενέργειας.

4.25 T3.19 BULKHEAD

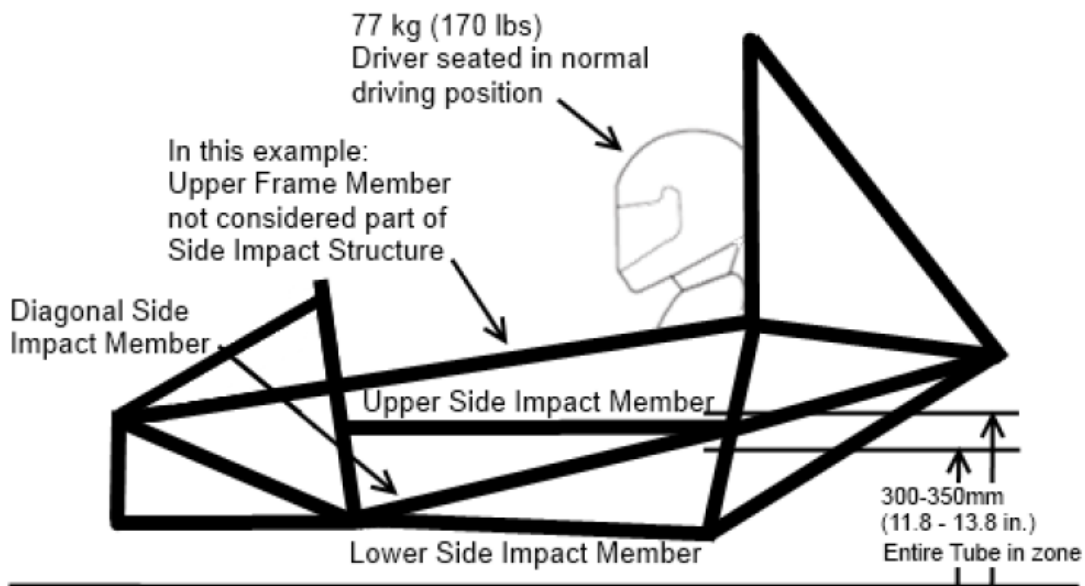
1. Το μπροστά Bulkhead πρέπει να είναι κλειστό τμήμα.
2. Το μπροστινό Bulkhead πρέπει να είναι μπροστά από οποιοδήποτε εξάρτημα που δεν σχετίζεται με την απορρόφηση ενέργειας πρόσκρουσης.

4.26 T3.20 ΣΤΗΡΙΞΕΙΣ BULKHEAD

1. Πρέπει να είναι ολόκληρο ασφαλισμένο στο πλαίσιο
2. Πρέπει να είναι συνδεδεμένο με το Front Roll Hoop από τουλάχιστον 3 κομμάτια πλαισίου σε κάθε πλευρά του οχήματος.
Τα κομμάτια αυτά είναι : ένα επάνω, ένα κάτω και ένα ενδιάμεσο διαγώνιο τμήμα που προσφέρει την τριγωνική διάταξη.
Το επάνω τμήμα στήριξης θα πρέπει να είναι ενωμένο από το επάνω τμήμα του Front Bulkhead σε απόσταση μέχρι 50 mm και σε εκτεινόμενη απόσταση 100 mm πάνω και 50 mm κάτω από τις πλάγιες μπάρες πρόσκρουσης. Αν η απόσταση αυτή (100mm) είναι μεγαλύτερη τότε επιπλέον τμήμα που να δημιουργεί τριγωνική γεωμετρία απαιτείται, για την σωστή μεταφορά των φορτίων.
Το χαμηλότερο τμήμα στήριξης πρέπει να είναι ενωμένο στην βάση του Front Bulkhead και στην βάση του Front Roll Hoop.
Η διαγώνιος θα πρέπει να είναι έτσι τοποθετημένη ώστε να δημιουργείται τριγωνική κατανομή.

4.27 T3.25 SIDE IMPACT STRUCTURE

Οι πλάγιες μπάρες κρούσης πρέπει να αποτελούνται από τουλάχιστον τρία μέρη, τοποθετημένα δεξιά και αριστερά του πλαισίου, ενώ ο οδηγός κάθεται σε φυσιολογική θέση οδήγησης όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα: 4.9 Specifications

4.28 T3.25.2

Η τοποθεσία των τριών σωλήνων (Side Impact Structure) είναι:

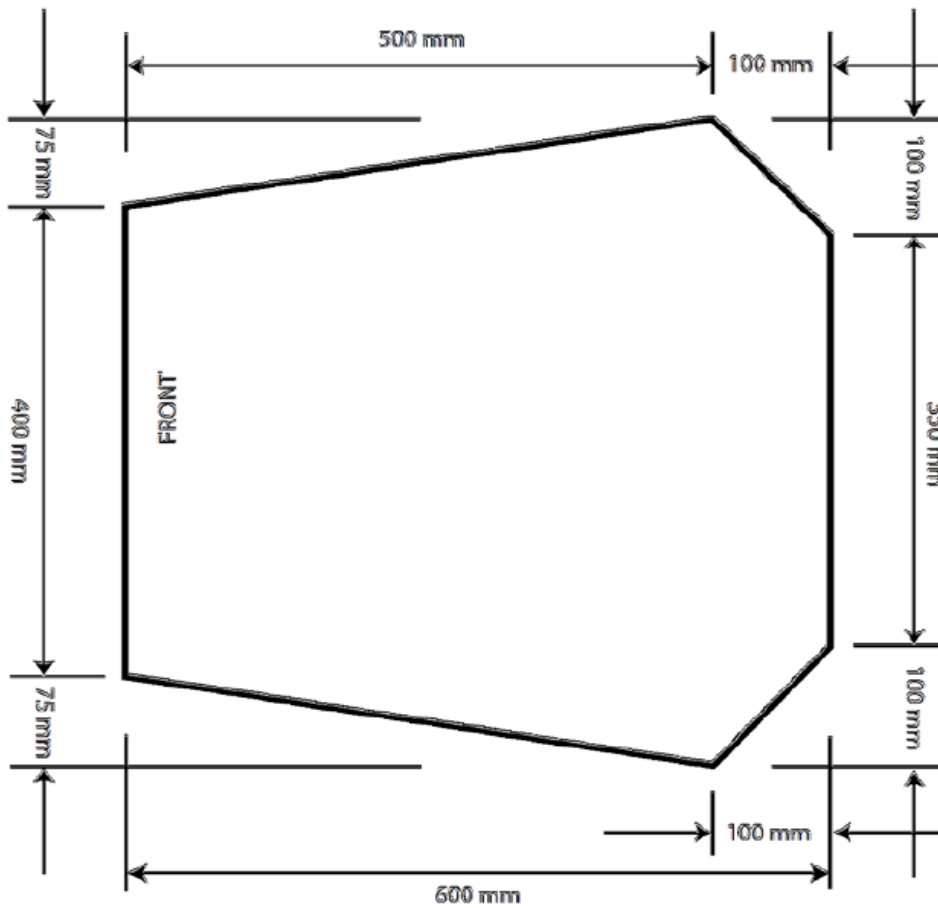
Το επάνω κομμάτι πρέπει να συνδέεται με το Main Hoop και το Front Hoop. Με ένα οδηγό βάρους 77 κιλών πρέπει το σημείο αυτό να απέχει από το έδαφος μεταξύ 300 και 350 χιλιοστά.

Το κατώτερο σημείο πρέπει να ενώνεται κάτω μέρος του Main Hoop και του Front Hoop.

Το διαγώνιο τμήμα πρέπει να συνδέει το πάνω και κάτω τμήμα και να προεκτείνεται μέχρι Front και Main Hoop.

4.29 COCKPIT (Θέση Οδήγησης – Κύριες Διαστάσεις)

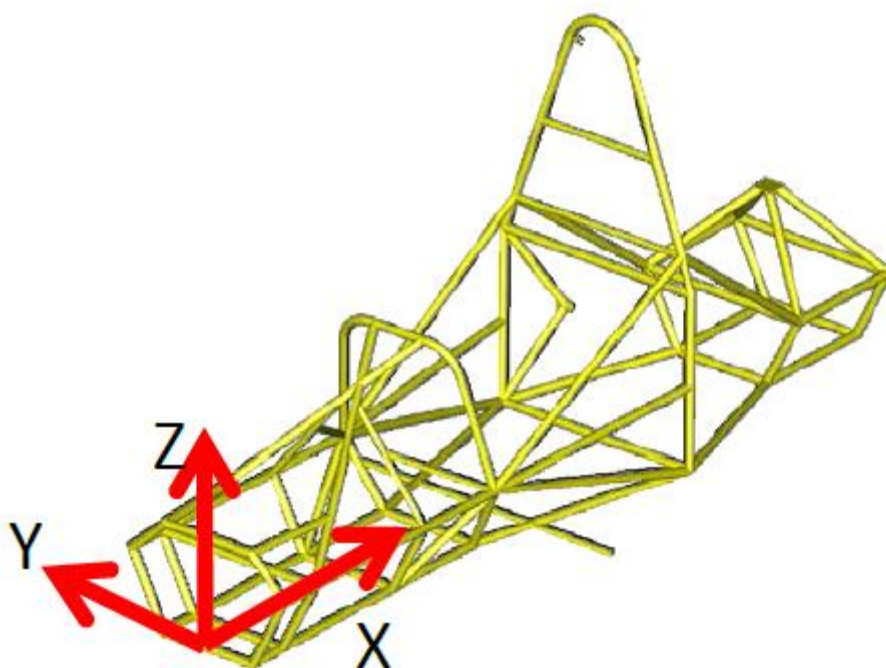
Η παρακάτω φωτογραφία δείχνει τις διαστάσεις της θέσεως οδήγησης όπως αυτές ορίζονται από τους κανονισμούς Formula Student 2015-2016.



Εικόνα: 4.10 Διαστάσεις cockpit

4.30 ΑΝΑΛΥΣΗ

Η ανάλυση του πλαισίου γίνεται σε τρεις άξονες. Στην διεύθυνση X, Y και Z όπως δείχνει η παρακάτω εικόνα.



Εικόνα: 4.11 Άξονες ανάλυσης πλαισίου

4.31 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ Main Roll Hoop, Bracing και Bracing Supports

Παρακάτω αναγράφονται τα φορτία που πρέπει να εφαρμόσουμε σε διάφορα σημεία του πλαισίου. Στα Main Roll Hoop, Bracing και Bracing Supports ασκούνται τα ακόλουθα φορτία.

Φορτία :

- Άξονας X = 6.0 KN
- Άξονας Y = 5.0 KN
- Άξονας Z = -9.0 KN

Σημείο εφαρμογής το πάνω μέρος του Main Roll Hoop με ταυτόχρονη εφαρμογή των τριών παραπάνω δυνάμεων.

Η Μέγιστη επιτρεπόμενη μετατόπιση 25 χιλιοστά.

Αστοχία δεν επιτρέπεται να παρουσιαστεί πουθενά στην κατασκευή.

Να σημειωθεί πως το μείον στο φορτίο του άξονα Z υποδηλώνει την φορά της δύναμης.

4.32 FRONT ROLL HOOP

Παρακάτω εμφανίζονται τα φορτία που εφαρμόζονται στο Front Roll Hoop. Έχουμε ταυτόχρονη εφαρμογή τριών φορτίων σε τρεις άξονες.

Τα φορτία αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Άξονας X = 6.0 KN
- Άξονας Y = 5.0 KN
- Άξονας Z = -9.0 KN

Σημείο εφαρμογής είναι το πάνω μέρος του Front Roll Hoop.

Μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση 25 χιλιοστά.

Αστοχία δεν επιτρέπεται να παρουσιαστεί πουθενά στην κατασκευή.

4.33 SIDE IMPACT

Παρακάτω αναγράφονται τα φορτία που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για την ανάλυση των πλαϊνών μπάρων πρόσκρουσης. Έχουμε εφαρμογή μόνο μιας δύναμης από μια κατεύθυνση.

Τα φορτία που θα ασκηθούν είναι τα ακόλουθα:

- Άξονας X=0 KN
- Άξονας Y=7 KN
- Άξονας Z=0 KN

Η μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση είναι 25 χιλιοστά.

Αστοχία δεν επιτρέπεται να παρουσιαστεί πουθενά στην κατασκευή.

4.34 FRONT BULKHEAD KAI BULKHEAD SUPPORT

Στο Front Bulkhead έχουμε εφαρμογή μιας δύναμης από μια διεύθυνση.

Τα φορτία που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση φαίνονται παρακάτω:

- Άξονας X=120 KN
- Άξονας Y=0 KN
- Άξονας Z=0 KN

Η μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση είναι 25 χιλιοστά.

Αστοχία δεν επιτρέπεται να παρουσιαστεί πουθενά στην κατασκευή



5. ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ

Κατά την διοργάνωση Formula student τα οχήματα διαγωνίζονται σε δυο κύριες κατηγορίες δοκιμασιών.

1. Στατικές δοκιμασίες
2. Δυναμικές δοκιμασίες

Τα οχήματα βαθμολογούνται σε κάθε δοκιμασία ξεχωριστά και στο τέλος γίνεται άθροιση των αποτελεσμάτων. Νικήτρια ομάδα είναι εκείνη που στο τέλος της διοργάνωσης θα καταφέρει να συγκεντρώσει τους περισσότερους βαθμούς, όπου η μέγιστη βαθμολογία που μπορεί να συγκεντρώσει είναι 1000 πόντοι.

5.1 ΣΤΑΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Στατικές δοκιμασίες είναι εκείνες στις οποίες τα οχήματα μένουν στάσιμα και υπόκεινται σε διάφορους ελέγχους από τους κριτές τις διοργάνωσης οι οποίοι αξιολογούν το κάθε όχημα με βάση τα παρακάτω κριτήρια.

- Σχεδιασμός
- Κόστος κατασκευής και συντήρησης
- Παρουσίαση
- Τεχνικός έλεγχος (αποτελείται από 6 tests): ασφάλεια, πλαίσιο, θόρυβος, κλίση, σύστημα πέδησης, και τεχνολογία

5.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Στην δοκιμασία του σχεδιασμού τα οχήματα ελέγχονται στις παρακάτω κατηγορίες

5.21 Σύστημα ανάρτησης: Στην κατηγορία αυτή οι κριτές ελέγχουν τα οχήματα στην περιοχή των τροχών (ελαστικά, ζάντες), του συστήματος διεύθυνσης (ψαλίδια, ακρόμπαρα, ράβδοι διεύθυνσης, αντιστρεπτικές μπάρες, γεωμετρία συστήματος διεύθυνσης), του συστήματος ανάρτησης (αποσβεστήρες, ελατήρια, γεωμετρία συστήματος ανάρτησης) και την επιλογή υλικών των παραπάνω περιοχών (ανθρακόνημα, μαγνήσιο, αλουμίνιο κτλ.) Μέγιστη βαθμολογία στην κατηγορία αυτή : 25 βαθμοί

5.22 Πλαίσιο/Κύριο σώμα/ Αεροδυναμικά βοηθήματα: Στην κατηγορία αυτή οι κριτές ελέγχουν τα οχήματα στη δομή του πλαισίου (κύρια δομή- γεωμετρία, ακαμψία, μεθόδους απορρόφησης δυνάμεων), στην αεροδυναμική του κύριου σώματος αλλά και των αεροδυναμικών βοηθημάτων και στην επιλογή υλικών των προαναφερθέντων. Μέγιστη βαθμολογία στην κατηγορία αυτή : 25 βαθμοί

5.23 Μετάδοση Κίνησης: Στην κατηγορία αυτή οι κριτές ελέγχουν γενικά όσα αφορούν την μετάδοση κίνησης (κινητήρας, κιβώπιο ταχυτήτων, συμπλέκτη, τελική μετάδοση, διαφορικό, ακραξόνια κτλ.) τα περιφερειακά του κινητήρα (ψύξη, λίπανση, ηλεκτρονικά ελέγχου του κινητήρα, επιλογή καυσίμων και λιπαντικών). αλλά και την επιλογή των υλικών των παραπάνω εξαρτημάτων. Μέγιστη βαθμολογία στην κατηγορία αυτή : 25 βαθμοί

5.24 Cockpit/Σύστημα πέδησης /Ασφάλεια: Στην κατηγορία αυτή οι κριτές ελέγχουν τις περιοχές του οχήματος που αφορούν την θέση του οδηγού (θέση οδηγού, κάθισμα, ζώνη ασφαλείας, τιμόνι, κολώνα τιμονιού, πίνακας οργάνων ελέγχου και εποπτείας, προστασία και άνεση του οδηγού, ευκολία ελέγχου λεβιέ ταχυτήτων και πεντάλ του συστήματος πέδησης, κτλ), την ασφάλεια του οδηγού (απορρόφηση δυνάμεων από το πλαίσιο σε περίπτωση σύγκρουσης), το σύστημα πέδησης (σωστή επιλογή φρένων, δυναμικότητα συστήματος πέδησης,

σωστή κατανομή δυνάμεων στους τροχούς κατά την επιβράδυνση) και την επιλογή των υλικών των παραπάνω κατηγοριών. Μέγιστη βαθμολογία στην κατηγορία αυτή : 25 βαθμοί

5.25 Συστήματα Διαχείρισης: Στην κατηγορία αυτή οι κριτές ελέγχουν όλες τις περιοχές που αφορούν την διαχείριση των συστημάτων ελέγχου (διαχείριση των υδραυλικών εάν υπάρχουν, καλωδιώσεις, Traction control, την προστασία ευαίσθητων ηλεκτρονικών συστημάτων, την σωστή διαχείριση δεδομένων κτλ.). Μέγιστη βαθμολογία στην κατηγορία αυτή : 20 βαθμοί

5.26 Κατασκευή/Επισκευή: Στην κατηγορία αυτή οι κριτές ελέγχουν τον τρόπο κατασκευής του οχήματος (πολυπλοκότητα, προσβασιμότητα), και την ευκολία επισκευής του οχήματος (αφαιρούμενα υποσυστήματα, προσβασιμότητα, ευκολία επισκευής, αν απαιτούνται ειδικά εργαλεία για την επισκευή οποιουδήποτε εξαρτήματος-μέρους του οχήματος) Μέγιστη βαθμολογία στην κατηγορία αυτή : 15 βαθμοί

5.27 Αισθητική/Στυλ: Στην κατηγορία αυτή οι κριτές βαθμολογούν κυρίως την αισθητική του οχήματος (γενική εμφάνιση, χρώματα κτλ.) Μέγιστη βαθμολογία στην κατηγορία αυτή : 5 βαθμοί

5.28 Δημιουργικότητα: Στην κατηγορία αυτή οι κριτές βαθμολογούν την δημιουργικότητα της ομάδας (ειδικά εξαρτήματα, έξυπνοι μηχανισμοί κτλ.) Σε περίπτωση που υπάρξει κάποιο αξιοσημείωτο μέρος ή μηχανισμός στο όχημα υπάρχει πιθανότητα αυτό να προκαλέσει την αλλαγή των κανονισμών για την επόμενη διοργάνωση. Μέγιστη βαθμολογία στην κατηγορία αυτή : 10 βαθμοί
Σε σπάνιες περιπτώσεις η δημιουργικότητα ή η καινοτομία στο σχεδιασμό μπορεί προσφέρουν στην ομάδα επιπλέον βαθμούς.

Η μέγιστη βαθμολογία στην δοκιμασία του σχεδιασμού είναι 150 βαθμοί

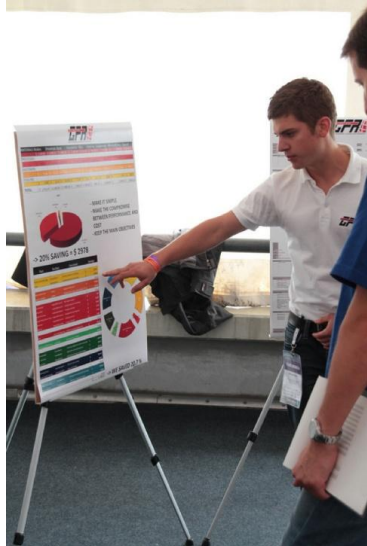


Εικόνα: 5.1 Επιθεώρηση κάτω μέρους οχήματος

5.3 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Το κόστος είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την κατασκευή ενός αγωνιστικού οχήματος.

Στη δοκιμασία αυτή οι ομάδες βαθμολογούνται αποκλειστικά για την εκτίμηση του κόστους κατασκευής, μεθόδους κατασκευής και επισκευής έτσι ώστε το συνολικό κόστος του οχήματος να παραμένει όσο το δυνατόν χαμηλό. Στη δοκιμασία αυτή οι ομάδες πρέπει να παρουσιάσουν μια γραπτή έκθεση (κοστολόγιο) στην οποία θα αναφέρεται το κόστος κάθε εξαρτήματος του οχήματος. Έπειτα οι φοιτητές της ομάδας συζητούν γενικά περί του κόστους κατασκευής με τους κριτές και προτείνουν ιδέες για την μείωση του. Η μέγιστη βαθμολογία στην δοκιμασία αυτή είναι 100 βαθμοί



Εικόνα: 5.2 Φάση αξιολόγησης

5.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ:

Σε αυτή τη στατική δοκιμασία οι ομάδες πρέπει να παρουσιάσουν το όχημα τους σε μια επιτροπή υποδύοντας μια κατασκευάστρια εταιρία αγωνιστικών οχημάτων η οποία ψάχνει για νέους επενδυτές. Η δοκιμασία αυτή είναι μια από τις πιο δύσκολες στην όλη διοργάνωση καθώς στο τέλος της παρουσίασης πρέπει όλοι οι κριτές της επιτροπής να είναι θετικά εντυπωσιασμένοι και έτοιμοι να “επενδύσουν” στο όχημα που τους παρουσιάστηκε. Τα σημεία που πρέπει να προσέξει μια ομάδα κατά την παρουσίαση του οχήματος έτσι ώστε να πείσει τους κριτές να επενδύσουν είναι :

- 1) Ότι υπάρχει έτοιμη μελέτη και σχέδιο για την κατασκευή του οχήματος
- 2) Ότι υπάρχει ένα πλάνο κατασκευής και υλοποίησης του οχήματος
- 3) Ότι η εταιρεία έχει μειώσει τους εμπορικούς και τεχνικούς κινδύνους που μπορούν να παρουσιαστούν
- 4) Ότι υπάρχει δυνατότητα κέρδους εφόσον επενδύσουν.

Η μέγιστη βαθμολογία στην δοκιμασία της παρουσίασης είναι 75 βαθμοί

5.5 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ:

Πριν τα οχήματα διαγωνιστούν στις δυναμικές δοκιμασίες υπόκεινται έναν τελευταίο τεχνικό έλεγχο στον οποίο ελέγχονται η ασφάλεια του οδηγού, το πλαίσιο (κατά πόσο τηρεί τις προδιαγραφές ασφάλειας και κατασκευής), ο θόρυβος του οχήματος ο οποίος μετρείται από μια συγκεκριμένη απόσταση με ντεσιμπελόμετρα ακριβείας, το κέντρο βάρους το οχήματος έτσι ώστε να αποκλειστεί η πιθανότητα

ανατροπής κατά την διάρκεια των δοκιμασιών (τα οχήματα τοποθετούνται με ιμάντες ασφαλείας πάνω σε μια ρυθμιζόμενη κεκλιμένη επιφάνεια της οποίας η κλίση διαμορφώνεται συνεχώς μέχρι το όχημα να ανατραπεί.) τέλος ελέγχεται το σύστημα πέδησης για τη σωστή λειτουργία του οχήματος κατά τη διάρκεια των δυναμικών δοκιμασιών και τη αποφυγή ατυχημάτων.



Εικόνα: 5.3 Roll over inspection

5.6 ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Στις δυναμικές δοκιμασίες δοκιμάζονται τα δυναμικά χαρακτηριστικά του οχήματος όπως επιβράδυνση, επιτάχυνση και αντοχή. Οδηγός του οχήματος πρέπει να είναι απαραίτητα φοιτητής της ομάδας και όχι επαγγελματίας οδηγός αγώνων. Οι δυναμικές δοκιμασίες είναι οι εξής:

5.61 Η φιγούρα του οκτώ: Στη δοκιμασία αυτή το όχημα ακολουθεί μια προκαθορισμένη από την διοργάνωση πορεία η οποία έχει το σχήμα του οκτώ. Ακολουθώντας την πορεία αυτή το όχημα δέχεται αρκετές δυνάμεις και τείνει προς την υποστροφή. Έτσι από την φιγούρα του οκτώ φαίνεται η ευελιξία του οχήματος αλλά ποια ομάδα έχει καταφέρει καλύτερα την ρύθμιση και την κατασκευή του συστήματος διεύθυνσης και ανάρτησης. Μέγιστη βαθμολογία σε αυτή τη δοκιμασία είναι 75 βαθμοί



Εικόνα: 5.4 Figure of 8

5.62 Αγώνας Autocross 1 χλμ. : Στη δοκιμασία αυτή το όχημα κάθε ομάδας διαγωνίζεται σε πίστα προκαθορισμένη από τη διοργάνωση με συνολικό μήκος ένα χιλιόμετρο το οποίο χωρίζεται σε τρία χρονομετρημένα τμήματα. Σκοπός της δοκιμασίας είναι να διανύσει το όχημα όσο το δυνατόν γρηγορότερα τη διαδρομή. Η ιδιαιτερότητα της πίστας είναι το μικρό πλάτος αλλά και οι πολλές στροφές που την αποτελούν γι'αυτό και θεωρείται και από τις πιο δύσκολες δοκιμασίες. Μέγιστη βαθμολογία στη δοκιμασία αυτή είναι 100 βαθμοί



Εικόνα: 5.5 Autocross

5.63 Επιτάχυνση 75 μέτρα: Στη δοκιμασία αυτή κάθε όχημα πρέπει να επιταχυνθεί από την πλήρη ακινησία μέχρι τα 75 μέτρα όπου βρίσκεται ο τερματισμός. Σκοπός της δοκιμασίας είναι η ανάδειξη της δύναμης του οχήματος καθώς και η απόδοση του κατά την εκκίνηση. Μέγιστη βαθμολογία στη δοκιμασία αυτή είναι 75 βαθμοί.



Εικόνα: 5.6 Acceleration

5.64 Δοκιμασία αντοχής: Η πιο απαιτητική δοκιμασία της διοργάνωσης. Στη δοκιμασία αυτή τα οχήματα πρέπει να διανύσουν μια πορεία 22 χιλιομέτρων σε κλειστό ελεγχόμενο χώρο παρόμοιο με αυτό της δοκιμασίας Autocross.. Με τον τρόπο αυτό δοκιμάζεται η αντοχή, η σταθερότητα, η αξιοπιστία και η απόδοση του οχήματος σε μεγάλες ταχύτητες καθώς και ο γενικότερος συντονισμός της ομάδας. Η Μέγιστη βαθμολογία στη δοκιμασία αυτή είναι 325 βαθμοί.



Εικόνα: 5.7 Race

5.65 Κατανάλωση καυσίμου: Είναι η τελευταία δοκιμασία της διοργάνωσης. Το να κατασκευάσει κανείς ένα γρήγορο όχημα είναι αρκετά δύσκολο, ακόμα πιο δύσκολο όμως είναι να κατασκευάσει ένα όχημα το οποίο να είναι ναί μεν γρήγορο αλλά ταυτόχρονα να έχει αποδοτική καύση. Η κατανάλωση καυσίμου βαθμολογείται με την ποσότητα καυσίμου που κατανάλωσε το όχημα κατά την διάρκεια της δοκιμασίας αντοχής σε σχέση με το χρόνο με τον οποίο έκανε να διανύσει την δοκιμασία αντοχής.
Μέγιστη βαθμολογία στη δοκιμασία αυτή είναι 100 βαθμοί

6. ΠΛΑΙΣΙΟ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφέρουμε το κομμάτι της σχεδίασης αλλά και τον τρόπο σχεδίασης του πλαισίου.

Θα αναφερθούμε ειδικότερα στα μέρη από τα οποία αποτελείται το πλαίσιο ποιες προδιαγραφές κατασκευής και αντοχής πρέπει να τηρεί, τα υλικά κατασκευής του και πληροφορίες για το λογισμικό τρισδιάστατης σχεδίασης SolidWorks 2014 και για το πώς από μορφή 3D Wireframe το σχέδιο του πλαισίου μετατρέπεται σε τρισδιάστατη μορφή

Τα οχήματα που συμμετέχουν στη διοργάνωση Formula Student αποτελούνται είτε από ένα μονοθέσιο ανθρακνημάτινο μέρος (monocoque) και για την στήριξη του κινητήρα χρησιμοποιείται ένα μεταλλικό σωληνωτό υποπλάισιο είτε από ένα εξολοκλήρου σωληνωτό μεταλλικό πλαίσιο.

Το δικό μας όχημα (FP One) αποτελείται από ένα εξολοκλήρου σωληνωτό μεταλλικό πλαίσιο το οποίο βασίζεται στην επαλληλία τριγώνων η οποία βοηθά στην απόσβεση των δυνάμεων σε περίπτωση σύγκρουσης αλλά και στην γενικότερη μεταφορά τάσεων. Ακολουθεί την ιδέα του χωροδουκτιώματος το οποίο ουσιαστικά αποτελείται κυρίως από κόμβους και ευθύγραμμα τμήματα. Σαφώς υπάρχουν και καμπύλα τμήματα τα οποία όμως αποτελούνται συνήθως από μονοκόμματους σωλήνες και προσαρμόζονται πάντα πάνω σε κάποιο κόμβο ή δημιουργούν κομβικό σημείο.

Τα κύρια μέρη του πλαισίου είναι τα εξής

1. Main Hoop
2. Front Hoop
3. Front Bulkhead
4. Side Impact Structure

6.1 MAIN HOOP: Είναι μία σωλήνα-μπάρα η οποία περνά πάνω ή πίσω από την θέση του οδηγού και πρέπει να αποτελείται από μια μόνο σωλήνα. Πρέπει να έχει τις κατάλληλες διαμορφώσεις έτσι ώστε να βρίσκεται από τον ώμο του οδηγού και πίσω ή ακριβώς πάνω από τον ώμο του, σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να βρίσκεται μπροστά από αυτόν. Επιπρόσθετα πρέπει να αντέχει τα φορτία που προτάσσουν οι κανονισμοί της χρονιάς όπου συμμετέχει το όχημα.

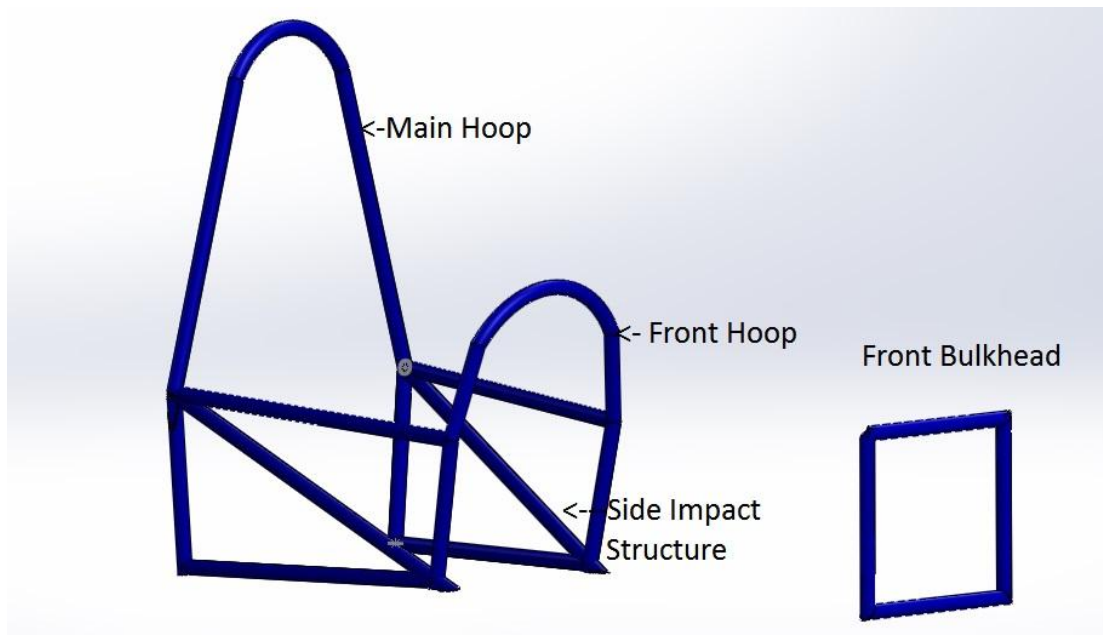
6.2 FRONT HOOP: Είναι μία σωλήνα-μπάρα η οποία περνά πάνω από τα πόδια του οδηγού και συνήθως χρησιμοποιείται ως βάση τιμονιού και οργάνων εποπτείας. Όπως και το Main Hoop έτσι και το Front Hoop πρέπει να αποτελείται από μια μόνο σωλήνα και να παρέχει την απαραίτητη ελευθερία κίνησης στον οδηγό.

6.3 FRONT BULKHEAD: Είναι μια επίπεδη δομή που ορίζει το εμπρόσθιο μέρος του πλαισίου και αποσκοπεί στην προστασία των ποδιών του οδηγού. Αποτελείται συνήθως από τέσσερις σωλήνες συγκολλημένες σε παραλληλεπίπεδη διάταξη. Μπροστά από το Front Bulkhead προσαρμόζεται το Impact Attenuator το οποίο ουσιαστικά είναι ένα παραμορφώσιμο εξάρτημα απορρόφησης δυνάμεων που δίνει μια επιπλέον προστασία στον οδηγό.

6.4 SIDE IMPACT STRUCTURE: Είναι η περιοχή της πλευράς του αυτοκινήτου που εκτείνεται από το Front Hoop έως το Main Hoop. Το μέγιστο επιτρεπτό της ύψος είναι τα 350 χιλιοστά από το έδαφος έως το ανώτατο σημείο της περιοχής. Αποτελείται από τρεις συγκολλημένες σωλήνες οι οποίες έχουν μια διάταξη που μοιάζει με Z. Σκοπός της περιοχής αυτής είναι να προστατέψει τον οδηγό σε περίπτωση πλάγιας σύγκρουσης του οχήματος. Το Main Hoop και το Front Hoop ταξινομούνται ως Roll Hoops (μπάρες ασφαλείας-ανατροπής) Για την συγκράτηση αλλά και για την καλύτερη απόσβεση δυνάμεων των παραπάνω κύριων δομών υπάρχουν τα λεγόμενα υποστηρίγματα (supports) τα οποία χωρίζονται στις παρακάτω δύο κατηγορίες

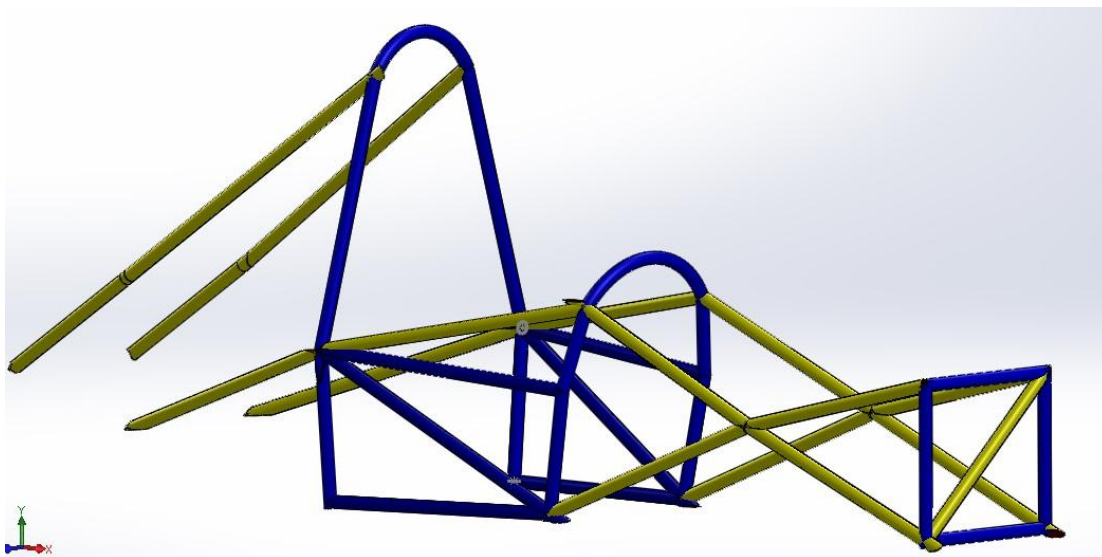
6.41 Roll Hoop Bracing Supports: Είναι τα υποστηρίγματα που εκκίνονται από το κάτω μέρος του πλαισίου έως το αντίστοιχο Roll Hoop.

6.42 Front Bulkhead Support: Είναι τα υποστηρίγματα τα οποία βοηθούν στη συγκράτηση και σταθεροποίηση του Front Bulkhead. Κατά τη διάρκεια της σχεδίασης το πλαίσιο πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να υπάρχει η επαλληλία τριγώνων η οποία διασφαλίζει την ομαλή διέλευση αναπτυσσόμενων δυνάμεων αλλά και την μέγιστη στατική ισορροπία. Για το λόγο αυτό θα πρέπει κάθε ευθύγραμμο τμήμα να συνδέεται με κάποιον κόμβο όπως αναφέρεται και στο προηγούμενο κεφάλαιο, αυτό δηλαδή των κανονισμών.



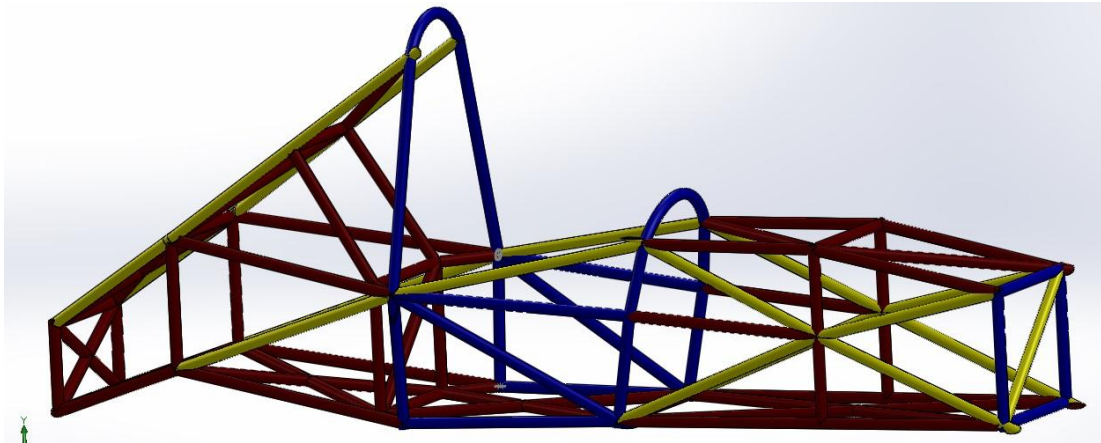
Εικόνα: 6.2 Κύρια μέρη πλαισίου

Στην εικόνα .2 βλέπουμε τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται το πλαίσιο Main Hoop, Front Hoop, Side Impact Structure και Front Bulkhead.



Εικόνα: 6.3 Κύρια μέρη πλαισίου και τα υποστηρίγματα τους

Στην εικόνα 6.3 βλέπουμε τα κύρια μέρη με μπλε χρώμα δηλαδή Front Bulkhead, Front Roll Hoop, Side Impacts και Main Roll Hoop αλλά και τα υποστηρίγματα με κίτρινο χρώμα τα οποία είναι τα Roll Hoop Bracing Supports και το Front Bulkhead Support.



Εικόνα: 6.4 Ολοκληρωμένο πλαίσιο. Κύρια μέρη (μπλε) υποστηρίγματα (κίτρινα) υπόλοιπα μέρη πλαισίου (κόκκινα)

Στην εικόνα.4 βλέπουμε το πλαίσιο ολοκληρωμένο και μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε τα κύρια μέρη τα υποστηρίγματα τους αλλά και τα υπόλοιπα τμήματα του πλαισίου που αποσκοπούν στην σιβαρότητα του.

Υλικά κατασκευής πλαισίου:

Το πλαίσιο πρέπει να κατασκευαστεί από κυκλικής διατομής απλού χάλυβα, κράμα χάλυβα, αλουμίνιο ή από τιτάνιο. Οι ακριβείς διαστάσεις για τα παραπάνω μέρη του πλαισίου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Μέρος πλαισίου	Εξωτερική διάμετρος X πάχος τοιχώματος
Main & Front Hoops Shoulder Harness Mounting Bar	Κυκλικής διατομής 25,4mm x 2.4 mm ή 25,0 mm x 2.5mm
Side Impact Structure, Front Bulkhead, Roll Hoop Bracing, Driver's Restraint Harness Attachment	Κυκλικής διατομής 25,4mm x 1.65mm ή 25,0 mm x 1.75mm ή Κυκλικής διατομής 25,4mm x 1.6 mm ή 25,0 mm x 2.5mm ή Τετραγωνικής διατομής 25,4mm x 25,4 mm x 1,20mm
Accumulator Protection Structure	Τετραγωνικής διατομής 25mm x 25mm x 1,20mm
Front Bulkhead Support, Main Hoop Bracing Supports	Κυκλικής διατομής 25,4mm x 1,2mm ή 25,0 mm x 1,5mm ή Κυκλικής διατομής 26mm x 1,2mm

Πίνακας 6.1 με διαστάσεις σωλήνων για κάθε μέρος του πλαισίου

6.5 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Εάν χρησιμοποιηθεί κράμα χάλυβα για την κατασκευή πλαισίου δεν επιτρέπεται το πάχος να είναι μικρότερο από ότι όταν χρησιμοποιείται απλός χάλυβας
- Για ειδικές εφαρμογές θα πρέπει
 - 1) Να χρησιμοποιηθεί η ίδια εξωτερική διάμετρος αλλά με μεγαλύτερο πάχος
 - 2) ή το ίδιο πάχος αλλά μεγαλύτερη εξωτερική διάμετρος
 - 3) ή αντικαθιστώντας με τετραγωνική διατομή με ίδια ή μεγαλύτερη διατομή από τα προαναφερόμενα επιτρεπτά υλικά.
- Εκτός από οπές του πλαισίου τυχόν οπές σε οποιαδήποτε σωλήνα απαιτούν ειδικό έλεγχο
- Οι ιδιότητες του χάλυβα που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς δεν πρέπει να είναι χαμηλότερες από τις ακόλουθες τιμές

Για υπολογισμό σε κάμψη και λυγισμό

Μέτρο ελαστικότητας (E) = 200 GPa

Όριο διαρροής (σ_y) = 305 MPa

Όριο θραύσης (σ_u) = 365 MPa

Για σημεία σύνδεσης με το monochoque ή σημεία συγκόλλησης του πλαισίου

Όριο διαρροής (σ_y) = 180 MPa

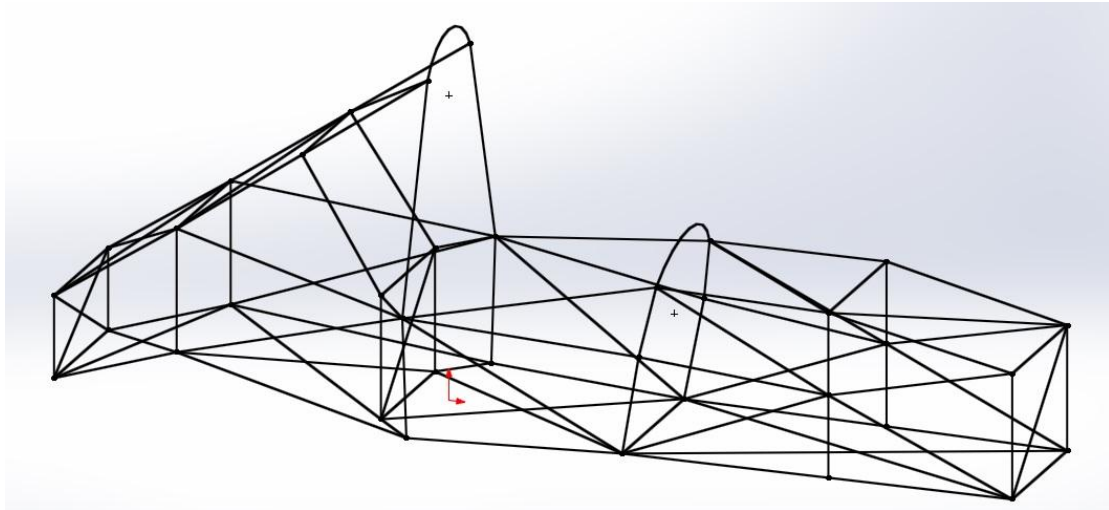
Όριο θραύσης (σ_u) = 300 MPa

Στα σημεία συγκόλλησης (π.χ. οπές για εισαγωγή κοχλιώσεων ή πρόσθεση υλικού για την υποστήριξη της ανάρτησης) ο σωλήνας πρέπει να διατηρεί τις ιδιότητες ψυχρής έλασης ενώ το υλικό της συγκόλλησης θα παρέχει την επιπλέον ενίσχυση.

- Κάθε σωλήνας μικρότερος από $\Phi 25,4\text{mm} \times 1,2\text{mm}$ δεν θεωρείται μέρος του πλαισίου και θα αγνοείται κατά τον τεχνικό έλεγχο.

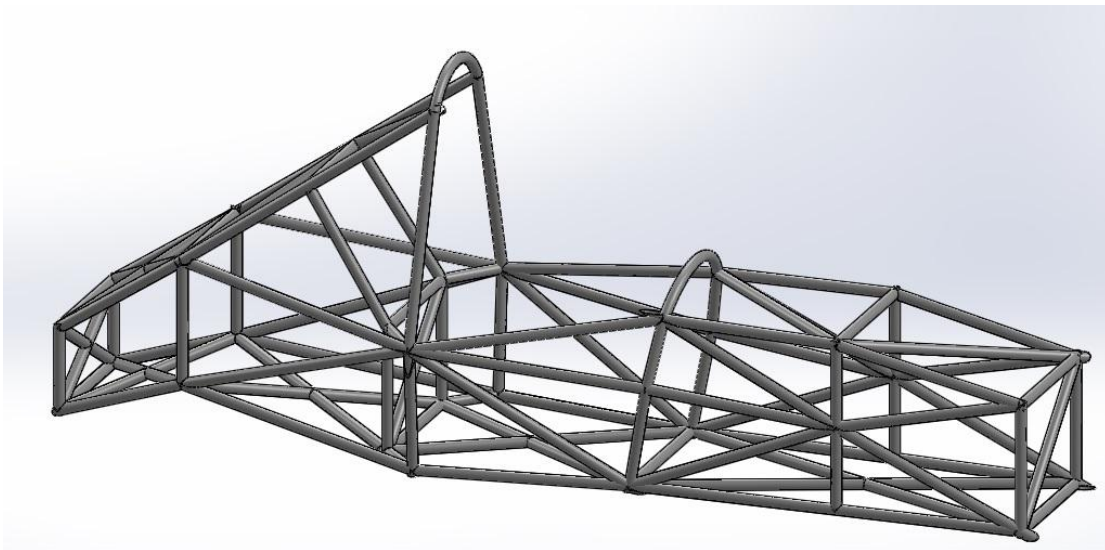
6.6 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Η σχεδίαση του πλαισίου έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού τρισδιάστατης σχεδίασης SolidWorks 2014. Όπως αναφέραμε και παραπάνω το πλαίσιο έπρεπε να σχεδιαστεί έτσι ώστε να υπάρχει επαλληλία τριγώνων και σύνδεση πολλών σωλήνων σε κόμβους για την ευκολότερη και ομαλή μεταφορά δυνάμεων. Για το λόγο αυτό το πλαίσιο πρώτα σχεδιάστηκε σε μορφή 3D Wireframe και στη συνέχεια προσαρμόστηκαν οι σωλήνες ώστε να πάρει την τελική του μορφή. Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζεται η διαδικασία σχεδίασης.



Εικόνα: 6.5 Ολοκληρωμένο πλαίσιο σε μορφή 3D Wireframe

Σε αυτή την εικόνα βλέπουμε το πλαίσιο σε μορφή 3D Wireframe. Επίσης μπορούμε και διακρίνουμε τη επαλληλία των τριγώνων αλλά και τα κύρια μέρη του πλαισίου (Main & Front Hoop, Front Bulkhead)

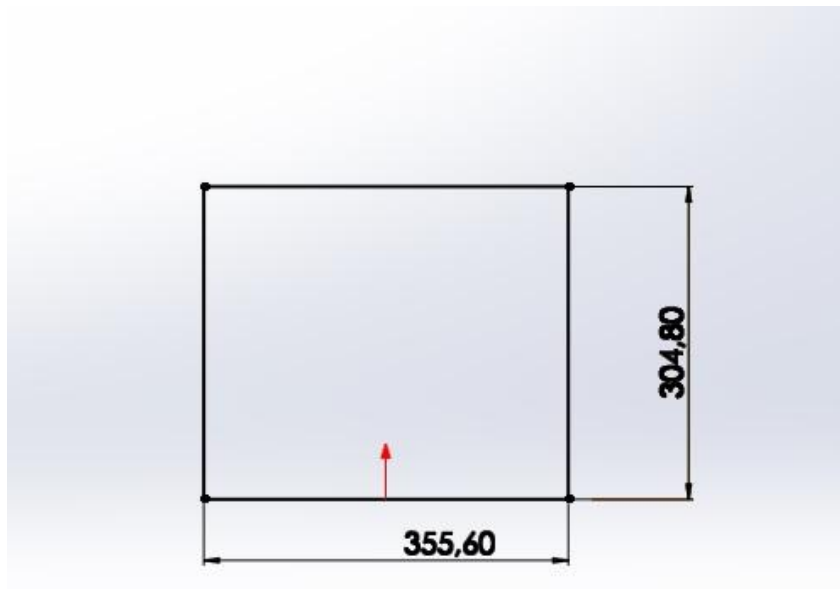


Εικόνα: 6.6 Ολοκληρωμένο σχέδιο πλαισίου σε τρισδιάστατη ρεαλιστική μορφή

Σε αυτή την εικόνα βλέπουμε το πλαίσιο στην τελική ρεαλιστική τρισδιάστατη μορφή του. Όπως αναφέραμε παραπάνω η τελική μορφή του πλαισίου δίνεται από τις σωλήνες οι οποίες πήραν τη θέση των ευθύγραμμων τμημάτων όπως φαίνονταν στην εικόνα 6.6

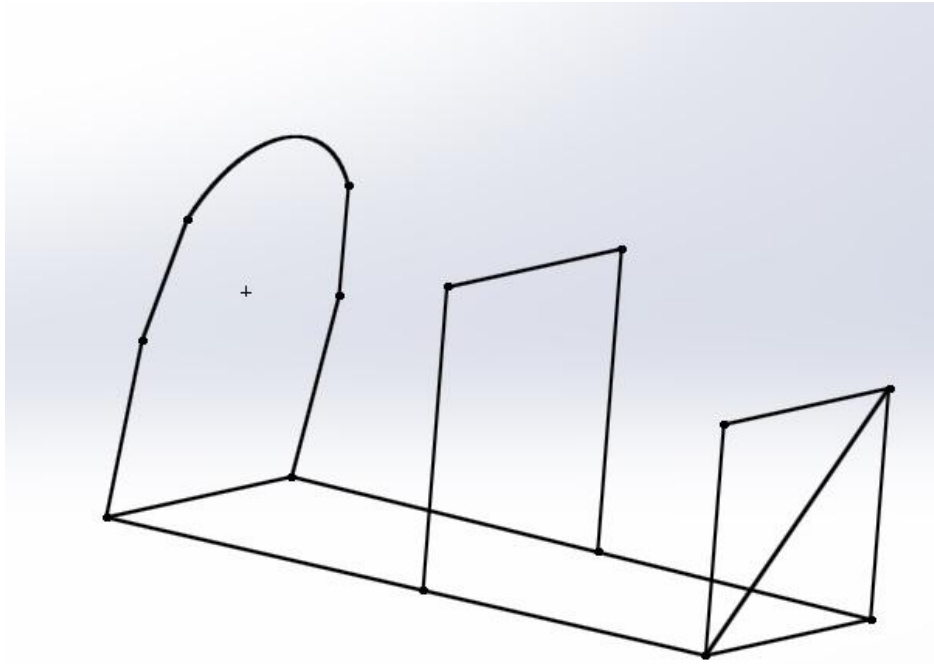
6.7 ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Στο λογισμικό πακέτο τρισδιάστατης σχεδίασης SolidWorks 2014 έχουμε τη δυνατότητα να σχεδιάσουμε σε ένα τρισδιάστατο χώρο το οποίο μας διευκολύνει αρκετά. Συνήθως ένα τέτοιο σχέδιο αρχικά σχεδιάζεται σε μορφή 3D Wireframe και στη συνέχεια γίνεται η μετατροπή του σε τρισδιάστατη μορφή. Η μορφή 3D Wireframe είναι ουσιαστικά ένα σχέδιο το οποίο αποτελείται από σημεία στο χώρο τα οποία ενώνονται με ευθύγραμμα ή καμπύλα τμήματα μεταξύ τους. Χρησιμοποιούμε αυτό τον τρόπο σχεδίασης διότι είναι αρκετά πιο εύκολος από ότι εάν σχεδιάζαμε το πλαίσιο εξ' αρχής σε τρισδιάστατη μορφή. Μειονέκτημα του τρόπου σχεδίασης αυτού είναι ότι όσο το σχέδιο μεγαλώνει και εκτείνεται στο χώρο η αντίληψη του γίνεται όλο και πιο περίπλοκη και απαιτητική Έτσι το πρώτο μέρος του πλαισίου που σχεδιάστηκε ήταν το Front Bulkhead το οποίο αποτελεί το μπροστά μέρος του πλαισίου.



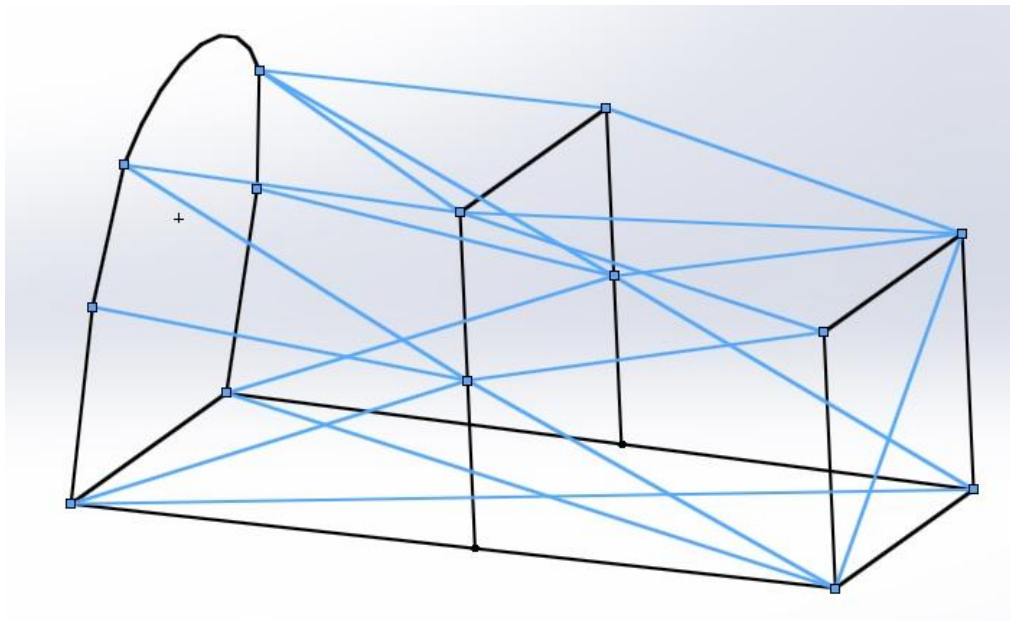
Εικόνα: 6.7 Σχεδίαση Front Bulkhead

Στη συνέχεια σχεδιάστηκε το Front Hoop, το οποίο αποσκοπεί στη ασφάλεια του οδηγού, και το ενδιάμεσο τμήμα στο οποίο προορίζεται να τοποθετηθεί η βάση της ανάρτησης.



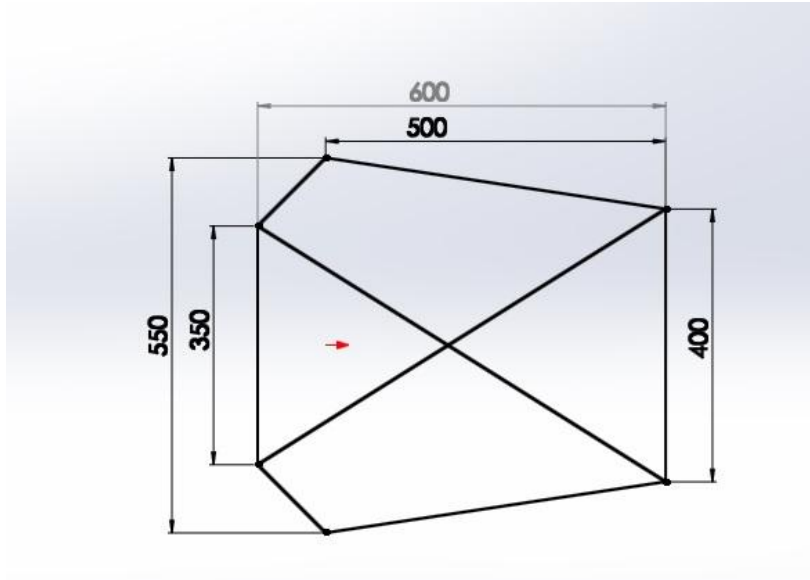
Εικόνα: 6.8 Σχεδίαση Front Bulkhead και Front Hoop

Ύστερα σχεδιάστηκαν τα Roll Hoop Supports (γαλάζια μέρη πλαισίου), τα οποία θα πρέπει να τοποθετηθούν έτσι ώστε να δημιουργηθεί η επαλληλία τριγώνων.



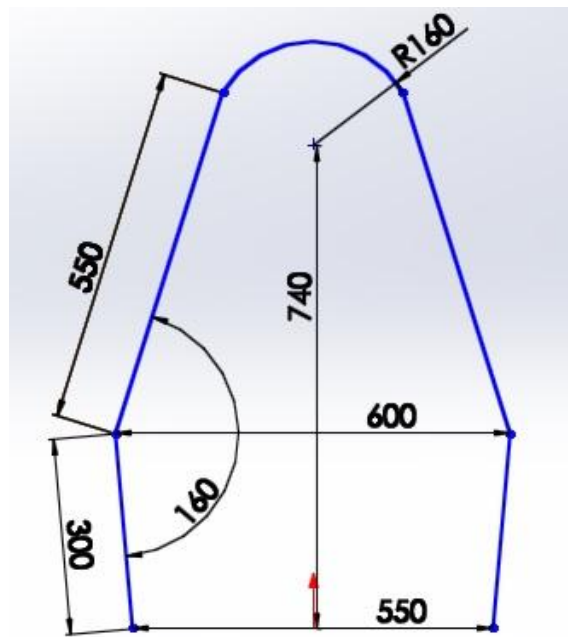
Εικόνα: 6.9 Σχεδίαση των Roll Hoop supports

Αφού ολοκληρώθηκε η σχεδίαση του μπροστινού μέρους του πλαισίου συνεχίσαμε με τη σχεδίαση της θέσης του οδηγού η οποία πρέπει να έχει μια συγκεκριμένη μορφή βάσει των κανονισμών Formula Student 2015-2016.

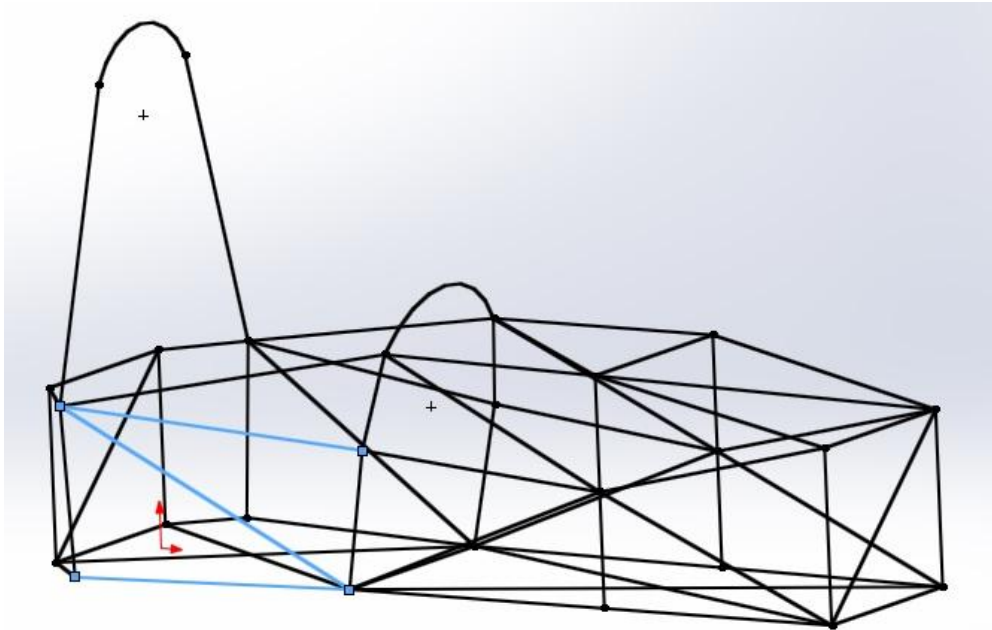


Εικόνα: 6.10 Σχεδίαση θέσης οδηγού

Στη συνέχεια σχεδιάστηκαν τα Side Impact Structure (γαλάζια μέρη πλαισίου) και το Main Hoop τα οποία προστατεύουν τον οδηγό σε τυχόν πλάγιες συγκρούσεις και ανατροπή του οχήματος.

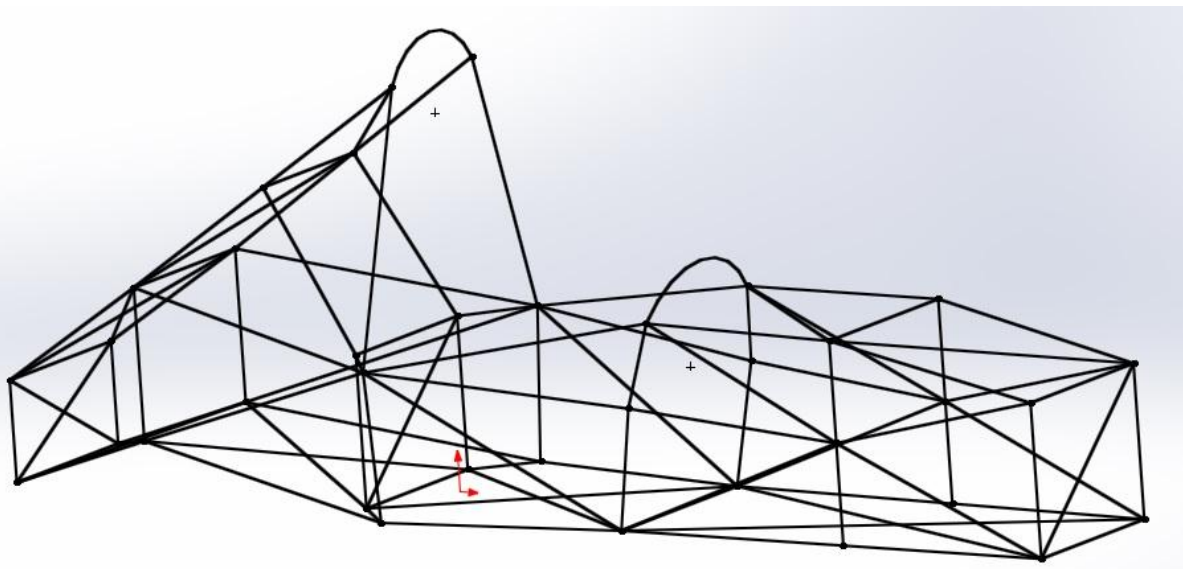


Εικόνα: 6.11 Σχεδίαση Main Hoop



Εικόνα: 6.12 Ένωση μπροστινού μέρους πλαισίου με τη θέση οδηγού

Τέλος μένει να σχεδιαστεί το πίσω μέρος του πλαισίου στο οποίο τοποθετείται ο κινητήρας, το διαφορικό, η πίσω ανάρτηση και όλα τα υποσυστήματα που συνθέτουν τον κινητήρα και τα παρελκόμενα.



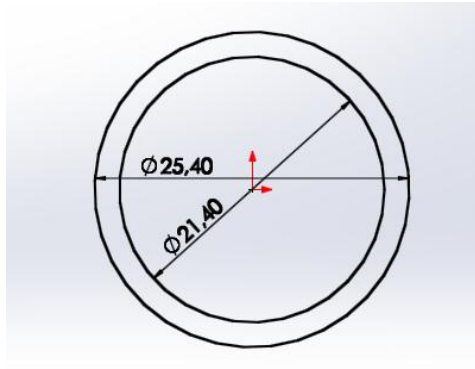
Εικόνα: 6.13 Ολοκληρωμένο σχέδιο σε μορφή 3D Wireframe

Αφού πλέον ολοκληρώθηκε η σχεδίαση του πλαισίου σε μορφή 3D Wireframe επόμενο βήμα ήταν να αντικαταστήσουμε τα ευθύγραμμα τμήματα του πλαισίου μας με σωλήνες διαμέτρου 25,4mm (1inch).

Αυτή η διαδικασία έγινε εφικτή με την βοήθεια μίας εντολής του SolidWorks η οποία ονομάζεται Structural Member. Με την εντολή αυτή επιλέγουμε τα ευθύγραμμα τμήματα στα οποία θέλουμε να δώσουμε μια διατομή πχ. Τετραγωνική, ορθογωνική, τριγωνική, κυκλική κτλ. Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε κυκλική διατομή διαμέτρου 25,4mm (1inch) και

πάχους 2 χιλιοστών.

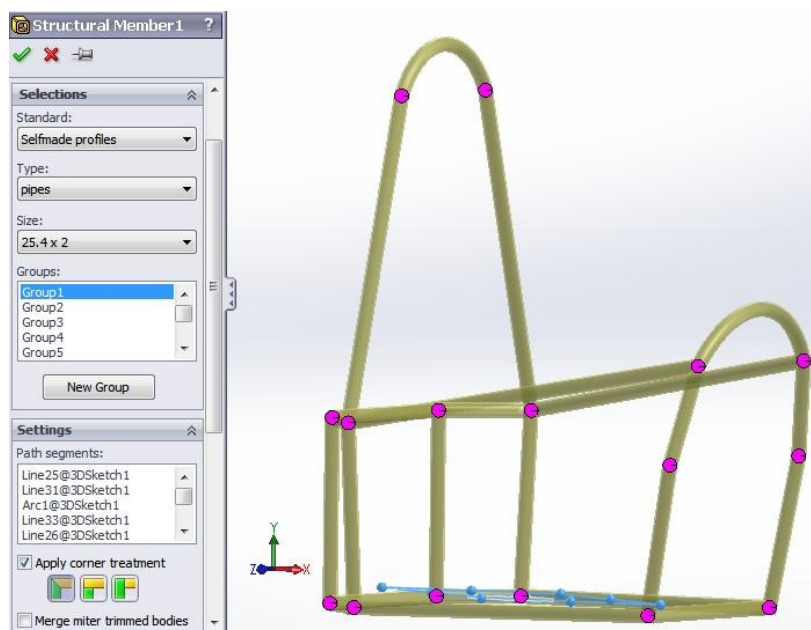
Επειδή όμως ο σωλήνας με τη συγκεκριμένη διάσταση δεν υπάρχει στη βιβλιοθήκη του SolidWorks έπρεπε να σχεδιάσουμε μια διατομή με τις παραπάνω διαστάσεις. Έτσι λοιπόν σχεδιάσαμε δύο ομόκεντρους κύκλους, έναν με διάμετρο 25,4mm και έναν με διάμετρο 21,4 mm. Και αποθηκεύσαμε την διατομή αυτή στη βιβλιοθήκη του SolidWorks.



Εικόνα: 6.14 Σχεδίαση κυκλικής διατομής $\varnothing 25,4\text{mm} \times 2\text{mm}$

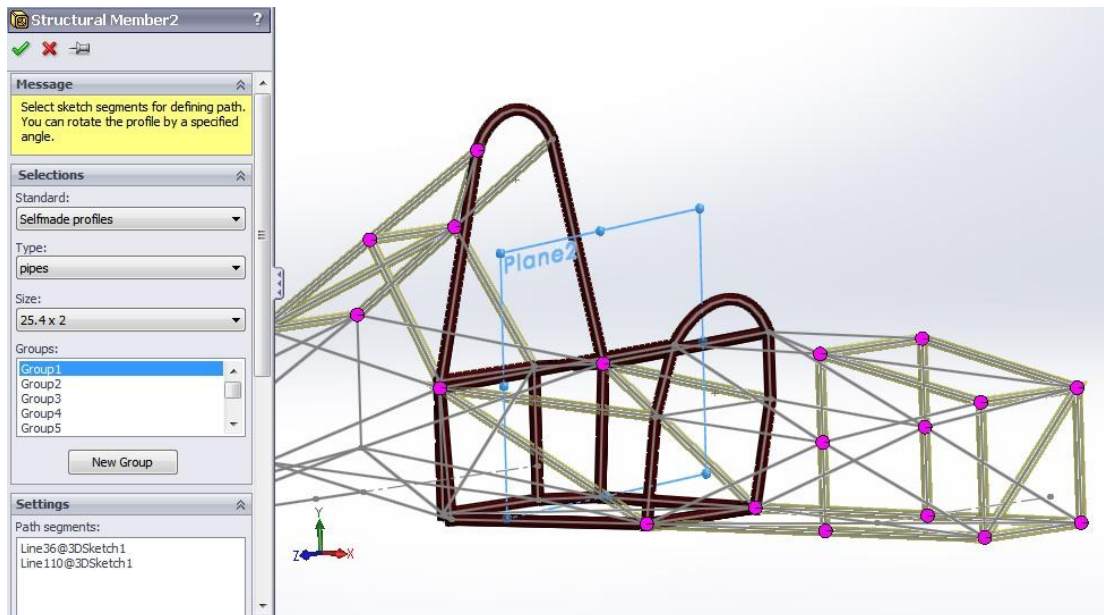
Αφού δημιουργήσαμε την κατάλληλη διατομή πρέπει να επιλέξουμε κάθε ευθύγραμμο τμήμα του πλαισίου ξεχωριστά για να φτιαχτεί μια κλειστή ομάδα ευθύγραμμων τμημάτων έτσι ώστε να μην υπάρχουν ασυνέχειες στο τελικό σχέδιο. Με τον τρόπο αυτό κάθε σωλήνας ενώνεται αρμονικά με τον αμέσως επόμενο και το πλαίσιο παίρνει μια πιο ρεαλιστική μορφή.

Αρχικά μετατρέψαμε τη θέση του οδηγού το Front Hoop το Main Hoop και το Side Impact Structure έτσι ώστε να φτιαχτεί ο "κλωβός" ο οποίος θα προστατεύει τον οδηγό.



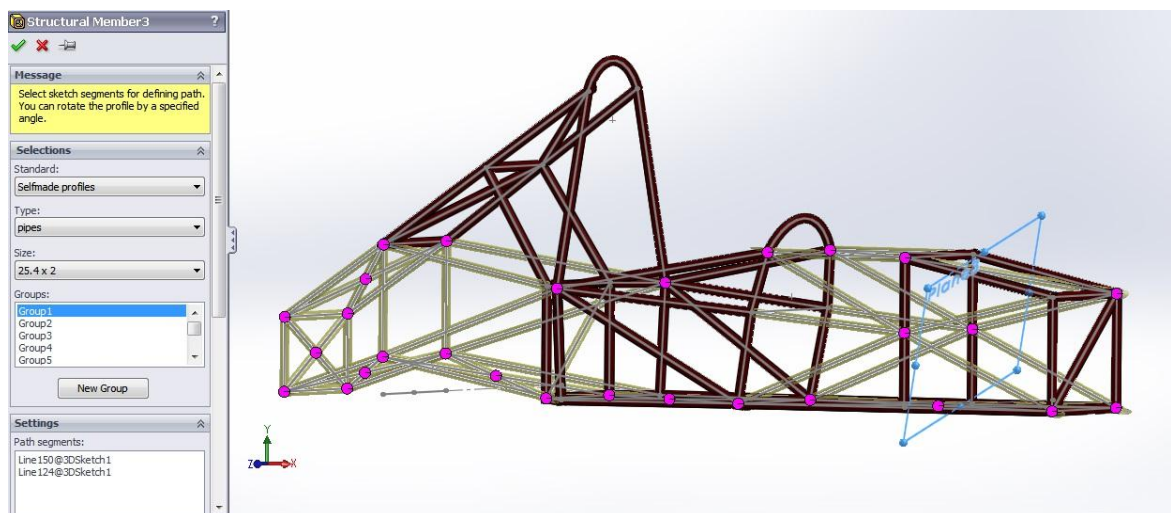
Εικόνα: 6.15 Δημιουργία σωληνώσεων πλαισίου

Στη συνέχεια μετατρέψαμε το Front Bulkhead και τα Roll Hoop Supports πάλι με την χρήση της διατομής 25,4x2mm όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα



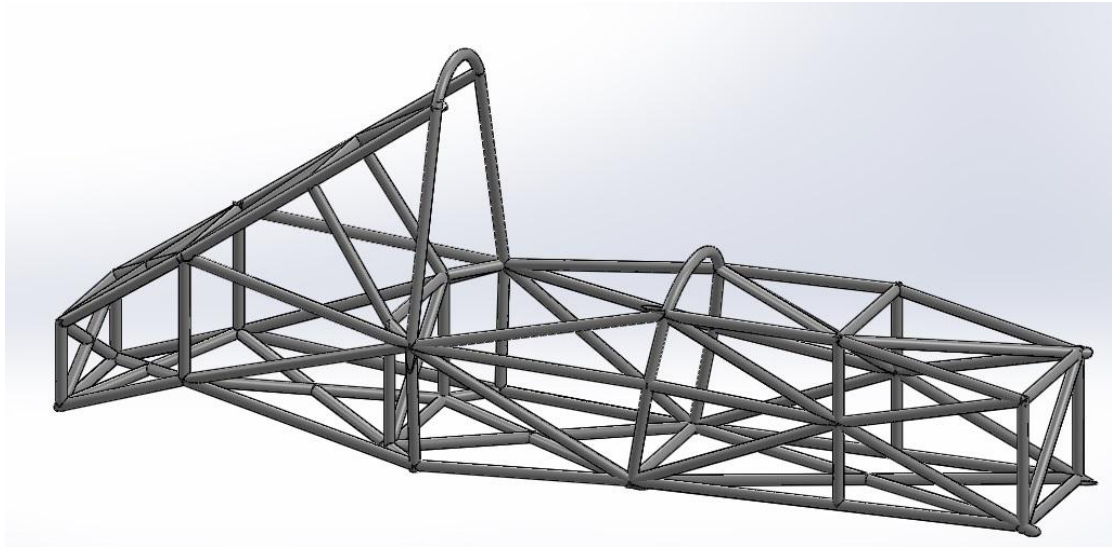
Εικόνα: 6.16 Δημιουργία σωληνώσεων του Front Bulkhead και των Roll Hoop Supports

Τελευταία μετατροπή από 3D Wireframe σε τρισδιάστατη μορφή έγινε στα υπόλοιπα κομμάτια αλλά και σε κάποια εναπομείναντα Roll Hoop Supports τα οποία αποσκοπούν στη στήριξη του πλαισίου αλλά και στη δημιουργία κόμβων.



Εικόνα: 6.17 Δημιουργία σωληνώσεων των υπόλοιπων τμημάτων του πλαισίου και κάποιων Roll Hoop Supports

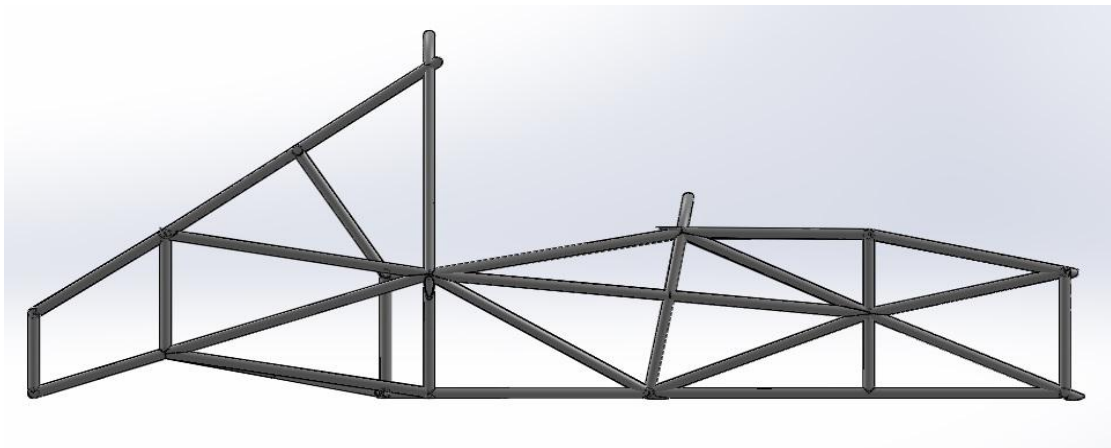
Ακολουθώντας αυτή τη διαδικασία για όλα τα τμήματα του πλαισίου το πλαίσιο πλέον αποτελείται μόνο από σωλήνες και έχει αποκτήσει την τελική τρισδιάστατη μορφή του η οποία φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



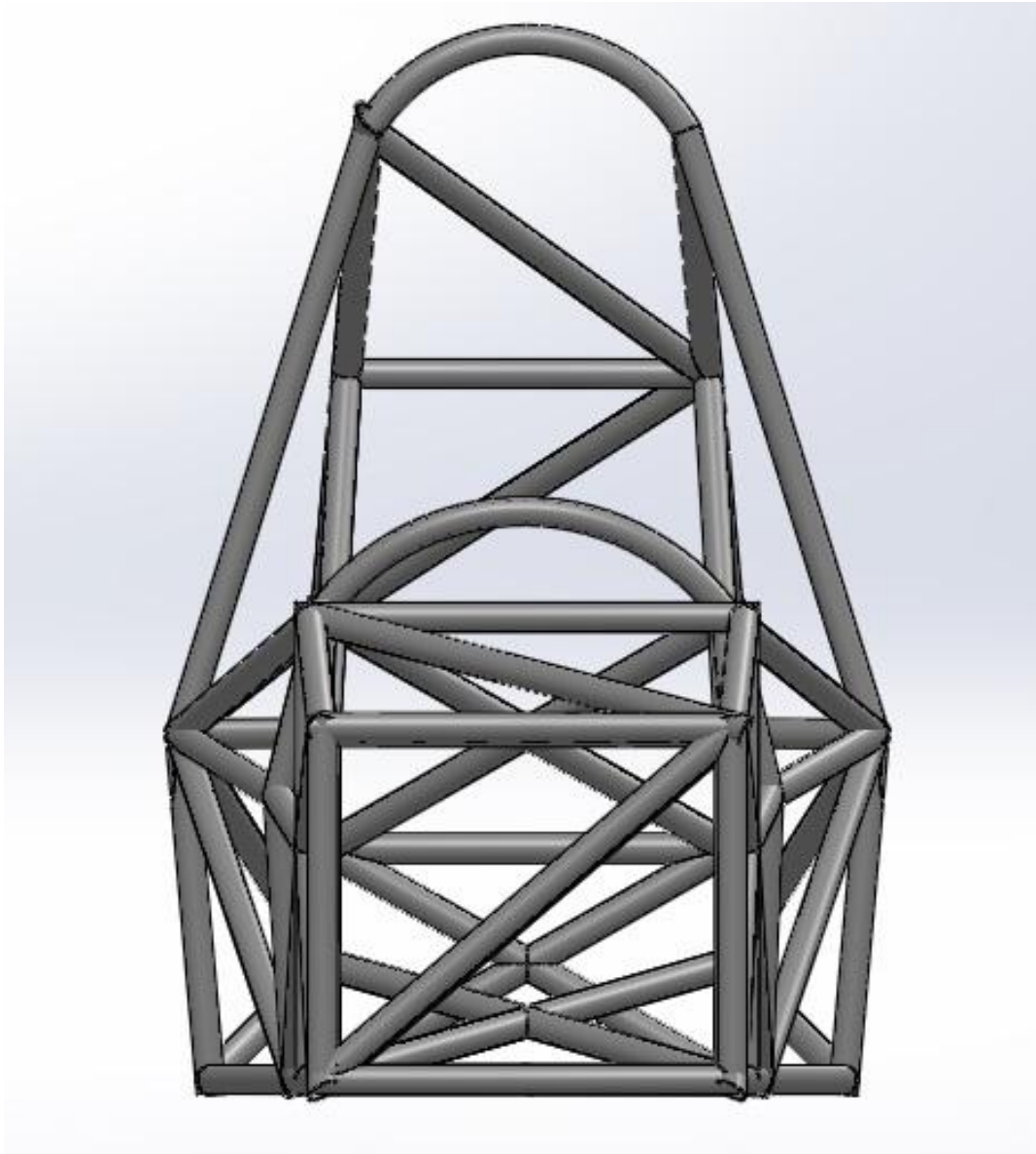
Εικόνα: 6.18 Ολοκληρωμένο σχέδιο πλαισίου σε τρισδιάστατη μορφή

6.8 ΏΨΕΙΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

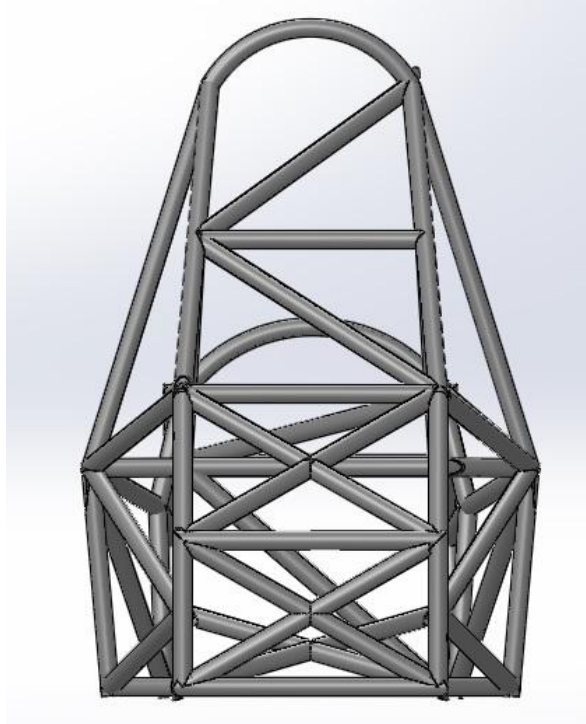
Στις παρακάτω εικόνες βλέπουμε όψεις του πλαισίου στην ολοκληρωμένη ρεαλιστική τρισδιάστατη μορφή του.



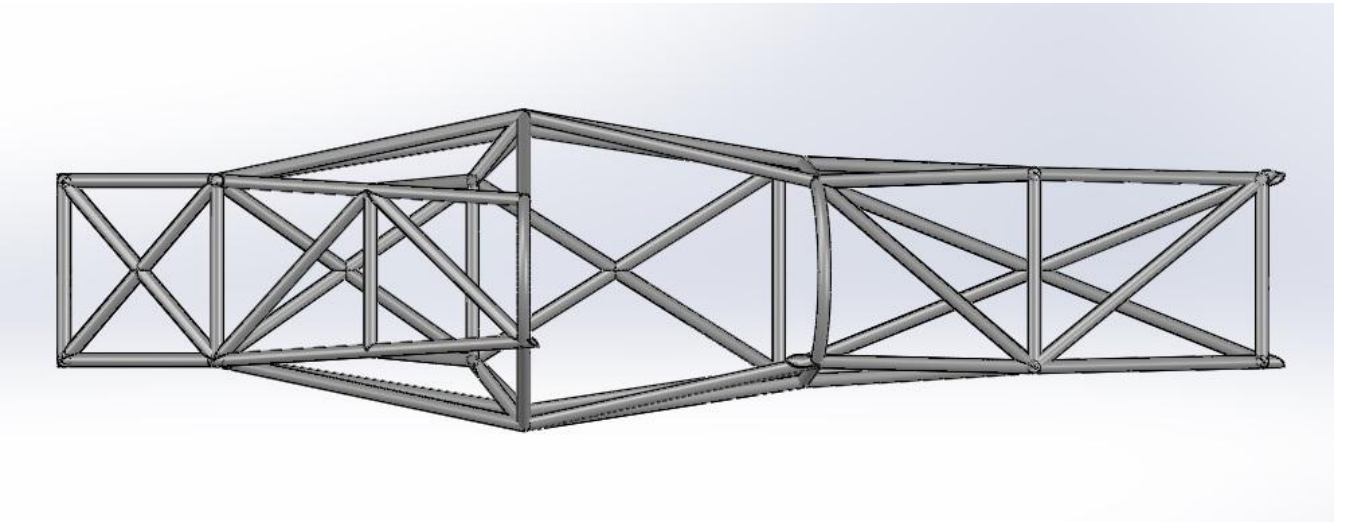
Εικόνα: 6.19 Πλάγια όψη



Εικόνα: 6.20 Πρόοψη



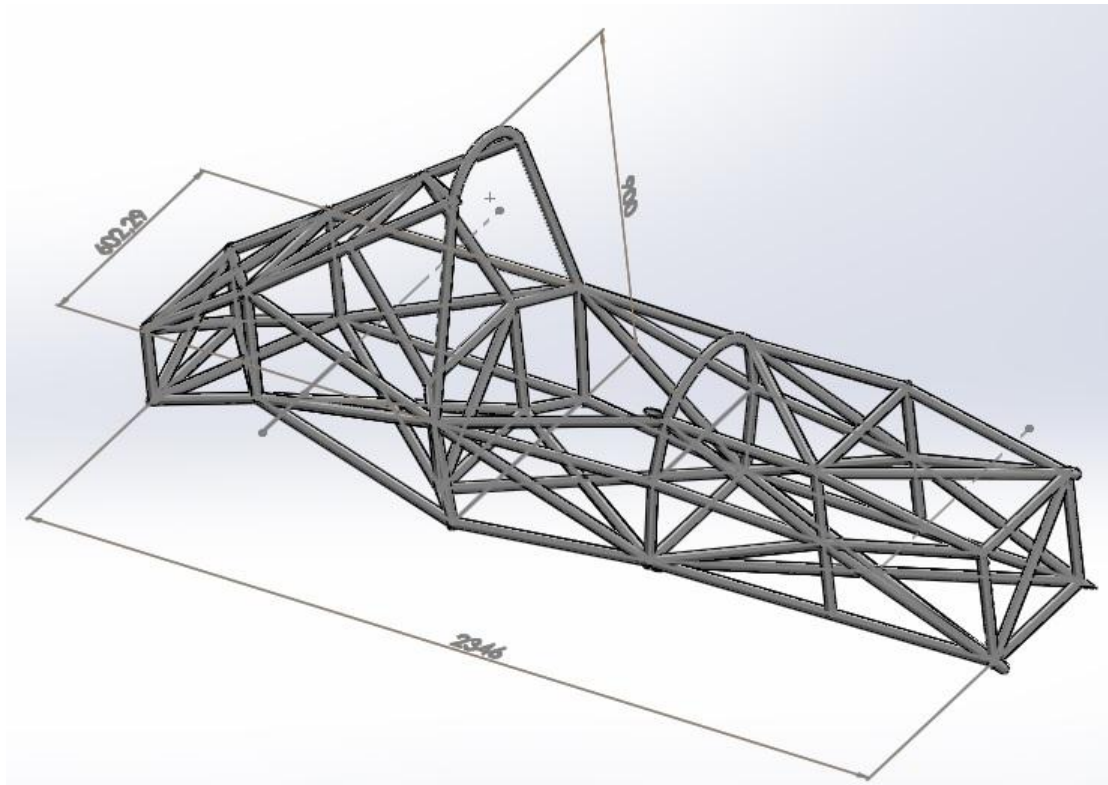
Εικόνα: 6.21 Πίσω όψη



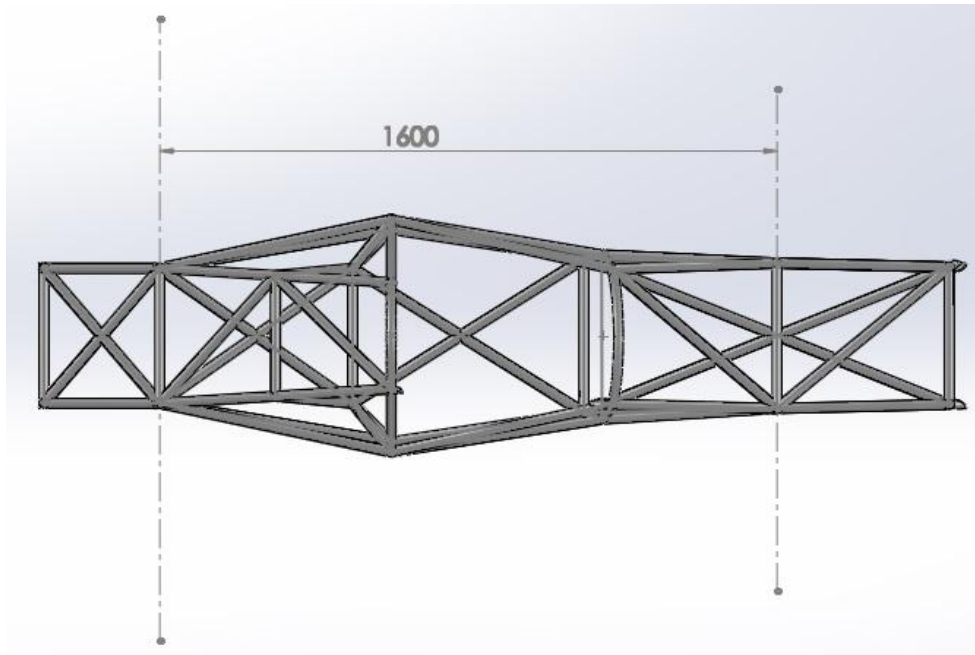
Εικόνα: 6.22 Κάτοψη

6.9 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε στις διαστάσεις του πλαισίου γενικότερα αλλά και στις διαστάσεις των κύριων μερών και των υποστηριγμάτων του πλαισίου. Όλοι οι σωλήνες έχουν διάμετρο 25,4mm και πάχος 2mm

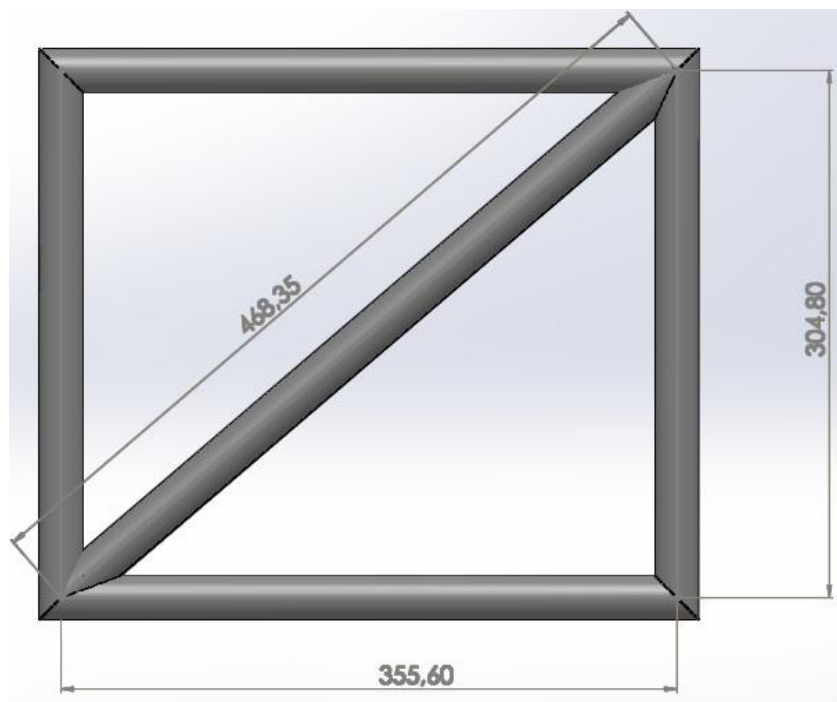


Εικόνα: 6.23 Μήκος ύψος πλάτος πλαισίου.



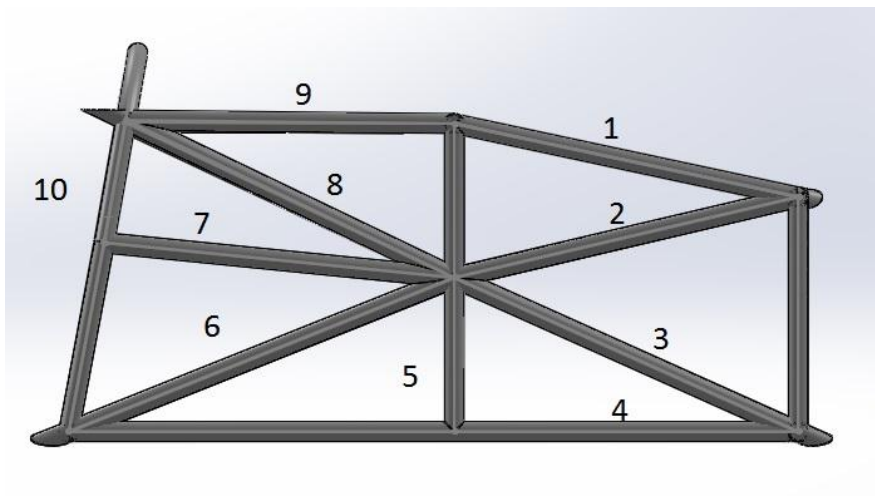
Εικόνα: 6.24 Διάσταση του μεταξονίου

6.10 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ BULKHEAD

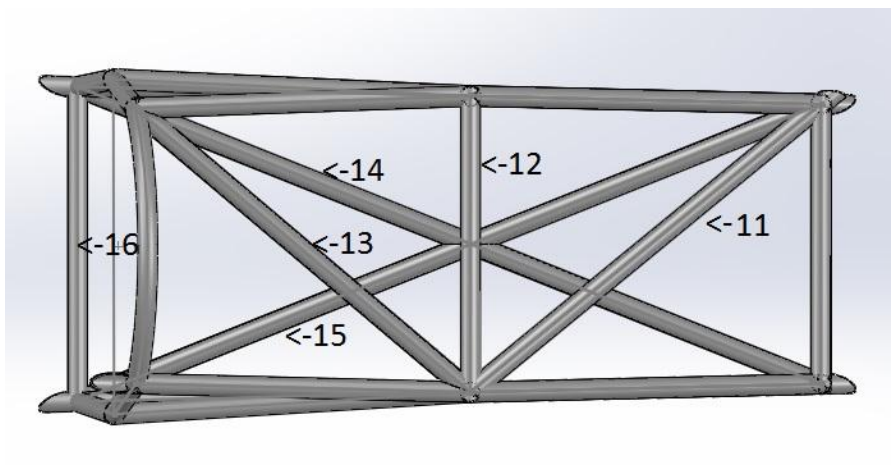


Εικόνα: 6.25. Front Bulkhead με διαστάσεις

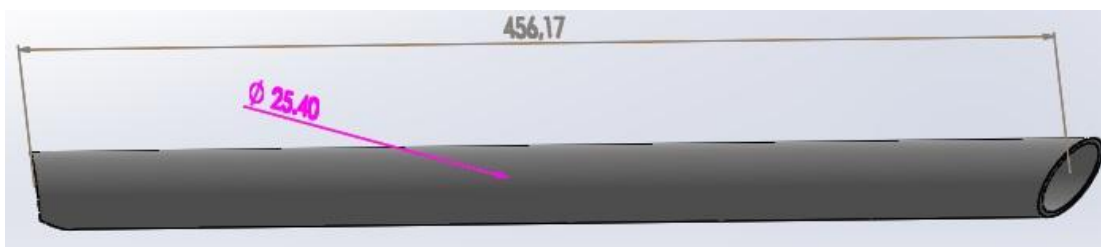
6.11 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΜΠΡΟΣΤΙΝΟΥ ΜΕΡΟΥΣ



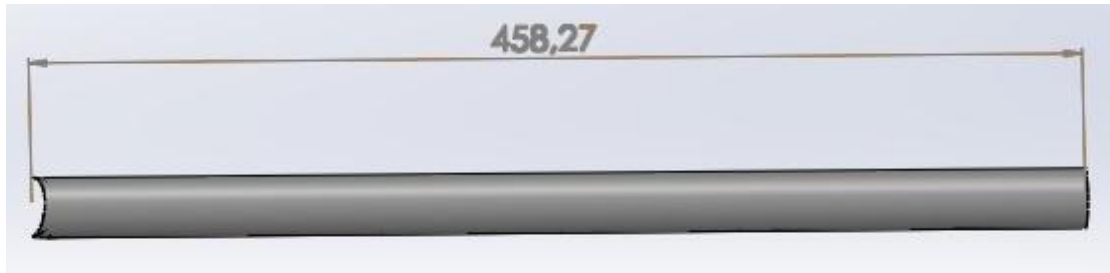
Εικόνα: 6.26 Αρίθμηση σωλήνων μπροστινού μέρους



Εικόνα: 6.27 Αρίθμηση σωλήνων μπροστινού μέρους



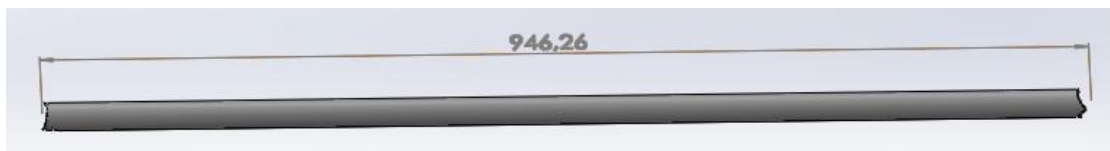
Εικόνα: 6.28 Διαστάσεις σωλήνα 1



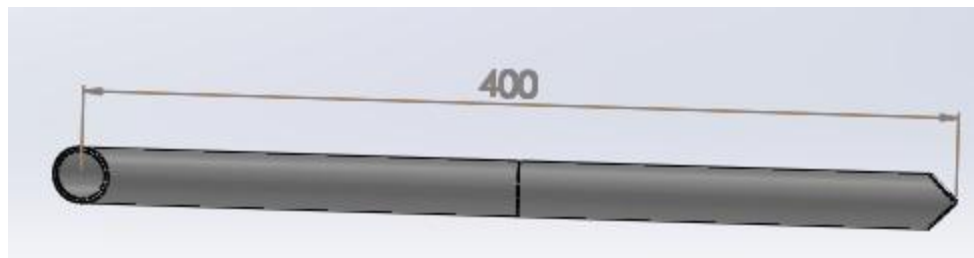
Εικόνα: 6.29 Διαστάσεις σωλήνα 2



Εικόνα: 6.30 Διαστάσεις σωλήνα 3



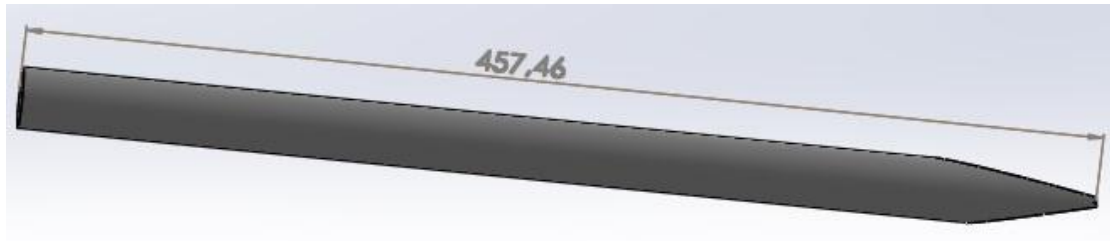
Εικόνα: 6.31 Διαστάσεις σωλήνα 4



Εικόνα: 6.32 Διαστάσεις σωλήνα 5



Εικόνα: 6.33 Διαστάσεις σωλήνα 6



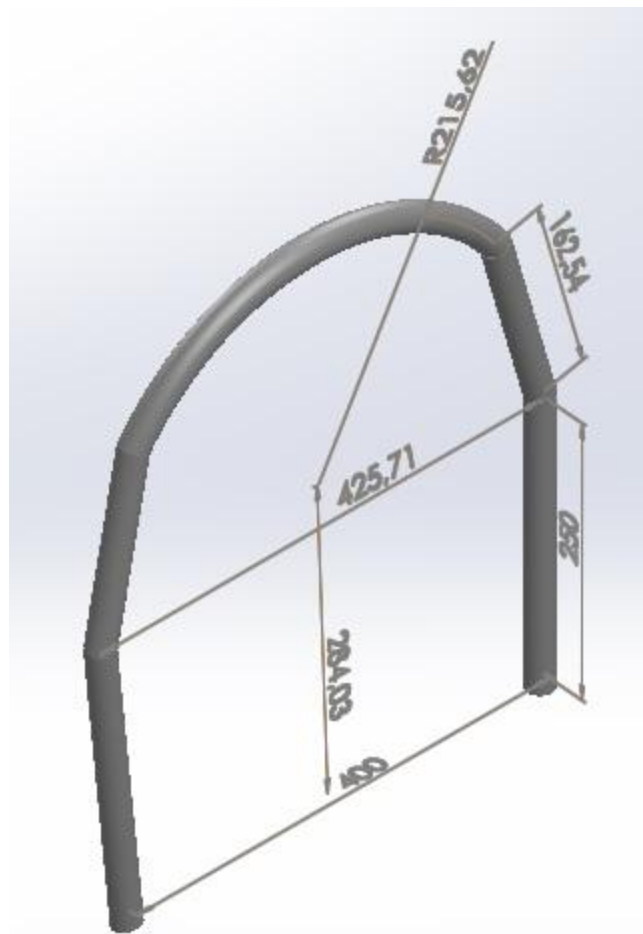
Εικόνα: 6.34 Διαστάσεις σωλήνα 7



Εικόνα: 6.35 Διαστάσεις σωλήνα 8



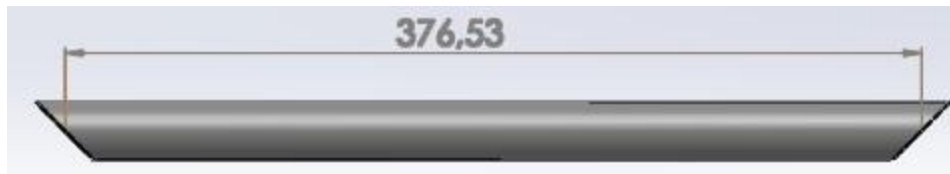
Εικόνα: 6.36 Διαστάσεις σωλήνα 9



Εικόνα: 6.37 Διαστάσεις σωλήνα 10



Εικόνα: 6.38 Διαστάσεις σωλήνα 11



Εικόνα: 6.39 Διαστάσεις σωλήνα 12



Εικόνα: 6.40 Διαστάσεις σωλήνα 13

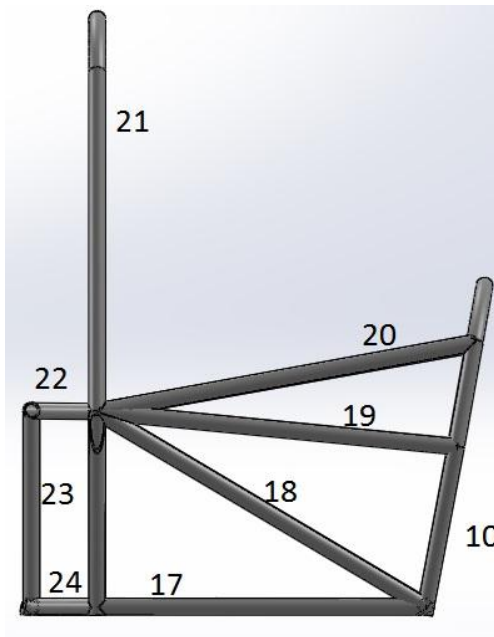


Εικόνα: 6.41 Διαστάσεις σωλήνα 14 και 15

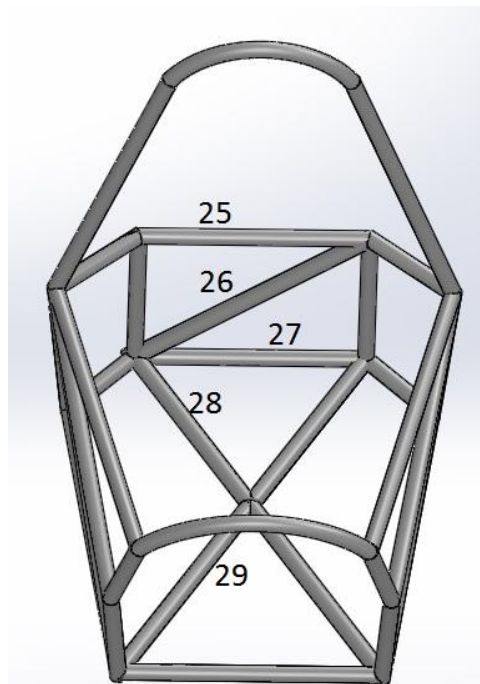


Εικόνα: 6.42 Διαστάσεις σωλήνα 16

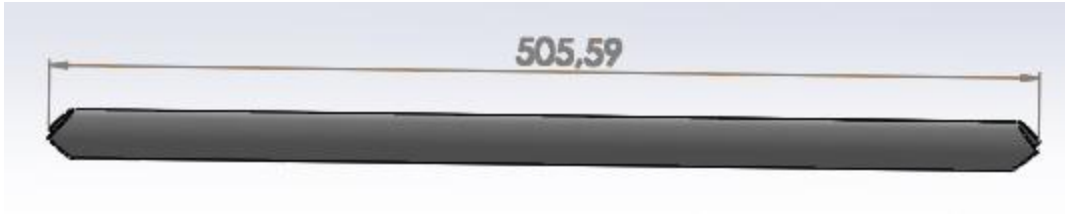
6.12 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ.



Εικόνα: 6.43 Αρίθμηση σωλήνων θέσης οδηγού



Εικόνα: 6.44 Αρίθμηση σωλήνων θέσης οδηγού



Εικόνα: 6.45 Διαστάσεις σωλήνα 17



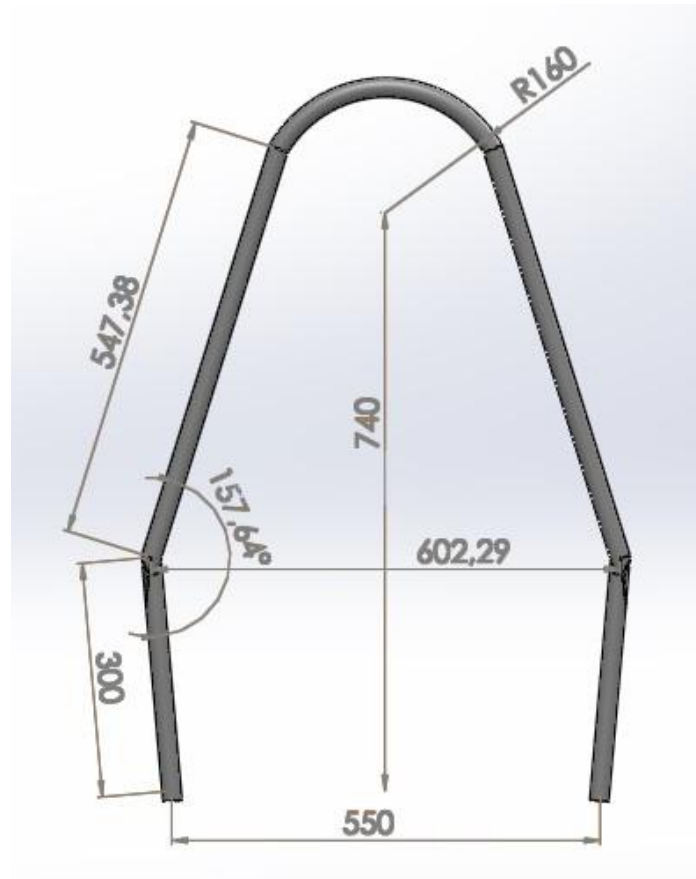
Εικόνα: 6.46 Διαστάσεις σωλήνα 18



Εικόνα: 6.47 Διαστάσεις σωλήνα 19



Εικόνα: 6.48 Διαστάσεις σωλήνα 20



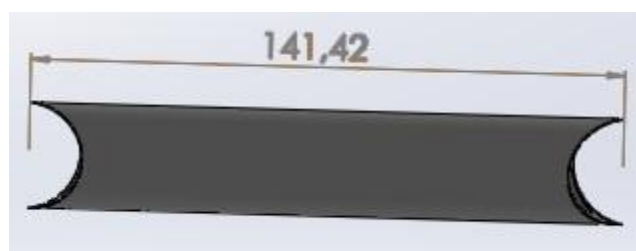
Εικόνα: 6.49 Διαστάσεις Main Hoop (σωλήνας 21)



Εικόνα: 6.50 Διαστάσεις σωλήνα 22



Εικόνα: 6.51 Διαστάσεις σωλήνα 23



Εικόνα: 6.52 Διαστάσεις σωλήνα 24



Εικόνα: 6.53 Διαστάσεις σωλήνα 25 και 27

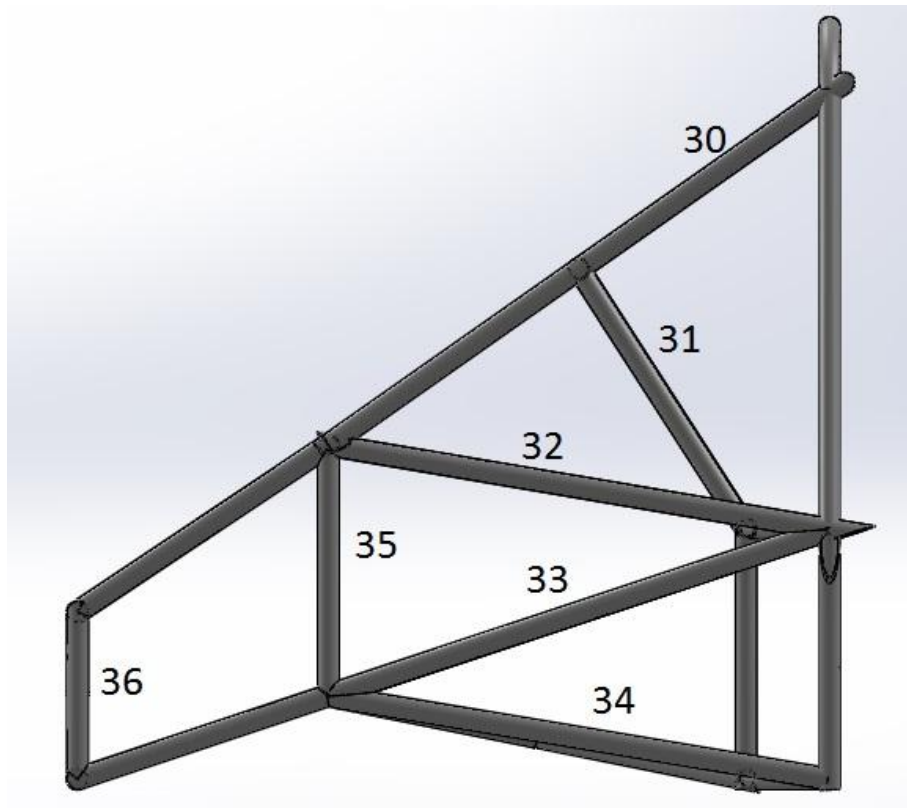


Εικόνα: 6.54 Διαστάσεις σωλήνα 26

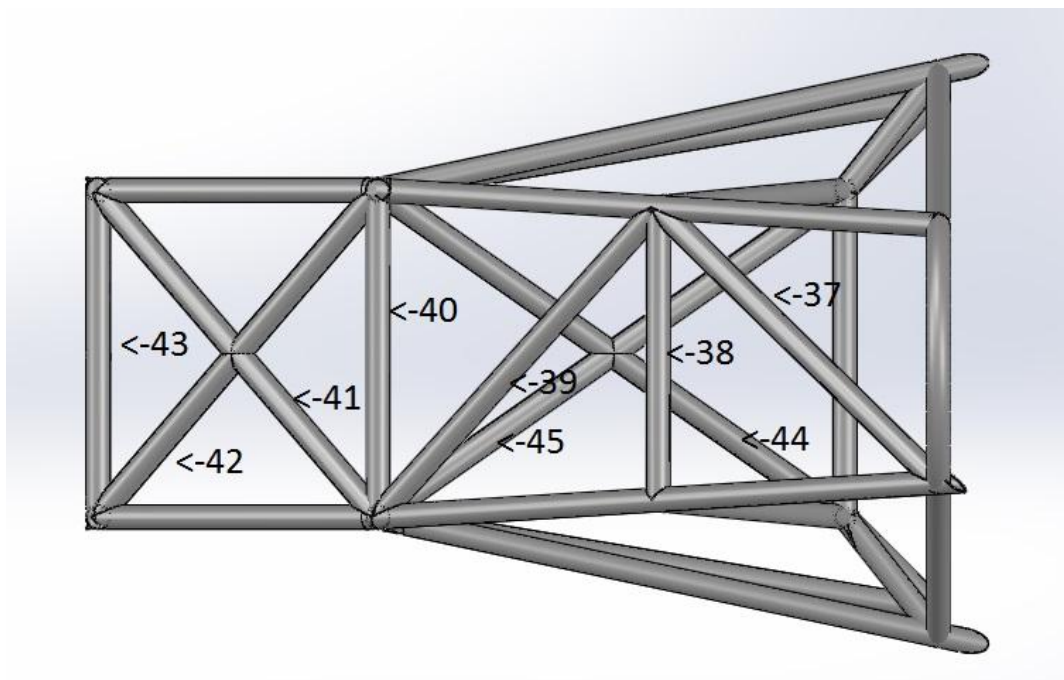


Εικόνα: 6.55 Διαστάσεις σωλήνα 28 και 29

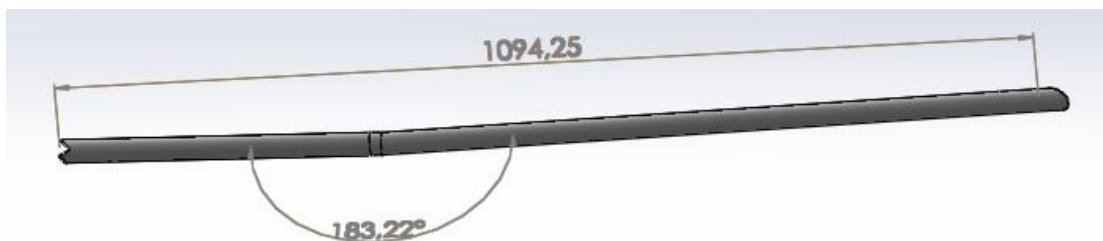
6.13 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΙΣΩ ΜΕΡΟΥΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ



Εικόνα: 6.56 Αρίθμηση σωλήνων πίσω μέρους



Εικόνα: 6.57 Αρίθμηση σωλήνων πίσω μέρους



Εικόνα: 6.58 Διαστάσεις σωλήνα 30



Εικόνα: 6.59 Διαστάσεις σωλήνα 31



Εικόνα: 6.60 Διαστάσεις σωλήνα 32



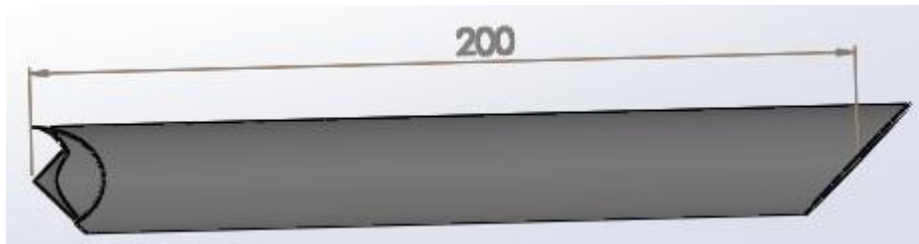
Εικόνα: 6.61 Διαστάσεις σωλήνα 33



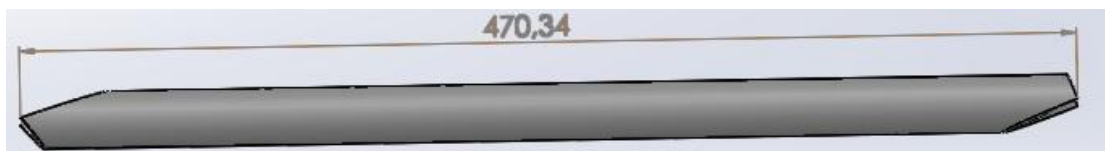
Εικόνα: 6.62 Διαστάσεις σωλήνα 34



Εικόνα: 6.63 Διαστάσεις σωλήνα 35



Εικόνα: 6.64 Διαστάσεις σωλήνα 36



Εικόνα: 6.65 Διαστάσεις σωλήνα 37



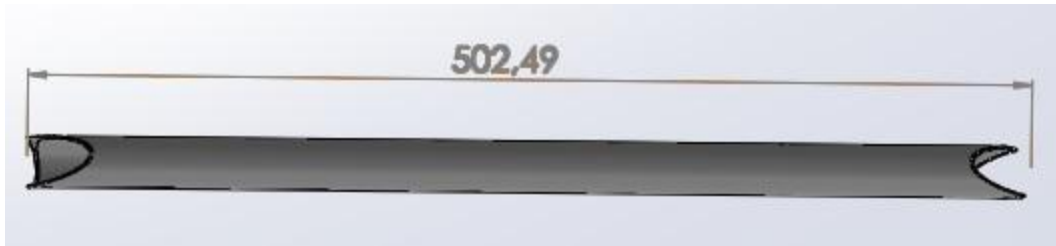
Εικόνα: 6.66 Διαστάσεις σωλήνα 38



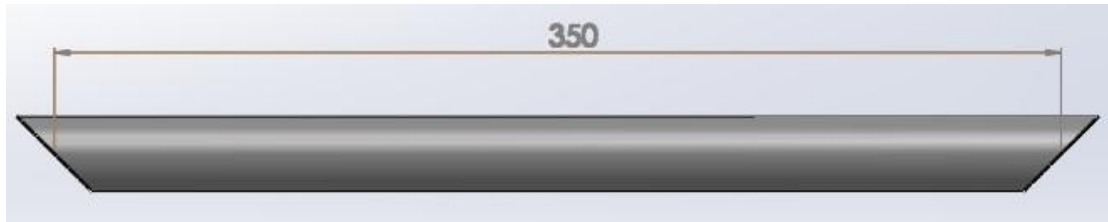
Εικόνα: 6.67 Διαστάσεις σωλήνα 39



Εικόνα: 6.68 Διαστάσεις σωλήνα 40



Εικόνα: 6.69 Διαστάσεις σωλήνα 41 και 42



Εικόνα: 6.70 Διαστάσεις σωλήνα 43

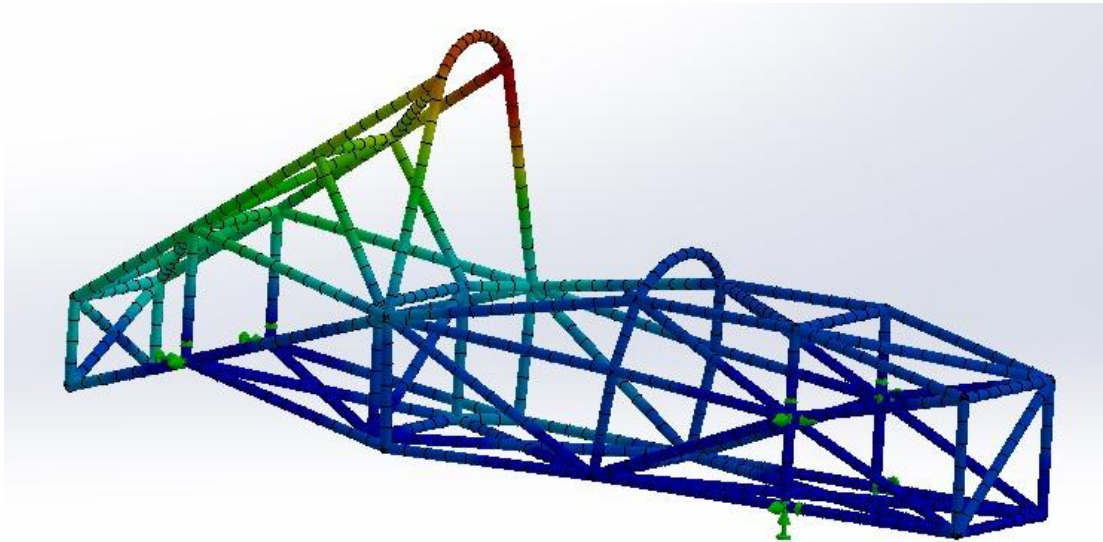


Εικόνα: 6.71 Διαστάσεις σωλήνα 44 και 45

Επειδή το πλαίσιο είναι απόλυτα συμμετρικό οι σωλήνες 1,2,3,4,5,6,7,8,9,17,18,19,20,22,23,24,30,31,32,33,34,35,36,41,42 υπάρχουν από δύο φορές ενώ οι 10 και 21 είναι μονοκόμματοι και υπάρχουν μόνο μια φορά.

Κλείνοντας το κεφάλαιο του πλαισίου πρέπει να προσθέσουμε πως κατά την κατασκευή του όλοι οι σωλήνες κόπηκαν 30 χιλιοστά μεγαλύτεροι διότι χρειάζονται ειδική μορφοποίηση στα άκρα τους για να μπορέσουν να συγκολληθούν με το υπόλοιπο πλαίσιο, όπως θα δείξουμε σε επόμενο κεφάλαιο.

7. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ



Εικόνα: 7.1 Ανάλυση πλαισίου

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στην στατική ανάλυση του πλαισίου, για τον τρόπο με τον οποίο έγινε η ανάλυση, τις τιμές μετατόπισης και τάσεων στις οποίες πρέπει να κυμαίνεται το πλαίσιο, τα σημεία του πλαισίου στα οποία ασκούνται οι δυνάμεις, τα σημεία συγκράτησης του πλαισίου κατά την ανάλυση και το πώς κατανέμονται οι δυνάμεις στο πλαίσιο γενικότερα.

Τα μέρη του πλαισίου τα οποία πρέπει να εξεταστούν στατικά είναι τα ακόλουθα:

1. Το Front Bulkhead
2. Το Front Roll Hoop
3. Το Main Roll Hoop
4. Το Side Impact Structure
5. Το σημείο στο οποίο θα τοποθετηθούν οι ζώνες ασφαλείας (Harness Attachments)
6. Το Front Bulkhead μαζί με τα Roll Hoop supports του

Το μέτρο των δυνάμεων και το σημείο εφαρμογής τους σε κάθε από τα παραπάνω μέρη του πλαισίου φαίνονται παρακάτω πιο αναλυτικά.

7.1 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ FRONT BULKHEAD

Στη διεύθυνση $F_x = 120 \text{ kN}$

Στη διεύθυνση $F_y = 0 \text{ kN}$

Στη διεύθυνση $F_z = 0 \text{ kN}$.

Σημείο εφαρμογής δυνάμεων είναι το σημείο εκείνο στο οποίο θα τοποθετηθεί το προστατευτικό σύγκρουσης (Impact Attenuator)

Μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση 25mm

7.2 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ FRONT ROLL HOOP

Στη διεύθυνση $F_x = 6.0 \text{ kN}$

Στη διεύθυνση $F_y = 5.0 \text{ kN}$

Στη διεύθυνση $F_z = -9.0 \text{ kN}$

Σημείο εφαρμογής δυνάμεων είναι το άνω μέρος του Front Roll Hoop

Μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση 25mm

7.3 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ MAIN ROLL HOOP

Στη διεύθυνση $F_x = 6.0 \text{ kN}$

Στη διεύθυνση $F_y = 5.0 \text{ kN}$

Στη διεύθυνση $F_z = -9.0 \text{ kN}$

Σημείο εφαρμογής δυνάμεων είναι το άνω μέρος του Main Roll Hoop.

Μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση 25mm

7.4 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ SIDE IMPACT STRUCTURE

Στη διεύθυνση $F_x = 0 \text{ kN}$

Στη διεύθυνση $F_y = 7 \text{ kN}$

Στη διεύθυνση $F_z = 0 \text{ kN}$

Σημείο εφαρμογής δυνάμεων είναι το σημείο εκείνο όπου μπορεί να παραλάβει τα λιγότερα φορτία. Συνήθως στο κέντρο του side impact structure. Μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση 25mm

7.5 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ HARNESS ATTACHMENT

Σε αυτό το τμήμα του πλαισίου το μέτρο της δύναμης είναι 7kN και το σημείο εφαρμογής του είναι τα δύο σημεία στα οποία θα προσδεθούν οι ζώνες ασφαλείας με διεύθυνση την κλίση που σχηματίζουν οι ζώνες.
Μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση 25mm

7.6 ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ FRONT BULKHEAD & ROLL HOOP SUPPORTS

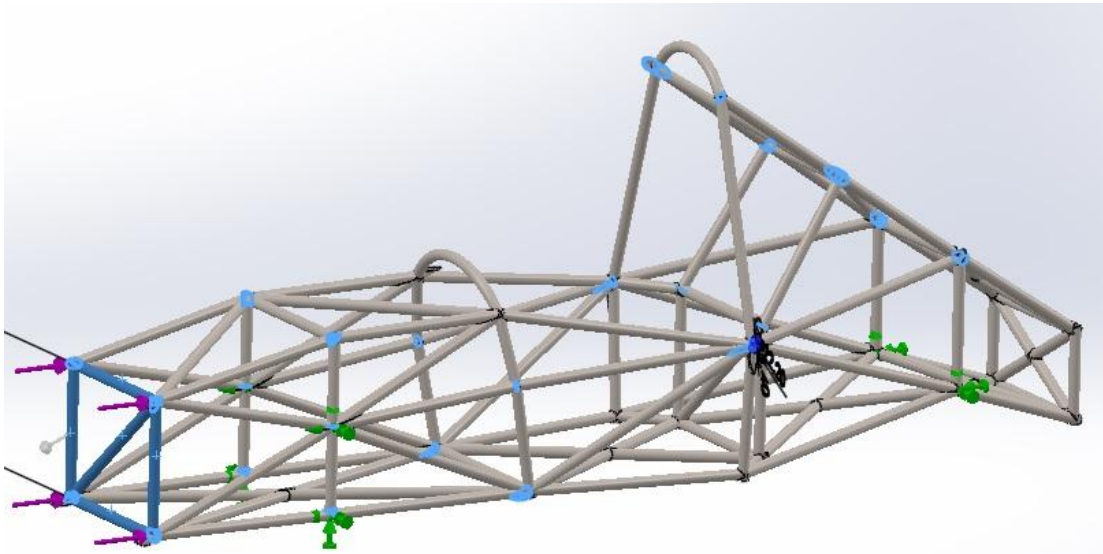
Στη διεύθυνση $F_x = 120 \text{ kN}$,
Στη διεύθυνση $F_y = 10.5 \text{ kN}$,
Στη διεύθυνση $F_z = 0 \text{ kN}$
Σημείο εφαρμογής δυνάμεων είναι το κεντρικό σημείο του Front Bulkhead
Μέγιστη επιτρεπτή μετατόπιση 25mm

7.7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η στατική ανάλυση του πλαισίου πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογιστικού προγράμματος SolidWorks 2014 το οποίο μας παρέχει τη δυνατότητα ανάλυσης τέτοιου είδους κατασκευών. Πριν ξεκινήσουμε να κάνουμε οποιαδήποτε προσπάθεια ανάλυσης θα πρέπει πρώτα να είμαστε σίγουροι ότι το σχέδιο το οποίο πρόκυπτε να αναλυθεί είναι το σε τελική μορφή και ότι δεν υπάρχουν ασυνέχειες σε αυτό (το οποίο θα οδηγούσε σε λάθος αποτελέσματα).

7.8 FRONT BULKHEAD

Είναι το τμήμα του πλαισίου το οποίο τονίζεται στην παρακάτω εικόνα με μπλε χρώμα και το σημείο στο οποίο τοποθετείται ο αποσβεστήρας συγκρούσεων (Impact Attenuator).

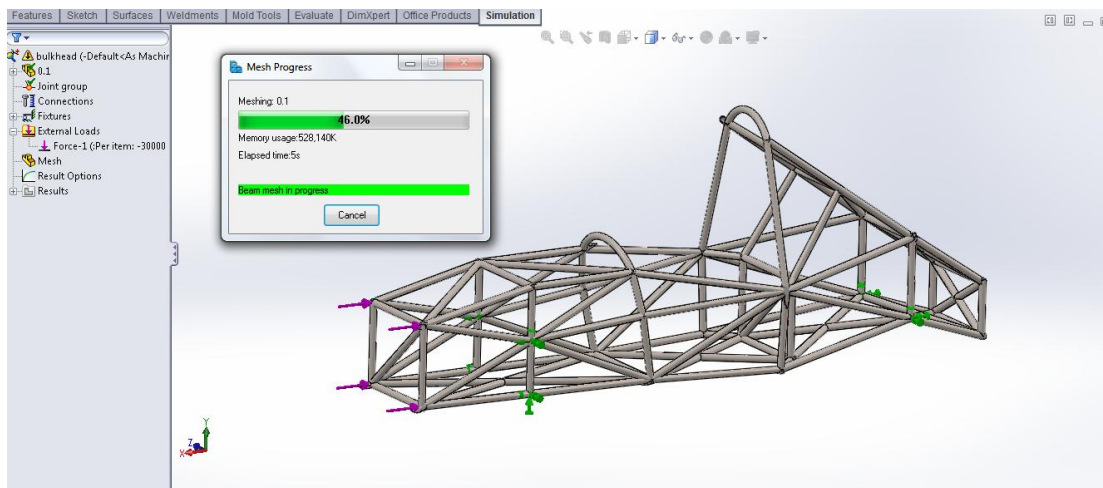


Εικόνα: 7.2 Front bulkhead

Αρχικά μελετάμε το bulkhead σε πρόσκρουση κατά τη διεύθυνση X όπως ορίζουν οι κανονισμοί. Το φορτίο το οποίο εφαρμόζεται είναι 120 kN δηλαδή περίπου 12 τόνοι. Το σημείο εφαρμογής του είναι το σημείο εκείνο στο οποίο θα τοποθετηθεί το προστατευτικό σύγκρουσης (Impact Attenuator). Τα βέλη απεικονίζουν τα διανύσματα των δυνάμεων. Παρακάτω θα αναλυθεί εκτενώς η διαδικασία ανάλυσης, δηλαδή το Meshing, τα σημεία συγκράτησης, τοποθέτηση διανυσμάτων, εξαγωγή αποτελεσμάτων και αξιολόγηση αυτών.

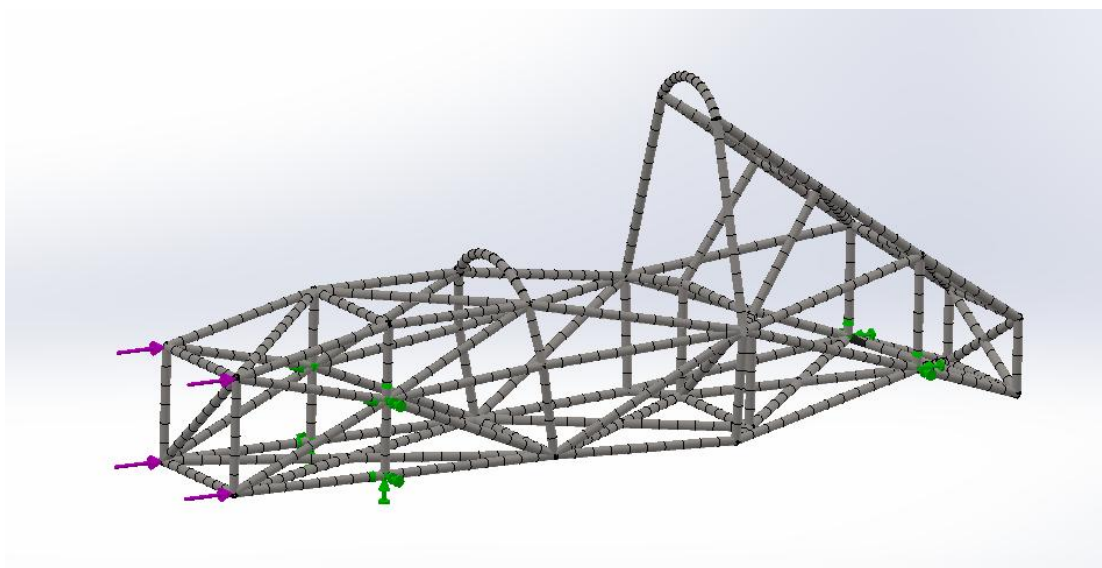
7.9 ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΑΣΕΩΝ

Το πρώτο βήμα είναι να προσδιορίσουμε τις θέσεις στήριξης του πλαισίου. Επιλέξαμε ως θέσεις στήριξης τα σημεία στα οποία τοποθετούνται οι κύριες βάσεις στήριξης των αναρτήσεων. Τα σημεία αυτά φαίνονται στην παρακάτω εικόνα με πράσινο χρώμα και είναι συνολικά 6. Επόμενο βήμα είναι το meshing.



Εικόνα: 7.3 Διαδικασία του Mesh

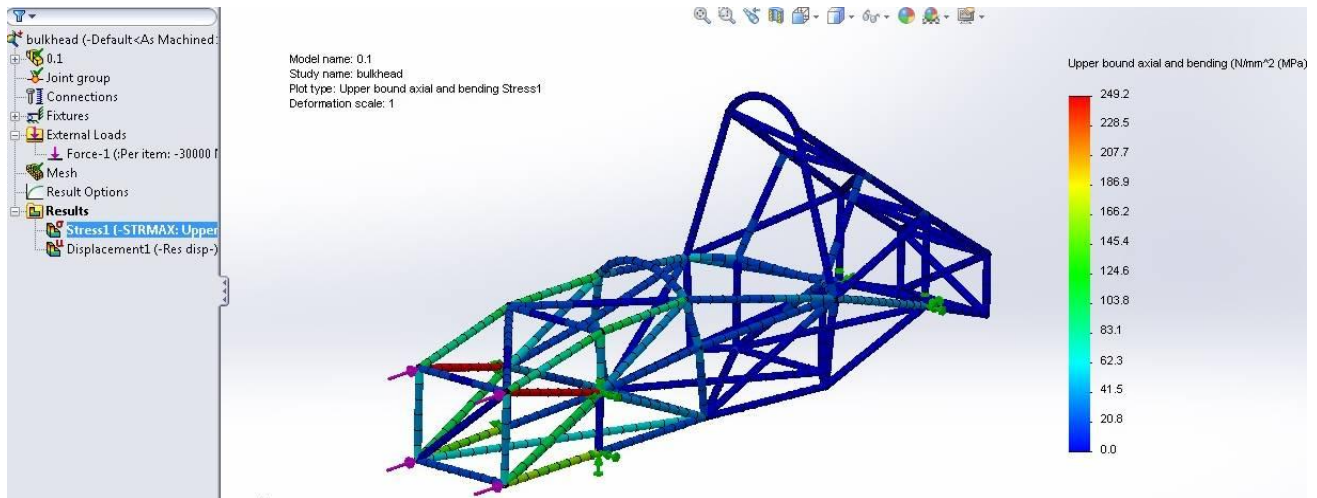
Η διαδικασία του meshing έχει στόχο τον χωρισμό του πλαισίου σε πεπερασμένα στοιχεία, με κύριο γνώμονα την ανάλυση των τάσεων που δημιουργούνται. Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζεται το πλαίσιο αφού έχει γίνει η διαδικασία του meshing.



Εικόνα: 7.4 Meshing

Επόμενο βήμα είναι η τοποθέτηση δυνάμεων, πάντα βάση των κανονισμών Formula Student 2015-2016. Οι δυνάμεις εμφανίζονται με μωβ χρώμα ως βέλη. Σημείο εφαρμογής οι τέσσερις αιχμές του front bulkhead. Η δύναμη που εφαρμόζεται είναι συνολικά 120 kN με κάθε βέλος να απεικονίζει το ένα τέταρτο της συνολικής δύναμης. Οι δυνάμεις ασκούνται στην διεύθυνση X όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα.

Επόμενο βήμα έχουμε την ολοκλήρωση της ανάλυσης με την επιλογή Run. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης τάσεων φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.

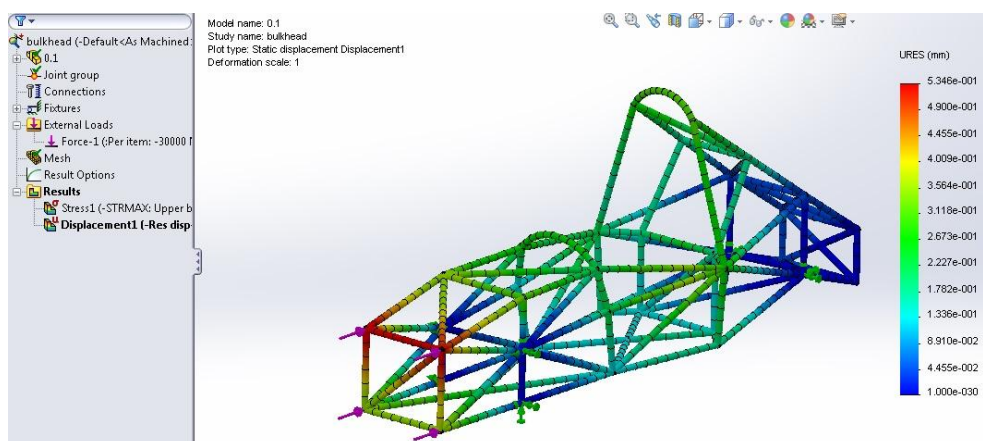


Εικόνα: 7.5 Αποτέλεσμα ανάλυσης

Στις περιοχές με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται οι μέγιστες τάσεις οι οποίες έχουν τιμή 249.2 MPa τιμή η οποία είναι απόλυτα αποδεκτή για χάλυβα.

7.10 ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Για την μελέτη των παραμορφώσεων ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως και στην μελέτη τάσεων. Η μέγιστη παραμόρφωση βάση κανονισμών όπως έχουμε αναφέρει παραπάνω είναι 25 mm. Στην δικιά μας περίπτωση είναι 0,534mm.

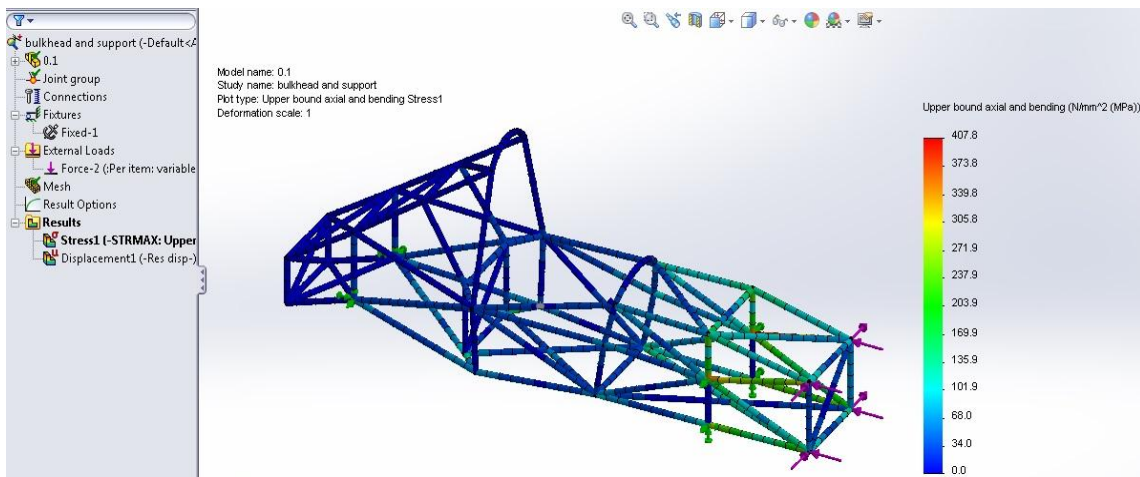


Εικόνα: 7.6 Ανάλυση Παραμορφώσεων

7.11 FRONT BULKHEAD & ROLL HOOP SUPPORTS

7.11.1 Εμφάνιση τάσεων

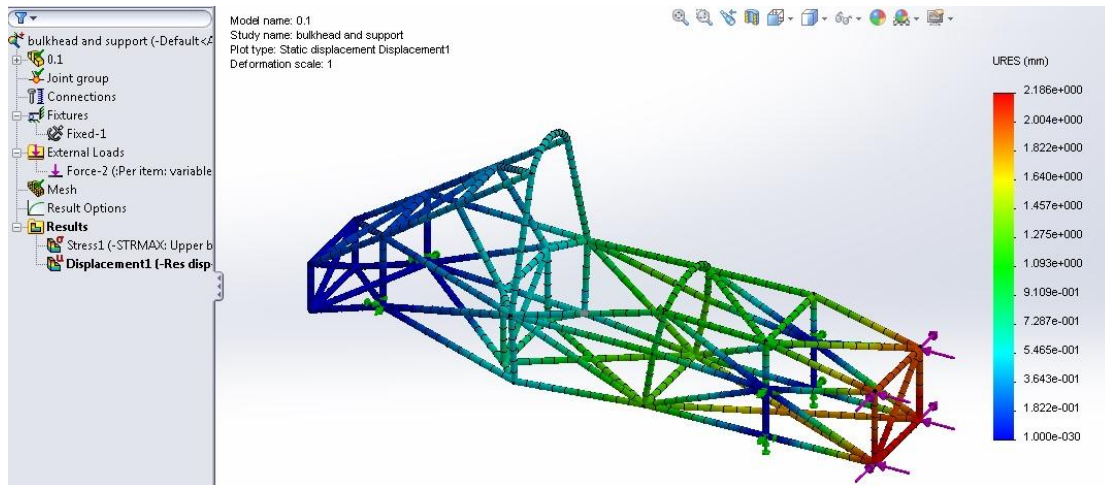
Σε αυτό το τμήμα του πλαισίου οι δυνάμεις ασκούνται στην διεύθυνση X, Y είναι 120 KN και 10,5 KN αντίστοιχα. Η διαδικασία τοποθέτησης των στηρίξεων, του meshing, τοποθέτησης δυνάμεων και αξιολόγηση αποτελεσμάτων είναι η ίδια με αυτή που εφαρμόσαμε παραπάνω.



Εικόνα: 7.7 Τάσεις στα Front Bulkhead & Roll Hoop supports

Στην εικόνα 7.7 βλέπουμε πως οι μέγιστες τάσεις που δημιουργούνται είναι 407,8 MPa πμή η οποία ξεπερνά το όριο διαρροής του χάλυβα αλλά δεν ξεπερνά το όριο θραύσης του.

7.11.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων

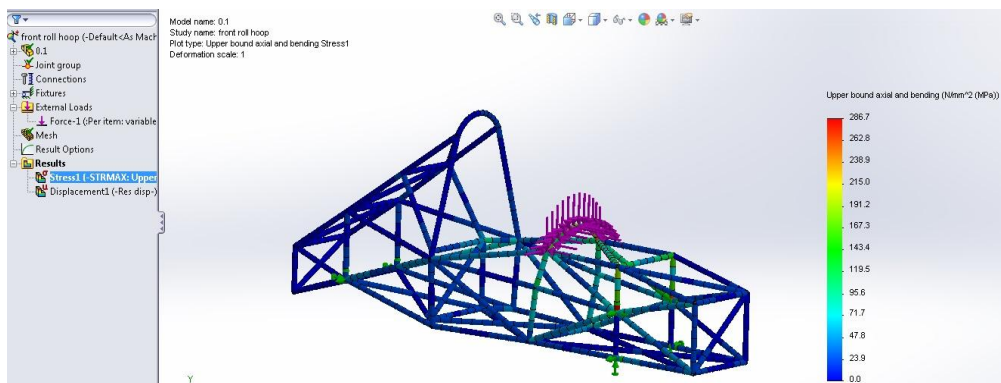


Εικόνα: 7.8 Παραμόρφωση στα front bulkhead & roll hoop supports

Όπως φαίνεται στη παραπάνω εικόνα οι παραμορφώσεις που δημιουργούνται είναι 2,186 mm. Η μέγιστη επιτρεπτή παραμόρφωση είναι 25 mm οπότε δεν υπάρχει κανένα απολύτως πρόβλημα με την ανάλυση του τμήματος αυτού.

7.12 FRONT ROLL HOOP

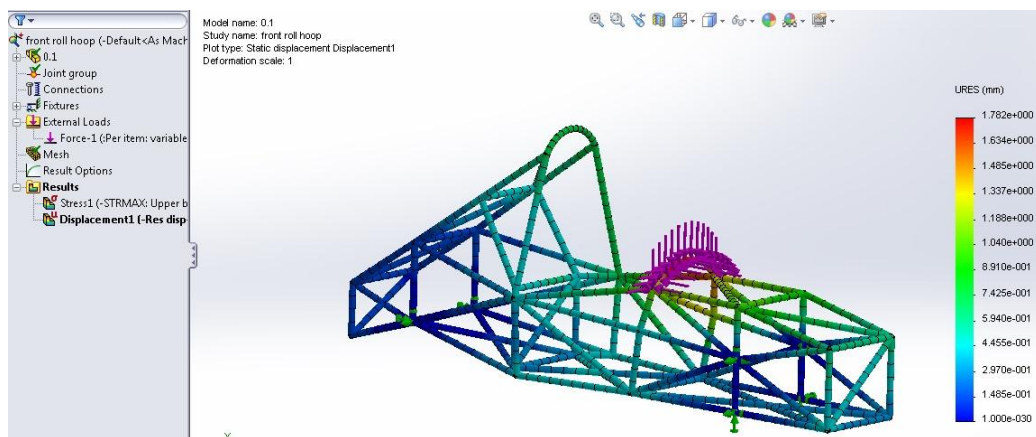
7.12.1 Εμφάνιση τάσεων Σε αυτό το τμήμα του πλαισίου οι δυνάμεις ασκούνται στην διεύθυνση X, Y και Z και είναι 6 kN, 5 kN και -9 kN αντίστοιχα. Στον Z άξονα το πρόσημο της δύναμης είναι αρνητικό διότι σε αυτό το τμήμα του πλαισίου εξετάσουμε και την αντοχή του πλαισίου σε περίπτωση ανατροπής του. Το σημείο εφαρμογής των δυνάμεων είναι το άνω μέρος του Front Roll Hoop.



Εικόνα: 7.9 Τάσεις στο Front Roll Hoop

Στην εικόνα 7.9 βλέπουμε πως οι μέγιστες τάσεις που δημιουργούνται είναι 286,7 MPa τιμή η οποία είναι απόλυτα αποδεκτή και συμβιβάζεται με τις προδιαγραφές.

7.12.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων



Εικόνα: 7.8 Παραμόρφωση στο Front Roll Hoop

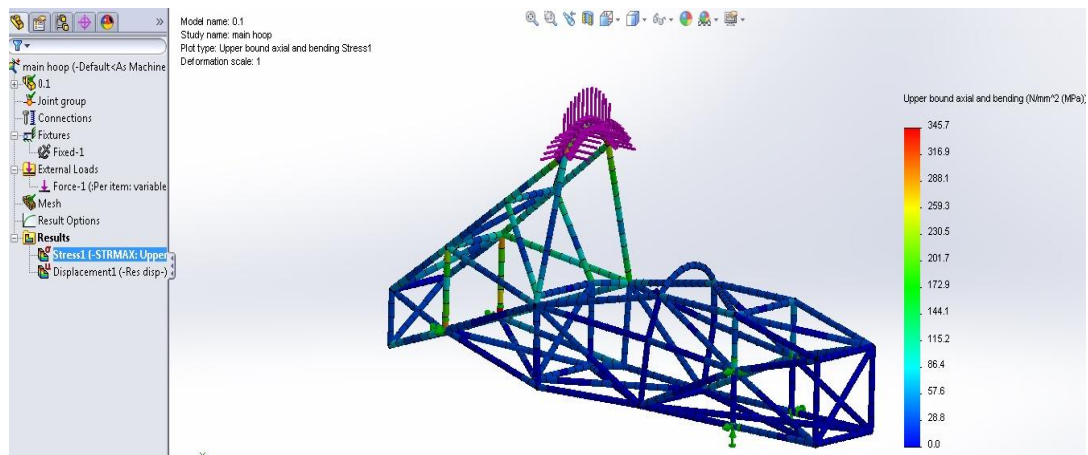
Όπως φαίνεται στη παραπάνω εικόνα οι παραμορφώσεις που δημιουργούνται από τις δυνάμεις που επιδρούν είναι 1,782 mm. Η μέγιστη επιτρεπτή παραμόρφωση είναι τα 25 mm. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το Front Roll Hoop μπορεί φέρει με ασφάλεια τα προβλεπόμενα φορτία.

Το επόμενο τμήμα του πλαισίου που θα εξεταστεί είναι το Main Roll Hoop

7.13 MAIN ROLL HOOP

7.13.1 Εμφάνιση τάσεων

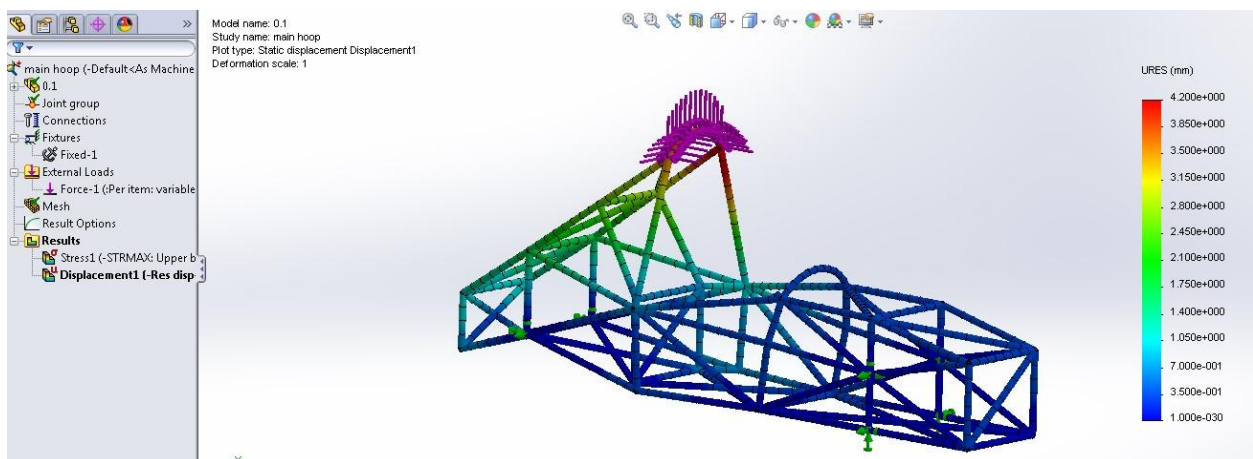
Και σε αυτό το τμήμα του πλαισίου οι δυνάμεις ασκούνται στην διεύθυνση X, Y και Z και είναι 6 KN, 5 KN και -9 KN αντίστοιχα. Στον Z άξονα το πρόσημο της δύναμης είναι αρνητικό διότι και σε αυτό το τμήμα του πλαισίου εξετάσουμε και την αντοχή του πλαισίου σε περίπτωση ανατροπής του. Το σημείο εφαρμογής των δυνάμεων είναι το άνω μέρος του Main Roll Hoop.



Εικόνα: 7.9 Τάσεις στο Main Roll Hoop

Στην εικόνα 7.9 βλέπουμε πως οι μέγιστες τάσεις που δημιουργούνται είναι 345,7 MPa τιμή η οποία ξεπερνά ελάχιστα το όριο διαρροής του χάλυβα αλλά βρισκόμαστε στα επιτρεπτά όρια .

7.13.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων

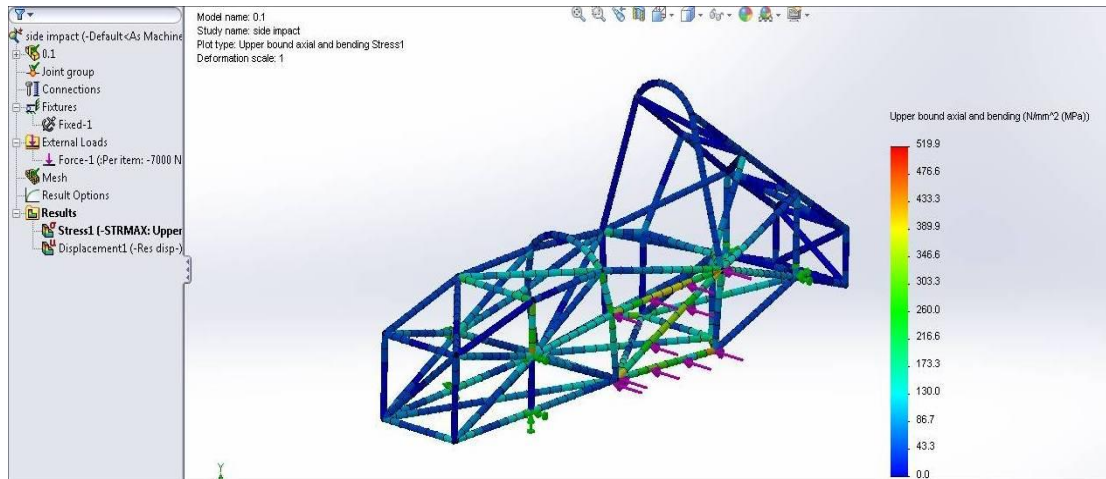


Εικόνα: 7.10 Παραμόρφωση στο Main Roll Hoop

Όπως φαίνεται στη παραπάνω εικόνα οι παραμορφώσεις που δημιουργούνται από τις δυνάμεις που επιδρούν είναι 4,2 mm. Η μέγιστη επιτρεπτή παραμόρφωση είναι τα 25 mm. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το Main Roll Hoop μπορεί φέρει με ασφάλεια τα προβλεπόμενα φορτία.

7.14 SIDE IMPACTS

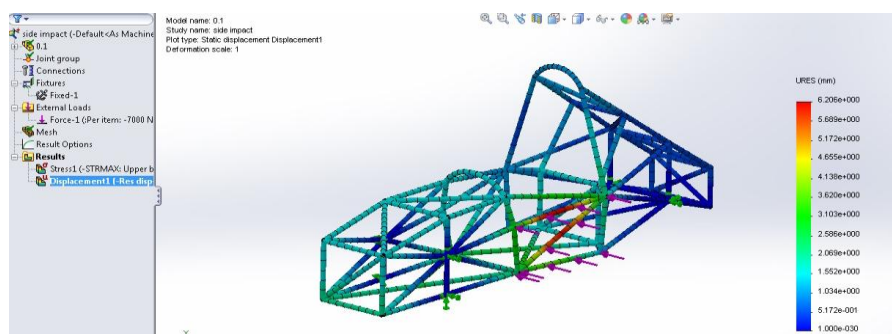
7.14.1 Εμφάνιση τάσεων



Εικόνα: 7.11 Τάσεις σε side impacts

Στα Side Impacts έχουμε εφαρμογή των δυνάμεων μόνο από την διεύθυνση του Y άξονα. Το μέγεθος των δυνάμεων είναι 7 KN. Σημείο εφαρμογής είναι όλο το μήκος των τριών σωλήνων του side impact. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης είναι μέγιστη τάση ίση με 519.9 MPa. Η τιμή είναι οριακά αποδεκτή, όμως εμείς εφαρμόσαμε την ασκούμενη δύναμη όχι μια φορά κατά μήκος όλο του συστήματος Side Impacts όπως προβλέπει και ο κανονισμός αλλά τρεις φορές σε κάθε ράβδο ξεχωριστά. Αυτό έγινε διότι δεν μπορούσαμε να βρούμε τρόπο ικανό ώστε το πρόγραμμα να ανιληφθεί τα Side Impacts σαν ένα κομμάτι. Ακόμα και έτσι το αποτέλεσμα είναι άκρως ικανοποιητικό.

7.14.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων

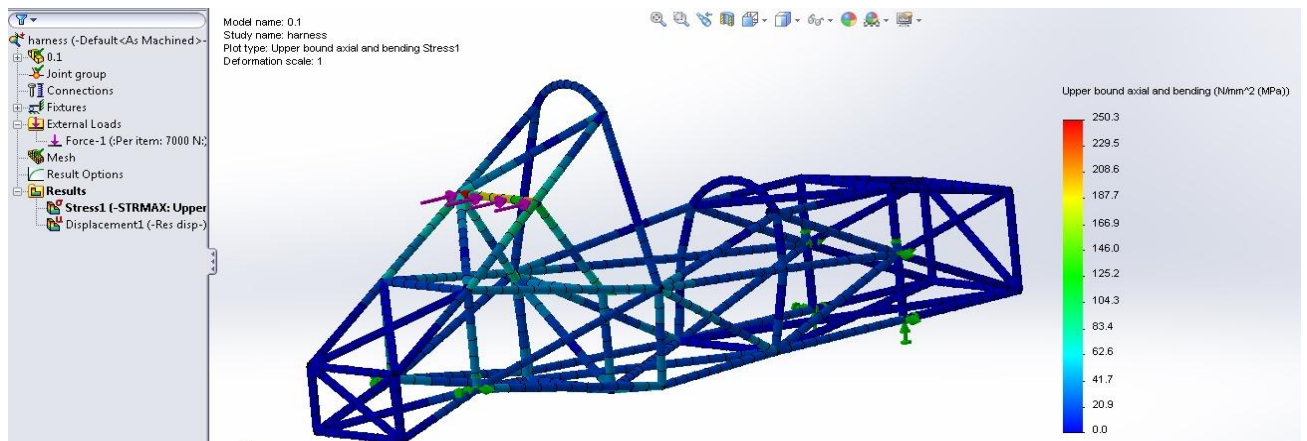


Εικόνα 7.12 Παραμορφώσεις στο Side Impact

Μέγιστη παραμόρφωση για τα Side Impacts είναι 6,2 mm, που είναι και η μεγαλύτερη παραμόρφωση που παρουσιάστηκε στο πλαίσιο μας με εφαρμογή των δυνάμεων όπως αυτές ειπώθηκαν από τους κανονισμούς Formula SAE 2015-2016.

7.15 HARNESS ATTACHMENTS (Σωλήνα πρόσδεσης ζώνης ασφαλείας οδηγού)

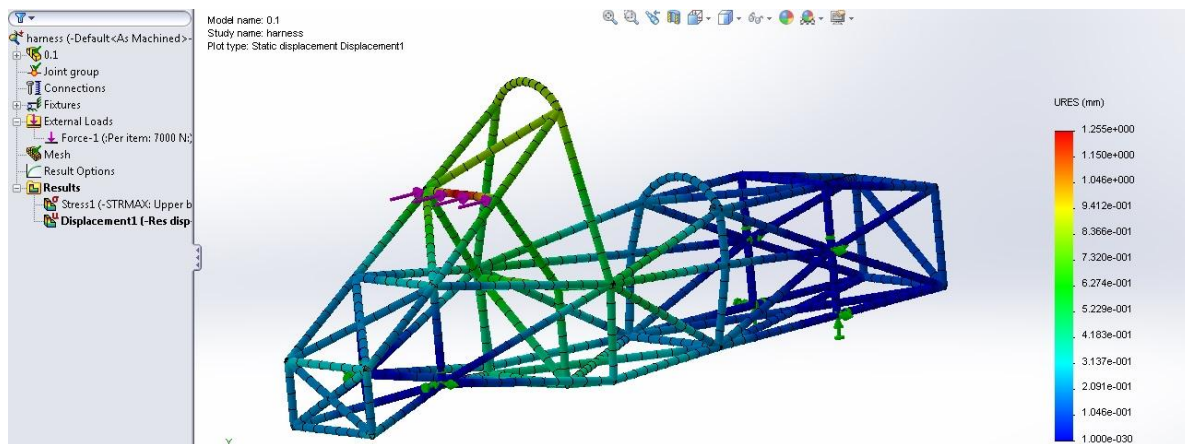
7.15.1 Εμφάνιση τάσεων



Εικόνα: 7.13 Τάσεις στα harness attachments

Με τον όρο Harness Attachments εννοούμε το σημείο αυτό του πλαισίου όπου προσδένονται οι ζώνες ασφαλείας. Να σημειωθεί πως το συγκεκριμένο τμήμα (σωλήνα) δεν έχει συγκολληθεί στο πλαίσιο. Το σημείο όπου θα τοποθετηθεί επηρεάζεται από την θέση οδήγησης και το ύψος του οδηγού. Εφόσον δεν έχουμε καθορίσει όλα τα παραπάνω το κομμάτι αυτό μένει για τοποθέτηση σε μεταγενέστερη φάση. Η μέγιστη τάση που παρουσιάζεται είναι 250,3 MPa.

7.15.2 Εμφάνιση παραμορφώσεων



Εικόνα: 7.14 Παραμορφώσεις στα harness attachments

Στην εικόνα 7.14 βλέπουμε πως η παραμόρφωση που παρουσιάστηκε είναι 1,255 χιλιοστά η οποία είναι πολύ μικρή και απολύτως δεκτή. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι το συγκεκριμένο σημείο χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή διότι εκεί προσδένονται οι ζώνες ασφαλείας.

7.16 ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η σωλήνας που επιλέξαμε είναι διαμέτρου μιας ίντσας και πάχους δύο χιλιοστών. Βάσει κανονισμών αυτό το μέγεθος σωλήνας χρησιμοποιείται μόνο στα Main Hoop, Front Hoop και Side Impacts. Παρόλα αυτά εμείς διαλέξαμε αυτήν την διάσταση σωλήνας για όλο το πλαίσιο. Οι ίδιοι οι κανονισμοί αφήνουν το ελεύθερο στους διαγωνιζόμενους αν θα διαλέξουν τελικά σωλήνες μεγαλύτερης διαμέτρου και πάχους. Γνωρίζουμε πως η επιλογή μας αυτή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του συνολικού βάρους του πλαισίου. Όμως είμαστε απόλυτα ικανοποιημένοι με τα αποτελέσματα της ανάλυσης και ιδιαίτερα στην μετατόπιση, όπου η μέγιστη σε όλο το πλαίσιο είναι 6,2 mm σε ένα ιδιαίτερα νευραλγικό σημείο του πλαισίου, την στιγμή όπου οι κανονισμοί μας επιτρέπουν μέγιστη 25 mm.

Ένας δεύτερος λόγος που διαλέξαμε αυτές τις διαστάσεις, είναι η ευκολία κατά την κατεργασία των σωλήνων όπως κοψίματα και συγκόλληση. Με τον εξοπλισμό που διαθέτει το εργαστήριο μας (απλή ηλεκτροσυγκόλληση) θα ήταν αδύνατον ή τουλάχιστον πολύ δύσκολο να συγκολληθούν σωλήνες πολύ μικρότερης διαμέτρου.

Παρακάτω παραθέτουμε μερικά στοιχεία για χάλυβα St37 τα οποία μπορούν να φανούν χρήσιμα στον αναγνώστη.

Όριο Θραύσης 440 MPa

Όριο διαρροής 275 MPa

8. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ



Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν όλα εκείνα τα μέρη του οχήματος όπου κατασκευάστηκαν από τους υπεύθυνους σπουδαστές. Τα μέρη αυτά είναι :

- 1) Κατασκευή πλαισίου Formula student
- 2) Κατασκευή καλουπιών από λαμαρίνα για,
 - a) Δεξιό και αριστερό αεραγωγό
 - b) Κύριο μπροστινό τμήμα
 - c) Πάτωμα οχήματος
- 3) Κατασκευή πολυεστερικών καλουπιών για,
 - a) Δεξιό και αριστερό αεραγωγό
 - b) Κύριο μπροστινό τμήμα
 - c) Κάθισμα Οδηγού
- 4) Κατασκευή Εξαρτημάτων από ανθρακούφασμα όπως,
 - a) Δεξιό και αριστερό αεραγωγό
 - b) Κύριο μπροστινό τμήμα
 - c) Πάτωμα οχήματος
- 5) Βάση καθίσματος
- 6) Ντύσιμο καθίσματος με Αλκαντάρα

Σημείωση:

Σε αυτό το σημείο να τονισθεί πως όλες οι εργασίες έχουν γίνει βάσει των σχεδίων στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό.

ΠΛΑΙΣΙΟ:

8.1 ΥΛΙΚΑ :

- Σωλήνες χάλυβα πάχους 2 χιλιοστών και διαμέτρου 1 ίντσας.

8.2 ΜΕΣΑ:

- Ηλεκτροσυγκόλληση τόξου
- Τροχός σταθερός
- Κορδέλα κοπής
- Τροχός χεριού
- Συρματόβουρτσα
- Αυτοσχέδιος πάγκος εργασίας
- Μεταλλικές γωνιές

Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται η σωλήνα από χάλυβα που χρησιμοποιήθηκε:



Εικόνα: 8.1 Εικόνα κατά την μορφοποίηση σωλήνων

Για την κατασκευή του πλαισίου ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα :

- κόψιμο των σωλήνων σε μέγεθος μεγαλύτερο έως και 30 χιλιοστά , με σκοπό την περίσσια υλικού για τα απαραίτητα κοψίματα αλλά και τις κολλήσεις.
- κατάλληλο κόψιμο των σωλήνων ώστε να πετύχουμε το απαραίτητο "θηλύκωμα" μεταξύ τους.
- ευθυγράμμιση σωλήνων και δοκιμαστική συγκόλληση
- μετρήσεις
- διορθώσεις
- τελικές μετρήσεις
- τελική συγκόλληση
- φινίρισμα

Στις παρακάτω φωτογραφίες (3.2 έως 3.4) φαίνεται ο τρόπος κοψίματος όταν έχουμε ένωση 2 σωλήνων κάθετα.



Εικόνα: 8.2 Τρόπος κοψίματος σωλήνων



Εικόνα: 8.3 Τυχία φωτογραφία κατά την διάρκεια ταιριάσματος των σωλήνων



Εικόνα: 8.4 Τυχία εικόνα κατά την διάρκεια ταιριάσματος των σωλήνων

Δοκιμαστικές συγκολλήσεις κατά την διάρκεια ευθυγράμμισης



Εικόνα: 8.5 Τυχαίες συγκολλήσεις

Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται το κόψιμο και ταίριασμα σωλήνων σε κόμβο τεσσάρων σημείων.



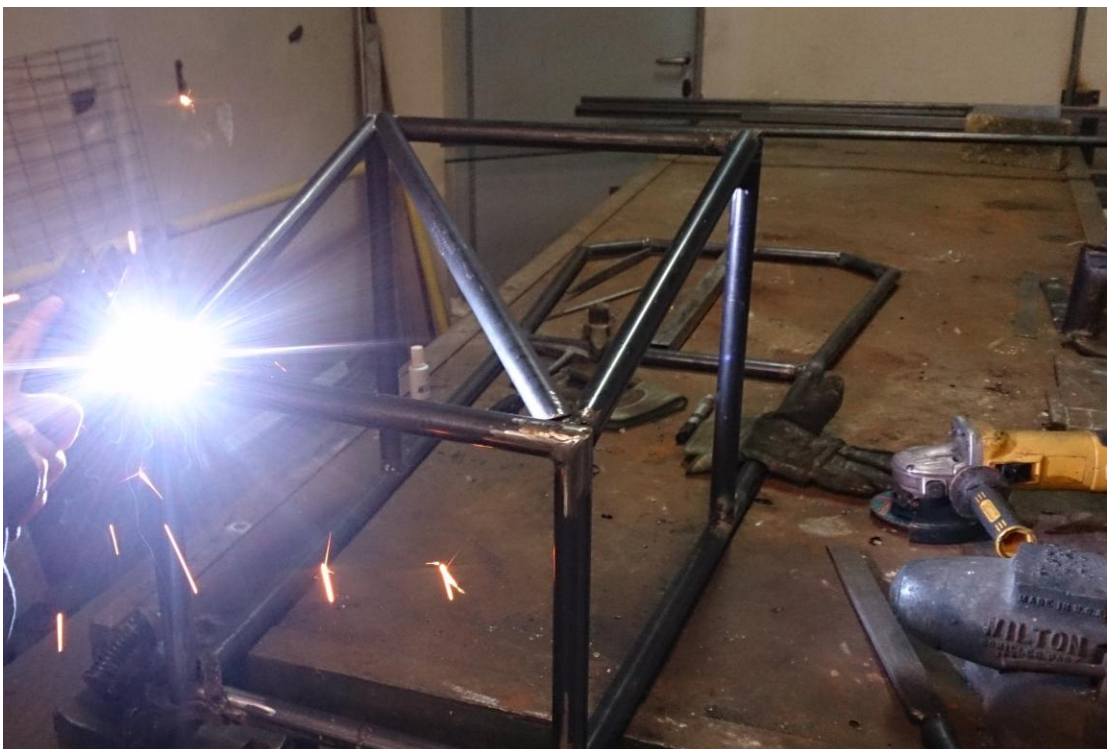
Εικόνα: 8.6 Τυχαία άποψη Front Bulkhead

Πάνω όψη κόμβου κατά την διάρκεια προσαρμογής των σωλήνων.



Εικόνα: 8.7 Ταίριασμα σωλήνων Front Bulkhead με το υπόλοιπο πλαίσιο

Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται η φάση κατά την διάρκεια συγκόλλησης.



Εικόνα: 8.8 Συγκόλληση μπροστινό τμήματος

Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται κόμβος πέντε σημείων.



Εικόνα: 8.9 Κόμβος πέντε σημείων στο μπροστά τμήμα του πλαισίου

Να σημειωθεί πως το κατάλληλο κόψιμο των σωλήνων, ειδικά σε σημεία όπως η παραπάνω φωτογραφία (εικόνα 3.9) είναι μια εξαιρετικά επίπονη διαδικασία, ειδικά για ένα άπειρο άτομο. Κάθε σωλήνα πρέπει να κοπεί σε διαφορετικές μοίρες και κλίση ενώ παράλληλα όλες μαζί πρέπει να συνθέτουν ένα ομογενές σώμα. Σε αντίστοιχες κατασκευές από επαγγελματίες τα κοψίματα γίνονται με ειδικό τρυπάνι και σε πολύ υψηλό επίπεδο με χρήση λέισερ. Εμείς χρησιμοποιήσαμε τροχό χεριού και την μέθοδο δοκιμής-λάθους. Στην παρακάτω φωτογραφία απεικονίζεται το μπροστινό Bulkhead (Το μπροστινό τμήμα του πλαισίου). Έχει ήδη γίνει λείανση και τελικός έλεγχος-γώνιασμα.



Εικόνα: 8.10 Front Bulkhead

Στις παρακάτω φωτογραφίες φαίνεται μια πρώτη προσπάθεια να φτιαχτεί κάποια ίσια επιφάνεια με στόχο την ευθυγράμμιση του πλαισίου καθώς το εργαστήριο που χρησιμοποιήσαμε δεν ήταν κατάλληλα εξοπλισμένο για την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου.



Εικόνα 8.11 Αυτοσχέδιος πάγκος εργασίας

Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται η δεύτερη προσπάθεια κατασκευής επιφάνειας εργασίας. Τέλος καταλήξαμε στην κατασκευή υπολαισίου, απευθείας κολλημένο στο πάτωμα, που είχε στόχο την ευθυγράμμιση του κύριου πλαισίου.



Εικόνα: 8.12 Υποπλαίσιο ευθυγράμμισης κύριου πλαισίου



Εικόνα: 8.15 Τυχαία άποψη υποπλαίσιο κατά την διάρκεια κατασκευής του κύριου πλαισίου

Πρώτη φάση κατά την οποία ξεκίνησε το κτίσιμο του πλαισίου προς τα πάνω, τα δύο π στην παρακάτω εικόνα, βρίσκονται στο εμπρόσθιο τμήμα του πλαισίου με το δεξιά τετράγωνο τμήμα να αποτελεί το Front Bulkhead.



Εικόνα: 8.16 Front Bulkhead μαζί με τα πρώτα κομμάτια του υπόλοιπου πλαισίου



Εικόνα: 8.17 Κάτω μέρος πλαισίου, διαμορφωμένο μέχρι και την θέση οδήγησης

Παρακάτω φαίνεται το μπροστινό τμήμα σχεδόν ολοκληρωμένο μέχρι και το σημείο όπου βρίσκονται τα γόνατα του οδηγού.



Εικόνα: 8.18 Ημιτελές μπροστινό τμήμα πλαισίου

Παρακάτω φαίνεται το πλαίσιο με το Front Roll Hoop. Σε αυτό το σημείο να σημειωθεί πως το Front και Main Hoop δεν κόπηκαν και κουρμπαρίστηκαν εντός της σχολής καθώς δεν είχαμε τα απαραίτητα μηχανήματα με την κατάλληλη ακρίβεια. Είναι τα μοναδικά κομμάτια του πλαισίου που διαμορφώθηκαν εκτός του ιδρύματος (μέσω CNC κουρμπαδόρου), ενώ συγκολλήθηκαν και τροποποιήθηκαν αναλόγως όπως και το υπόλοιπο πλαίσιο εντός της σχολής.



Εικόνα: 8.19 Πλαίσιο μέχρι και το Front Roll Hoop



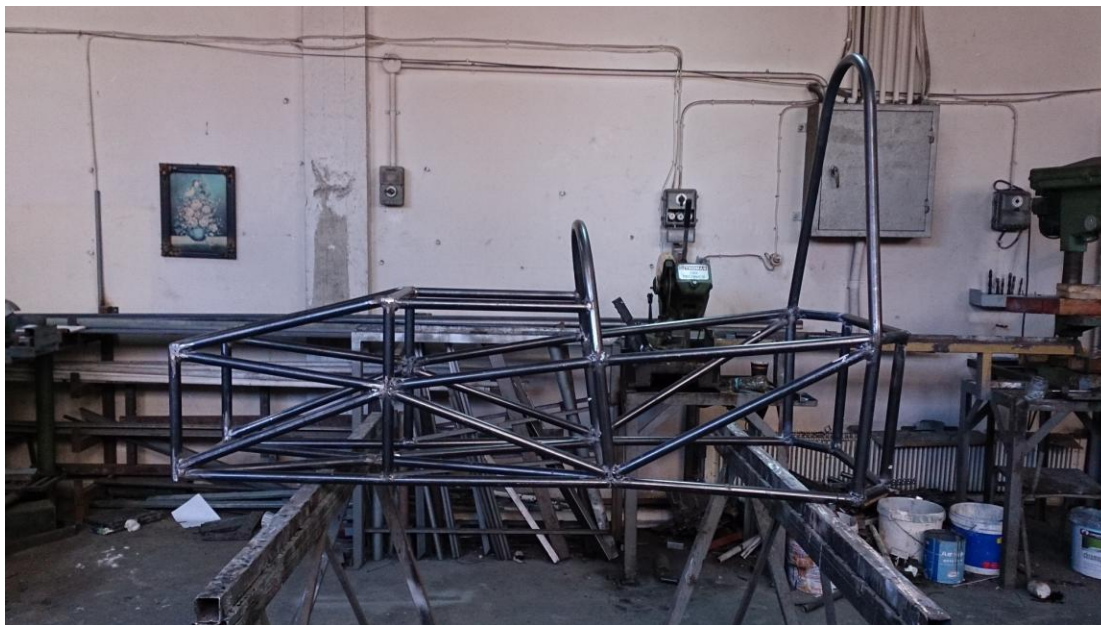
Εικόνα: 8.20 Τυχαία όψη από το Front Roll Hoop μέχρι το μπροστά τμήμα του πλαισίου

Το πλαίσιο με πλέον και το Main Roll Hoop τοποθετημένο, χωρίς τα Side Impacts.



Εικόνα: 8.21 Ημιτελές πλαίσιο μέχρι και το Main Roll Hoop

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται το πλαίσιο ολοκληρωμένο μέχρι και το Main Roll Hoop, μαζί με όλα τα ενδιάμεσα τμήματα όπως Side Impacts.

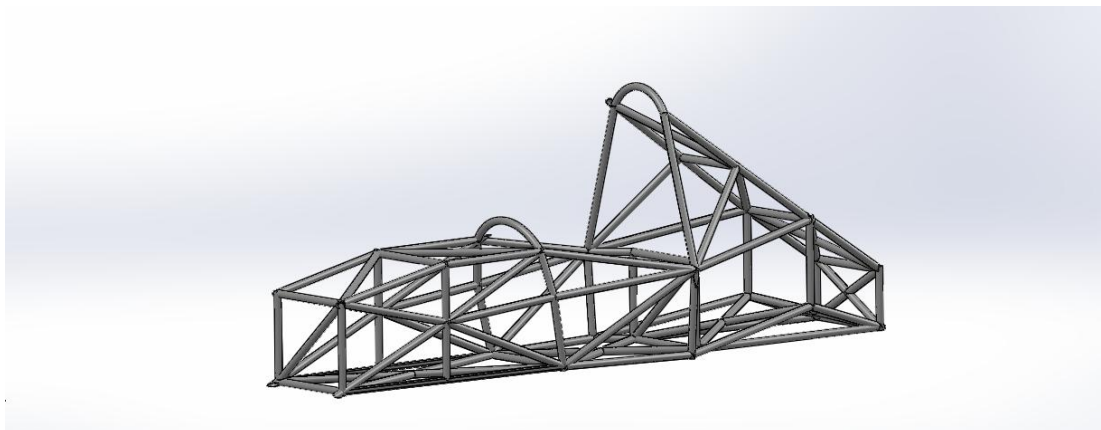


Εικόνα: 8.22 Ολοκληρωμένο πλαίσιο μέχρι και το Main Roll Hoop

Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται το πλαίσιο ολοκληρωμένο μαζί με το υποπλαίσιο του κινητήρα. Να σημειωθεί πως το υποπλαίσιο του κινητήρα δεν είναι ολοκληρωμένο καθώς κατά την διάρκεια της κατασκευής του δεν είχαμε τον κινητήρα. Η ολοκλήρωσή του έγινε θεωρώντας διαστάσεις μεγαλύτερες από αυτές μια μηχανής μοτοσυκλέτας, παρόλα αυτά καλό θα ήταν στο μέλλον να γίνουν οι ανάλογες τροποποιήσεις.



Εικόνα: 8.23 Ολοκληρωμένο το πλαίσιο σε εξωτερική λήψη



Εικόνα: 8.24 Ολοκληρωμένο το πλαίσιο σε φωτογραφία από το SolidWorks

Να σημειωθεί πως στο πίσω μέρος όπου φιλοξενείται ο κινητήρας και τα παρελκόμενά του, το πλαίσιο δεν είναι σκόπιμα ολοκληρωμένο καθώς κάτι τέτοιο θα δυσκόλευε την τοποθέτηση του κινητήρα. Άρα η τελική μορφοποίηση του πλαισίου απαιτεί την ταυτόχρονη τοποθέτηση του κινητήρα και των υπολοίπων υποσυστημάτων.

8.3 ΚΑΛΟΥΠΙΑ ΑΠΟ ΛΑΜΑΡΙΝΑ

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα παρουσιαστεί όλη η δουλειά που χρειάστηκε ώστε να κατασκευαστούν τα τρία σε σύνολο καλούπια από λαμαρίνα. Τα καλούπια είναι τα ακόλουθα: Καλούπια για αριστερό και δεξιό αεραγωγό καθώς και κύριο μπροστινό τμήμα.

Το τελικό προϊόν θα είναι κατασκευασμένο από ανθρακόνημα. Όμως για να το πετύχουμε αυτό θα χρειαστεί να έχουμε πρώτα προετοιμάσει 2 ειδών καλούπια. Τα καλούπια λαμαρίνας και μετά τα καλούπια από πολυεστέρα.

Η διαδικασία έχει ως εξής:

Τα καλούπια λαμαρίνας θα έχουν την τελική μορφή του προϊόντος που θέλουμε να πάρουμε. Πρώτα πρέπει να λειανθεί το καλούπι, να κλειστούν τυχόν τρύπες να συγκολληθεί και μετά με χρήση στόκου να το φέρουμε όσο γίνεται στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Έπειτα το ασταρώνουμε, ξανά τρίβουμε και τέλος το βερνικώνουμε. Καλύπτουμε όλο το καλούπι με αποκολλητικό, στην δική μας περίπτωση χρησιμοποιήσαμε κερι αποκόλλησης. Έστερα τα καλύπτουμε με υαλούφασμα. Αφού στερεοποιηθεί με χρήση πολυεστέρα και σκληρυντή το υαλούφασμα το αποκολλάμε.

Τα πολυεστερικά καλούπια αποτελούνται στο μεγαλύτερο μέρος τους από μια στρώση και μόνο σε σημεία ευπαθή απλώθηκαν και επιπλέον στρώσεις. Το προϊόν που παίρνουμε στα χέρια μας είναι και το πολυεστερικό καλούπι.

Πλέον η καλή επιφάνεια που μπορούμε να δουλέψουμε, στο δεύτερο καλούπι είναι η εσωτερική, μιας και δουλεύουμε με την λογική αρσενικό-θηλυκό-αρσενικό. Η διαδικασία μοιάζει πολύ με αυτήν που ακολουθήσαμε παραπάνω. Αρχίζουμε με το να επιδιορθώνουμε το καλούπι όπου υπάρχουν τυχόν τρύπες. Έπειτα τρίβουμε την εσωτερική πλευρά του μέχρι να έχουμε όσο των δυνατών μια λεία επιφάνεια. Θέλουμε να πετύχουμε όσο πιο καλή επιφάνεια διότι αυτή θα αποτυπωθεί ύστερα στο ανθρακόνημα. Ασταρώνουμε και βερνικώνουμε το καλούπι και τέλος το περνάμε με αποκολλητικό κερί. Το καλούπι είναι πλέον έτοιμο για χρήση.

Τέλος έχουμε την κατασκευή των ανθρακωνημάτων εξαρτημάτων. Η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί ονομάζεται infusion. Η διαδικασία θα αναλυθεί καταλλήλως σε επόμενο κεφάλαιο.

8.3.1 Διαδικασία κατασκευής καλουπιού κύριου μέρους.

Για να μπορέσουμε να πάρουμε την μορφή που θέλουμε, πρώτα χρησιμοποιήσαμε σύρμα ώστε να ντύσουμε το μπροστινό τμήμα του πλαισίου. Έτσι πετύχαμε να έχουμε μια πρώτη μορφή, κυρίως για βλέπουμε πως θα είναι περίπου ο όγκος του κυρίου μέρους. Έπειτα ο στόχος ήταν να καλυφθεί το σύρμα με λαμαρίνα, ώστε να έχουμε μεγαλύτερες επιφάνειες για να δουλέψουμε. Μικρά κομμάτια λαμαρίνας κόπηκαν με στόχο την δημιουργία ενός μεγάλου πάζλ. Σκοπός είναι η μορφοποίηση της λαμαρίνας ώστε να φτάσουμε όσο γίνεται πιο κοντά στο τελικό αποτέλεσμα. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται αυτό που περιγράφεται παραπάνω.



Εικόνα: 8.25 Τυχαία άποψη κατά την κατασκευή του κύριου καλουπιού από λαμαρίνα



Εικόνα: 8.26 Πλαϊνή όψη του κύριου καλουπιού από λαμαρίνα



Εικόνα: 8.27 Τυχαία όψη κύριου καλοπιού από λαμαρίνα



Εικόνα: 8.28 Συγκολληση φύλλων λαμαρίνας κύριου καλοπιού

Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται το σύρμα και η κολλημένη λαμαρίνα από πάνω.



Εικόνα: 8.29 Εσωτερικό του κύριου καλούπιού



Εικόνα: 8.30 Ολοκληρωμένο κύριο καλούπι λαμαρίνας

Αφού πλέον είναι έτοιμο το καλούπι από την λαμαρίνα και τις αντίστοιχες συγκολλήσεις περνάμε στην φάση του στοκαρίσματος. Η διαδικασία στοκαρίσματος και τριψίματος χρειάστηκε να επαναληφθεί οκτώ φορές μέχρι το τελικό προϊόν να είναι το επιθυμητό.



Εικόνα: 8.31 Φωτογραφία κατά την διάρκεια στοκαρίσματος του κύριου καλοπιού



Εικόνα: 8.32 Διαδικασία λείανσης κύριου καλουπιού



Εικόνα: 8.33 Κύριο καλούπι λαμαρίνας

Παρακάτω απεικονίζεται το τελικό καλούπι



Εικόνα: 8.34 Τελικό προϊόν έτοιμο



Εικόνα: 8.35 Τυχαία όψη ολοκληρωμένου κύριου καλουπιού

8.3.2 Διαδικασία κατασκευής καλουπιών αεραγωγών

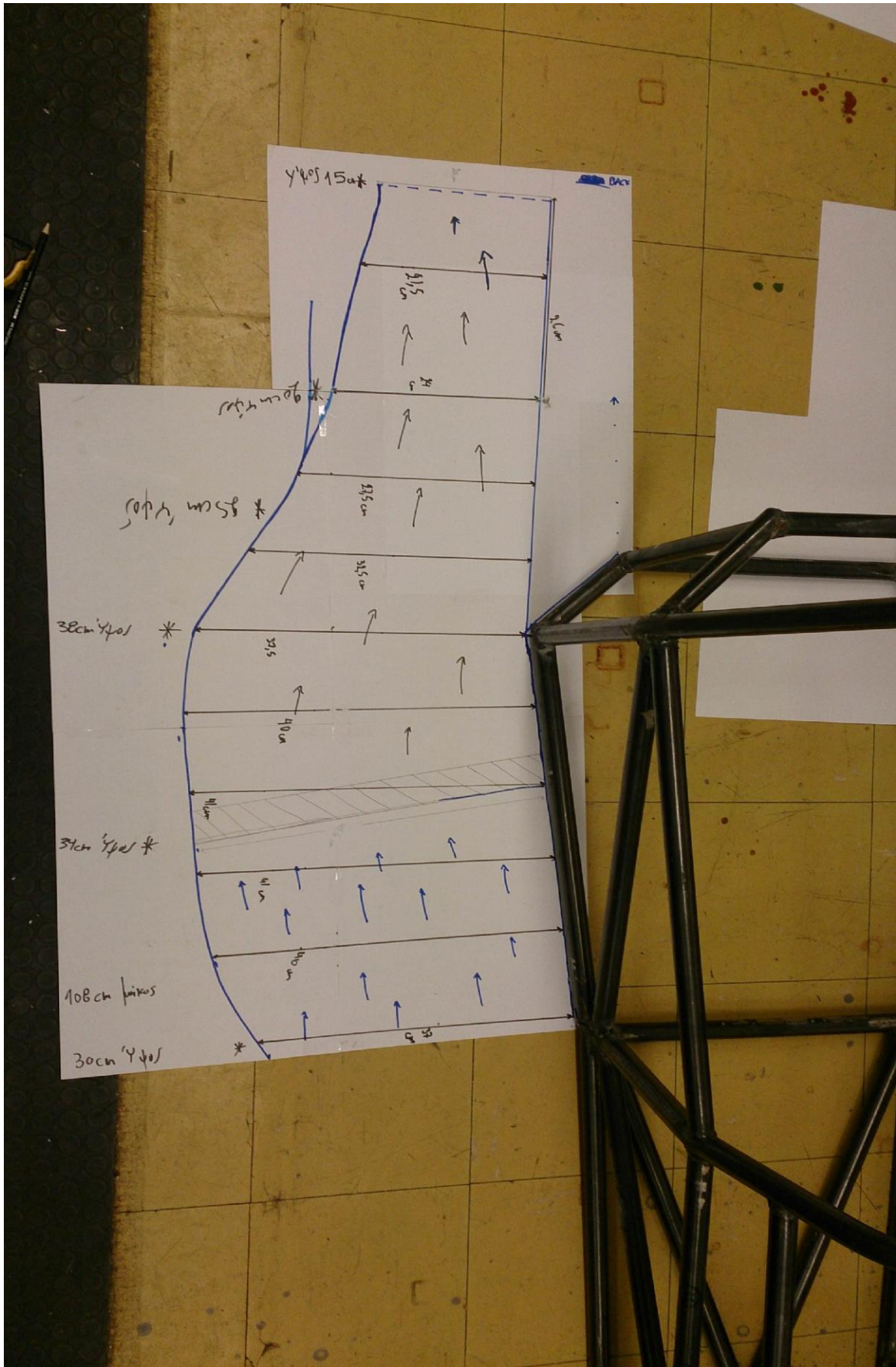
Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστεί η κατασκευή ενός από τα δύο καλούπια των αεραγωγών, μιας και η διαδικασία είναι ακριβώς ίδια και για τα δύο. Πριν ξεκινήσουμε να δουλεύουμε με την λαμαρίνα, έπρεπε να φτιαχτούν τα πατρόν για το κάτω μέρος των αεραγωγών. Τα πατρόν στην ουσία είναι λευκά φύλλα A3 κολλημένα μεταξύ τους. Με αυτόν τον τρόπο είχαμε μια εικόνα για τον όγκο των

αεραγωγών σε σχέση με το υπόλοιπο πλαίσιο. Παρακάτω φαίνεται τα πατρών δίπλα από το πλαίσιο.



Εικόνα: 8.37 Πατρών αεραγωγών

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το πατρών. Το κάτω τμήμα στην φωτογραφία είναι το εμπρόσθιο τμήμα, δηλαδή η εισαγωγή του αέρα. Το πάνω τμήμα της φωτογραφίας είναι το πίσω μέρος του αεραγωγού, δηλαδή η εξαγωγή του αέρα. Το γκρι παραλληλόγραμμο που είναι σκιαγραφημένο απεικονίζει την θέση στην οποία θα βρίσκεται το ψυγείο του κινητήρα.



Εικόνα: 8.38 Πατρών δεξιού αεραγωγού

Για το κόψιμο της λαμαρίνας απλά τοποθετούμε το πατρόν επάνω της με σκοπό την αποτύπωσή του πάνω της όπως δείχνει η παρακάτω εικόνα.



Εικόνα: 8.39 Αποτύπωση πατρόν σε λαμαρίνα



Εικόνα: 8.40 Κατασκευή καλουπιού δεξιού αεραγωγού από λαμαρίνα

Αντίστοιχα διαμορφώσαμε το τμήμα το οποίο ακουμπά στο πλαίσιο. Το κομμάτι από κόντρα πλακέ που είναι τοποθετημένο διαγώνια απεικονίζει το ψυγείο του κινητήρα.



Εικόνα: 8.41 Τοπ οθέτηρη εικονικού ψυγείου εντός του αεραγωγού και τελικές μετρήσεις



Εικόνα: 8.42 Γλαϊνή όψη

Το επόμενο βήμα είναι η κατασκευή του πλαϊνού τμήματος του αεραγωγού.



Εικόνα: 8.43 Φωτογραφία κατά την κατασκευή του δεξιού καλουπιού από λαμαρίνα



Εικόνα: 8.44 Το πλαίσιο μαζί με τα δύο καλούπια των αεραγωγών σε πρώιμο στάδιο.

Αφού ολοκληρώθηκε και το πλαϊνό τμήμα, σειρά είχε το κλείσιμο του αεραγωγού.



Εικόνα: 8.45 Πάνω όψη καλουπιού λαμαρίνας αεραγωγού



Εικόνα: 8.46 Πλαίσιο μαζί με καλούπι αεραγωγού



Εικόνα: 8.47 Καλούπι κύριου μέρους και στα αριστερά αεραγωγού.



Εικόνα: 8.48 Τυχαία φωτογραφία καλουπιού αεραγωγού



Εικόνα: 8.49 Πίσω όψη καλουπιού από λαμαρίνα αεραγωγού

Μετά την ολοκλήρωση της κατεργασίας της λαμαρίνας περνάμε στο στοκάρισμα και τρίψιμο του καλουπιού, ώστε να πάρουμε την επιθυμητή λεία επιφάνεια. Να θυμίσουμε πως η εξωτερική επιφάνεια είναι αυτή που μας ενδιαφέρει για να βγει στο τέλος το πολυεστερικό κομμάτι.



Εικόνα: 8.50 Στοκάρισμα και τρίψιμο καλουπιού αεραγωγού



Εικόνα: 8.51 Έτοιμο καλούπι αεραγωγού μαζί με πλαίσιο

Στην παραπάνω φωτογραφία (8.51) φαίνεται το καλούπι (από λαμαρίνα) του αεραγωγού ολοκληρωμένο και τοποθετημένο δίπλα από το πλαίσιο. Παρακάτω απεικονίζεται το πάνω τμήμα του αεραγωγού.



Εικόνα: 8.52 Τυχαία φωτογραφία καλουπιού αεραγωγού με το πλαίσιο



Εικόνα: 8.53 Καλούπι αεραγωγού μαζί με το πλαίσιο

8.4 ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΑ ΚΑΛΟΥΠΙΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγραφεί ο τρόπος με τον οποίο κατασκευάστηκαν τα καλούπια από πολυεστέρα. Ουσιαστικά πρόκειται για τα θηλυκά κομμάτια που βγήκαν από την προηγούμενη διαδικασία. Παρακάτω φαίνεται το υαλούφασμα πριν την αποκόλληση από το καλούπι λαμαρίνας. Η διαδικασία αποκόλλησης επηρεάζεται από τη επιφάνεια, την ποσότητα αποκολλητικό καθώς και τον χρόνο παραμονής του πολυεστέρα πάνω στο αρχικό καλούπι. Αποκολλάμε τραβώντας απαλά σε διάφορα σημεία και με μεγάλη προσοχή προχωράμε στο υπόλοιπο τμήμα. Κατά την διάρκεια αποκόλλησης προέκυψαν μικρές αστοχίες οι οποίες καλύφθηκαν αργότερα με επιπλέον υαλούφασμα, στόκο για πολυεστέρα και τέλος λειάνθηκαν, ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.



Εικόνα: 8.54 Φάση κατά την αποκόλληση του πολυεστερικού κύριου μέρους

Παρακάτω βλέπουμε όπως το αποτέλεσμα είναι απόλυτα ικανοποιητικό και έχουμε την μορφή που επιθυμούμαι. Στην δεύτερη εικόνα έχουμε την πρώτη δοκιμή του μπροστινού τμήματος επάνω στο πλαίσιο. Όλο το εμπρός τμήμα καλύπτεται πλήρως χωρίς κενά, πράγμα που σημαίνει πως τηρούμε τους κανονισμούς ασφαλείας.



Εικόνα: 8.55 πολυεστερικό καλούπι κύριου μέρους



Εικόνα: 8.56 Δοκιμή εφαρμογής πολυεστερικού καλοπιού πάνω στο πλαίσιο

8.4.1 Πολυεστερικό καλούπι αεραγωγού

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία όπως και στο προηγούμενο μέρος, εφαρμόζουμε αρχικά αποκολλητικό κερί στο καλούπι από λαμαρίνα. Ύστερα απλώνουμε τα φύλλα υαλοφάσματος και τα εμποτίζουμε με πολυεστέρα.



Εικόνα: 8.58 Φωτογραφία κατά την διάρκεια σκλήρυνσης πολυεστέρα

Το αφήνουμε για μια μέρα, όσο διαρκεί περίπου και η διαδικασία cure του πολυεστέρα και αποκολλάμε με μεγάλη προσοχή. Το αποτέλεσμα φαίνεται στις παρακάτω εικόνες. Να θυμίσουμε πως μας ενδιαφέρει κυρίως η εσωτερική πλευρά, έτσι ώστε το τελικό προϊόν να έχει όσο τον δυνατόν λιγότερες ατέλειες.



Εικόνα: 8.59 Η πάνω όψη του καλουπιού



Εικόνα: 8.60 Η εσωτερική πλευρά



8.5 ΚΑΘΙΣΜΑ ΟΔΗΓΟΥ

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστεί η κατασκευή του καθίσματος σε όλα τα στάδια. Το πρώτο μέρος αφορά το πατρόν του καθίσματος, δηλαδή το γενικό του σχέδιο. Σαν αρχικό υλικό χρησιμοποιήθηκε χαρτόνι και όχι λαμαρίνα καθώς είναι πολύ πιο εύπλαστο και γρήγορα κατεργάσιμο. Το τελικό προϊόν επενδύθηκε με υαλοφάσμα και πολυεστέρα και τέλος με ύφασμα αλκαντάρα.

Στην διπλανή εικόνα φαίνεται το πατρόν κομμένο και έτοιμο για την πρώτη δοκιμή από άποψη διαστάσεων. Οι διαστάσεις είναι έτσι ώστε το κάθισμα να χωράει όσο γίνεται πιο οριακά στα side impacts, αλλά και γενικότερα στην περιοχή του cockpit. Η τοποθέτησή του δεν είναι κάθετη αλλά υπάρχει

και μια μικρή κλίση έτσι ώστε τα πόδια από τον κορμό μέχρι και τα γόνατα να κοιτάνε το Front Roll Hoop. Να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη κατασκευή δεν βασίζεται σε κάποιο σχέδιο.

Παρακάτω φαίνεται η κλίση του καθίσματος.



Εικόνα: 8.62 Μοντέλο καθίσματος

Στην συγκεκριμένη κατασκευή το πατρόν-χαρτόνι θα παραμένει μέσα στο τελικό προϊόν καθώς δεν θα φτιαχτεί ξεχωριστό καλούπι ούτε θα υπάρξει κάποια αποκόλληση. Αρχικά με ένα πινέλο απλώνουμε τον πολυεστέρα στο πατρόν. Εναποθέτουμε φύλλα υαλουφάσματος και ξανά απλώνουμε τον πολυεστέρα. Αφού καλυφθεί ολόκληρο το πατρόν και από τις δύο πλευρές το αφήνουμε για μια μέρα. Επαναλαμβάνουμε, όταν πλέον ο πολυεστέρας έχει στεγνώσει, την διαδικασία και απλώνουμε άλλη μια στρώση. Συνολικά το κάθισμα αποτελείται από δύο στρώσεις ανά πλευρά, ενώ σε σημεία με καμπύλες προστέθηκαν ακόμα τρεις στρώσεις έστω να πετύχουμε την απαραίτητη σκληρότητα. Η παρακάτω φωτογραφία απεικονίζει φάση κατά την κατασκευή.



Εικόνα: 8.63 Κατά την διάρκεια εφαρμογής του πολυεστέρα

Μετά την ολοκλήρωση το κάθισμα είχε την παρακάτω μορφή.



Εικόνα: 8.64 Κατά την φάση σκλήρυνσης του πολυεστέρα

Ακολούθησε τρίψιμο και αστάρωμα του καθίσματος με στόχο να καλυφθούν οποιεσδήποτε ατέλειες και να έχουμε μια λεία επιφάνεια έτοιμη να δεχτεί το τελικό ύφασμα.



Εικόνα: 8.65 Ασταρωμένο κάθισμα

Τελική κατεργασία είναι το ντύσιμο του καθίσματος με αλκαντάρα καθώς και το γέμισμα των πλαϊνών τμημάτων με τρίμα από αφρολέξ για να πετύχουμε καλύτερη στήριξη του οδηγού. Το τελικό προϊόν απεικονίζεται στην παρακάτω φωτογραφία.



Εικόνα: 8.66 Τελικό προϊόν – Κάθισμα οδηγού

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή είχε στόχο τον σχεδιασμό, ανάλυση και κατασκευή οχήματος όπου θα πληροί τους κανονισμούς Formula Student 2015-2016. Οι ενότητες όπου καλύφθηκαν στο παρόν έντυπο είναι ο σχεδιασμός πλαισίου οχήματος Formula Student, η ανάλυσή του και η κατασκευή του. Επιπρόσθετα ο σχεδιασμός αεροδυναμικών βοηθημάτων όπως δεξιάς, αριστερός αεραγωγός, κύριο σώμα οχήματος και κατασκευή αυτών. Τέλος έχουμε την κατασκευή δευτερευόντων κατασκευών όπως η θέση οδήγησης του οδηγού.

Ο διαγωνισμός Formula Student αποτελεί ορόσημο στα διεθνή πανεπιστήμια, ενώ η έρευνα που διεξάγεται πίσω από όλο το εγχείρημα έχει κάνει αλματώδη βήματα τα τελευταία χρόνια. Έχοντας αυτά υπόψη θελήσαμε να δοκιμάσουμε τις ικανότητές μας, τόσο σε επίπεδο γνώσεων όσο και όσο και σε επίπεδο γενικότερης μηχανολογικής αντίληψης. Το παρόν θέμα ουσιαστικά είναι ένα σύμπλεγμα πολλών υποθεμάτων όπου για την πλήρη κατανόησή του αλλά και την τελική υλοποίηση του χρειάζεται πολύ προσωπική εργασία από τους εμπλεκόμενους και θέληση για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Παρακάτω, με λίγα λόγια θα θέλαμε να περάσουμε στον φοιτητή, καθηγητή ακόμα και τον απλό αναγνώστη λίγο από τα οφέλη και εμπειρίες που αποκομίσαμε τον τελευταίο χρόνο με την ενασχόλησή μας με το FP One. Πρώτα να σημειώσουμε ότι ήταν η ευκαιρία μας να ασχοληθούμε για πρώτη φορά μέσα στην σχολή με ένα θέμα το οποίο μπορεί και συνδυάζει όλες τις γνώσεις που αποκομίσαμε. Από την αρχική έρευνα μέχρι τον σχεδιασμό και κατασκευή χρειάστηκε να συνθέσουμε τις γνώσεις και εμπειρίες μας ώστε να έχουμε το τελικό αποτέλεσμα που βλέπετε σε προηγούμενες σελίδες. Δεν είναι όμως μόνο η γνώση όφελος, είναι και η επικοινωνία που δημιουργείται μεταξύ σπουδαστών και καθηγητών, είναι ο τρόπος που αντιμετωπίσαμε διάφορα προβλήματα που προέκυψαν μέχρι και η επικοινωνία με επαγγελματίες, μηχανολόγους και μη, έξω από την σχολή.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους εκείνους που μας βοήθησαν, ο καθένας με τον δικό του ξεχωριστό τρόπο. Τον καθηγητή μας Δρ. Τσίρκα Σωτήριο για την καθοδήγηση και συνεχόμενη συμπαράστασή του καθόλη την διάρκεια της εργασίας, τον Δρ. Καμπουρίδη Γεώργιο για την υποστήριξή του στο όλο εγχείρημα, τον Δρ. Γιαννόπουλο Γεώργιο για τις συμβουλές του και τέλος τον Κύριο Κώστα όπου μας συμβούλεψε ειδικά στα αρχικά στάδια της κατασκευής του πλαισίου και τέλος τους φίλους Τσολακίδη Δημήτρη και Βανδώρα Αντρέα για την βοήθειά τους όποτε ήταν διαθέσιμοι.

9.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. A.van Berkum, Chassis and Suspension Design FRSTE02, Technische Universiteit Eindhoven,2006
2. Corky Bell, Maximum Boost, Bentley Puplichers,1997
3. Greg Banish, Engine Management Advanced Tuning, 2007
4. Heinz-Heisler, Advanced Vehicle Technology, 2nd Edition, Butterworth-Heinemann, 2002
5. Heinz-Heisler, Advanced-Engine-Technology, 1st Edition, Butterworth-Heinemann, 2005
6. Jornsens Reimpell, Helmut Stoll, Jurgen W.Betzer, The Automotive Chassis : Engineering Principles Second Edition
7. Prof. Dipl.-Ing. Jornsens Reimpell---Dipl.-Ing. Helmut Stoll---Prof. Dr.-Ing. Jurgen W. Betzler Mechanical Engineering - SAE - The Automotive Chassis OCR
8. Sri. N.R.HEMA KUMAR Automobile Chassis and Body Engineering, Merlot,2012
9. Κανονισμοί Formula Student 2015-2016

10.0 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΟΡΟΛΟΓΙΕΣ

3D Wireframe.....	Τρισδιάστατη συρμάτινη σχεδίαση
Bodywork.....	Εξωτερικό οχήματος
Bracing.....	Σωλήνες υποστήριξης
CAD: Computer Aided Design	Σχεδίαση με χρήση Η/Υ
CAM: Computer Aided Manufactured	Κατεργασίες με χρήση Η/Υ
CNC:Computer Numerical Control.....	Καθοδήγηση εργαλειομηχανών με χρήση Η/Υ
Cockpit	Θέση οδηγού
Cure.....	Θεραπεία
Front Bulkhead	Μπροστινό διάτοιχο
Front Roll Hoop.....	Μπροστινός Σωλήνας Ανατροπής
Harness Attachments.....	Σημείο πρόσδεσης ζώνης ασφαλείας
Impact Attenuator.....	Αποσβεστήρας σύγκρουσης
Infusion.....	Έγχυση
Keep Out Zone.....	Μη επιτρεπτή περιοχή
Main Hoop ή Main Roll Hoop.....	Κύριος Σωλήνας Ανατροπής
Open Wheel	Όχημα με μη καλυμμένους τροχούς
Side Impact Structure.....	Πλαϊνές μπάρες σύγκρουσης

Vehicle Structure.....Κατασκευή Οχήματος
Vehicle Track.....Μετατρόχιο
Wheelbase.....Μεταξόνιο
Wing.....Φτερό