

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΥΠΕΡΕΛΑΦΡΟΥ
ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΗΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ
SOLIDWORKS

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Όνοματεπώνυμο:
Ευάγγελος Χατζηδάκης

Υπεύθυνος καθηγητής:
Δρ. Μανόλης Καββουσανός

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	8
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΠΟΛΗΣ.....	8
1.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΙΚΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΗΣ.....	9
1.3 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΑ ΜΙΚΡΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΠΟΛΗΣ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	11
2.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΗΣ	11
• 1967 Ford Comuta	11
• 1967 Ghia Rowan	12
• 1970 Nissan 315	13
• 1972 Fiat X1/23	13
• 1974 Michelotti Lem.....	14
• 1977 Volvo Electric car	14
• 1978 Fiat Ecos.....	15
• 1992 Renault Zoom.....	15
• 1993 Fiat Downtown	16
• 1995 PSA Tulip	16
• 1997 Nissan Hypermini.....	17
• 1997 Toyota e.com	17
• 2005 Nissan Pivo/2007 Nissan Pivo 2.....	18
• 2008 Think Global Think city.....	19
• 2009 Peugeot BB1	20
• 2009 Renault Twinzy Z.E.....	20
• 2010 General Motors EN-V.....	21
• 2010 Kia POP	22
• 2010 Honda 3R-C.....	23
• 2010 Tazzari Zero	24
• 2011 Opel RAK e	25
• 2011 Volkswagen Nils.....	26
• 2011 Honda Micro Commuter	27
• 2011 Suzuki q concept	28
• 2011 Nissan Pivo 3.....	29
• 2011 Daihatsu Pico	30
2.2 ΙΣΤΟΡΙΑ ΑΛΛΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΗΣ	31
• 1955 BWM Isetta.....	31
• 1957 Fiat 500.....	32
• 1959 Mini.....	32
• 1998 Smart Fortwo	33
• 2008 Toyota iQ	33
• 2008 Tata Nano	34
• 2009 Elmoto.....	35
• 2011 Tata Pixel	36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	37
3.1 ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	37
<i>Ηλεκτρικός κινητήρας</i>	37
<i>Κιβώτιο Ταχυτήτων</i>	46
<i>Η Ψύξη στα ηλεκτρικά οχήματα</i>	48
3.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	49
3.3 ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	51
3.4 ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	54
<i>Τύποι Μπαταριών</i>	55
<i>Φόρτιση Μπαταριών</i>	57
<i>Σύνδεση με το φορτιστή – Τρόποι φόρτισης</i>	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	59
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ – ΠΡΩΤΕΣ ΣΚΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ	59
4.2 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ SOLIDWORKS	59
<i>Αρχική εικόνα του SolidWorks</i>	60
<i>Δημιουργία νέου σχεδίου</i>	61
<i>Δημιουργία νέας συναρμολόγησης τεμαχίων</i>	62
4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	63
<i>Κυρίως μέρος – σκελετός του οχήματος</i>	67
<i>Πλαϊνό προστατευτικό πλαστικό πόρτας</i>	87
<i>Μπροστά Παρμπρίζ - Ανεμοθώρακας</i>	88
<i>Καπό</i>	89
<i>Πλαστικό ανάμεσα σε παρμπρίζ και καπό</i>	92
<i>Μπροστά προφυλακτήρας</i>	93
<i>Πάτωμα – Πλαϊνά κάτω από την πόρτα</i>	95
<i>Πίσω μέρος του σκελετού</i>	96
<i>Πίσω Παρμπρίζ</i>	99
<i>Πλαϊνά παράθυρα</i>	99
<i>Πίσω προφυλακτήρας</i>	100
<i>Σωληνωτός εσωτερικός σκελετός</i>	102
<i>Υπόλοιπα κομμάτια</i>	103
4.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	106
4.5 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΡΟΗΣ ΣΤΟ ΟΧΗΜΑ	111
4.6 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ	115
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: To Ford Comuta.....	11
Εικόνα 2: To Ghia Rowan, ο κινητήρας και οι μπαταρίες του.....	12
Εικόνα 3: To Nissan 315.....	13
Εικόνα 4: To Fiat X1/23.....	13
Εικόνα 5: To Michelotti Lem του 1974.....	14
Εικόνα 6: Το ηλεκτρικό όχημα της Volvo.....	14
Εικόνα 7: Το εκθεσιακό μοντέλο της Fiat, το Ecos.....	15
Εικόνα 8: To Renault Zoom.....	15
Εικόνα 9: To Fiat Downtown.....	16
Εικόνα 10: Το ηλεκτροκίνητο όχημα πόλης της PSA.....	16
Εικόνα 11: To Nissan Hypermini.....	17
Εικόνα 12: To Concept car e.com της Toyota.....	17
Εικόνα 13: To Nissan Pivo.....	18
Εικόνα 14: To Nissan Pivo 2.....	18
Εικόνα 15: Το όχημα πόλης από την Νορβηγική Think global.....	19
Εικόνα 16: Το σχεδιασμένο από Έλληνα Peugeot BB1.....	20
Εικόνα 17: To Renault Twinzy.....	20
Εικόνα 18: Τα ηλεκτρικά οχήματα πόλης της General Motors.....	21
Εικόνα 19: To concept car Kia POP.....	22
Εικόνα 20: To concept car 3R-C της Honda.....	23
Εικόνα 21: Το ηλεκτροκίνητο όχημα Zero της Ιταλικής Tazzari.....	24
Εικόνα 22: To Opel RAK e concept car.....	25
Εικόνα 23: To concept car Volkswagen Nils.....	26
Εικόνα 24: To Honda Micro Commuter.....	27
Εικόνα 25: To Suzuki q Concept Car.....	28
Εικόνα 26: To Nissan Pivo 3.....	29
Εικόνα 27: To Daihatsu Pico.....	30
Εικόνα 28: Η BMW Isetta.....	31
Εικόνα 29: Το 500 (πεντακοσάρaki) της Fiat.....	32
Εικόνα 30: Το γνωστό σε όλους Mini.....	32
Εικόνα 31: Το διθέσιο Smart (Fortwo).....	33
Εικόνα 32: Η πρώτη παρουσίαση του Toyota iQ.....	33
Εικόνα 33: Το ινδικό Nano της Tata.....	34
Εικόνα 34: Η μοτοσυκλέτα σε σχήμα ποδηλάτου, Elmoto.....	35
Εικόνα 35: Το νέο μικρό όχημα της Tata, το Pixel.....	36
Εικόνα 36: Ένας ηλεκτρικός κινητήρας σε ημιτομή.....	37
Εικόνα 37: Η βασική αρχή λειτουργίας του κινητήρα DC.....	39
Εικόνα 38: Η βασική αρχή λειτουργίας του κινητήρα AC.....	43
Εικόνα 39: Μονοφασική λειτουργία κινητήρα.....	43
Εικόνα 40: Τριφασική λειτουργία κινητήρα.....	44
Εικόνα 41: Συνδεσμολογία αστέρα και τριγώνου για τριφασικό κινητήρα.....	44
Εικόνα 42: Ηλεκτρικός κινητήρας AC από την tm4 για το Tata Indica.....	45
Εικόνα 43: Ηλεκτρικός κινητήρας AC της FORD.....	45
Εικόνα 44: Κινητήρας DC για όχημα της Mitsubishi.....	45
Εικόνα 45: Το κιβώτιο ταχυτήτων της Vocis.....	46
Εικόνα 46: Το κιβώτιο ταχυτήτων συνεχούς ροπής από την Zeroshift.....	47
Εικόνα 47: Ανεμιστήρας για την ψύξη των μπαταριών από την Johnson electric.....	48
Εικόνα 48: Λειτουργία ηλεκτρικών οχημάτων με DC κινητήρα.....	49
Εικόνα 49: Λειτουργία ηλεκτρικών οχημάτων με AC κινητήρα.....	50
Εικόνα 50: Τα μέρη ενός ηλεκτρικού οχήματος.....	50

Εικόνα 51: Διάταξη με συμπλέκτη.....	51
Εικόνα 52: Διάταξη χωρίς συμπλέκτη, με κιβώτιο σταθερών γραναζιών.....	51
Εικόνα 53: Ενοποιημένη διάταξη κινητήρα, κιβωτίου και διαφορικού.....	52
Εικόνα 54: Διάταξη χωρίς διαφορικό, με δύο κινητήρες και κιβώτια.....	52
Εικόνα 55: Διάταξη με τον κινητήρα πάνω στον τροχό.....	53
Εικόνα 56: Διάταξη, με τον κινητήρα μέσα στον τροχό χωρίς κιβώτιο.....	53
Εικόνα 57: Μπαταρία μολύβδου οξέος.....	55
Εικόνα 58: Μπαταρία νικελίου - υβριδίου μετάλλου.....	56
Εικόνα 59: Μπαταρία Zebra.....	56
Εικόνα 60: Μπαταρία Ιόντων λιθίου.....	57
Εικόνα 61: Η αρχική "εικόνα" του solidworks σε πλήρη οθόνη.....	60
Εικόνα 62: Οι επιλογές που έχουμε αμέσως μετά την έναρξη του προγράμματος.....	60
Εικόνα 63: Παράθυρο επιλογών μετά το πάτημα δημιουργίας νέου σχεδίου.....	61
Εικόνα 64: Παράθυρο επιλογής υλικού.....	62
Εικόνα 65: Η πρώτη σκέψη για το σχήμα του οχήματος.....	63
Εικόνα 66: Οι επιλεγμένες επιφάνειες για την εύρεση της οπισθέλκουσας δύναμης.....	64
Εικόνα 67: Η δεύτερη πιθανή επιλογή του σχήματος του οχήματος.....	65
Εικόνα 68: Η τρίτη αλλαγή στο πιθανό σχήμα του οχήματος.....	66
Εικόνα 69: Το 3D sketch για την δημιουργία της πρώτης επιφάνειας.....	67
Εικόνα 70: Εμφάνιση του 3D sketch αμέσως μετά την επιλογή του filled surface.....	68
Εικόνα 71: Το αποτέλεσμα από το πρώτο filled surface.....	68
Εικόνα 72: Η εμφάνιση των επιφανειών, μετά το πέρας της διαδικασίας σχεδίασης.....	69
Εικόνα 73: Το 3D sketch για την σχεδίαση "καμπύλης" στο πλαϊνό μέρος.....	69
Εικόνα 74: Η εμφάνιση του οχήματος μετά το πέρας της παραπάνω διαδικασίας.....	70
Εικόνα 75: Συνέχεια της παραπάνω διαδικασίας και η εμφάνιση του οχήματος.....	70
Εικόνα 76: Τα 3D sketch για την δημιουργία του μπροστινού φτερού.....	71
Εικόνα 77: Εμφάνιση του οχήματος μετά τη σχεδίαση του φτερού.....	72
Εικόνα 78: Το εσωτερικό του οχήματος μετά τη σχεδίαση του φτερού.....	72
Εικόνα 79: Διαδικασία σχεδίασης της πόρτας.....	73
Εικόνα 80: Trim surface για την δημιουργία οπών στην πόρτα.....	73
Εικόνα 81: 3D sketch για τη σχεδίαση του πίσω πλαϊνού.....	74
Εικόνα 82: Το όχημα με το πίσω πλαϊνό.....	74
Εικόνα 83: Το όχημα μετά τη σχεδίαση της "κολώνας" στην πόρτα.....	75
Εικόνα 84: Επιφάνειες του κυρίως σκελετού που ενοποιήθηκαν.....	75
Εικόνα 85: Ενοποίηση των επιφανειών της πόρτας.....	76
Εικόνα 86: Σημεία πάκτωσης και επιφάνειες άσκησης δύναμης για την ανάλυση αντοχής... 77	77
Εικόνα 87: Τάσεις από άσκηση δύναμης 10000N, σε πολυεστέρα πάχους 5,5mm.....	78
Εικόνα 88: Τάσεις από άσκηση δύναμης 20000N, σε πολυεστέρα πάχους 5,5mm.....	78
Εικόνα 89: Τάσεις από άσκηση δύναμης 30000N, σε πολυεστέρα πάχους 5,5mm.....	79
Εικόνα 90: Άσκηση δύναμης στο φτερό του οχήματος.....	80
Εικόνα 91: Τάσεις από άσκηση δύναμης 10000N στο φτερό του οχήματος.....	80
Εικόνα 92: Σημεία στα οποία η τάση ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπόμενη.....	81
Εικόνα 93: Αποτελέσματα δύναμης 10000N σε πάχος 6mm.....	81
Εικόνα 94: Σημεία που η τάση ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπόμενη. Πάχος πολυεστέρα 6mm.....	82
Εικόνα 95: Αποτελέσματα δύναμης 20000N σε πάχος 6mm.....	82
Εικόνα 96: Σημεία όπου η τάση από δύναμη 20000N ξεπερνά την επιτρεπόμενη.....	83
Εικόνα 97: Τάσεις από άσκηση δύναμης 20000N σε πάχος 6,5mm.....	83
Εικόνα 98: Σημεία στα οποία η τάση ξεπερνά την επιτρεπόμενη. Πάχος πολυεστέρα 6,5mm.....	84
Εικόνα 99: Τάσεις από άσκηση δύναμης 20000N σε πάχος 7mm πολυεστέρα.....	84
Εικόνα 100: Μετατοπίσεις από άσκηση δύναμης 20000N σε πολυεστέρα πάχους 7mm.....	85
Εικόνα 101: Παραμόρφωση από άσκηση δύναμης 20000N σε πολυεστέρα πάχους 7mm.....	85
Εικόνα 102: Σημεία στα οποία η τάση ξεπερνά την επιτρεπόμενη. Πάχος πολυεστέρα 7mm.....	86
Εικόνα 103: Ο κυρίως σκελετός του οχήματος.....	87
Εικόνα 104: Πλαϊνό προστατευτικό πλαστικό στις πόρτες.....	87

Εικόνα 105: Σχεδίαση του μπροστά παρμπρίζ.....	88
Εικόνα 106: Το πρώτο 3D sketch για τη σχεδίαση του καπό.....	89
Εικόνα 107: Η επιφάνεια του καπό μετά το πρώτο 3D sketch	89
Εικόνα 108: Το δεύτερο 3D sketch για τη σχεδίαση του καπό.....	90
Εικόνα 109: Η επιφάνεια του καπό μετά το δεύτερο 3D sketch και τα fillet.....	90
Εικόνα 110: Το τρίτο βήμα της σχεδίασης του καπό.....	91
Εικόνα 111: Το τέταρτο 3D sketch για τη σχεδίαση του καπό.....	91
Εικόνα 112: Το καπό του οχήματος.....	91
Εικόνα 113: Το πλαστικό ανάμεσα σε παρμπρίζ και καπό.....	92
Εικόνα 114: Η σχεδίαση του πρώτου μέρους του μπροστά προφυλακτήρα.....	93
Εικόνα 115: Το δεύτερο μέρος σχεδίασης του μπροστά προφυλακτήρα.....	93
Εικόνα 116: Δημιουργία οπών στον προφυλακτήρα με trim surface.....	94
Εικόνα 117: Βήμα - Βήμα η σχεδίαση της "μάσκας" του προφυλακτήρα.....	94
Εικόνα 118: Σχεδίαση πλαϊνού μεταλλικού στοιχείου κάτω από την πόρτα.....	95
Εικόνα 119: Σχεδίαση του πατώματος του οχήματος.....	95
Εικόνα 120: Βήμα - Βήμα η σχεδίαση του πρώτου μέρους στο πίσω τμήμα του οχήματος..	96
Εικόνα 121: Το δεύτερο βήμα σχεδίασης του πίσω μέρους.....	96
Εικόνα 122: Το τρίτο βήμα σχεδίασης του πίσω μέρους.....	97
Εικόνα 123: Το πίσω μέρος μετά το τέταρτο βήμα σχεδίασης.....	97
Εικόνα 124: Το τελευταίο κομμάτι του πίσω μέρους.....	98
Εικόνα 125: Σχεδίαση πίσω παρμπρίζ.....	99
Εικόνα 126: Σχεδίαση πλαϊνών παραθύρων.....	99
Εικόνα 127: Το πρώτο κομμάτι του πίσω προφυλακτήρα.....	100
Εικόνα 128: Γέμισμα των οπών του πίσω προφυλακτήρα	100
Εικόνα 129: Βήματα σχεδίασης των κομματιών για τον πίσω προφυλακτήρα.....	101
Εικόνα 130: Ο πίσω προφυλακτήρας.....	101
Εικόνα 131: Ο σωληνωτός εσωτερικός σκελετός του οχήματος.....	102
Εικόνα 132: Το μπροστά μέρος του οχήματος χωρίς τροχούς.....	103
Εικόνα 133: Το πίσω μέρος του οχήματος με τα φωτιστικά σώματα.....	103
Εικόνα 134: Η χειρολαβή για το άνοιγμα της πόρτας.....	104
Εικόνα 135: Η αριστερή πλευρά του οχήματος.....	104
Εικόνα 136: Το όχημα όπως φαίνεται από μπροστά αριστερά	105
Εικόνα 137: Η πίσω όψη του οχήματος.....	105
Εικόνα 138: Το "κουτί" που σχεδιάστηκε για την προσέγγιση του κινητήρα.....	107
Εικόνα 139: Αριστερά το κελί, και δεξιά η μπαταρία, για ηλεκτρικά οχήματα, της Automotive Energy Supply.....	108
Εικόνα 140: Διάταξη των μπαταριών.....	108
Εικόνα 141: Το όχημα με τις μπαταρίες.....	109
Εικόνα 142: Το όχημα σε τομή. Διακρίνονται στο εσωτερικό ο κινητήρας οι μπαταρίες και το κάθισμα.....	109
Εικόνα 143: Συμπαγής μάζα για την πραγματοποίηση της προσομοίωσης ροής.....	111
Εικόνα 144: Γραμμές ροής της ταχύτητας του αέρα.....	112
Εικόνα 145: Οι πιέσεις του αέρα σε διάφορα σημεία του οχήματος.....	113
Εικόνα 146: Θερμοκρασία του αέρα καθώς κινείται το όχημα.....	114

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρακάτω πτυχιακή με θέμα "Σχεδιασμός σκελετού υπερελαφρού οχήματος πόλης με τη βοήθεια του solidworks" με εισηγητή τον κ. Καββουσανό Μανόλη πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Ηρακλείου Κρήτης από το Νοέμβριο του 2011 έως τον Απρίλιο του 2012. Για την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής χρησιμοποιήθηκε το ειδικό λογισμικό για τρισδιάστατο σχεδιασμό, μηχανολογικών και μη, εξαρτημάτων, solidworks 2010. Η πτυχιακή εργασία άρχισε και ολοκληρώθηκε αποκλειστικά σε οικιακό χώρο.

Για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας αυτής, υπήρξαν και δυσκολίες όπως π.χ. στον χειρισμό του προγράμματος, καθώς έγινε από εμένα πρώτη φορά χρήση της σχεδίασης με επιφάνειες, αλλά και για την ολοκλήρωση των αναλύσεων αντοχής.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Καββουσανό Μανόλη για την ανάθεση του θέματος, τις πολύτιμες συμβουλές του και τον χρόνο που διέθεσε. Επίσης ευχαριστώ και όλους τους συναδέλφους φοιτητές και φίλους για την βοήθεια και τις συμβουλές τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός την συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι, να πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός του σκελετού ενός υπερελαφρού οχήματος – αυτοκινήτου πόλης, σε διαστάσεις ενός πραγματικού τέτοιου οχήματος, μέσω του προγράμματος 3D σχεδιασμού, solidworks. Θα προορίζεται για να τοποθετηθεί σε αυτό ηλεκτρικός κινητήρας, για αυτό θα γίνει αναφορά στις υπάρχουσες τεχνολογίες που έχουν τα οχήματα πόλης με έμφαση στην τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων.

Γίνετε αναφορά στα στοιχεία των οχημάτων πόλης (Τεχνικά, σχεδιαστικά κλπ) και στους λόγους της μετάβασης μας σε αυτά τα οχήματα, ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια.

Υπάρχει ιστορική αναδρομή των ηλεκτρικών και μη οχημάτων πόλης και αναλύονται οι τεχνολογίες αυτές με έμφαση στην τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων, το πως αυτές έχουν αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, πως ενδέχεται να γίνουν στο μέλλον. Μέσα από την μελέτη αυτή όλων των παραπάνω στοιχείων των οχημάτων πόλης θα σχεδιαστεί ο σκελετός ενός τέτοιου οχήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΠΟΛΗΣ

Ως όχημα πόλης χαρακτηρίζεται ένα όχημα το οποίο είναι μικρό σε διαστάσεις, χαμηλής κατανάλωσης και εκπομπής ρύπων. Από την δεκαετία του 1950 ίσως και παλαιότερα, υπήρχαν τέτοια οχήματα τα οποία εξυπηρετούσαν τις ανάγκες των ανθρώπων για τις μετακινήσεις τους εντός πόλης.

Στις δεκαετίες του 1950 και 1960 τα οχήματα που παράγονταν γενικά ήταν πολύ λιγότερα από τις δεκαετίες που επακολούθησαν. Από την δεκαετία του 1970 όμως, με τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις το 1973 και 1979, η αυτοκινητοβιομηχανίες προσπάθησαν να προωθήσουν, μικρά ηλεκτρικά οχήματα τα οποία δεν θα είχαν εξάρτηση από το πετρέλαιο και θα εξυπηρετούσαν τις ανάγκες των ανθρώπων για αστικές μετακινήσεις. Από το 1980 έως και τις αρχές τις δεκαετίας του 2000, η παραγωγή μικρών οχημάτων ή και μικρών ηλεκτρικών οχημάτων είχε μειωθεί κατακόρυφα. Σε αυτό συνέβαλλαν και οι ίδιες οι πετρελαϊκές εταιρείες, καθώς δεν ήταν στα συμφέροντά τους, η μη χρήση καυσίμων στα οχήματα (αν αυτά επρόκειτο να είναι αμιγώς ηλεκτρικά). Την τελευταία όμως δεκαετία και με την «ευαισθητοποίηση» μας για ένα καθαρό περιβάλλον, αλλά και με την αύξηση της τιμής του πετρελαίου, οι χρήσιμα οχημάτων για αστικές καθαρά μετακινήσεις θα πρέπει να είναι φθηνές και παράλληλα χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Έτσι λοιπόν και οι αυτοκινητοβιομηχανίες στρέφονται πλέον σε τέτοιες λύσεις, σε μικρά οχήματα και ταυτόχρονα μη ρυπογόνα.

Ως βασικό **πλεονέκτημα** τους λοιπόν μπορεί να χαρακτηριστεί η χαμηλή κατανάλωση καυσίμου ή και η μηδαμινή ακόμα καθώς πάρα πολλά από αυτά κινούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες, έχοντας ως καύσιμο την αποθηκευμένη ενέργεια σε μπαταρίες. Ένα άλλο όμως πλεονέκτημα είναι οι μικρές τους διαστάσεις κάτι που κάνει ευκολότερη την εύρεση μιας θέσεως στάθμευσης, για αυτό το λόγο άλλωστε λέγονται και οχήματα πόλης.

Κάποιο βασικό **μειονέκτημα** δεν υπάρχει, αλλά μπορούν να χαρακτηριστούν έτσι το σχήμα τους που πολλές φορές δεν είναι αεροδυναμικό ή δεν είναι «όμορφα» σε εμφάνιση, ακόμα και το βάρος των μπαταριών στα ηλεκτρικά ή και ο μικρός χώρος αποσκευών.

Με βάση λοιπόν όλα τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι στο μέλλον, υποθετικά σε 15 – 20 χρόνια οι αυτοκινητοβιομηχανίες και ίσως και οι κατασκευαστές μοτοσυκλετών θα παράγουν στην πλειοψηφία τους μικρά οχήματα. Σε αυτό θα συμβάλλουν όπως προείπαμε τρεις μεγάλοι παράγοντες, η περιβαλλοντική ρύπανση, η ανάγκη για αγορά όσο γίνεται φθηνότερων οχημάτων, όχι μόνο για την τιμή πώλησης τους αλλά και για όλη την πορεία ζωής του οχήματος (συντήρηση, καύσιμα κ.λπ.) και η ανάγκη για εύρεση άλλων πηγών ενέργειας διαφορετικές από το πετρέλαιο (λόγω της φαινομενικής εξάντλησης του κάποια στιγμή) κάτι το οποίο βεβαίως συνδέεται και με τον πρώτο παράγοντα. [1].

1.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΙΚΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΗΣ

Σχεδιαστικά τα οχήματα πόλης από παλιά ήταν διαφορετικά από τα «κοινά» οχήματα, μικρότερα σε διαστάσεις με θέσεις για δύο ή τρεις επιβάτες και πολύ σπάνια για τέσσερεις. Το σχήμα τους δεν είναι απαραίτητο να είναι αεροδυναμικό, καθώς η σχεδίαση τους δεν γίνεται για να μπορούν να αναπτύσσουν ταχύτητα αλλά για μικρές μετακινήσεις μέσα στην πόλη. Τα πολύ σύγχρονα οχήματα πόλης, πολλά από τα οποία δεν έχουν κυκλοφορήσει ακόμα, έχουν στον εξοπλισμό τους και πολλά βοηθήματα όπως GPS, χάρτες των πόλεων, υπολογιστή ή και άλλες τεχνολογίες.

Αναλυτικά τέτοια οχήματα θα δούμε στο κεφάλαιο 2.

1.3 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΑ ΜΙΚΡΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΠΟΛΗΣ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω τα οχήματα πόλης είναι μικρά σε διαστάσεις και παράλληλα οικονομικά με χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για αυτό το λόγο λοιπόν, επειδή τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια έντονη διάθεση για την σωτηρία του πλανήτη και ευαισθητοποίηση του κόσμου για την καταστροφή του περιβάλλοντος, τον ενδιαφέρει να γίνει αυτό με ένα από τα βασικότερα αίτια που αποτελεί πηγή κινδύνου, τις εκπομπές ρύπων από τα οχήματα.

Έτσι οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται για την κίνηση οχημάτων πόλης είτε είναι Μ.Ε.Κ είτε ηλεκτρικοί ή ακόμα και συνδυασμός τους (υβριδική τεχνολογία) είναι φιλικότεροι προς το περιβάλλον και οικονομικότεροι από τους αντίστοιχους που χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερα οχήματα.

Λόγω της δυσκολίας στις σημερινές κοινωνίες στην ύπαρξη ρευστότητας αλλά και της αύξησης της τιμής του πετρελαίου, γίνεται αντιληπτό ότι η χρήση τέτοιων οχημάτων γίνεται επιτακτική.

Η μετάβαση βέβαια σε τέτοιου είδους οχήματα δεν θα πρέπει να είναι απότομη, ούτε θα γίνει ξαφνικά από την μια μέρα στην άλλη. Για αυτό άλλωστε τα περισσότερα από αυτά τα οχήματα που παρουσιάζονται σε εκθέσεις αυτοκινήτων είναι μοντέλα που δεν έχουν βγει ή δεν θα βγουν στην παραγωγή.

Αν το «όραμα» της επιτροπής κλιματικής αλλαγής για αλλαγή του τρόπου μετακινήσεων επιτευχθεί, ήδη από το 2020 θα έχουμε δραματικές αλλαγές στις μετακινήσεις μας. Τα ηλεκτρικά μικρά οχήματα θα κυκλοφορούν πολύ ευκολότερα στις πόλεις και παράλληλα θα είναι αθόρυβα. Θα χρησιμοποιείται λιγότερο το πεντάλ του φρένου και της επιτάχυνσης καθώς θα πρέπει να οδηγούμε οικολογικά ακόμα και σε αυτοκινητόδρομους με περίπου 70 m/h κατά μέσω όρο.

Όπως γίνεται λοιπόν αντιληπτό μέσα στα επόμενα χρόνια σε ορίζοντα περίπου μίας δεκαετίας θα έχουμε αλλαγές στον τρόπο μετακίνησης μας, ειδικότερα στις αστικές μεταφορές μας. [2].

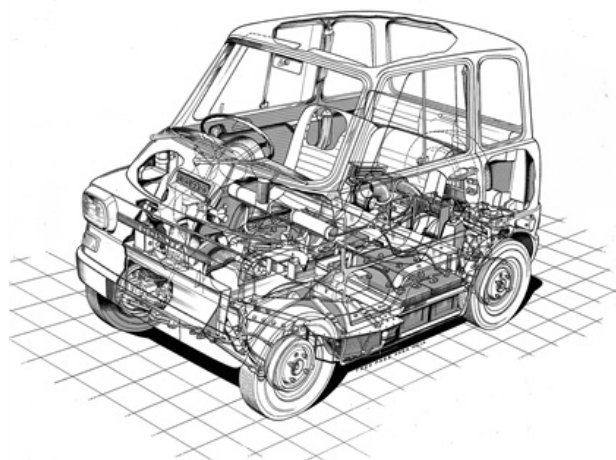
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΗΣ

Σε αυτή την υποενότητα του κεφαλαίου 2 θα δούμε τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα πόλης που είτε έχουν κυκλοφορήσει είτε έχουν παρουσιαστεί ως πρωτότυπα σε κάποια έκθεση αυτοκινήτου.

- **1967 Ford Comuta**

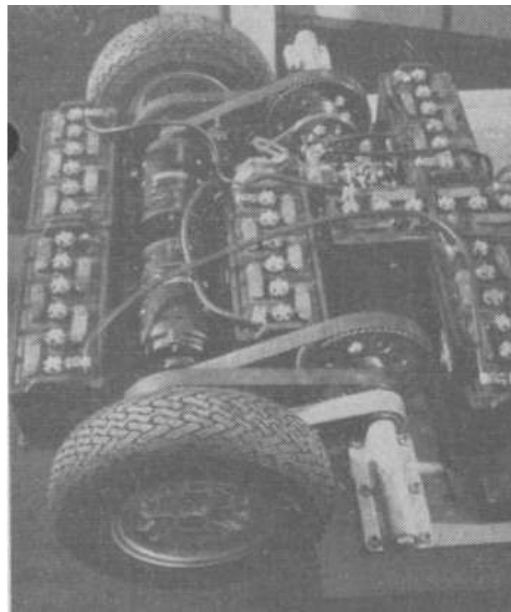
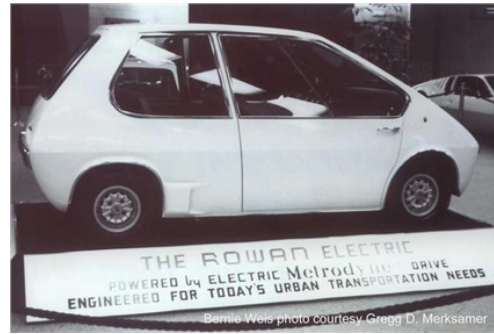
Η Ford Ηνωμένου Βασιλείου σχεδίασε στο τέλος της δεκαετίας του 60 ένα μη ρυπογόνο αυτοκίνητο για αστικές μετακινήσεις. Τροφοδοτούνταν από 4 μπαταρίες των 12V – 85Ah. Με πλήρως γεμάτες τις μπαταρίες είχε αυτονομία 60 km με την προϋπόθεση ότι θα κινούταν έως 40 km/h, ενώ είχε την δυνατότητα να αναπτύξει ταχύτητα έως 60 km/h. [3].



Εικόνα 1: Το Ford Comuta

- **1967 Ghia Rowan**

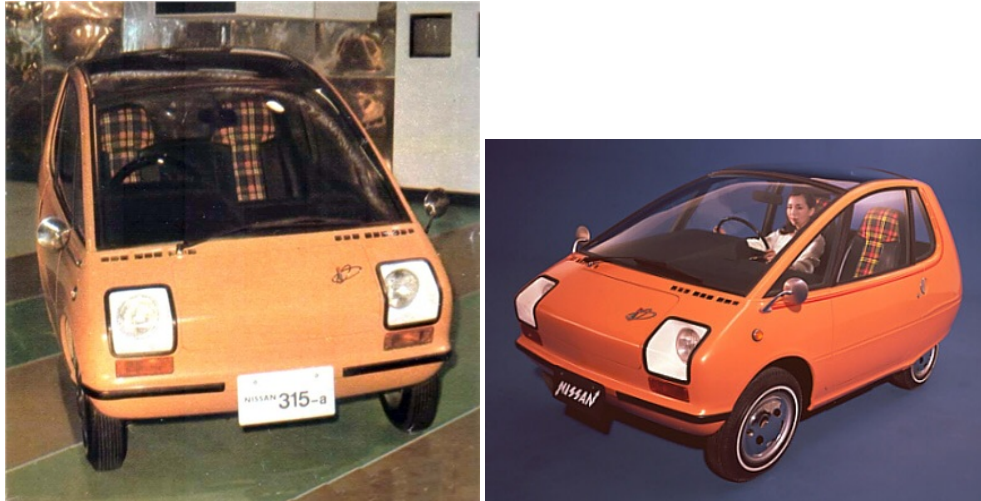
Το 1967 η ιταλική εταιρεία De Tomaso κατασκεύασε το Ghia Rowan. Ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο στο οποίο αντιστοιχούσε 1 ηλεκτρικός κινητήρας σε κάθε πίσω τροχό. Έχοντας λοιπόν 2 ηλ. κινητήρες το Ghia Rowan είχε αυτονομία 300 km και μέγιστη ταχύτητα τα 70 km/h. [3].



Εικόνα 2: Το Ghia Rowan, ο κινητήρας και οι μπαταρίες του

- **1970 Nissan 315**

Το 1970 η Nissan κυκλοφόρησε το 315, ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με ένα ηλεκτρικό κινητήρα που έδινε κίνηση στους δυο πίσω τροχούς. Είχε μέγιστη ταχύτητα τα 56 mph και επιτάχυνση 0-19 mph σε 6 sec. [3].



Εικόνα 3: Το Nissan 315

- **1972 Fiat X1/23**

Το Fiat X1/23 είναι κλασσικό παράδειγμα ηλεκτρικών αυτοκινήτων πόλης. Πρόκειται για ένα διθέσιο όχημα με μέγιστη ταχύτητα τα 75 km/h. Διαθέτει κίνηση στους εμπρός τροχούς από ένα κινητήρα συνεχούς ρεύματος 13,5hp. Ζυγίζει 820 kg από τα οποία τα 166 kg είναι το βάρος των μπαταριών νικελίου – ψευδαργύρου, που έχουν έως και 1,75 φορές καλύτερη απόδοση από τις αντίστοιχες μολύβδου – οξέως, φορτίζονταν και από ανάκτηση της ενέργειας φρεναρίσματος. Η αυτονομία είναι του είναι 70 km κινούμενο με σταθερή ταχύτητα 50 km/h. [3].



Εικόνα 4: Το Fiat X1/23

- **1974 Michelotti Lem**

Το 1973 ο Ιταλός δημοσιογράφος Gianni Rogliatti πρότεινε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με τους τροχούς σε ρομβοειδή διάταξη. Έχει έναν ηλεκτρικό κινητήρα και μπαταρίες μολύβδου των 48 volts. Η εταιρεία Michelotti haute couture ολοκληρώνει το έργο και το 1974 παρουσιάζεται στο Σαλόνι αυτοκινήτου της Γενεύης. [3].



Εικόνα 5: Το Michelotti Lem του 1974

- **1977 Volvo Electric car**

Στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και συγκεκριμένα το 1977 η Volvo παρουσίασε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο πόλης. Ο λόγος ήταν ότι ήταν η περίοδος ανάμεσα στις δύο πετρελαϊκές κρίσεις, και είχε ενταθεί το ενδιαφέρον για εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Το συγκεκριμένο όχημα ήταν εξοπλισμένο με δύο ηλ. Κινητήρες των 9,5 kW, και είχε μέγιστη τελική ταχύτητα τα 70 km/h. Ωστόσο το πρόβλημα του συγκεκριμένου μοντέλου ήταν η αυτονομία των μπαταριών του, αφού είχε το πολύ δύο ώρες αυτονομία σε συνθήκες κυκλοφορίας μέσα στην πόλη. [3].



Εικόνα 6: Το ηλεκτρικό όχημα της Volvo

- **1978 Fiat Ecos**

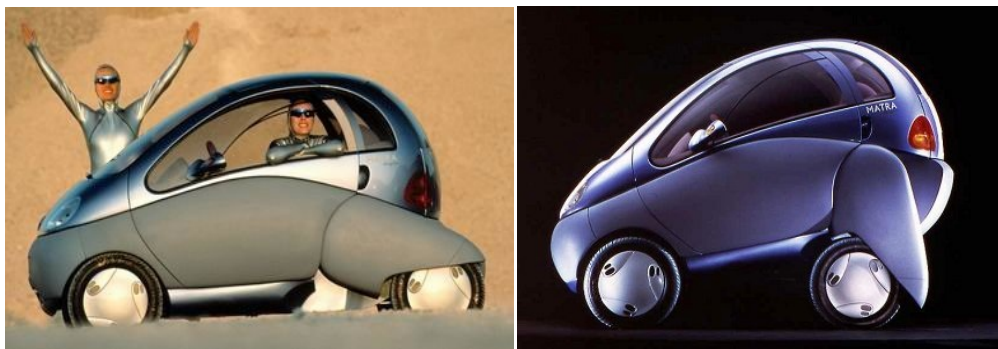
Το συγκεκριμένο μοντέλο αποτέλεσε έρευνα για αυτοκίνητα φιλικά προς το περιβάλλον. Έγινε σε συνεργασία της Ventura Elettrica και το κέντρο έρευνας της Fiat. Παρουσιάστηκε στην έκθεση αυτοκινήτου του Τορίνο το 1978. Τροφοδοτούνταν από έναν ηλεκτρικό κινητήρα των 26 kW, έχοντας και 12 μπαταρίες των 6V. [3].



Εικόνα 7: Το εκθεσιακό μοντέλο της Fiat, το Ecos

- **1992 Renault Zoom**

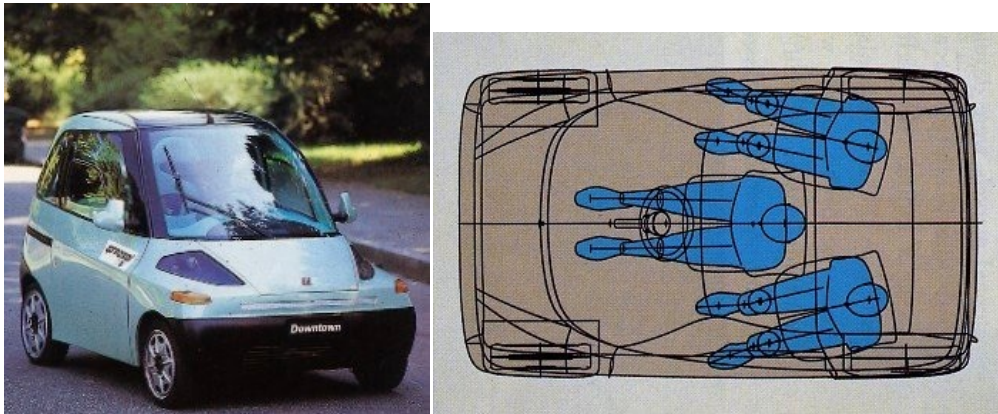
Το Zoom της Renault που αναπτύχθηκε σε συνεργασία με την Matra, παρουσιάστηκε πρώτη φορά το 1992 στο Παρίσι. Το μεταξόνιο του είναι κυμαινόμενο μεταξύ 2,3m και 2,65m, βοηθώντας το έτσι στο παρκάρισμα. Επίσης είναι εξοπλισμένο με ηλεκτρικό κινητήρα των 25 kW. [3].



Εικόνα 8: Το Renault Zoom

- **1993 Fiat Downtown**

Το Fiat Downtown είναι ένα ηλεκτροκίνητο όχημα 3 θέσεων, το οποίο είναι εξοπλισμένο με μπαταρίες νατρίου – θείου, οι οποίες του παρέχουν αυτονομία 186 miles σε ταχύτητα 30 mph, έχοντας ως μέγιστη τελική ταχύτητα τα 62 mph. Ο σκελετός του είναι κατασκευασμένος από αλουμίνιο και όλο το όχημα ζυγίζει περίπου 700 kg. [3].



Εικόνα 9: Το Fiat Downtown

- **1995 PSA Tulip**

Το 1995 στη γαλλική πόλη Tours άρχισε η νέα μορφή αστικών μεταφορών φιλικών προς το περιβάλλον. Η PSA παρουσίασε το Tulip, ένα ηλεκτροκίνητο όχημα των 9,6 kW έχοντας τελική ταχύτητα τα 70 km/h με αυτονομία 80 km. Κυκλοφόρησε με το σήμα της Peugeot και της Citroen. [3].



Εικόνα 10: Το ηλεκτροκίνητο όχημα πόλης της PSA

- **1997 Nissan Hypermini**

Το Hypermini της Nissan είναι ένα διαθέσιμο ηλεκτρικό όχημα, του οποίου οι μπαταρίες του δίνουν την δυνατότητα να κινηθεί για 100 miles, έχοντας σταθερή ταχύτητα 60 mph. [3].



Εικόνα 11: Το Nissan Hypermini

- **1997 Toyota e.com**

Το Toyota e.com είναι ένα concept ηλεκτρικό αυτοκίνητο που παρουσιάστηκε το 1997 στο σαλόνι αυτοκινήτου του Τόκιο. Έχει 2 θέσεις επιβατών και συνολικό μήκος 2,79m. Λειτουργεί με 24 μπαταρίες νικελίου – υβριδίου μετάλλου, και του δίνουν τη δυνατότητα να κινηθεί για 100 km απόσταση. [3].

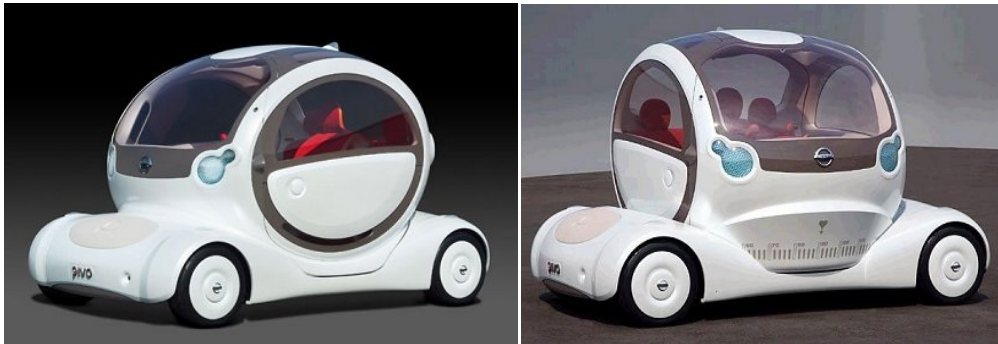


Εικόνα 12: Το Concept car e.com της Toyota

- **2005 Nissan Pivo/2007 Nissan Pivo 2**

Το Nissan Pivo, ένα ηλεκτροκίνητο όχημα, ξεχωρίζει για την φουτουριστική του σχεδίαση, και για την καινοτομία που έχει να περιστρέφεται η καμπίνα κατά τα 360°, βοηθώντας έτσι τον οδηγό αν θέλει να αντιστραφεί η πορεία του.

Το Pivo 2 παρουσιάστηκε 2 χρόνια αργότερα στην έκθεση αυτοκινήτου του Τόκιο και μια σημαντική διαφορά με το πρώτο Pivo είναι ότι έχει την δυνατότητα εκτός της περιστροφής της καμπίνας να περιστρέφονται και οι 4 τροχοί κατά 90°, βοηθώντας το να μπορεί κατευθυνθεί εύκολα σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. [3].



Εικόνα 13: Το Nissan Pivo



Εικόνα 14: Το Nissan Pivo 2

- **2008 Think Global Think city**

Το think city είναι ένα μικρό 4θέσιο ηλεκτρικό όχημα πόλης από την Think global. Παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στην έκθεση αυτοκινήτου της Φρανκφούρτης το 2008, και κυρίως έχει κυκλοφορήσει στις σκανδιναβικές χώρες αφού και η χώρα παραγωγής του είναι η Νορβηγία. Το όχημα είναι συνολικού μήκους 3,1m και πλάτους 1,65m. Είναι εφοδιασμένο με ηλεκτρικό κινητήρα 23kW και με τις μπαταρίες του πλήρως φορτισμένες έχει αυτονομία 160 km. [4].



Εικόνα 15: Το όχημα πόλης από την Νορβηγική Think global

- **2009 Peugeot BB1**

Το 2009 στο σαλόνι αυτοκινήτου της Φρανκφούρτης η Peugeot παρουσίασε το, σχεδιασμένο από τον Έλληνα Θανάση Τουμπίδη, BB1, ένα όχημα 600 kg και συνολικό μήκος 2,5m, ικανό να μεταφέρει μέχρι 4 επιβάτες άνετα, λόγω της μη ύπαρξης πεντάλ στα πόδια του οδηγού. Όλες οι κινήσεις γίνονται από το τιμόνι. Το BB1 είναι κατασκευασμένο από ανθρακονήματα. Έχει δυο ηλεκτρικούς κινητήρες στους πίσω τροχούς συνολικής ισχύς 20 PS. Η επιτάχυνση του από 0 – 30 km/h είναι 2,8 sec. Η μέγιστη αυτονομία που του δίνουν οι μπαταρίες είναι 121 km. [3]. [5].



Εικόνα 16: Το σχεδιασμένο από Έλληνα Peugeot BB1

- **2009 Renault Twinzy Z.E.**

Το Twinzy είναι ένα μικρό όχημα πόλης, με διαστάσεις 1,1m πλάτος και 2,3m μήκος. Διαθέτει έναν ηλεκτροκινητήρα των 15kW που του επιτρέπει να έχει τελική ταχύτητα 75 km/h. Οι μπαταρίες που έχει είναι ιόντων λιθίου και αυτονομία με ένα φόρτισμα της τάξης των 120 km. Οι μπαταρίες φορτίζονται σε τάση 220V μέσα σε 3,5 ώρες. [3].



Εικόνα 17: Το Renault Twinzy

- **2010 General Motors EN-V**

Στη Σαγκάη η General Motors παρουσίασε τη σύγχρονη, αλλά και εναλλακτική πρότασή της, όσον αφορά τη μορφή και το περιεχόμενο των αστικών μεταφορικών οχημάτων του μέλλοντος. Το EN-V είναι ένα φουτουριστικό διθέσιο όχημα, το οποίο εξελίσσονταν σε συνεργασία με την Segway, επί τρία χρόνια. Το EN-V προσφέρεται σε τρεις διαφορετικές παραλλαγές αμαξώματος, όλες όμως έχουν την ίδια τεχνολογική βάση διαθέτοντας μάλιστα παραπλήσιες εξωτερικές διαστάσεις (Μήκος: 1.500 έως 1.540 mm, Πλάτος: 1.405 έως 1.425 mm, Ύψος: 1.635 έως 1.770 mm). Οι δύο επιβάτες κάθονται ο ένας δίπλα στον άλλον, με τους δύο τροχούς να βρίσκονται εγκατεστημένοι εκατέρωθεν τους. Κάθε ένας εξ αυτών παίρνει κίνηση από έναν ηλεκτροκινητήρα με ισχύ 3KW, ο οποίος με τη σειρά του αντλεί την ενέργειά του από μπαταρίες ιόντων λιθίου. Σύμφωνα με την GM, το EN-V έχει αυτονομία της τάξης των 40 km, έχοντας τελική ταχύτητα της τάξης των 40 km/h. [3]. [5].



Εικόνα 18: Τα ηλεκτρικά οχήματα πόλης της General Motors

- **2010 Kia POP**

Η Kia παρουσίασε το νέο ηλεκτρικό Pop Concept, στην έκθεση αυτοκινήτου του Παρισιού. Έχει μήκος 3 μέτρων και μεταξόνιο 2.06m. Μπορεί να μεταφέρει έως και 3 επιβάτες. Μηχανικά εφοδιάζεται με έναν μικρό ηλεκτροκινητήρα 50 kW με 19 κιλά ροπής ο οποίος δίνει την δυνατότητα στο όχημα να πιάσει τελική ταχύτητα 140 km/h με την αυτονομία του να ανέρχεται στα 160 km. Η μπαταρία του είναι τεχνολογίας πολυμερών ιόντων λιθίου σε μορφή gel όπου είναι 20% ελαφρύτερη από τις συμβατικές μπαταρίες ιόντων λιθίου και μπορεί να φορτίσει μέσω απλής οικιακής πρίζας σε 6 ώρες ενώ αν επιλεγεί πηγή υψηλής τάσης ο χρόνος φόρτισης μειώνεται στο μισό. [3]. [6].



Εικόνα 19: Το concept car Kia POP

- **2010 Honda 3R-C**

Στο Σαλόνι αυτοκινήτου της Γενεύης η Honda παρουσίασε το τρίτροχο 3R-C. Είναι ένα concept για ένα προσωπικό μεταφορικό μέσο μηδενικής εκπομπής ρύπων. Είναι ηλεκτροκίνητο με τον ηλεκτροκινητήρα να κινεί τον πίσω τροχό, ενώ οι μπαταρίες του είναι τοποθετημένες χαμηλά στο πλαίσιο, ώστε να έχει και το κέντρο βάρους του χαμηλά. Η διαφανής οροφή του καλύπτει τη θέση του οδηγού όταν το 3R-C είναι παρκαρισμένο ενώ όταν κινείται μετατρέπεται σε ανεμοθώρακα για να τον προστατεύει από τις καιρικές συνθήκες. Στο εμπρός μέρος του υπάρχει χώρος αποσκευών ενώ τα πλαϊνά του τμήματα έχουν τη κατάλληλη κατασκευή ώστε να προστατεύουν από συγκρούσεις. Το 3R-C δημιουργήθηκε από Ευρωπαίους σχεδιαστές που εργάζονται στο Κέντρο Έρευνας & Σχεδίασης της Honda στο Μιλάνο. [3]. [7].



Εικόνα 20: Το concept car 3R-C της Honda

- **2010 Tazzari Zero**

Το 2010 η Tazzari μια μικρή ιταλική εταιρεία παρουσίασε το zero, ένα ηλεκτρικό διθέσιο όχημα, κινούμενο από κινητήρα εναλλασσομένου ρεύματος. Οι μπαταρίες με τις οποίες είναι εφοδιασμένο, μπορούν να αποθηκεύσουν συνολικά έως 13,5 kWh και δίνουν στο όχημα αυτονομία της τάξεως των 130 km, με τελική ταχύτητα περίπου στα 100km/h. Ακόμα οι μπαταρίες είναι λιθίου φτιαγμένες από 100% ανακυκλούμενο αλουμίνιο, κάνοντας το έτσι πιο φιλικό προς το περιβάλλον. [8]. [9].



***Εικόνα 21:** Το ηλεκτροκίνητο όχημα Zero της ιταλικής Tazzari*

- **2011 Opel RAK e**

Η Opel παρουσίασε στη Φρανκφούρτη το πρωτότυπο RAK e πρόκειται για ένα διαθέσιμο ηλεκτρικό αυτοκίνητο, χαμηλού κόστους, έτσι ώστε να προσελκύσει νέους ηλικιακά οδηγούς. Έχει αυτονομία 100 km και τελική ταχύτητα 120 km/h. Το βάρος του κυμαίνεται περίπου στο 1/3 από αυτό ενός μικρού αυτοκινήτου της αγοράς, πράγμα που θα του επιτρέπει να είναι ευέλικτο και απολαυστικό κατά την οδήγηση. [3].



Εικόνα 22: Το Opel RAK e concept car

- **2011 Volkswagen Nils**

Το NILS είναι ένα ηλεκτρικό μονοθέσιο όχημα, με πλαίσιο από αλουμίνιο και πόρτες που ανοίγουν προς τα επάνω, ενώ οι τροχοί του δεν καλύπτονται από το αμάξωμα. Η συγκεκριμένη κατασκευή υποστηρίζεται από το Υπουργείο Μεταφορών της Γερμανίας και έχει αυτονομία 65 km και ανώτατη ταχύτητα 130 km/h. Το βάρος του NILS είναι μόλις 460 kg και αυτό σαφώς πρέπει να παίζει ρόλο και στο χρόνο των 11,1 δευτερολέπτων, ο οποίος απαιτείται για να καλύψει τα 100km/h από στάση. Το ηλεκτρικό του σύστημα μαζί με τη μπαταρία και το σύστημα μετάδοσης διαθέτει ισχύ 15 kW, η οποία βραχυπρόθεσμα μπορεί να φθάσει και τα 25 kW. Όσο για τη ροπή του, ανέρχεται στα 13,2 kgm. Μια μπαταρία ιόντων λιθίου χωρητικότητας 5,3 kWh, παρέχει ενέργεια στον ηλεκτροκινητήρα. Αυτή επιτρέπει την κάλυψη απόστασης έως 65 km, ανάλογα με το στυλ οδήγησης. Το NILS μπορεί να φορτιστεί με μια συμβατική πρίζα 230 Volt μέσα σε δύο ώρες, ενώ η υποδοχή της βρίσκεται στο πίσω μέρος, κάτω από το πίσω φωτιστικό σώμα. [3]. [5].



***Εικόνα 23:** Το concept car Volkswagen Nils*

- **2011 Honda Micro Commuter**

Το Honda micro commuter είναι ένα μονοθέσιο ηλεκτρικό όχημα που παρουσιάστηκε στην έκθεση αυτοκινήτου του Τόκιο. Έχει μήκος 2,5 m και ο ηλεκτροκινητήρας του είναι απόδοσης 23 ίππων. Με τις μπαταρίες των 3,3 kWh μπορεί να καλύψει απόσταση 60 μιλίων με ταχύτητα 60 km/h.

Το όχημα αυτό έχει εξελιχθεί από τους ανθρώπους των μοτοσυκλετών της Honda. [3]. [10].



Εικόνα 24: Το Honda Micro Commuter

- **2011 Suzuki q concept**

Στο Σαλόνι Αυτοκινήτου του Τόκιο στα η Suzuki παρουσίασε το q, ένα ηλεκτρικό επιβατικό αυτοκίνητο και μοτοσικλέτα. Το Suzuki Q έχει μήκος 2,5 m και είναι σχεδιασμένο για δύο άτομα που κάθονται ο ένας πίσω από τον άλλο. Αυτό το όχημα είναι αρκετά στενό (1,3 m). Είναι πιο εύκολο σε ελιγμούς στο δρόμο, από τα συνηθισμένα αυτοκίνητα. Εάν είναι απαραίτητο, μπορεί να αφαιρεθεί το κάθισμα του συνοδηγού και να μετατραπεί το κενό χώρο σε χώρο αποσκευών. Φυσικά, το Suzuki Q είναι υπερσύγχρονο αυτοκίνητο και λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια. Μια μπαταρία θα διαρκεί έως και 50 km και η μέγιστη ταχύτητα του είναι τα 60 km/h. [3].



Εικόνα 25: To Suzuki q Concept Car

- **2011 Nissan Pivo 3**

Στο Τόκιο στην έκθεση αυτοκινήτου του 2011 βρέθηκε η 3η γενιά του Pivo Concept της Nissan, το οποίο η ιαπωνική φίρμα σχεδιάζει να οδηγήσει στην παραγωγή κάποια στιγμή μέσα στην προσεχή πενταετία. Το Pivo 3 Concept είναι η τρίτη γενιά του Pivo, το οποίο πρωτοεμφανίστηκε το 2005. Διαθέτει τέσσερις ηλεκτροκινητήρες, έναν σε κάθε τροχό, κάτι που σημαίνει πως –όπως και τα προηγούμενα Pivo– είναι τετρακίνητο. Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου έχουν τη φιλοσοφία των αντίστοιχων του Leaf. Εξοπλίζεται με το σύστημα AVP, το οποίο επιτρέπει στο αυτοκίνητο να οδηγείται αυτόματα και να παρκάρει μόνο, ενώ μέσω μιας εφαρμογής κινητού τηλεφώνου, έρχεται πίσω στον κάτοχό του. Στις προθέσεις της Nissan συγκαταλέγεται η κατασκευή ενός μοντέλου που θα στηρίζεται στο Pivo 3 μέσα στην επόμενη πενταετία. [3]. [11].



Εικόνα 26: Το Nissan Pivo 3

- **2011 Daihatsu Pico**

Παρουσιάστηκε στην έκθεση αυτοκινήτου του Τόκιο το 2011. Είναι ένα πρωτότυπο με ιδιαίτερο χαρακτήρα καθώς προσεγγίζει το ζήτημα της μετακίνησης ατόμων με περιορισμένη κινητικότητα όπως οι ηλικιωμένοι, αλλά φυσικά χωρίς να αλλοιώνεται ο οικολογικός παρανομαστής που χαρακτηρίζει σχεδόν όλα τα πρωτότυπα του φετινού Τόκιο. Με διαστάσεις 2,4m μήκος, 1m πλάτος, 1,5m ύψος και μεταξόνιο 1,83m, το ηλεκτροκίνητο Pico προορίζεται για αστικά καθήκοντα, ενώ το χαμηλό κατώφλι εξυπηρετεί την πρόσβαση στη διαθέσιμα καμπίνα με διάταξη θέσεων 1+1. Έχει αυτονομία 50 km και αρκούν δύο ώρες στην πρίζα για πλήρη φόρτιση. Το χαμηλό του βάρος, των μόλις 400kg, επιτρέπει αξιοπρεπείς επιδόσεις και η τελική των 50km/h είναι ότι πρέπει για τη χρήση για την οποία προορίζεται. [3]. [12].



Εικόνα 27: Το Daihatsu Pico

2.2 ΙΣΤΟΡΙΑ ΑΛΛΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΗΣ

Σε αυτή την ενότητα θα δούμε μερικά από τα μικρά οχήματα πόλης που κυκλοφόρησαν και δεν είναι ηλεκτρικά, καθώς και μια ηλεκτρική μοτοσυκλέτα.

- **1955 BMW Isetta**

Το BMW Isetta ήταν ένα μικροσκοπικό αυτοκίνητο πόλης που κατασκευαζόταν από την γερμανική αυτοκινητοβιομηχανία BMW, μεταξύ του 1955 και του 1962. Το όχημα ήταν αρχικά διαθέσιμο με κινητήρα 247 cm³ και από την σεζόν του 1957 κυβισμού 298 cm³. Βασίστηκε στο ιταλικό Iso Isetta που παρουσιάστηκε επίσημα στο Σαλόνι Αυτοκινήτου του Τορίνο το 1953. Ήταν μία πρωτότυπη ιδέα κατασκευής ενός μικροσκοπικού φθηνού αυτοκινήτου πόλης από την εταιρεία ISO. Είχε μήκος μόλις 2,27m και βάρος μόλις 330kg. Ο κινητήρας του προήλθε από μία μοτοσυκλέτα της Iso, ήταν 2-κύλινδρος, 2-χρονος, κυβισμού 236 cm³, με ισχύ μόλις 9,5 hp στις 4.750 rpm. Παρά τον μικρό κυβισμό του, κυκλοφόρησε εξ' αρχής με 4-τάχυτο μηχανικό κιβώτιο. Η επιτάχυνση του Isetta ήταν 0 - 50 km/h σε πάνω από 30 δευτερόλεπτα και η τελική του ταχύτητα ήταν 75 km/h. Το πιο εντυπωσιακό χαρακτηριστικό του Isetta, ήταν ότι διέθετε μόνο μία μπροστινή πόρτα που άνοιγε σαν πόρτα ψυγείου και στην εσωτερική πλευρά της είχε τοποθετηθεί ταμπλό (με μόλις ένα ταχύμετρο) και στηριζόταν ο άξονας του τιμονιού. Και τα δύο, όταν άνοιγε η πόρτα, «τραβιόντουσαν» μαζί της προς τα έξω. [1].



Εικόνα 28: Η BMW Isetta

- **1957 Fiat 500**

Το 500 είναι ευρύτερα γνωστό στο κοινό. Παραγόταν από την Fiat μεταξύ του 1957 και του 1975. Το μήκος του ήταν περίπου στα 3m και το πλάτος του στα 1,3m. Ο κινητήρας του ήταν χωρητικότητας 479 cm^3 , για αυτό και η ονομασία 500. [1].



Εικόνα 29: Το 500 (πεντακοσάρκι) της Fiat

- **1959 Mini**

Το Mini είναι πολύ γνωστό σε όλο τον κόσμο, σχεδιασμένο από τον Ελληνικής καταγωγής Βρετανό Sir Alec Issigonis. Η παραγωγή του άρχισε το 1959 έως το 1968 από την BMC (British Motor Corporation) συνέχισε από το 1968 έως το 1986 από την British Leyland και από το 1986 έως το 2000 από την Rover Group. Μικρό σε διαστάσεις (3m μήκος και 1,4m πλάτος). Οι κινητήρες με τους οποίους κυκλοφόρησε ήταν από 850 cm^3 έως 1250 cm^3 . [1].



Εικόνα 30: Το γνωστό σε όλους Mini

- **1998 Smart Fortwo**

Από τα πλέον γνωστά οχήματα πόλης και στην Ελλάδα. Παρουσιάστηκε πρώτη φορά στο Παρίσι το 1998. Η πρώτη του έκδοση (1998-2007) κυκλοφόρησε με βενζινοκινητήρες 0,6L (Turbo) και 0,7L (Turbo) και πετρελαιοκινητήρα 0,8L (Turbo), και η δεύτερη έκδοση από το 2007 έως και σήμερα κράτησε τον πετρελαιοκινητήρα και ο βενζινοκινητήρας αντικαταστάθηκε από έναν χωρητικότητας 1L σε εκδόσεις με Turbo και χωρίς Turbo. Οι διαστάσεις του είναι 2,5m μήκος, 1,51m πλάτος για την πρώτη έκδοση και 2,7m μήκος, 1,56m πλάτος για τη δεύτερη έκδοση του. Ζυγίζει 730 kg. [1].



Εικόνα 31: Το διαθέσιο Smart (Fortwo)

- **2008 Toyota iQ**

Το 2008 Στην Γενεύη η Toyota παρουσίασε το αυτοκίνητο πόλης iQ. Οι διαστάσεις του είναι 3m μήκος και 1,68m πλάτος. Κυκλοφορεί με κινητήρες 1L και 1,3L βενζίνης και 1,4L πετρελαίου. Ζυγίζει 860 kg. [1].



Εικόνα 32: Η πρώτη παρουσίαση του Toyota iQ

- **2008 Tata Nano**

Το Nano είναι ένα αυτοκίνητο πόλης από την ινδική εταιρεία Tata. Σχεδιάστηκε το 2008 και στην Ευρώπη παρουσιάστηκε το 2009 στη έκθεση της Γενεύης. Έχει εξοπλιστεί με δικύλινδρο κινητήρα μόλις 624 cm³ και κιβώτιο ταχυτήτων τεσσάρων σχέσεων. Η κίνηση βρίσκεται στον πίσω άξονα και οι τροχοί στις τέσσερις γωνίες του αμαξώματος, γεγονός που βοηθά ιδιαίτερα στο μανουβράρισμα μέσα στην πόλη. Είναι ικανό να μεταφέρει 4 επιβάτες και έχει διαστάσεις 3,1m μήκος και 1,5m πλάτος. Ζυγίζει περίπου 600kg. Η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το Nano είναι τα 75 km/h, ενώ οι εκπομπές ρύπων, όπως χαρακτηριστικά δήλωσαν οι άνθρωποι της Tata, είναι χαμηλότερες από τις αντίστοιχες που πηγάζουν από δύο μοτοσυκλέτες μαζί. [1].



Εικόνα 33: Το ινδικό Nano της Tata

- **2009 Elmoto**

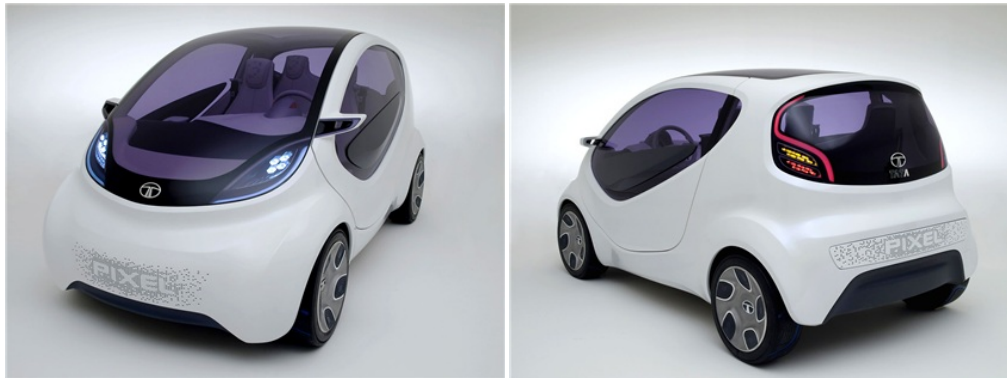
Το 2009 ο Thomas Hentges σχεδίασε το elmoto. Μια μοτοσυκλέτα σχεδιασμένη σε σκελετό ποδηλάτου η οποία κινείται με ηλεκτρική ενέργεια, μέσω ενός ηλεκτροκινητήρα ισχύος 1,7 kW. Έχει μέγιστη τελική ταχύτητα τα 45 km/h. Οι μπαταρίες είναι ιόντων λιθίου 48V/31,5Ah, χρειάζονται πέντε ώρες για να φορτιστούν πλήρως από την πλήρης αποφόρτιση και του δίνουν αυτονομία 65km. Το βάρος του είναι 47kg. [13]. [14].



Εικόνα 34: Η μοτοσυκλέτα σε σχήμα ποδηλάτου, Elmoto

- **2011 Tata Pixel**

Την πρόταση της για ένα ευρωπαϊκό αυτοκίνητο πόλης καταθέτει η Tata στη Γενεύη. Το Pixel μπορεί ξεπερνά για λίγο τα 3m σε μήκος, αλλά σύμφωνα με την Tata έχει την δυνατότητα να φιλοξενήσει μέχρι και 4 ενήλικες. Η σχεδίαση του Pixel έγινε στο σχεδιαστικό κέντρο της Tata στην Ινδία. Το άνοιγμα των θυρών προς τα πάνω και η πανοραμική γυάλινη οροφή αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά του. Μια διάταξη που επιτρέπει σε κάθε ελιγμό στον εξωτερικό πίσω τροχό να κινείται προς τα εμπρός και στον πίσω εσωτερικό να κινείται προς τα πίσω, χαρίζει ιδιαίτερη ευελιξία στο Pixel. Η εμφάνιση του Pixel χαρακτηρίζει και το εσωτερικό, το οποίο αναζητά την ευρυχωρία, παρά την απόλυτη πολυτέλεια. Το σύστημα "My Tata Connect", συνδέεται με Smartphone και iPad, επιτρέποντας στο χρήστη να ελέγχει εύκολα τις λειτουργίες του αυτοκινήτου. Πίσω είναι τοποθετημένος ο 1.2 λίτρων turbodiesel 3κύλινδρος κινητήρας κατανάλωσης 3.4 lt/100km. [3]. [15].



Εικόνα 35: Το νέο μικρό όχημα της Tata, το Pixel

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

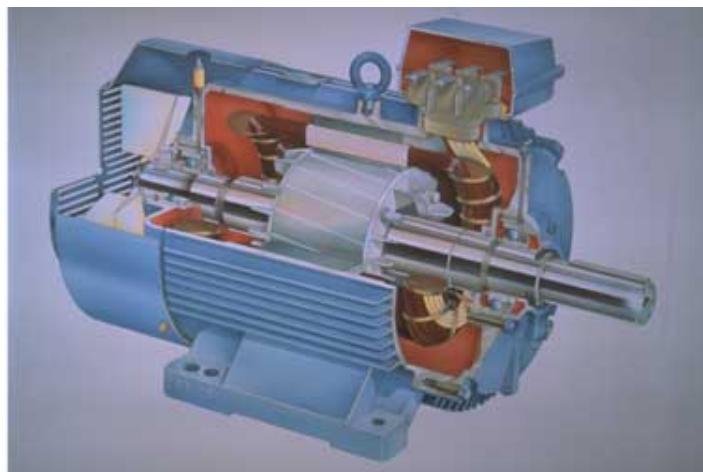
3.1 ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Ένα ηλεκτρικό όχημα, όπως και όλα τα οχήματα, αποτελείται από κάποια μηχανικά μέρη, όπου κάποια διαφέρουν από αυτά των «συμβατικών» οχημάτων, όπως ο κινητήρας, το κιβώτιο ταχυτήτων, το ψυγείο και από άλλα που υπάρχουν αποκλειστικά στα ηλεκτρικά οχήματα όπως ο ελεγκτής (controller) μεταξύ μπαταριών και κινητήρα. [16]. [17].

Ηλεκτρικός κινητήρας

Ηλεκτρικός κινητήρας είναι η μηχανή η οποία μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική. Αποτελείται από τον ρότορα, που εφαρμόζονται πάνω του τα εσωτερικά πηνία ή μόνιμοι μαγνήτες και τον στάτη, όπου εφαρμόζονται τα εξωτερικά πηνία. Αυτά τα πηνία δημιουργούν δύο ή περισσότερα μαγνητικά πεδία τα οποία όταν αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους σωστά περιστρέφουν τον ρότορα. Τα πηνία του ρότορα στους περισσότερους κινητήρες είναι σχεδόν τα ίδια, αυτά που αλλάζουν είναι τα πηνία του στάτη.

Το περίβλημα του κάθε κινητήρα είναι καλυμμένο με ψύκτρες για να αποβάλλει την θερμότητα και επίσης ένα ανεμιστήρα στο πίσω μέρος για τον ίδιο λόγο. Όλοι οι κινητήρες έχουν στερεωμένο στο περίβλημα τους ένα ταμπελάκι με όλες τις πληροφορίες που αφορούν τον κινητήρα καθώς και ένα κουτί στο οποίο γίνονται όλες οι ηλεκτρικές συνδεσμολογίες.



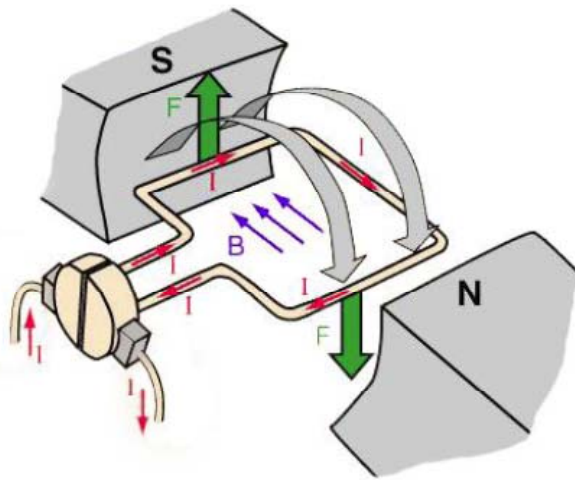
Εικόνα 36: Ένας ηλεκτρικός κινητήρας σε ημιτομή

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ηλεκτρικών κινητήρων. Αυτοί που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα και αυτοί που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα. Στα ηλεκτρικά οχήματα χρησιμοποιούνται κυρίως ηλεκτρικοί κινητήρες συνεχούς ρεύματος και το εύρος της τάσης τους κυμαίνεται από 92 έως 192 volts. Ωστόσο χρησιμοποιούνται και ηλεκτρικοί κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος και σε αυτή την περίπτωση το εύρος της τάσεως είναι μεταξύ 240 και 300 volts. Ο πιο κοινός ηλεκτρικός κινητήρας για αυτοκίνητα είναι ο κινητήρας συνεχούς ρεύματος επειδή αυτού του τύπου οι κινητήρες είναι πολύ εύκολοι στην τοποθέτηση τους και συνήθως δεν είναι τόσο ακριβοί όσο οι αντίστοιχοι του εναλλασσόμενου ρεύματος. Ένας άλλος λόγος για την προτίμηση τους είναι ότι έχουν την ικανότητα να ενισχύουν την ισχύ τους για ένα κλάσμα του δευτερολέπτου συνήθως έως 5 φορές την κανονική τους ισχύ, και για τον λόγο αυτό τα οχήματα που τους χρησιμοποιούν έχουν καλύτερη επιτάχυνση.

Κατά τα άλλα λειτουργούν όπως όλοι οι ηλεκτρικοί κινητήρες που υπάρχουν και στο εμπόριο. Θα δούμε παρακάτω αναλυτικά πως λειτουργούν αυτού του είδους οι κινητήρες.

Οι **κινητήρες συνεχούς** ρεύματος είναι κινητήρες που χρησιμοποιούνται σε μικρές και μεγάλες συσκευές και σε συστήματα που δεν χρειάζονται μεγάλη ακρίβεια στην ταχύτητα και θέση περιστροφής του κινητήρα. Οι κύριες χρήσεις τους βασίζονται στην μεγάλη ροπή που μπορούν να αποδώσουν κάποιοι από αυτούς, όπως ανελκυστήρες, κυλιόμενες σκάλες, και γενικά όπου υπάρχουν βαριές εργασίες. Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος όμως δεν χρησιμοποιούνται μόνο για βαριές εργασίες αλλά βρίσκουν εφαρμογή και σε μικρές καθημερινές συσκευές, για παράδειγμα ένα κινητό τηλέφωνο ή ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή. Βρίσκουν εφαρμογή σε αυτές τις μικρές συσκευές λόγω του ότι οι περισσότερες από αυτές χρησιμοποιούν συνεχές ρεύμα.

Βασική αρχή λειτουργίας του κινητήρα **συνεχούς ρεύματος (DC)** είναι: όταν ένας αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα (I) βρεθεί σε ομογενές μαγνητικό πεδίο (B) τότε ο αγωγός αποκτά μια δύναμη (F) η οποία προσπαθεί να τον αποβάλλει από το μαγνητικό πεδίο. Στο σχήμα το ρεύμα διαρρέει τον αγωγό με την ίδια διεύθυνση αλλά ο αγωγός αναγκάζει το ρεύμα να περάσει από το μαγνητικό πεδίο με δύο διευθύνσεις, έτσι δημιουργούνται δύο ίσες αλλά αντίθετες δυνάμεις. Αφού οι δυνάμεις (F) είναι ίσες τότε δημιουργείται περιστροφή.



Εικόνα 37: Η βασική αρχή λειτουργίας του κινητήρα DC

Για την τροφοδότηση του ρότορα που σε αυτήν την περίπτωση είναι ο αγωγός, χρειάζεται ένα μέσο το οποίο θα μπορεί να αλλάζει την πολικότητα τις πηγής έτσι ώστε το ρεύμα να περνά πάντα με την ίδια φορά μέσα από το μαγνητικό πεδίο και με αυτό τον τρόπο να πετυχαίνεται σταθερή περιστροφή. Το μέσο αυτό στους κινητήρες συνεχούς ρεύματος είναι ένα μοιρασμένο δακτυλίδι πάνω στο οποίο ακουμπούν οι επαφές που τροφοδοτούν τον αγωγό. Για τις επαφές χρειάζεται ένα υλικό το οποίο κατ' αρχάς να είναι καλός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, να είναι μαλακό έτσι ώστε να μην καταστρέφει το δακτυλίδι αλλά αρκετά ανθεκτικό για να αντέχει το ίδιο στην τριβή. Το υλικό που ικανοποιεί αυτές τις απαιτήσεις είναι ο ειδικά κατασκευασμένος ηλεκτραγώγιμος άνθρακας, τον οποίο σπρώχνουν δυο ελατήρια για καλύτερη επαφή με το δακτυλίδι.

Το δακτυλίδι σε πραγματικές συνθήκες είναι κατασκευασμένο από χάλυβα και είναι χωρισμένο σε πολλά κομμάτια που όλα μεταξύ τους είναι μονωμένα.

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος χωρίζονται σε κάποιες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι: Κινητήρες ξένης διέγερσης, κινητήρες με μόνιμους μαγνήτες, κινητήρες παράλληλης διέγερσης, κινητήρες διέγερσης σειράς και κινητήρες σύνθετης διέγερσης.

Οι **κινητήρες ξένης διέγερσης** ονομάζονται οι κινητήρες τους οποίους τα τυλίγματα διέγερσης τους τροφοδοτούνται από εξωτερική ηλεκτρική πηγή. Θεωρώντας ότι η τάση τροφοδοσίας στα τυλίγματα τους μένει σταθερή, η ροπή του κινητήρα ξένης διέγερσης αυξάνεται ή μειώνεται γραμμικά ανάλογα με την ένταση στα τυλίγματα τους και η ταχύτητα περιστροφής του μένει περίπου η ίδια από μηδενική μέχρι την μέγιστη ένταση στα τυλίγματα. Ένας τρόπος αλλαγής της ταχύτητας περιστροφής είναι με μεταβολή της τάσης τροφοδοσίας.

Οι **κινητήρες παράλληλης διέγερσης** έχουν περίπου τα ίδια χαρακτηριστικά με τους κινητήρες ξένης διέγερσης. Αν στα τυλίγματα τους εφαρμοστεί ίδια τάση τότε έχουν ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά. Στους κινητήρες παράλληλης διέγερσης τα τυλίγματα διέγερσης συνδέονται παράλληλα, έτσι τα δυο τυλίγματα διέγερσης τροφοδοτούνται από ίδια πηγή. Θεωρώντας ότι η τάση τροφοδοσίας στα τυλίγματα μένει σταθερή, όπως και στην ξένη διέγερση η ροπή και η ταχύτητα του κινητήρα μεταβάλλεται με τον ίδιο τρόπο. Αλλαγή στην φορά περιστροφής μπορεί να επιτευχθεί επίσης με αλλαγή τις πολικότητας ενός από τα δυο τυλίγματα.

Οι **κινητήρες με μόνιμους μαγνήτες** λειτουργούν σαν κινητήρες παράλληλης και ξένης διέγερσης με την διαφορά στο ότι δεν διαθέτουν τυλίγμα διέγερσης αλλά πολλούς κατασκευασμένους μόνιμους μαγνήτες. Λόγω της απουσίας του τυλίγματος διέγερσης ο κινητήρας μπορεί να κατασκευάζεται σε μικρότερο μέγεθος από τους κινητήρες παράλληλης διέγερσης. Χωρίς ρεύμα διέγερσης έχουν λιγότερες απώλειες και επίσης λόγω των μόνιμων μαγνητών έχουν σταθερή μαγνητική ροή.

Σημαντικό μειονέκτημα είναι ο κίνδυνος απομαγνητισμού των μαγνητών λόγω μεγάλης αύξησης της θερμοκρασίας στο εσωτερικό τους ή σε περίπτωση που το ρεύμα οπλισμού γίνει πολύ μεγάλο. Άλλο μειονέκτημα είναι η περιορισμένη ροπή που μπορούν να παράγουν αυτοί οι κινητήρες αφού οι μόνιμοι μαγνήτες μπορούν να μαγνητιστούν μέχρι ένα απαράβατο επίπεδο.

Οι **κινητήρες διέγερσης σειράς** είναι οι κινητήρες στους οποίους τα τυλίγματα διέγερσης και στάτη συνδέονται σε σειρά με αποτέλεσμα να διαρρέονται πάντα από το ίδιο ρεύμα. Είναι κατασκευασμένοι από λίγες σπείρες και από χοντρά καλώδια σε σχέση με τους άλλους κινητήρες αφού το ρεύμα που διαρρέει και τα δυο τυλίγματα είναι μεγαλύτερο. Διαφέρουν επίσης κατά πολύ από τους κινητήρες παράλληλης διέγερσης όσο αφορά την χαρακτηριστική ροπής και ταχύτητας. Έχουν ως μεγάλο πλεονέκτημα την μεγάλη ροπή εκκίνησης και διατήρησης της, αλλά με κόστος την πτώση των στροφών τους για να το επιτύχουν. Όσο αυξάνεται η ροπή τους η ταχύτητα τους μειώνεται και αντίθετα όσο μειώνεται η ροπή τους τόσο αυξάνεται η ταχύτητα τους. Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται ένα πρόβλημα που αν δεν γίνει ελεγχόμενο μπορεί να καταστρέψει τον κινητήρα. Αν η ροπή ενός κινητήρα με διέγερση σειράς γίνει μηδενική τότε η ταχύτητα του τείνει στο άπειρο. Για τον λόγο αυτό οι κινητήρες δεν χρησιμοποιούνται ποτέ χωρίς φορτίο και ποτέ δεν συνδέονται σε φορτίο που ενδέχεται να αποσυνδεθεί απρόοπτα όπως για παράδειγμα μια καδένα που μπορεί να σπάσει. Για έλεγχο των στροφών του χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές έτσι ώστε η ταχύτητα να ελέγχεται με το φορτίο συνδεδεμένο. Μια από αυτές είναι η χρήση μεταβλητών αντιστάσεων σε πολύπλοκους συνδυασμούς έτσι ώστε να περιορίζεται η ένταση του ρεύματος. Μετά την ρύθμιση αν για οποιοδήποτε λόγο το φορτίο του αλλάξει, τότε η ταχύτητα του θα αλλάξει και αυτή. Στις μέρες μας ο έλεγχος γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια με χρήση θυρίστορ ή με PWM.

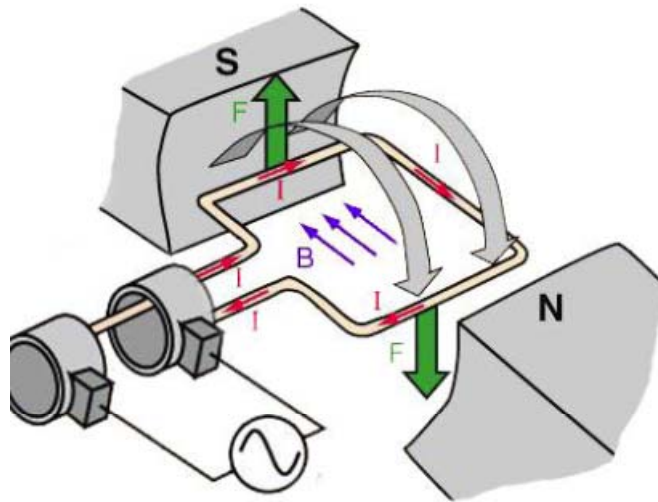
Οι **κινητήρες σύνθετης διέγερσης** χρησιμοποιούν συνδυασμούς παράλληλης διέγερσης και διέγερσης σειράς. Χωρίζονται σε δυο τύπους διέγερσης, οι οποίες διαφέρουν στην σειρά με την οποία συνδέονται οι συνδεσμολογίες παράλληλης διέγερσης και διέγερσης σειράς. Η μία

ονομάζετε Διαφορικής Σύνθετης Διέγερσης και η άλλη Αθροιστικής Σύνθετης Διέγερσης.

Οι **κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος** βρίσκουν ευρεία εφαρμογή και βρίσκονται σχεδόν παντού, στα σπίτια, στη δουλειά, στις βιομηχανίες. Είναι μηχανές οι οποίες μπορούν να προσφέρουν σταθερή ροπή, ακρίβεια και ταχύτητα οι οποίες χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες για τις βαριές και μεγάλης διάρκειας εργασίες. Επίσης μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς μεγάλες απαιτήσεις, σε συσκευές που βρίσκονται στον οικιακό εξοπλισμό όπως ένας ανεμιστήρας, κλιματισμός, ηλεκτρική σκούπα, ψυγείο, και πολλά άλλα.

Βασική αρχή λειτουργίας του κινητήρα **εναλλασσόμενου ρεύματος (AC)** είναι: όπως οι DC κινητήρες, βασισμένοι και αυτοί στο φαινόμενο Laplace, περιστρέφονται με την δύναμη που εξασκείται στους αγωγούς που βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο οι οποίοι διαρρέονται από ρεύμα. Σε αυτή την περίπτωση το ρεύμα είναι εναλλασσόμενο, έτσι υπάρχει φυσική εναλλαγή τις πολικότητας του ρεύματος, γι' αυτό δεν χρειάζεται μοιρασμένο δακτυλίδι που ήταν και ο μηχανισμός εναλλαγής τις πολικότητας του ρεύματος για τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος. Εδώ χρησιμοποιούνται 2 δακτυλίδια τα οποία είναι συνδεδεμένα στα άκρα του αγωγού τα οποία αναλαμβάνουν μόνο την τροφοδότηση του ρότορα σε συνδυασμό με τις ψήκτρες. Το ρεύμα περνά μέσα από τον αγωγό έτσι αφού βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο αποκτά δυο ίσες και αντίθετες δυνάμεις (F) κάθετες στις μαγνητικές γραμμές. Οι δυνάμεις αυτές σπρώχνουν τον αγωγό περιστρέφοντας τον. Στην πραγματικότητα οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος δημιουργούν στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο το οποίο δημιουργείται από δυο ή περισσότερα διαφορετικά τυλίγματα στο σταθερό μέρος (στάτης) του κινητήρα. Τα τυλίγματα αυτά είναι τοποθετημένα σε διαφορά φάσης ανάλογα με τα πόσα τυλίγματα χρησιμοποιούν. Όταν χρησιμοποιούνται δύο τυλίγματα, αυτά εφαρμόζονται σε διαφορά φάσης 90° μεταξύ τους. Όταν χρησιμοποιούνται τρία τυλίγματα, τα τυλίγματα εφαρμόζονται σε διαφορά φάσης 120° μεταξύ τους. Οι κινητήρες με δύο τυλίγματα ονομάζονται

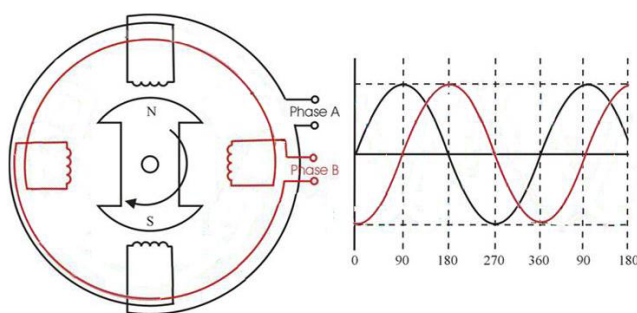
μονοφασικοί κινητήρες, και οι κινητήρες με 3 τυλίγματα ονομάζονται τριφασικοί κινητήρες.



Εικόνα 38: Η βασική αρχή λειτουργίας του κινητήρα AC

Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος χωρίζονται σε κάποιες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι: Μονοφασικοί κινητήρες και τριφασικοί κινητήρες.

Οι **μονοφασικοί κινητήρες** όπως ειπώθηκε και παραπάνω χρησιμοποιούν δυο τυλίγματα τα οποία είναι τοποθετημένα στον στάτη με διαφορά 90° μεταξύ τους. Έτσι ο κινητήρας χρειάζεται δυο πηγές εναλλασσόμενου ρεύματος, μια για κάθε τύλιγμα, οι οποίες να έχουν μεταξύ



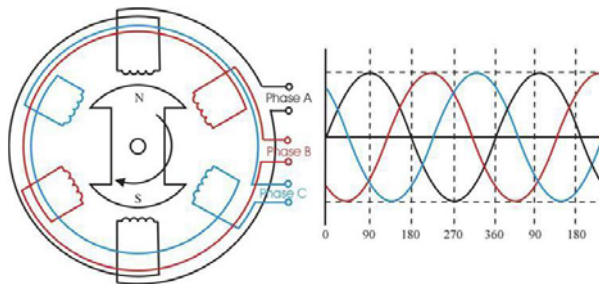
Εικόνα 39: Μονοφασική λειτουργία κινητήρα

τους επίσης 90° διαφορά φάσης. Επειδή δεν θα ήταν σωστό να χρησιμοποιούνται δυο διαφορετικές πηγές, η λύση έρχεται με την προσθήκη ενός πυκνωτή ο οποίος αλλάζει την φάση

τις πηγές κατά 90° . Έτσι τα δυο τυλίγματα τροφοδοτούνται το ένα από τη πηγή και το άλλο από την ίδια πηγή μέσω του πυκνωτή. Με αυτή την διαφορά φάσης δημιουργείται στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο, δηλαδή η πολικότητα των τυλιγμάτων του στάτη αλλάζει περιστροφικά γύρω από τον

ρότορα. Ο ρότορας προσπαθώντας να ευθυγραμμιστεί με τα μαγνητικά πεδία του στάτη αρχίζει να περιστρέφεται και αυτός με την ίδια ταχύτητα.

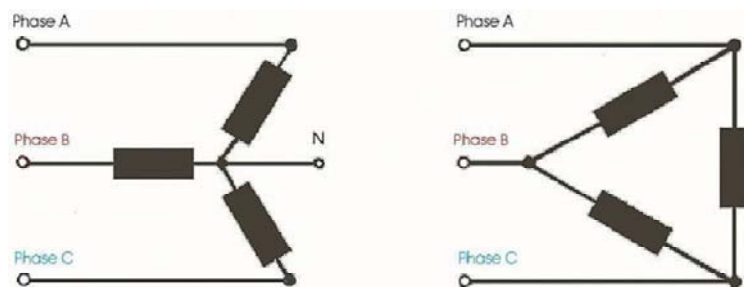
Οι **τριφασικοί κινητήρες** αποτελούνται από 3 τυλίγματα τοποθετημένα στον στάτη τους σε γωνιακή διαφορά 120° μεταξύ τους. Για να λειτουργήσει ένας τέτοιου είδους κινητήρας θα πρέπει να τροφοδοτηθεί αναγκαστικά από 3 πηγές εναλλασσόμενου ρεύματος οι οποίες να έχουν χρονική διαφορά φάσης 120° μεταξύ τους, δηλαδή μια πηγή τριφασικού ρεύματος. Κατά την λειτουργία αυτών των κινητήρων ο στάτης δημιουργεί στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο όπως και στους μονοφασικούς κινητήρες. Το στρεφόμενο τους μαγνητικό πεδίο δημιουργείται με την διαδοχική εναλλαγή της πολικότητας των τυλιγμάτων του στάτη ο ρυθμός της οποίας είναι ίδιος με την συχνότητα τροφοδοσίας τους. Έτσι και εδώ ο ρότορας προσπαθεί να



Εικόνα 40: Τριφασική λειτουργία κινητήρα

ευθυγραμμίσει τα μαγνητικά πεδία με αποτέλεσμα να περιστρέφεται κι αυτός ανάλογα με την συχνότητα τροφοδοσίας. Η τριφασική πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος μπορεί να

λειτουργήσει στους τριφασικούς κινητήρες με δύο διαφορετικές συνδεσμολογίες. Σε συνδεσμολογία αστέρα ή τριγώνου οι οποίες έχουν ξεχωριστά χαρακτηριστικά που αφορούν την τάση και το ρεύμα τροφοδοσίας των τυλιγμάτων τους επηρεάζοντας έτσι τη ροπή και την μέγιστη ταχύτητα περιστροφής του. Και στις δύο συνδεσμολογίες ο κινητήρας απορροφά από την πηγή την ίδια ποσότητα ισχύος. [18].

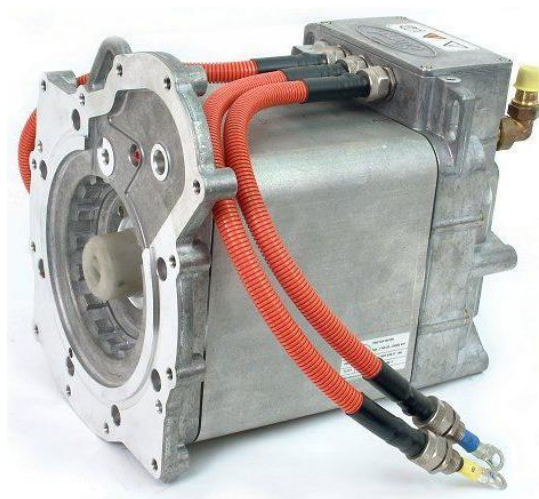


Εικόνα 41: Συνδεσμολογία αστέρα και τριγώνου για τριφασικό κινητήρα

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος που χρησιμοποιούνται στα οχήματα είναι αυτός της διέγερσης σειράς, και αυτός με μόνιμους μαγνήτες, ενώ για όσα έχουν κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος χρησιμοποιείται τριφασικός κινητήρας. Στα οχήματα ο κινητήρας διέγερσης σειράς δίνει μεγάλη ροπή αλλά όπως εξηγήθηκε και παραπάνω στον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου όσο μεγαλύτερη η ροπή τόσο μικραίνει η ταχύτητα, κάτι το οποίο θα δυσκολεύει αρκετά το όχημα σε μια μεγάλη ανηφόρα. Όταν υπάρχει η χρήση κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος θα πρέπει το όχημα να διαθέτει και Inverter για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος των μπαταριών σε εναλλασσόμενο. [19].



Εικόνα 42: Ηλεκτρικός κινητήρας AC από την tm4 για το Tata Indica



Εικόνα 43: Ηλεκτρικός κινητήρας AC της FORD



Εικόνα 44: Κινητήρας DC για όχημα της Mitsubishi

Κιβώτιο Ταχυτήτων

Τα κιβώτια ταχυτήτων στα ηλεκτρικά οχήματα έχουν εντελώς διαφορετική φιλοσοφία από αυτά των οχημάτων με μηχανή εσωτερικής καύσης. Στα «συμβατικά» λοιπόν οχήματα το κιβώτιο ταχυτήτων εκτός από τον έλεγχο της ταχύτητας του οχήματος ελέγχει και την ροπή του. Κατεβάζοντας σε μια χαμηλότερη σχέση αυξάνουμε την ροπή. Αντίθετα τα κιβώτια ταχυτήτων που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά οχήματα δεν είναι δυνατό να ελέγξουν την ροπή του κινητήρα πάρα μόνο την ταχύτητα περιστροφής. Ως αρχή λειτουργίας τους ισχύει ότι υπάρχει μία σειρά από αντιστάσεις, με τις οποίες ελέγχεται η ταχύτητα. Όταν λοιπόν επιλέγουμε την μεγαλύτερη σχέση στο κιβώτιο σημαίνει ότι η αντίσταση η οποία είναι ενεργοποιημένη είναι η μικρότερη δυνατή. Ουσιαστικά δηλαδή τα κιβώτια ταχυτήτων στα ηλεκτρικά οχήματα λειτουργούν ως αυξομειωτήρες στροφών.

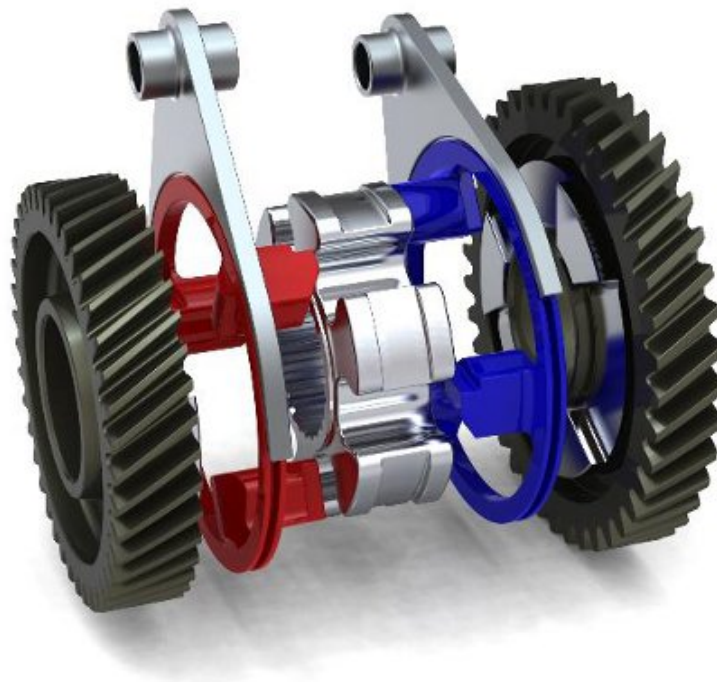
Μερικά **παραδείγματα** κιβωτίων ταχυτήτων για ηλεκτρικά οχήματα θα δούμε παρακάτω:

1. Η Vocis, εταιρεία σχετική με την μετάδοση κίνησης και ειδική στα θέματα ελέγχου αποκάλυψε το νέο κιβώτιο ταχυτήτων, δύο σχέσεων, για ηλεκτρικά οχήματα στην επίδειξη χαμηλής κατανάλωσης οχημάτων στις 7 και 8 Σεπτεμβρίου του 2011 στην αγωνιστική πίστα του Rockingham. Το συγκεκριμένο κιβώτιο δοκιμάστηκε σε ένα ηλεκτρικό mini-bus. [23].



Εικόνα 45: Το κιβώτιο ταχυτήτων της Vocis

2. Η Βρετανική εταιρεία μετάδοσης κίνησης Zeroshift ανακοίνωσε το κιβώτιο ταχυτήτων πολλαπλών σχέσεων για ηλεκτρικά οχήματα, το οποίο δεν χρειάζεται συμπλέκτη. Αυτή η μονάδα με τις γρήγορες αλλαγές ταχυτήτων χωρίς σύμπλεξη έχει ένα αποσβεστήρα στην εσωτερική πλευρά των γραναζιών αντί για συμπλέκτη και ένα ζευγάρι δακτυλίδια αντί για το συγχρονιζέ των «συμβατικών» κιβωτίων. Κατά την διάρκεια αλλαγής σχέσης δεν χάνουμε σε ροπή. Λέγεται ότι βελτιώνει την αποδοτικότητα του ηλεκτρικού οχήματος και την διάρκεια της μπαταρίας κατά 10%. Επίσης μπορεί να μειώσει το μέγεθος των κινητήρων. [24].



Εικόνα 46: Το κιβώτιο ταχυτήτων συνεχούς ροπής από την Zeroshift

Η Ψύξη στα ηλεκτρικά οχήματα

Το ερώτημα είναι αν χρειάζονται ψύξη τα ηλεκτρικά οχήματα, καθώς οι κινητήρες τους από τη σχεδιάσή τους έχουν κατασκευαστεί για να ψύχονται με τον αέρα όπως τρέχει το όχημα. Όπως οι υπολογιστές έχουν «καυτά» σημεία και χρησιμοποιούμε την αερόψυξη για την ελάττωση της θερμοκρασίας λειτουργίας του μπορεί να συμβεί και αυτό στα ηλεκτρικά οχήματα. Φυσικά μεγαλύτερο έλεγχο στην θερμοκρασία μας προσφέρει η χρήση υδρόψυξης και ψυκτικού υγρού.

Στα οχήματα υπάρχουν επίσης αυτά τα «καυτά» σημεία πάνω στον κινητήρα, στις μπαταρίες, στο σύστημα φόρτισης των μπαταριών ή και άλλα. Για τις μπαταρίες προτιμάτε η αερόψυξη, για την απομάκρυνση πιθανών αερίων. Πάντως θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και σύστημα με χρήση ψυκτικού υγρού. Επειδή πολλά από τα εξαρτήματα που χρειάζονται ψύξη είναι πιο μακριά από το εξωτερικό του οχήματος και δεν φτάνει ο αέρας που έρχεται από το περιβάλλον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ψυγείο ώστε να πηγαίνει σε αυτά ψυκτικό υγρό και να φροντίζει για την ψύξη τους και μετέπειτα για την σωστή απόδοση του οχήματος. [25].

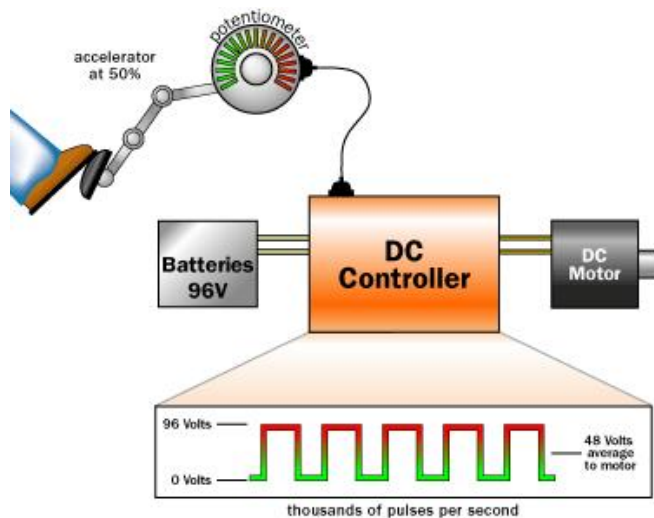


Εικόνα 47: Ανεμιστήρας για την ψύξη των μπαταριών από την Johnson electric

3.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Όπως χαρακτηριστικά προδίδει το όνομα τους τα οχήματα αυτά κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια, την οποία «παίρνουν» από κάποιο ηλεκτρικό κινητήρα ο οποίος με τη σειρά του τροφοδοτείται από μπαταρίες. Οι ηλεκτρικοί κινητήρες σε αυτά τα οχήματα μπορεί να είναι είτε συνεχούς ρεύματος είτε εναλλασσομένου. Εάν είναι συνεχούς ρεύματος (DC) λειτουργούν από 96 έως 192 volts, ενώ εάν είναι εναλλασσομένου ρεύματος (AC) 3 φάσεων λειτουργούν στα 240 Volts με ένα πακέτο μπαταριών των 300 Volts.

Η ενέργεια από τις μπαταρίες στον κινητήρα φτάνει μέσω ενός ελεγκτή. Το πεντάλ του γκαζιού είναι συνδεδεμένο με ένα ζευγάρι ποτενσιόμετρων τα οποία είναι με τη σειρά τους συνδεδεμένα στον ελεγκτή. Έτσι μπορεί και



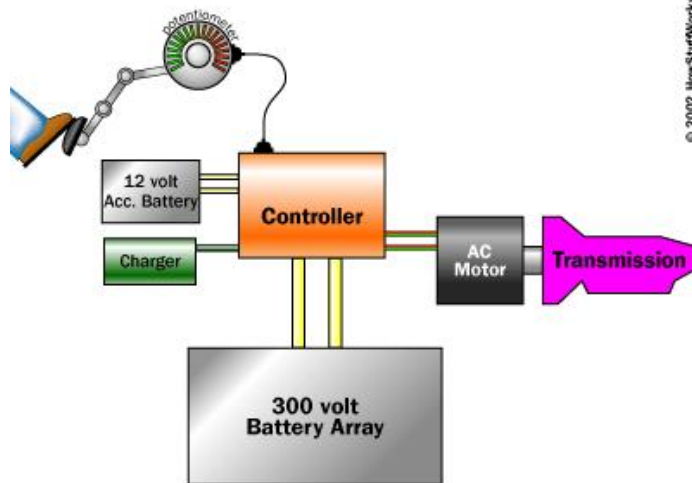
© 2002 HowStuffWorks

ελέγχεται ανάλογα με το πάτημα του πεντάλ η ενέργεια που θα έρθει από τις μπαταρίες. Η «δουλειά» του ελεγκτή σε ένα όχημα με κινητήρα συνεχούς ρεύματος είναι εύκολο να κατανοηθεί. Εάν π.χ. το όχημα έχει 12 μπαταρίες των 12 volts συνδεδεμένες σε σειρά θα μας δώσουν

Εικόνα 48: Λειτουργία ηλεκτρικών οχημάτων με DC κινητήρα

144 volts. Αυτά τα 144 volts θα τα πάρει ο ελεγκτής για να τα στείλει στον κινητήρα αλλά με ελεγχόμενο τρόπο. Το σήμα από τα ποτενσιόμετρα λένε στον ελεγκτή πόση ενέργεια να πάρει από τις μπαταρίες. Υπάρχουν δύο ποτενσιόμετρα για να διασφαλίσει ο ελεγκτής ότι τα σήματα τους είναι ίδια. Εάν δεν είναι τότε δεν λειτουργεί ο ελεγκτής. Οι ελεγκτές λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες πολλές φορές κοντά στα 15000 Hz. [17].

Εάν ο κινητήρας που θα χρησιμοποιηθεί είναι εναλλασσομένου ρεύματος η διαδικασία είναι παρόμοια. Η διαφορά βρίσκεται στον ελεγκτή, ο οποίος κάνει μια λίγο πιο πολύπλοκη διαδικασία. Δημιουργεί τρία ψευδο – ημιτονοειδής σήματα. Αυτό επιτυγχάνεται παίρνοντας το συνεχές

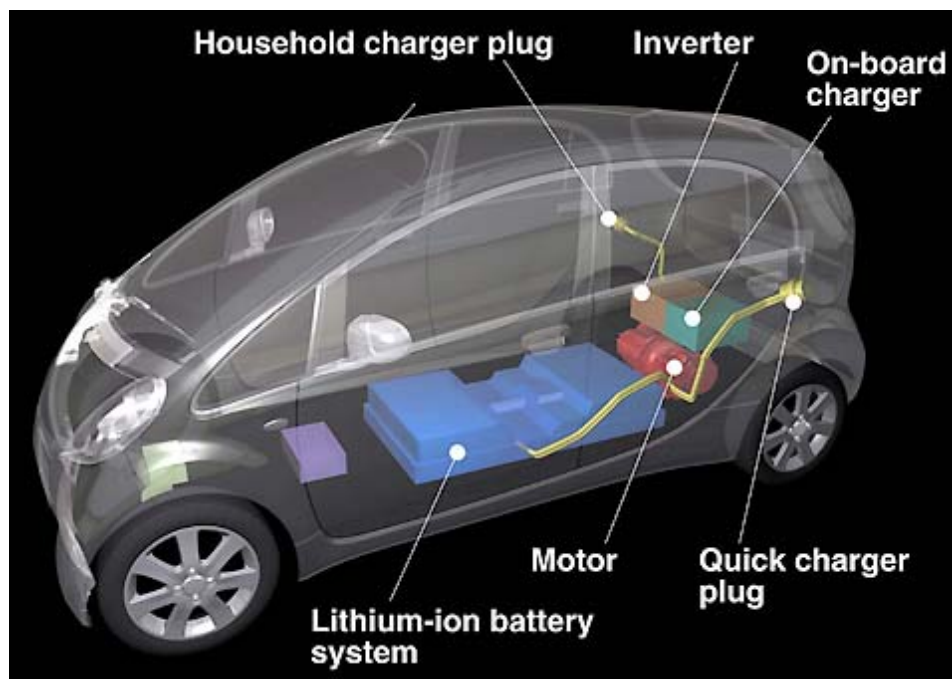


© 2002 HowStuffWorks

ρεύμα από τις μπαταρίες, δημιουργώντας παλμούς on και off. Σε έναν ελεγκτή εναλλασσομένου ρεύματος υπάρχει η επιπρόσθετη ανάγκη για αναστροφή της πολικότητας 60 φορές το δευτερόλεπτο, επομένως χρειάζονται έξι ζευγάρια από τρανζίστορ, σε αντίθεση με τον ελεγκτή

Εικόνα 49: Λειτουργία ηλεκτρικών οχημάτων με AC κινητήρα

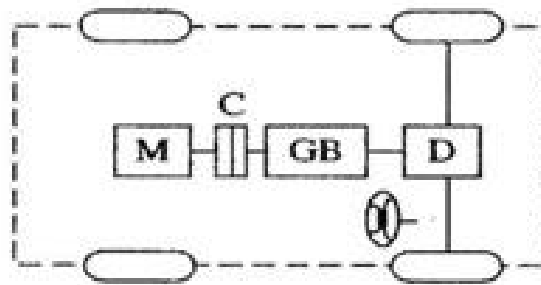
συνεχούς ρεύματος όπου χρειάζεται μόνο ένα ζευγάρι. Για κάθε φάση στο εναλλασσόμενο ρεύμα χρειάζονται 2 ζευγάρια τρανζίστορ, ένα για την δημιουργία παλμών και ένα για την αντιστροφή της πολικότητας. Άρα για τις τρεις φάσεις χρειαζόμαστε έξι συνολικά ζευγάρια. [17].



Εικόνα 50: Τα μέρη ενός ηλεκτρικού οχήματος

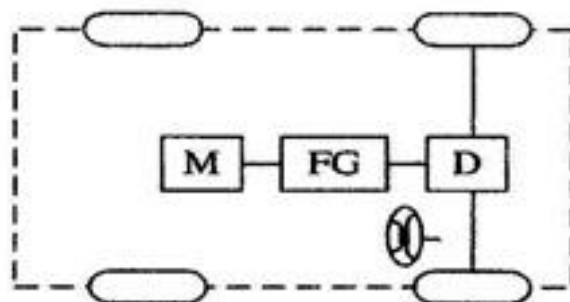
3.3 ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Σε αυτό το μέρος θα δούμε, τις επιλογές που υπάρχουν, για την τοποθέτηση του κινητήρα, του κιβωτίου και του διαφορικού. Ο παρακάτω συνδυασμός (Εικόνα 51) είναι σαν του επιβατικού αυτοκινήτου με εμπρόσθια κίνηση. Αποτελείται από τον κινητήρα (M), τον συμπλέκτη (C), το κιβώτιο ταχυτήτων (GB) και το διαφορικό (D). Αυτή η διάταξη έχει ως μειονέκτημα το βάρος εξαιτίας των πολλών εξαρτημάτων. [26].



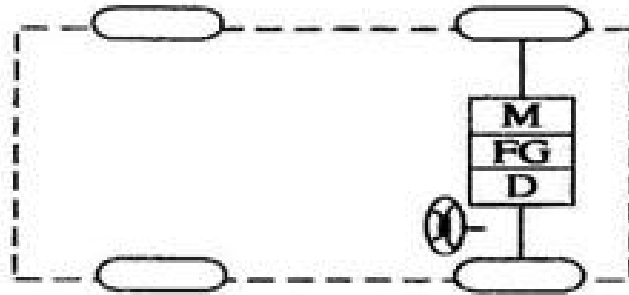
Εικόνα 51: Διάταξη με συμπλέκτη

Αν αντικαταστήσουμε το κιβώτιο ταχυτήτων με σταθερά γρανάζια και αφαιρέσουμε το συμπλέκτη, τότε ελαττώνουμε το βάρος του οχήματος και προκύπτει η παρακάτω διάταξη. Αποτελείται από τον κινητήρα (M), το κιβώτιο ταχυτήτων με σταθερά γρανάζια (FG) δηλαδή αυτόματο κιβώτιο και το διαφορικό (D). [26].



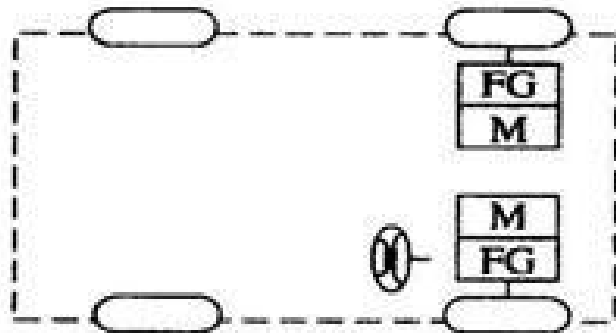
Εικόνα 52: Διάταξη χωρίς συμπλέκτη, με κιβώτιο σταθερών γρανάζιών

Η παρακάτω διάταξη υιοθετείται στα περισσότερα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Αποτελείται από τον κινητήρα (M), το κιβώτιο ταχυτήτων με σταθερά γρανάζια (FG) και το διαφορικό (D). Και τα τρία αυτά εξαρτήματα ενοποιούνται σε μια ενιαία διάταξη. [26].



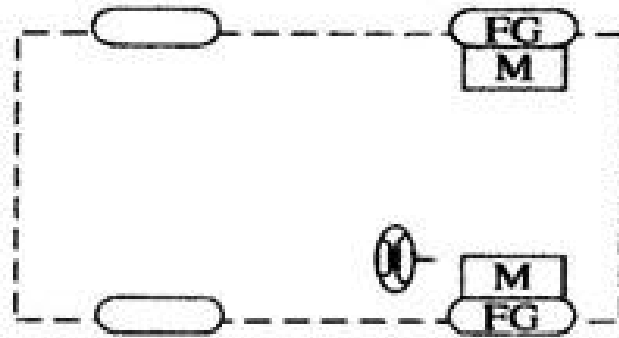
Εικόνα 53: Ενοποιημένη διάταξη κινητήρα, κιβωτίου και διαφορικού

Μια άλλη εναλλακτική διάταξη είναι η κατάργηση του διαφορικού. Αποτελείται από δύο κινητήρες (M) και δύο κιβώτια ταχυτήτων με σταθερά γρανάζια (FG). Οι δύο κινητήρες λειτουργούν σε διαφορετικές στροφές και ελέγχονται ηλεκτρονικά. [26].



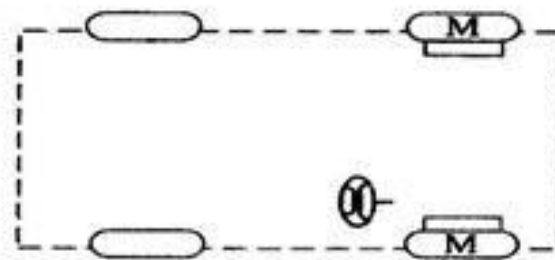
Εικόνα 54: Διάταξη χωρίς διαφορικό, με δύο κινητήρες και κιβώτια

Η απόσταση της μηχανικής μετάδοσης από τον ηλεκτροκινητήρα στον τροχό μπορεί να μειωθεί ακόμη περισσότερο εάν τοποθετήσουμε τον κινητήρα μέσα στον τροχό. Στη διάταξη αυτή με τη βοήθεια του FG μειώνονται οι στροφές του κινητήρα στην επιθυμητή ταχύτητα του τροχού. [26].



Εικόνα 55: Διάταξη με τον κινητήρα πάνω στον τροχό

Τέλος η μετάδοση κίνησης μπορεί να υλοποιηθεί και με κινητήρα μέσα στον τροχό, χωρίς FG και χωρίς διαφορικό. Ο κινητήρας (M) αυτός διαθέτει εξωτερικό ρότορα ο οποίος συμπλέκεται με την στεφάνη του τροχού. Έτσι ο έλεγχος των στροφών συσχετίζεται άμεσα με τον έλεγχο των στροφών του τροχού και αντίστοιχα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου. [26].



Εικόνα 56: Διάταξη, με τον κινητήρα μέσα στον τροχό χωρίς κιβώτιο

3.4 ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Το βασικότερο στοιχείο σε ένα ηλεκτρικό όχημα είναι οι μπαταρίες με τις οποίες είναι εξοπλισμένο. Αυτές του προσδίδουν το χαρακτηριστικό της μέγιστης αυτονομίας που θα έχει. Είναι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που χρησιμοποιούνται σε όλα τα ηλεκτρικά οχήματα (ανυψωτικά μηχανήματα, αμαξίδια golf, ηλεκτρικές μοτοσυκλέτες, ηλεκτρικά αυτοκίνητα κλπ.). Διαφέρουν από τις μπαταρίες των κοινών οχημάτων διότι αυτές χρησιμοποιούνται καθ' όλη την διάρκεια της κίνησης του οχήματος. Πρέπει να είναι σχεδιασμένες για υψηλή χωρητικότητα Ah. Οι μπαταρίες των ηλεκτρικών οχημάτων χαρακτηρίζονται από την σχετικά υψηλή αναλογία Ισχύος – Βάρους, Ενέργειας – Βάρους και πυκνότητα ενέργειας. Οι μικρότερες και ελαφρύτερες μπαταρίες μειώνουν το βάρος του οχήματος και έτσι μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση του. Σε σύγκριση με τα υγρά καύσιμα, όλες οι σύγχρονης τεχνολογίας μπαταρίες έχουν μικρότερη ειδική ενέργεια και αυτό επηρεάζει την μέγιστη αυτονομία των ηλεκτρικών οχημάτων.

Οι μπαταρίες είναι συνήθως το πιο ακριβό κομμάτι των ηλεκτρικών οχημάτων. Το κόστος κατασκευής των μπαταριών είναι υψηλό, αλλά αυτό είναι ανάλογο και της απόδοσης που δίνουν. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 οι τεχνολογία των μπαταριών έχει βελτιωθεί πολύ και σε αυτό οφείλεται η αύξηση χρήσης φορητών υπολογιστών και κινητών τηλεφώνων, έτσι και η αγορά των οχημάτων έχει επωφεληθεί από αυτή την εξέλιξη. Σε ενεργειακή βάση η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας για την κίνηση ενός οχήματος είναι ένα κλάσμα του κόστους των υγρών καυσίμων για ένα ισοδύναμο ποσό ενέργειας. Το κόστος της αντικατάστασης των μπαταριών κυριαρχεί του κόστους λειτουργίας

Υπάρχουν πολλοί τύποι μπαταριών για ηλεκτρικά οχήματα, θα τους δούμε αναλυτικότερα παρακάτω. [1].

Τύποι Μπαταριών

Μολύβδου οξέος (Lead-acid)

Αυτού του τύπου οι μπαταρίες είναι οι φθηνότερες και οι πιο κοινές μπαταρίες. Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στις τύπου εκκίνησης κινητήρα και σε βαθέως κύκλου μπαταρίες. Αυτές που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά οχήματα είναι οι μπαταρίες βαθέως κύκλου. Αυτές οι μπαταρίες δεν θα πρέπει να αποφορτίζονται πάνω από το 50% της χωρητικότητας τους, ώστε να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Χρησιμοποιούνται ευρέως στα οχήματα λόγω του χαμηλού κόστους, της υψηλής διαθεσιμότητας, αλλά έχουν και περιβαλλοντικές επιπτώσεις κυρίως για κατασκευαστικούς λόγους. Οι



Εικόνα 57: Μπαταρία μολύβδου οξέος

μπαταρίες βαθέως κύκλου μολύβδου έχουν διάρκεια ζωής περίπου 3 χρόνια, πολύ μικρότερη δηλαδή από την διάρκεια ζωής του οχήματος για το οποίο προορίζονται. Οι μπαταρίες αυτές για τα οχήματα καταλαμβάνουν ένα μεγάλο ποσοστό στο συνολικό βάρος τους της τάξεως του 25-50%. Όπως όλες οι μπαταρίες έχουν μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα από το υγρό καύσιμα, περίπου 30-40 Wh/kg. Αυτό το γεγονός μας κάνει να τοποθετούμε περισσότερες μπαταρίες στα οχήματα, έτσι αυξάνεται το βάρος τους. Η φόρτισή τους έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν εκπομπές υδρογόνου οξυγόνου και θείου, αλλά είναι αβλαβείς αν υπάρχει αερισμός στον χώρο φόρτισης. Πρόσφατα ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων διαπίστωσαν έντονες οσμές θείου από φόρτιση σε μη κατάλληλο χώρο. [1].

Νικελίου – Υβριδίου μετάλλου (Nickel – Metal Hybride)

Οι μπαταρίες νικελίου – υβριδίου μετάλλου θεωρούνται πλέον ώριμες τεχνολογικά. Ενώ είναι λιγότερο αποδοτικές στα ποσοστά φόρτισης – αποφόρτισης, από αυτές του μολύβδου οξέος, στο θέμα της ενεργειακής πυκνότητας υπερτερούν, φτάνουν από 30-80 Wh/kg. Όταν χρησιμοποιούνται σωστά, έχει αποδειχθεί από την



χρησιμοποίησή τους σε υβριδικά οχήματα ότι έχουν διάρκεια για περίπου 160.000 km και για πάνω από μια δεκαετία χρήσης. Έχουν σαν μειονέκτημα την κακή απόδοσή τους στις χαμηλές θερμοκρασίες. [1].

Εικόνα 58: Μπαταρία νικελίου - υβριδίου μετάλλου

Νατρίου ή Zebra

Οι μπαταρίες Zebra χρησιμοποιούν λιωμένο άλας νατρίου του χλωριούχου αλουμινίου (NaAlCl_4) ως ηλεκτρολύτη. Έχουν μεγάλη ενεργειακή πυκνότητα περίπου 120 Wh/kg και μια σειρά από αντιστάσεις. Δεδομένου ότι θερμαίνονται άρα δεν τις επηρεάζουν οι καιρικές συνθήκες στη λειτουργία τους. Έχουν χρησιμοποιηθεί σε πάρα πολλά ηλεκτρικά οχήματα. Διαρκούν για μερικές χιλιάδες κύκλους φόρτισης και δεν είναι τοξικές. Έχουν το μειονέκτημα ότι πρέπει να θερμανθούν οι ηλεκτρολύτες στους 270 °C, επομένως ξοδεύεται ενέργεια για αυτό το σκοπό. [1].



Εικόνα 59: Μπαταρία Zebra

Ιόντων Λιθίου (Lithium ion)

Είναι ευρέως γνωστές για την χρήση τους σε φορητούς υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και άλλα ηλεκτρονικά είδη. Κυριαρχούν από πλευράς ανάπτυξης για την χρήση τους σε ηλεκτρικά οχήματα. Η ενεργειακή τους πυκνότητα μπορεί



να ξεπεράσει τις 200 Wh/kg, και η απόδοση τους φτάνει το 80-90% στη φόρτιση/αποφόρτιση. Έχουν ως μειονέκτημα τον μικρό κύκλο ζωής τους. Επίσης κατά τη φόρτιση τους υπάρχει περίπτωση έκρηξης τους. Το Tesla roadster

Εικόνα 60: Μπαταρία Ιόντων λιθίου χρησιμοποιεί παραδοσιακές μπαταρίες ιόντων λιθίου όπως αυτές που χρησιμοποιούνται σε φορητούς υπολογιστές. Σε αυτή την περίπτωση μπορούν να αντικατασταίνονται ξεχωριστά η καθεμία χωρίς κάποιο πρόβλημα. [1].

Φόρτιση Μπαταριών

Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά οχήματα πρέπει να επαναφορτίζονται περιοδικά. Ο πιο κοινός τρόπος φόρτισης τους είναι φόρτιση απ' ευθείας από την ηλεκτρική ενέργεια του δικτύου, η οποία παράγεται από υδροηλεκτρικά, πυρηνικά εργοστάσια και άλλες πηγές. Επίσης για την φόρτιση τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν και φωτοβολταϊκά στοιχεία που υπάρχουν την οροφή ενός κτηρίου ή ενέργεια από αιολικά πάρκα διότι τέτοιες πηγές ενέργειας συμβάλλουν στην καταπολέμηση της περιβαλλοντικής ρύπανσης.

Ο χρόνος φόρτισης εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ικανότητα της πηγής φόρτισης. Μια οικιακή πρίζα είναι μεταξύ 1,5kW στις χώρες που έχουν τάση 110V (ΗΠΑ, Καναδάς, Ιαπωνία) και 3kW στις χώρες με τάση 240V. Σε κάποιες χώρες χρησιμοποιείτε το τριφασικό ρεύμα με το οποίο υπάρχει η ικανότητα 20 – 30kW. Ωστόσο αυτή πρέπει να χρησιμοποιείτε για την τροφοδοσία του υπόλοιπου χώρου, επομένως στην πράξη είναι αδύνατο. Το 1995 ορισμένοι σταθμοί φόρτισης, φόρτιζαν τα οχήματα μέσα σε μία ώρα.

Το 1997 η Ford αγόρασε ένα σύστημα γρήγορης φόρτισης από την AeroVironment το οποίο λεγόταν "PosiCharge" για δοκιμή στο «ηλεκτρικό» Ranger, στο οποίο φόρτιζε τις μπαταρίες μολύβδου – οξέος μεταξύ έξι και δεκαπέντε λεπτών. Το 1998 η General Motors ανακοίνωσε το σύστημα φόρτισης "Magne Charge" το οποίο επαναφόρτιζε τις μπαταρίες Νικελίου – υβριδίου μετάλλου σε περίπου δέκα λεπτά, προσφέροντας στο όχημα αυτονομία της τάξεως των 60 έως 100 μιλίων. Το 2005 σχεδιάστηκε από την Toshiba ένα φορητό σύστημα φόρτισης το οποίο φόρτιζε το 80% της μπαταρίας σε 60 δευτερόλεπτα. Όμως με αυτόν τον τρόπο θα ήταν ανασφαλές να χρησιμοποιούνταν αμέσως οι μπαταρίες καθώς θα έχει συσσωρευτεί σε αυτές μεγάλο ποσό θερμότητας.

Η εταιρεία ηλεκτρισμού της Γαλλίας σε συνεργασία με την Toyota έχουν τοποθετήσει σε δρόμους σε χώρους στάθμευσης ειδικά σημεία για την φόρτιση ηλ. οχημάτων. Επίσης τέτοια σημεία υπάρχουν και στο Ηνωμένο Βασίλειο. [1].

Σύνδεση με το φορτιστή – Τρόποι φόρτισης

Η ισχύς – ρεύμα για την φόρτιση μπορεί να συνδεθεί με δύο τρόπους πάνω στο αυτοκίνητο. Ο πρώτος είναι με απ' ευθείας σύνδεση πάνω στο αυτοκίνητο γνωστή και ως αγώγιμη σύνδεση. Αυτό μπορεί να είναι απλό όσο ένα καλώδιο υψηλής χωρητικότητας μέσα σε μια στεγανή πρίζα για την προστασία του χρήστη από υψηλές τάσεις. Ο δεύτερος τρόπος είναι η επαγωγική φόρτιση. Ένας ειδικός μοχλός εισάγεται σε μια υποδοχή πάνω στο όχημα. Η μία μεριά του μοχλού είναι ένα τύλιγμα του μετασχηματιστή και η άλλη είναι ενσωματωμένη στο όχημα. Έτσι μόλις εισάγεται ολοκληρώνεται ένα μαγνητικό κύκλωμα το οποίο παρέχει ενέργεια στην μπαταρία. Το πλεονέκτημα αυτού του τρόπου είναι ότι είναι ασφαλέστερος καθώς δεν υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας για τον χρήστη. Επίσης αυτός ο τρόπος μπορεί να μειώσει το βάρος του οχήματος. Υποστηρικτής της αγώγιμης σύνδεσης υπήρξε η Ford, καθώς υποστήριζε ότι ήταν πιο αποδοτικός τρόπος, ενώ την επαγωγική φόρτιση υποστηρίζει η Toyota από το 1998. [1].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ – ΠΡΩΤΕΣ ΣΚΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Ο σχεδιασμός του οχήματος εφόσον θα πρόκειται για όχημα πόλης, θα πρέπει να έχει και κάποιες συγκεκριμένες προδιαγραφές, όπως το σχήμα του, το μέγεθος κ.α. Οι πρώτες σκέψεις για αυτό το όχημα πραγματοποιήθηκαν με σχεδίαση σκαριφημάτων σε χαρτί σε δύο διαστάσεις. Μετά από πολλές αλλαγές έγινε η τελική επιλογή για το σχήμα το οποίο θα έχει το όχημα κατά προσέγγιση πάντα. Αρχικά ο σχεδιασμός έγινε με βάση εκείνη την επιλογή αλλά στην πορεία η τελική μορφή άλλαξε μόνο στο θέμα ύψους του οχήματος, αλλάζοντας του και κατά πολύ την αεροδυναμική συμπεριφορά. Πολλά άλλα στοιχεία του έγιναν κατά την διάρκεια του σχεδιασμού, χωρίς να έχουν σχεδιαστεί σε χαρτί από πριν. Ο σχεδιασμός έγινε με το πρόγραμμα σχεδιασμού SolidWorks 2010.

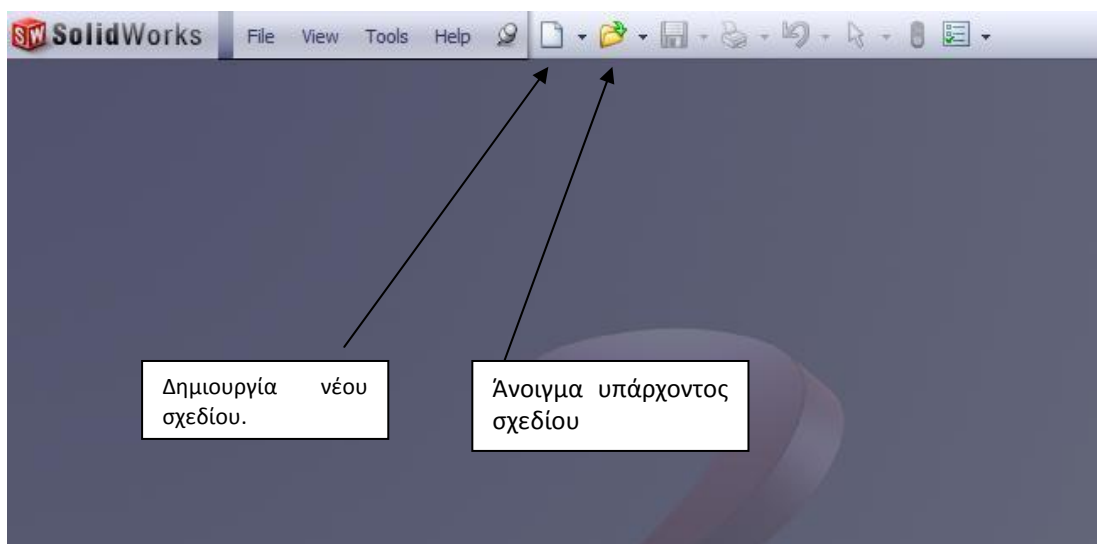
4.2 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ SOLIDWORKS

Το SolidWorks είναι ένα πρόγραμμα τρισδιάστατου (3D) σχεδιασμού μηχανολογικών και μη εξαρτημάτων που αναπτύχθηκε από την Dassault Systèmes SolidWorks Corp. θυγατρική της Dassault Systèmes S.A. Το SolidWorks αυτή τη στιγμή χρησιμοποιείται πάνω από 1,3 εκατομμύρια μηχανικούς και σχεδιαστές σε όλο τον πλανήτη, και σε περισσότερες από 130000 εταιρείες παγκόσμια. Διαθέτει πλήθος από δυνατότητες εκτός από την κύρια του δηλαδή τον σχεδιασμό. Έχει την δυνατότητα για ανάλυση σε αντοχή των τεμαχίων που σχεδιάζονται, ανάλυση ροής, δυνατότητα μετατροπής του τρισδιάστατου σχεδίου σε μηχανολογικό σχέδιο. Υπολογισμός του βάρους, του κέντρου βάρους και των ροπών αδράνειας για το αντικείμενο σχεδιασμού. Επίσης έχει την δυνατότητα δημιουργίας συγκολλητής κατασκευής, από ράβδους τυποποιημένων προφίλ. Θα δούμε αναλυτικότερα σε εικόνες κάποιες από τις λειτουργίες του προγράμματος. [1].

Αρχική εικόνα του SolidWorks



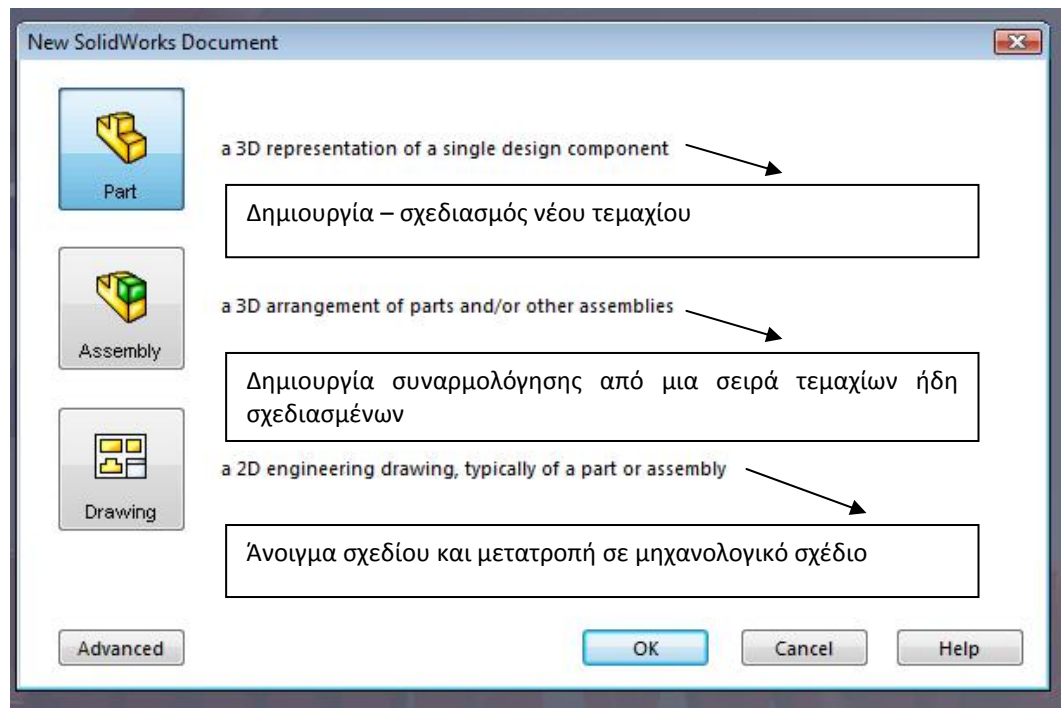
Εικόνα 61: Η αρχική "εικόνα" του solidworks σε πλήρη οθόνη



Εικόνα 62: Οι επιλογές που έχουμε αμέσως μετά την έναρξη του προγράμματος

Υπάρχει και η δυνατότητα αποθήκευσης, εκτύπωσης, αναιρέσης, επιλογής, αναδημιουργίας του σχεδίου σε τυχόν μετατροπές που έχουμε κάνει και οι ρυθμίσεις του προγράμματος. Οι επιλογές αυτές ενεργοποιούνται μετά από την έναρξη νέου σχεδίου.

Δημιουργία νέου σχεδίου



Εικόνα 63: Παράθυρο επιλογών μετά το πάτημα δημιουργίας νέου σχεδίου

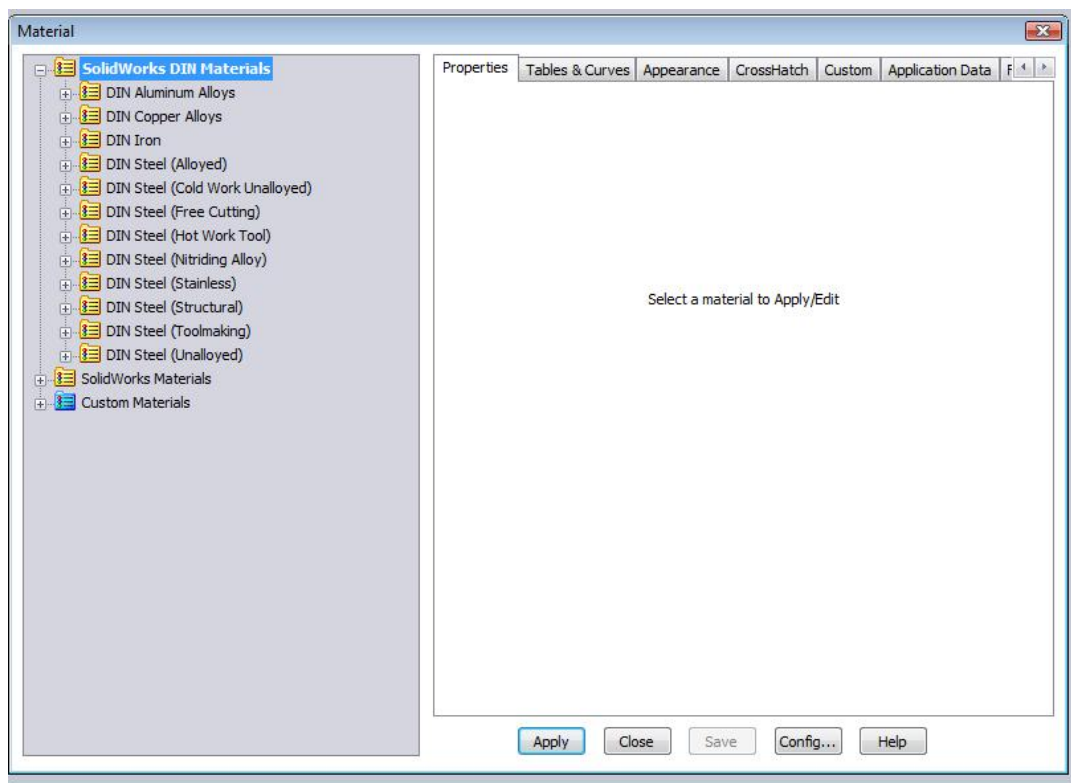
Μετά από την επιλογή της δημιουργίας νέου τεμαχίου (part) εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη. Το πρόγραμμα για την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων έχει δύο βασικές επιλογές.

Η πρώτη είναι η δημιουργία σχεδίου δύο διαστάσεων, με την μορφή του προφίλ που θα έχει το τελικό αντικείμενο. Μετά απλά δίνουμε ύψος στο σχέδιο των δύο διαστάσεων και αυτό γίνεται τρισδιάστατο.

Η άλλη επιλογή είναι η δημιουργία σε δύο διαστάσεις του προφίλ του αντικειμένου ούτως ώστε με την περιστροφή του γύρω από άξονα να μας δώσει τρισδιάστατο γεωμετρικά μοντέλο.

Υπάρχουν βέβαια και άλλες δυνατότητες όπως δημιουργία ελικοειδών μοντέλων. Σχεδίαση με επιφάνειες, σχεδίαση με φύλλα μετάλλων, υπολογισμοί, ανάλυση αντοχής, προσομοίωση ροής και άλλες δυνατότητες.

Το SolidWorks μας δίνει την δυνατότητα επιλογής του υλικού από το οποίο θα κατασκευαστεί το τεμάχιο. Έτσι του προσδίδει όλες τις ιδιότητες που θα έχει. (Βάρος, Αντοχή, Εμφάνιση) Τα υλικά είναι είτε τυποποιημένα κατά το πρότυπο DIN είτε αλλα γνωστά υλικά. Υπάρχει και η δυνατότητα δημιουργίας νέου υλικού αν γνωρίζουμε τις ιδιότητές του.



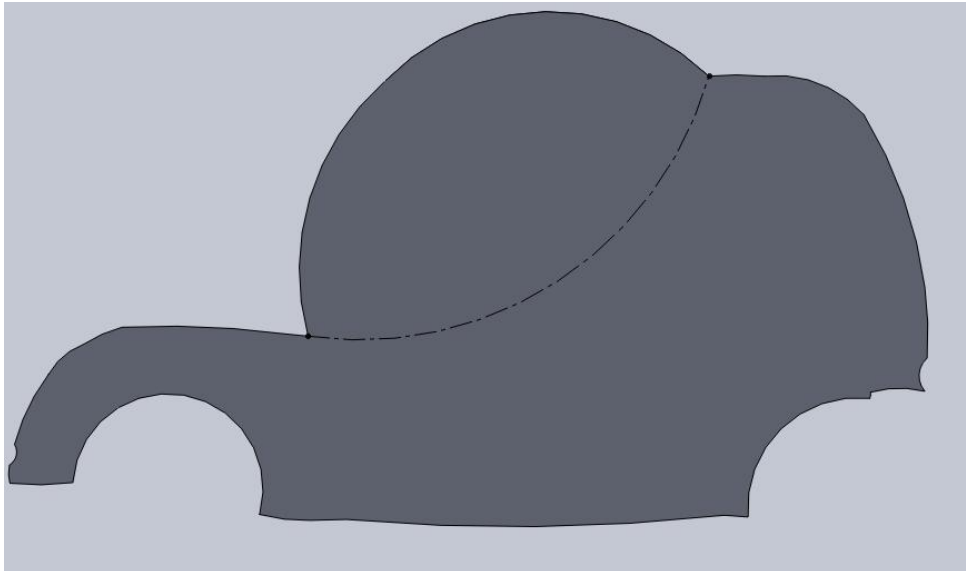
Εικόνα 64: Παράθυρο επιλογής υλικού

Δημιουργία νέας συναρμολόγησης τεμαχίων

Κατά την δημιουργία της συναρμολόγησης (assembly), απλά εισάγουμε τα ήδη σχεδιασμένα τεμάχια που έχουμε. Μετά τα συνδέουμε με σχέσεις μεταξύ τους πχ η μια πλευρά του ενός να είναι παράλληλη, καθετή ή σε κάποια γωνία με κάποια πλευρά του άλλου κομματιού. Ακόμα αν δεν έχουμε έτοιμο κάποιο τεμάχιο, μπορούμε να εισάγουμε ένα νέο που θα σχεδιάσουμε εκείνη την στιγμή.

4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Αρχικά, έγινε προσεγγιστική σχεδίαση του οχήματος, με σχεδίαση συμπαγούς μάζας στην οποία έγινε ανάλυση ροής, για την μελέτη της αεροδυναμικής του συμπεριφοράς. Η πρώτη σκέψη για το σχήμα του οχήματος φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 65.



Εικόνα 65: Η πρώτη σκέψη για το σχήμα του οχήματος

Βασικό κομμάτι της αεροδυναμικής συμπεριφοράς στα οχήματα είναι ο συντελεστής οπισθέλκουσας δύναμης (C_d). Η οπισθέλκουσα δύναμη (drag force) είναι η δύναμη που εξασκεί το ρευστό στην μετωπική επιφάνεια του οχήματος, όπως αυτό κινείται. Ο συντελεστής της οπισθέλκουσας υπολογίζεται από τον τύπο $C_d = F_d / 0,5 * \rho * A * v^2$, όπου:

F_d : η οπισθέλκουσα δύναμη,

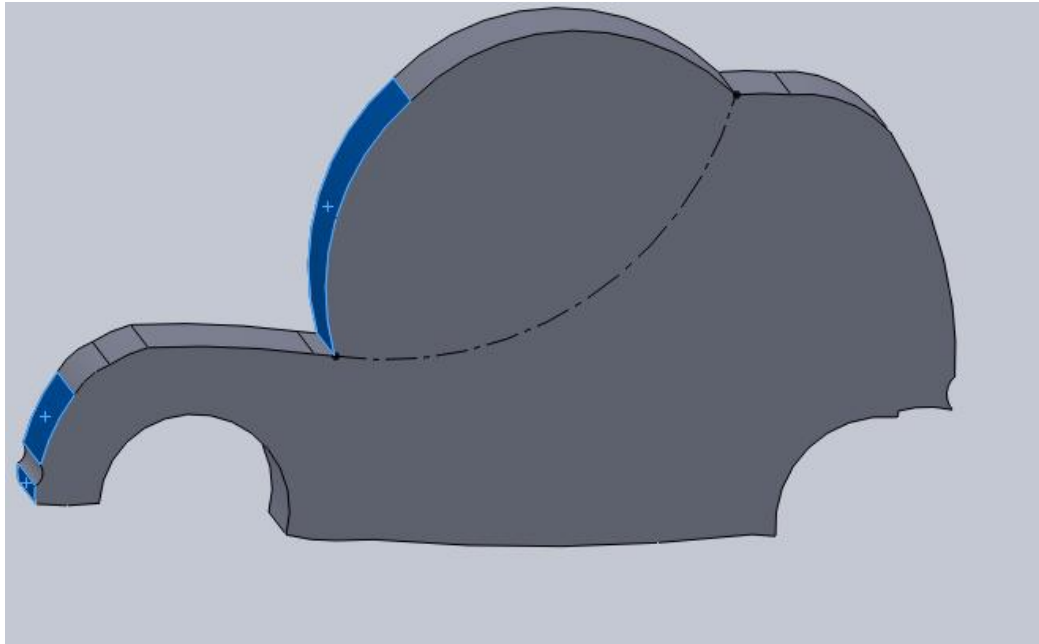
ρ : η πυκνότητα του αέρα,

v : η ταχύτητα του αυτοκινήτου σε σχέση με τον αέρα και

A : η επιφάνεια αναφοράς, δηλαδή η μετωπική επιφάνεια του αυτοκινήτου.

Ο συντελεστής οπισθέλκουσας μέχρι και πριν μερικά χρόνια έπαιζε σπουδαίο ρόλο στην τελική ταχύτητα ενός αυτοκινήτου, σήμερα όμως ενδιαφέρει περισσότερο η δεύτερη ιδιότητά του να επηρεάζει την κατανάλωση. [27].

Μετά από ανάλυση ροής, με αέρα κινούμενο κατά 25 m/sec, πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα: Οπισθέλκουσα δύναμη (F_d) = 364.8N, επιφάνεια αναφοράς (A) = 1.52 m² και πυκνότητα του αέρα (ρ) = 1.206 kg/m³



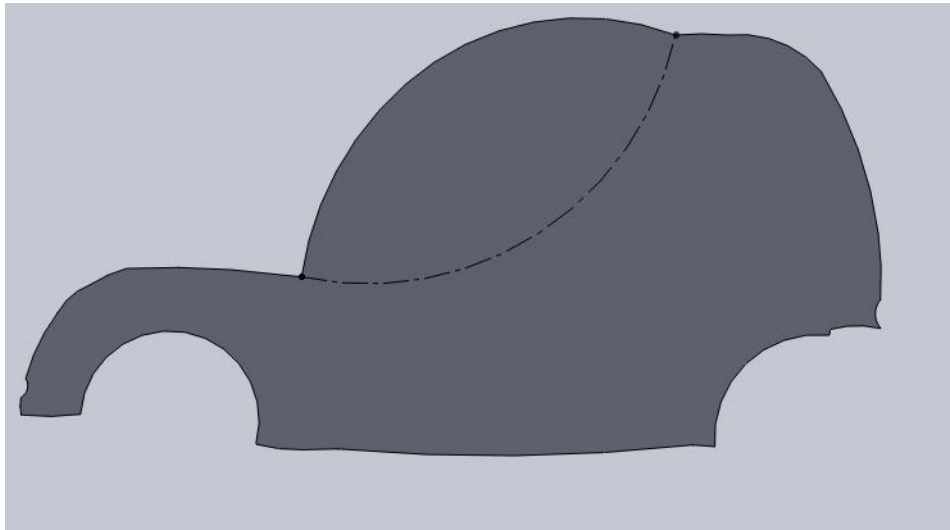
Εικόνα 66: Οι επιλεγμένες επιφάνειες για την εύρεση της οπισθέλκουσας δύναμης

Συνεπώς ο συντελεστής της οπισθέλκουσας δύναμης σύμφωνα και με τον παραπάνω τύπο υπολογίζεται ότι είναι:

$$C_d = \frac{F_d}{0,5 * \rho * A * v^2} = \frac{364,8\text{N}}{0,5 * 1,206 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1,52\text{m}^2 * (25 \frac{\text{m}}{\text{sec}})^2} = 0,636$$

Ο συντελεστής αυτός όμως είναι μεγάλος για οχήματα, έτσι χρειάστηκε να γίνουν κάποιες αλλαγές, στις σκέψεις για το σχήμα του οχήματος. Έγινε χαμήλωμα του ύψους του οχήματος, αλλάζοντας μόνο το μέρος του ουρανού. Η αλλαγή αυτή θεωρητικά, αλλάζει πολύ την αεροδυναμική συμπεριφορά του οχήματος.

Έτσι η σκέψη για το σχήμα του οχήματος φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 67.



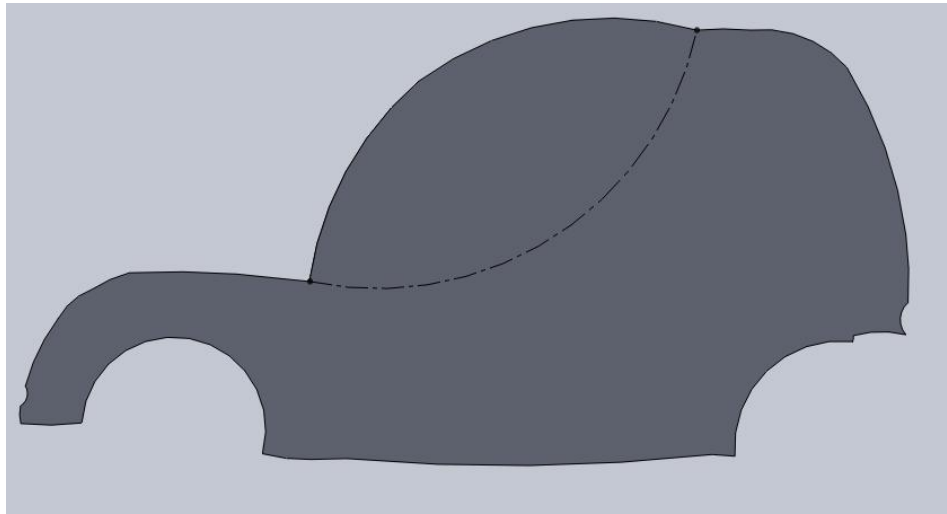
Εικόνα 67: Η δεύτερη πιθανή επιλογή του σχήματος του οχήματος

Και πάλι μετά από ανάλυση ροής, με αέρα κινούμενο κατά 25 m/sec, πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα: Οπισθέλκουσα δύναμη (F_d)=300.1N, επιφάνεια αναφοράς (A)=1.38 m² και πυκνότητα του αέρα (ρ)=1.206 kg/m³. Έτσι ο συντελεστής της οπισθέλκουσας δύναμης σύμφωνα και με τον παραπάνω τύπο υπολογίζεται ότι είναι:

$$C_d = \frac{F_d}{0,5 * \rho * A * v^2} = \frac{300,1N}{0,5 * 1,206 \frac{kg}{m^3} * 1,38m^2 * (25 \frac{m}{sec})^2} = 0,577$$

Και πάλι αυτό το αποτέλεσμα, δεν είναι κοντά στις επιθυμητές τιμές. Θα γίνει ακόμα περισσότερο χαμηλώμα του ουρανού, ώστε θεωρητικά να ρέει ευκολότερα ο αέρας.

Η τρίτη αλλαγή λοιπόν, έγινε και πάλι στον ουρανό του οχήματος. Αυτή τη φορά είναι λιγότερο εμφανής η αλλαγή αυτή, η οποία φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 68: Η τρίτη αλλαγή στο πιθανό σχήμα του οχήματος

Μετά από ανάλυση ροής, με αέρα κινούμενο κατά 25 m/sec, πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα: Οπισθέλκουσα δύναμη (F_d)=188.1N, επιφάνεια αναφοράς (A)=1.32 m² και πυκνότητα του αέρα (ρ)=1.206 kg/m³. Έτσι ο συντελεστής της οπισθέλκουσας δύναμης σύμφωνα και με τον παραπάνω τύπο υπολογίζεται ότι είναι:

$$C_d = \frac{F_d}{0,5 * \rho * A * v^2} = \frac{188,1N}{0,5 * 1,206 \frac{kg}{m^3} * 1,32m^2 * (25 \frac{m}{sec})^2} = 0,378$$

Αυτή η τιμή του συντελεστή οπισθέλκουσας, είναι καλή, αν λάβουμε υπ' όψιν ότι πρόκειται για ηλεκτρικό όχημα. Ενδεικτικές τιμές για αυτοκίνητα είναι από 0,21 έως και 0,45. Υπάρχουν μικρότερες και μεγαλύτερες τιμές αλλά κατά μέσο όρο τα περισσότερα οχήματα βρίσκονται μέσα σε αυτά τα όρια. Το τελικό σχήμα λοιπόν του οχήματος, θα γίνει με βάση το παραπάνω μοντέλο.

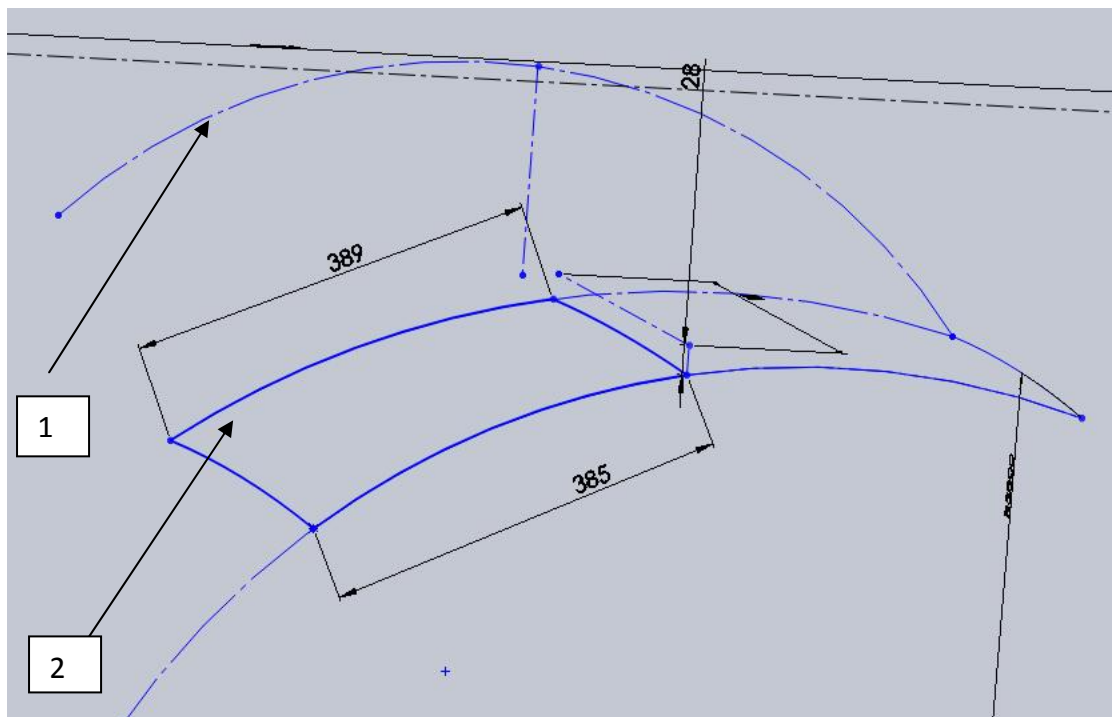
Η σχεδίαση του οχήματος έγινε με την μέθοδο της σχεδίασης με επιφάνειες. Αρχικά έγινε σχεδιασμός του βασικού σκελετού του οχήματος, οποίος είναι από πολυεστέρα.

Μετάπειτα έγινε δημιουργία συναρμολόγησης και εισαγωγή του πρώτου κομματιού σε αυτή. Τα υπόλοιπα μέρη του οχήματος έγιναν με σχεδίαση μέσα στη συναρμολόγηση (Assembly). Ο βασικός σκελετός λοιπόν είναι πολυεστερικός, υπάρχουν όμως και μέρη από διαφορετικό υλικό.

Θα δούμε αναλυτικά τα βήματα σχεδίασης μέχρι την τελική μορφή του σχεδίου.

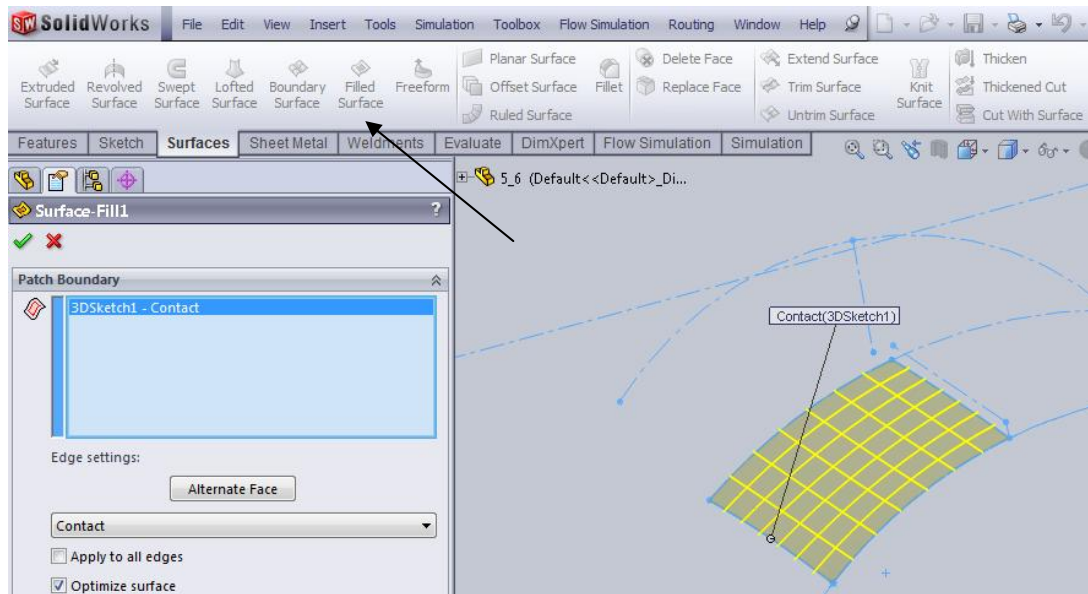
Κυρίως μέρος – σκελετός του οχήματος

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η σχεδίαση έγινε με τη μέθοδο των επιφανειών. Το πρώτο κομμάτι όπως και τα περισσότερα έγιναν με 3D sketch και γέμισμα (filled surface) μετά ώστε να γίνει επιφάνεια. Στην εικόνα φαίνεται και η αρχική σκέψη για το σήμα του ουρανού του οχήματος (1) και η τελική μορφή (2).

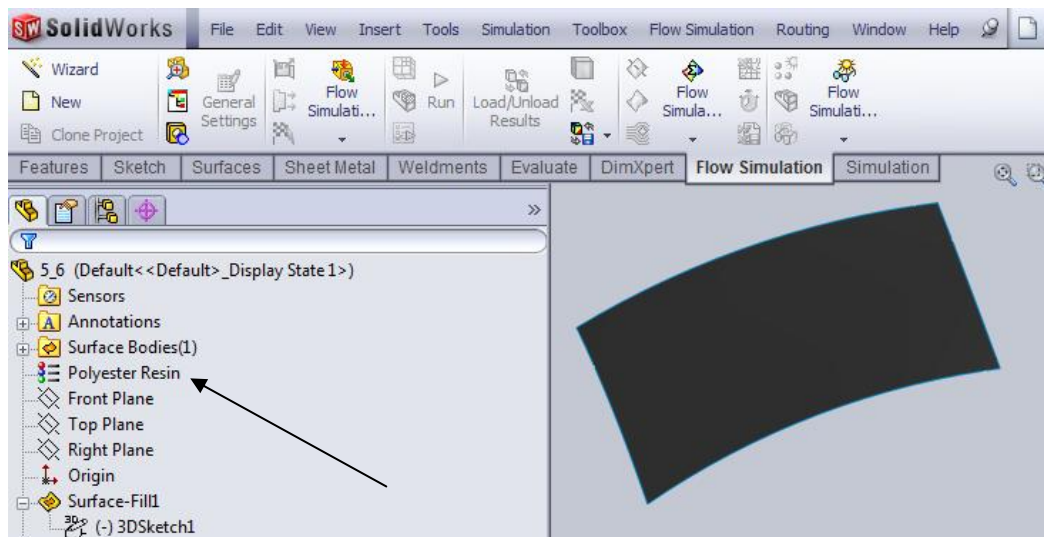


Εικόνα 69: Το 3D sketch για την δημιουργία της πρώτης επιφάνειας

Με την επιλογή Filled Surface επιλέγουμε το 3D Sketch που κάναμε πριν και αυτό εφόσον είναι κλειστό γεωμετρικά θα γεμίσει και θα γίνει επιφάνεια.



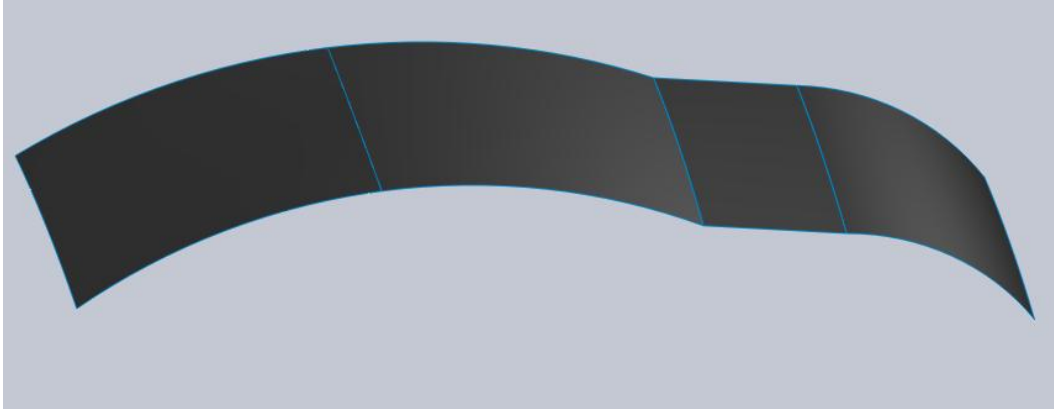
Εικόνα 70: Εμφάνιση του 3D sketch αμέσως μετά την επιλογή του filled surface



Εικόνα 71: Το αποτέλεσμα από το πρώτο filled surface

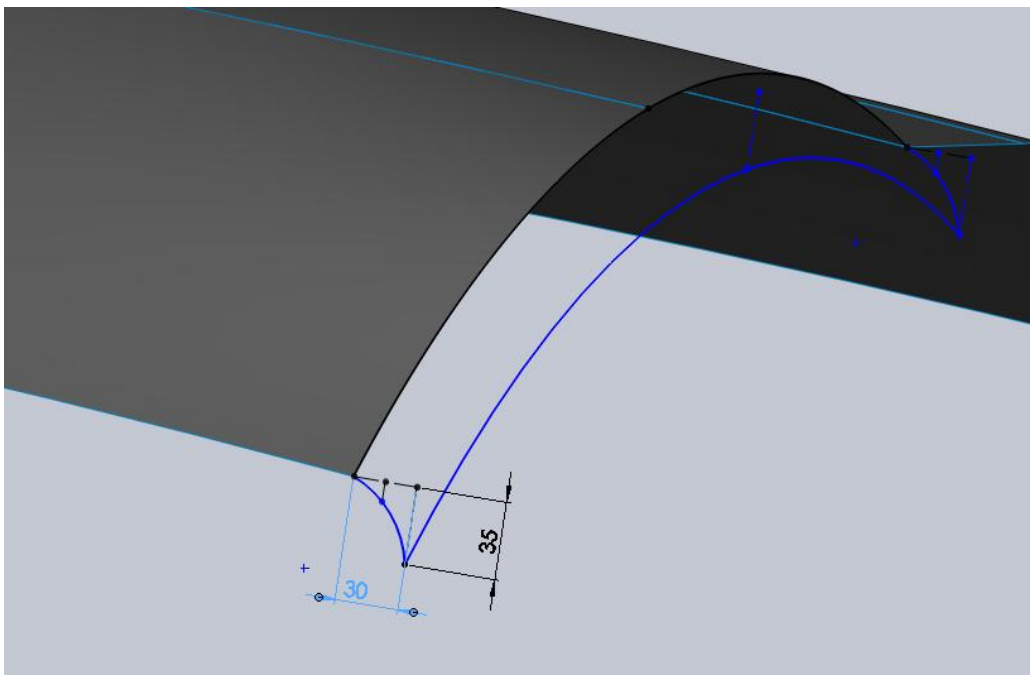
Αμέσως μετά έγινε η επιλογή του υλικού, το οποίο όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι ο πολυεστέρας. (Polyester resin). Η συγκεκριμένη επιφάνεια είναι μέρος από τον ουρανό του οχήματος.

Με την ίδια ακριβώς διαδικασία, 3D Sketch και filled surface συνεχίστηκε η σχεδίαση, μέχρι την δημιουργία του «μισού» ουρανού του οχήματος, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



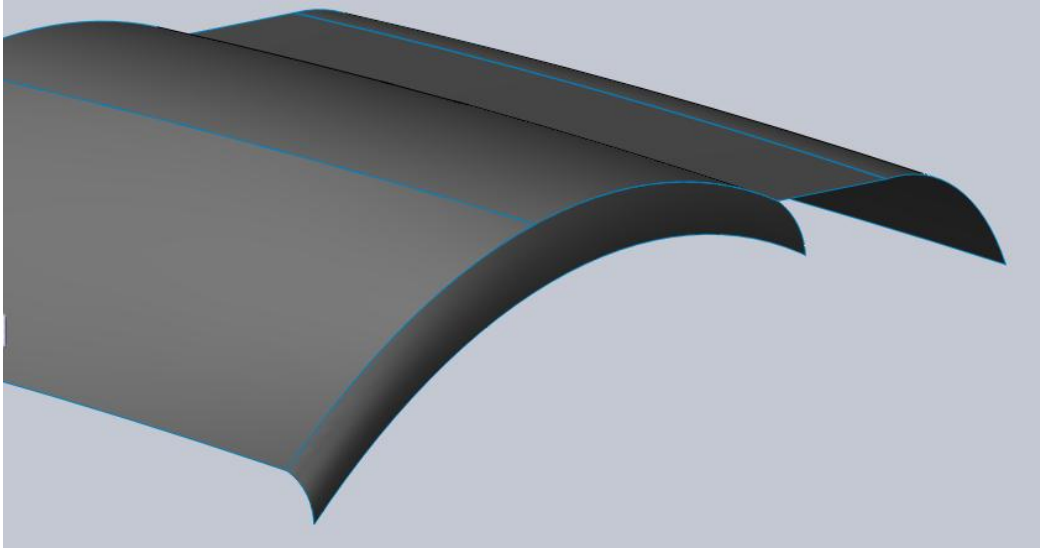
Εικόνα 72: Η εμφάνιση των επιφανειών, μετά το πέρας της διαδικασίας σχεδίασης

Αμέσως μετά, και πάλι με την ίδια μέθοδο, συνεχίστηκε η σχεδίαση για την δημιουργία της «καμπύλης» μεταξύ ουρανού και του πλαϊνού μέρους του οχήματος.

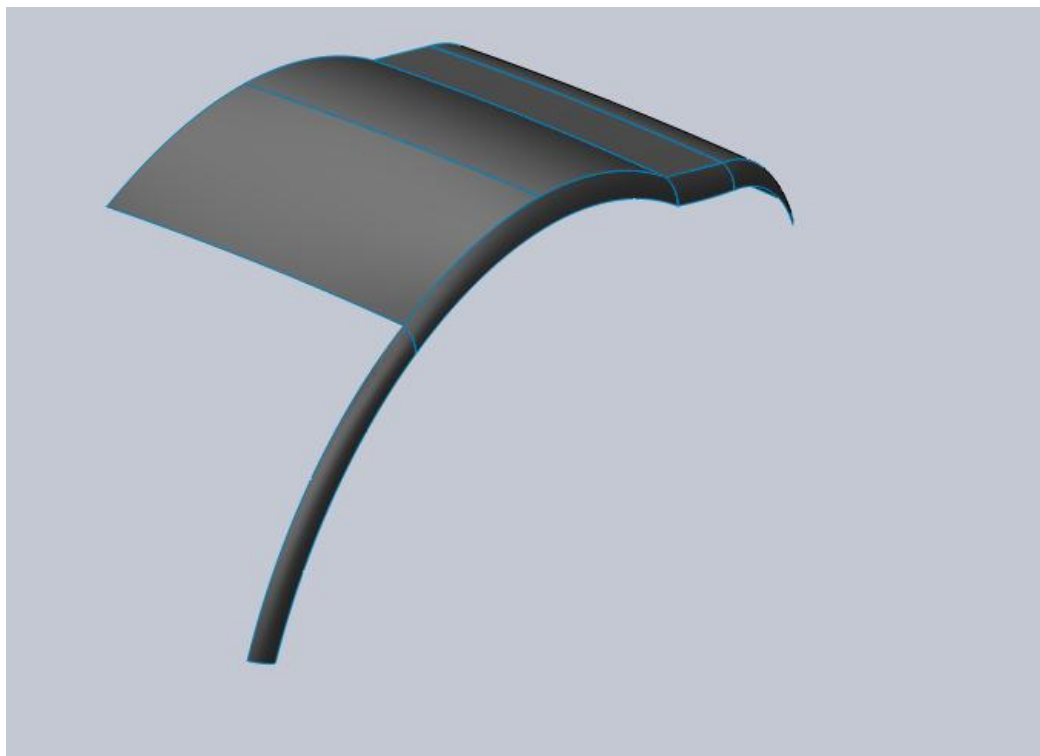


Εικόνα 73: Το 3D sketch για την σχεδίαση "καμπύλης" στο πλαϊνό μέρος

Μετά το filled surface η μορφή του είναι, όπως φαίνεται παρακάτω. Η ίδια διαδικασία, με τις ίδιες διαστάσεις ακολουθήθηκε αμέσως μετά για την δημιουργία όλης της «καμπύλης» μεταξύ ουρανού - πλαϊνού.

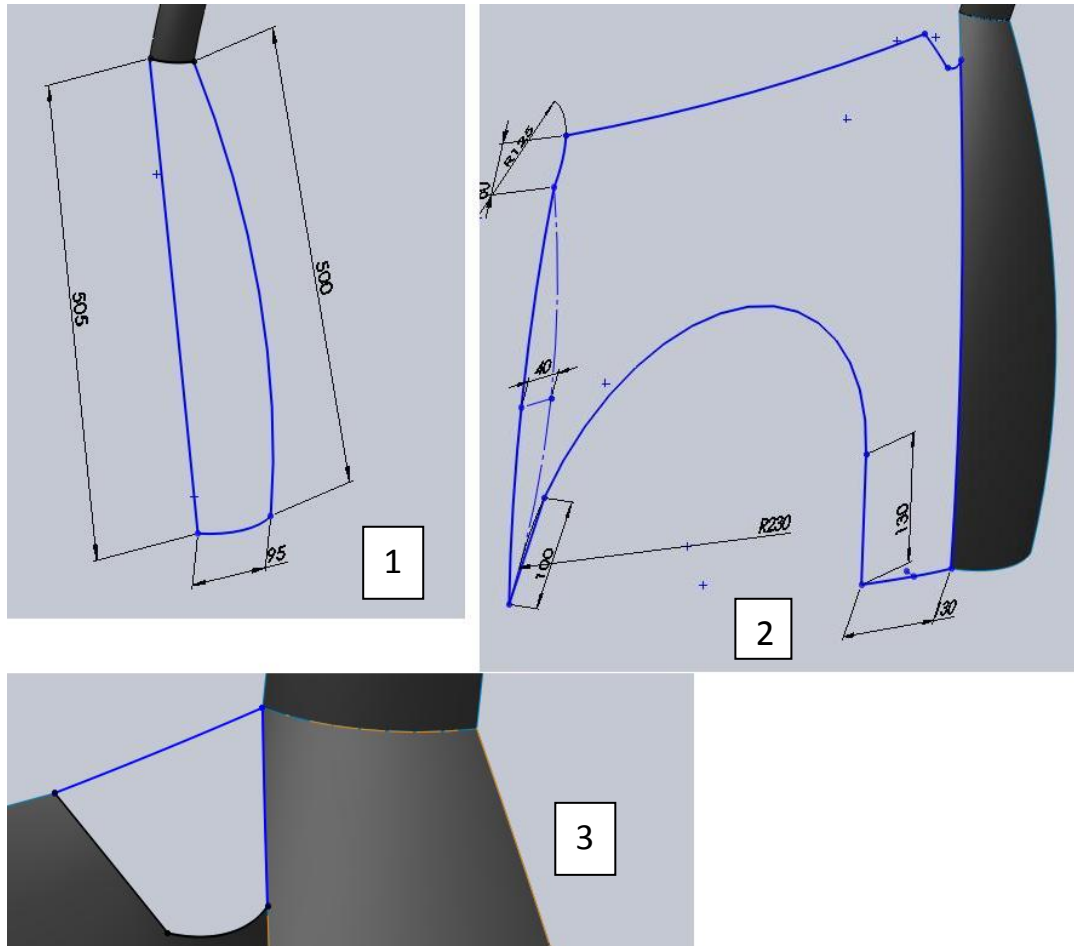


Εικόνα 74: Η εμφάνιση του οχήματος μετά το πέρας της παραπάνω διαδικασίας



Εικόνα 75: Συνέχεια της παραπάνω διαδικασίας και η εμφάνιση του οχήματος

Και πάλι με την ίδια διαδικασία (3D sketch και filled surface) συνεχίστηκε ο σχεδιασμός. Έγινε ο σχεδιασμός του μπροστά «φτερού» του οχήματος.



Εικόνα 76: Τα 3D sketch για την δημιουργία του μπροστινού φτερού

Παραπάνω (εικόνα 76) φαίνεται η σειρά με την οποία έγιναν τα 3D sketch, για την σχεδίαση του μπροστινού φτερού. Η σχεδίαση έγινε για να μπορούν να τοποθετηθούν τροχοί με ελαστικά των 12" λόγω των περιορισμένων διαστάσεων του οχήματος. Στο 2^ο κομμάτι δεν ολοκληρώθηκε αμέσως το σχέδιο διότι δεν λειτουργούσε σωστά η εντολή filled surface. Για αυτό το λόγο όσο κομμάτι επιφάνειας χρειαζόταν μετά σχεδιάστηκε σε ένα νέο 3D sketch (3) απλά για να κλείσει το φτερό.

Παρακάτω (εικόνες 77 και 78) φαίνεται η μορφή του οχήματος αμέσως μετά από αυτές τις εντολές, εξωτερικά αλλά και εσωτερικά.

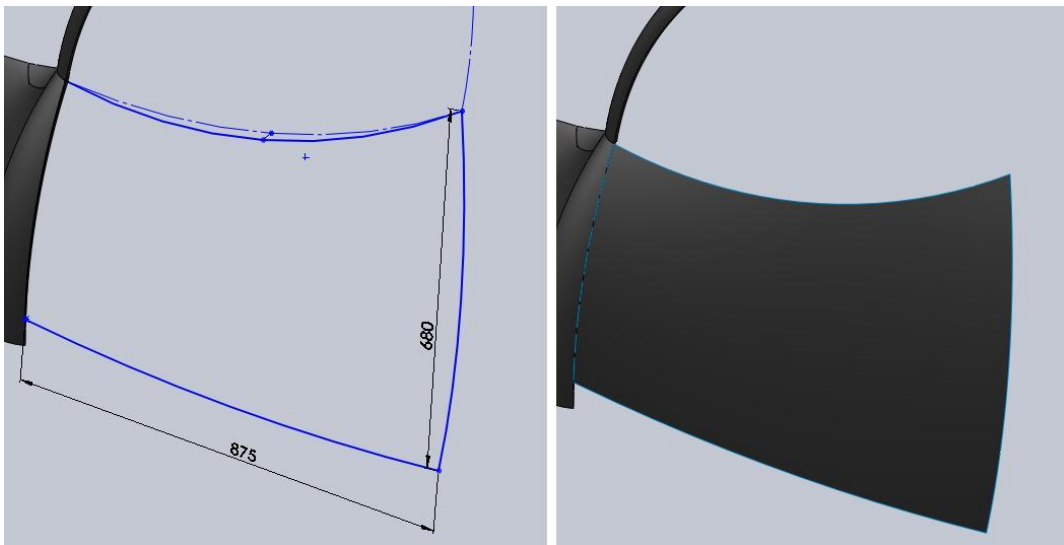


Εικόνα 77: Εμφάνιση του οχήματος μετά τη σχεδίαση του φτερού

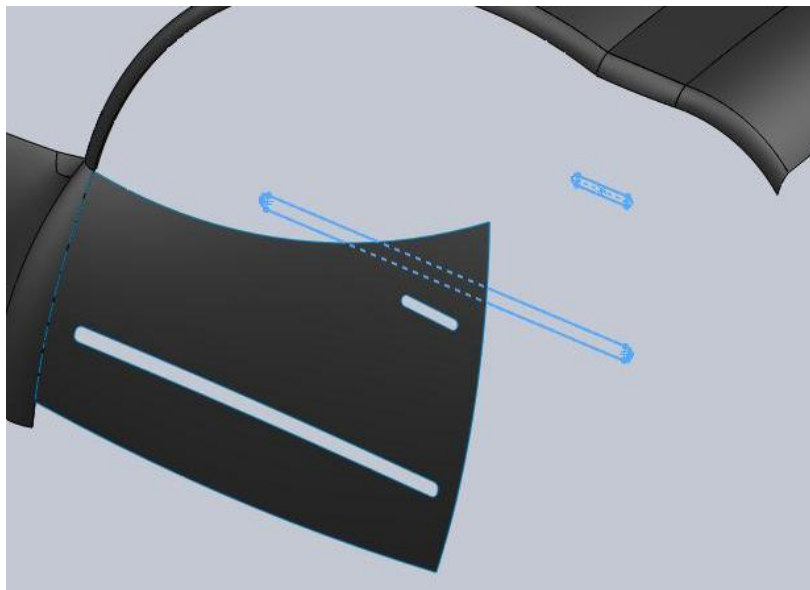


Εικόνα 78: Το εσωτερικό του οχήματος μετά τη σχεδίαση του φτερού

Το επόμενο βήμα είναι η σχεδίαση της πόρτας. Όπως και όλα τα προηγούμενα έγινε με την ίδια μέθοδο, με τη διαφορά ότι εδώ για την τοποθέτηση πλαϊνού προστατευτικού και χειρολαβής στην πόρτα χρειάστηκε να κοπεί ένα κομμάτι. Αυτό έγινε με την εντολή Trim surface. Η εντολή αυτή χρειάζεται ένα 2D sketch πάνω σε κάποιο επίπεδο σχεδίασης. Αμέσως μετά μπορεί με βάση αυτό το sketch να κόψει ή να κρατήσει ότι υπάρχει εσωτερικά του sketch και βρίσκεται παράλληλα με το επίπεδο σχεδίασης. Άρα όπως γίνεται αντιληπτό το 2d sketch έγινε σε επίπεδο σχεδίασης παράλληλο με την πόρτα.

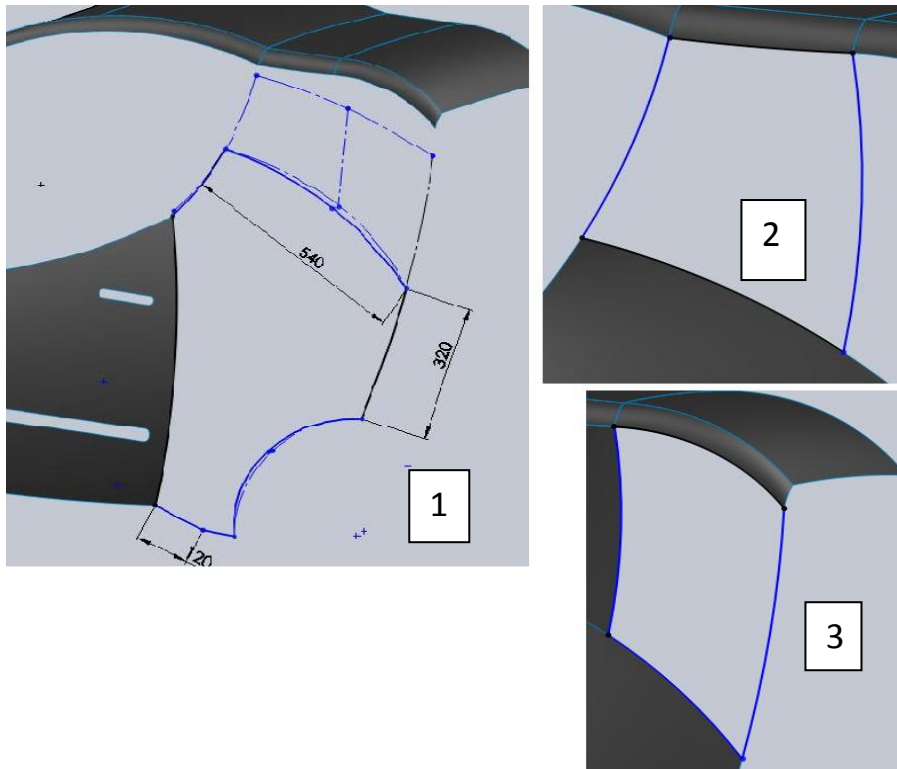


Εικόνα 79: Διαδικασία σχεδίασης της πόρτας



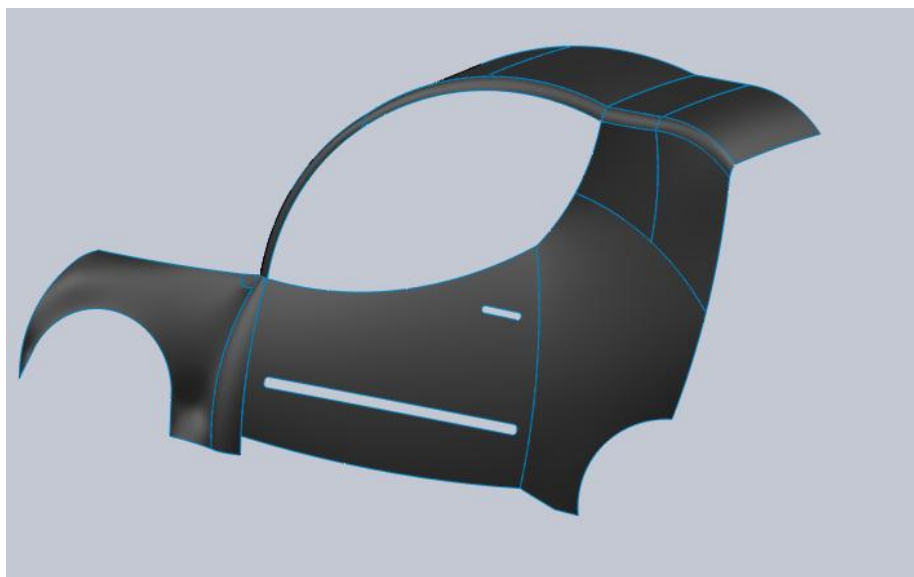
Εικόνα 80: Trim surface για την δημιουργία οπών στην πόρτα

Το επόμενο βήμα είναι η σχεδίαση του πίσω πλαϊνού. Όπως και όλα τα άλλα έτσι και αυτό έγινε με την ίδια μέθοδο και τρόπο (3D sketch και filled surface στη συνέχεια). Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται με τη σειρά τα 3D sketch που έγιναν για την δημιουργία του πίσω πλαϊνού του οχήματος.



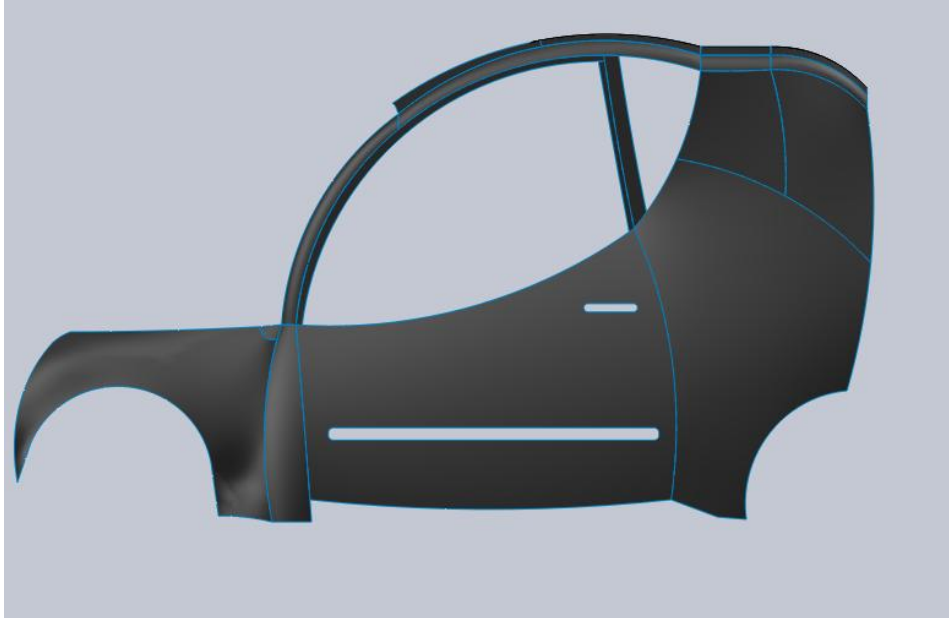
Εικόνα 81: 3D sketch για τη σχεδίαση του πίσω πλαϊνού

Στην εικόνα 82, φαίνεται το πίσω πλαϊνό του οχήματος μετά το πέρας της διαδικασίας σχεδίασης του.



Εικόνα 82: Το όχημα με το πίσω πλαϊνό

Επόμενο βήμα η σχεδίαση «κολώνας» στην πόρτα και διαχωρισμός θέσης για το κινητό τζάμι της πόρτα με το σταθερό που θα υπάρχει λίγο πιο πίσω. Και αυτό το βήμα έγινε με την ίδια μέθοδο σχεδίασης.

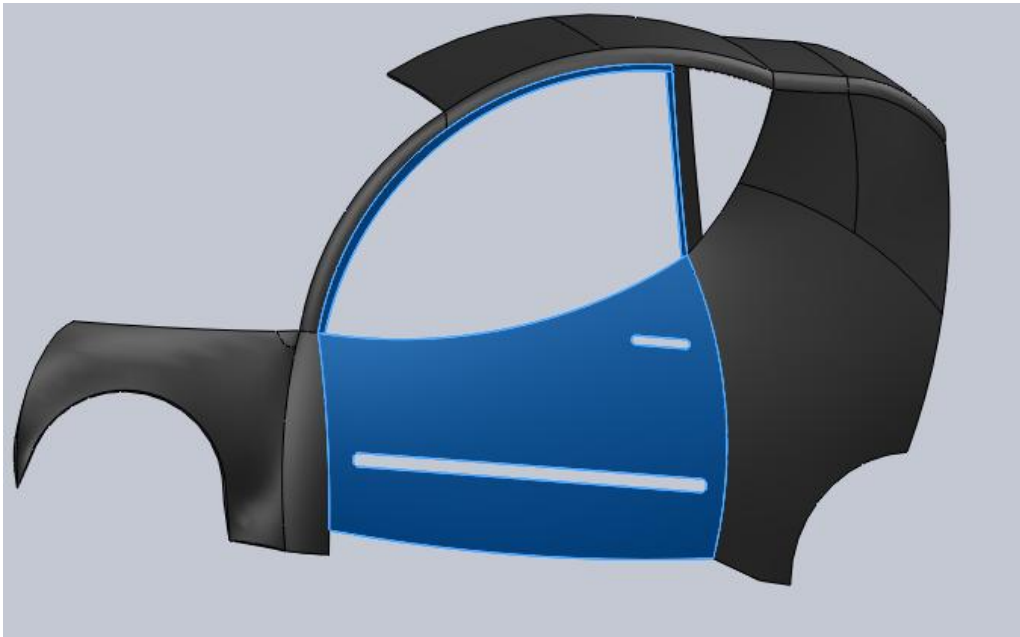


Εικόνα 83: Το όχημα μετά τη σχεδίαση της "κολώνας" στην πόρτα

Αμέσως μετά ακολούθησε η διαδικασία knit surface, όπου ουσιαστικά ενοποιεί τις επιφάνειες σε μία επιφάνεια, για να δοθεί αργότερα πάχος σε αυτή. Οι επιφάνειες οι οποίες ενοποιήθηκαν φαίνονται στην εικόνα 84 και 85



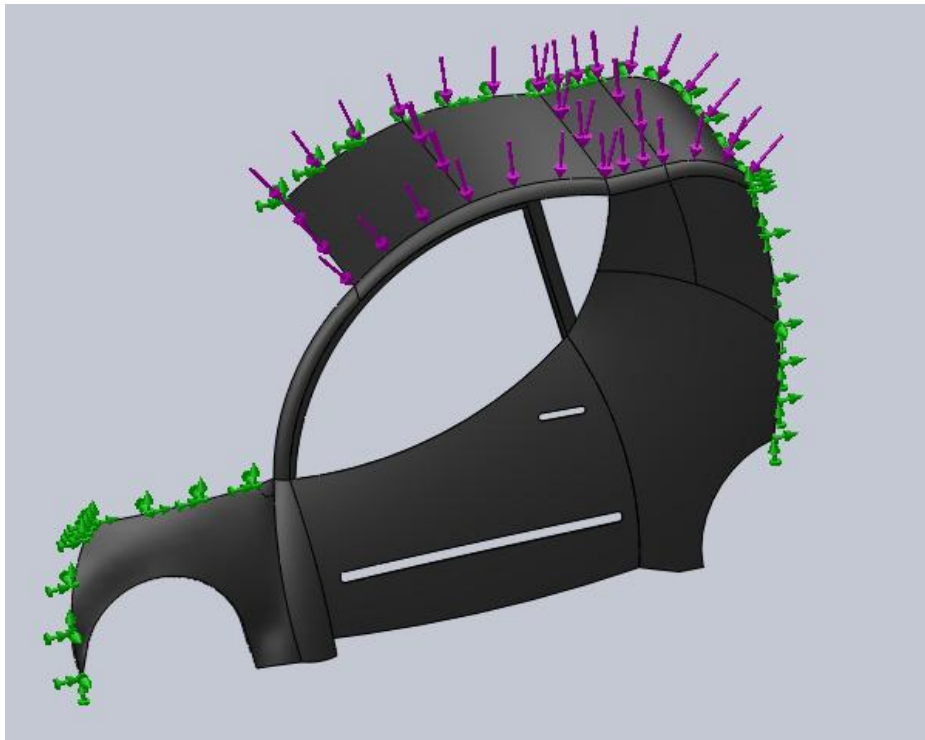
Εικόνα 84: Επιφάνειες του κυρίως σκελετού που ενοποιήθηκαν



Εικόνα 85: Ενοποίηση των επιφανειών της πόρτας

Επόμενο βήμα ήταν να δοθεί πάχος σε αυτές τις επιφάνειες. Αρχικά δόθηκε πάχος 5,5mm. Ο λόγος είναι ότι στις περισσότερες πολυεστερικές κατασκευές που δέχονται δυνάμεις, όπως είναι τα οχήματα, τα πολυεστερικά σκάφη και τα βυτία μεταφοράς νερού, το πάχος της κατασκευής είναι πάνω από 5mm. Αρχικά λοιπόν θα γίνει με 5,5mm πάχος και με ανάλυση σε αντοχή θα προσπαθήσουμε να βρούμε τη χρυσή τομή μεταξύ αντοχής και βάρους του οχήματος. Εάν δοθεί μεγάλο πάχος σίγουρα θα έχει και μεγαλύτερη αντοχή σε δυνάμεις, πιέσεις κτλ, αλλά χάνουμε στο θέμα του βάρους του οχήματος. Θα πρέπει λοιπόν να έχουμε τόσο πάχος ώστε να αντέχει, αλλά και να μην είναι υπερβολικά βαρύ ώστε να επιτευχθεί ο στόχος του υπερελαφρού οχήματος.

Η ανάλυση σε αντοχή προϋποθέτει, την επιλογή των σημείων στήριξης. Τα σημεία που φαίνονται με πράσινο χρώμα στην παρακάτω εικόνα, είναι σημεία πάκτωσης. Θα γίνει ανάλυση ασκώντας δύναμη στον ουρανό του οχήματος (επιφάνειες με μωβ χρώμα), ανά 10000N (περίπου 1tn δύναμης), μέχρι να βρεθούν σημεία που δεν αντέχουν. Σε αυτό το σημείο δυνάμεις μπορούν να ασκηθούν π.χ. από μια ισχυρή χαλαζόπτωση, σε τέτοια περίπτωση δεν θα πρέπει να δημιουργηθούν οπές στο όχημα.



Εικόνα 86: Σημεία πάκτωσης και επιφάνειες άσκησης δύναμης για την ανάλυση αντοχής

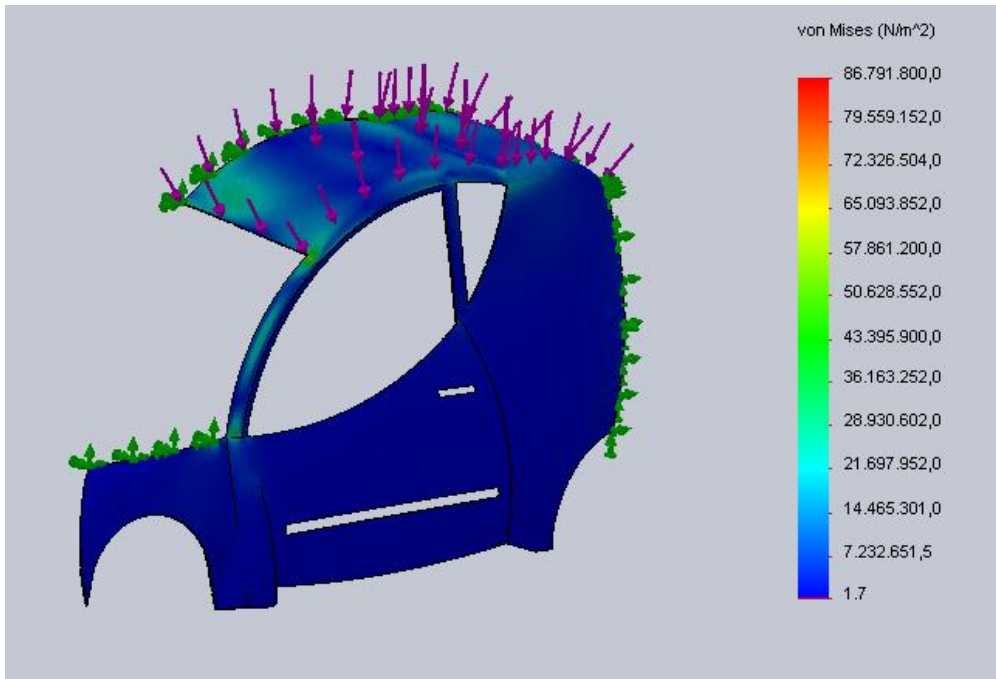
Έτσι λοιπόν η πρώτη προσπάθεια, έγινε με δύναμη 10000N. Τα αποτελέσματα από αυτή την ανάλυση δείχνουν ότι με 5,5mm πάχος και με την άσκηση αυτής της τάξεως δύναμη, ο πολυεστέρας αντέχει, αφού σε κανένα σημείο οι τάσεις που δέχεται δεν ξεπερνάνε το μέγιστο επιτρεπόμενο.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τάσεις για τον πολυεστέρα είναι:

Μέγιστη εφελκυστική τάση = $190.000.000 \text{ N/m}^2 = 190 \text{ N/mm}^2 = 190\text{MPa}$

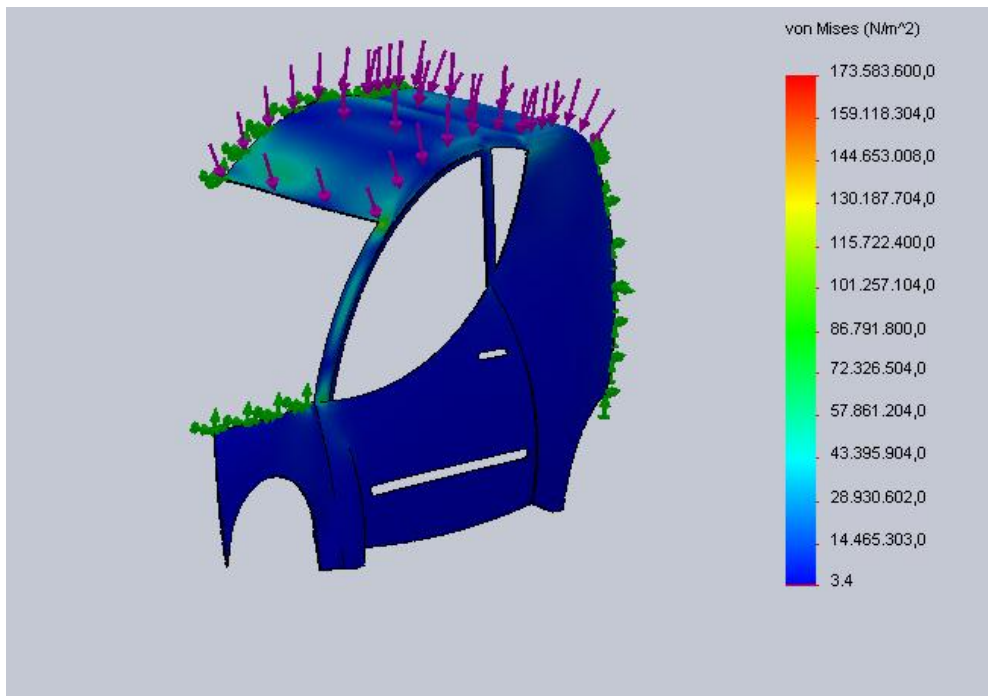
Μέγιστη θλιπτική τάση = $230.000.000 \text{ N/m}^2 = 230 \text{ N/mm}^2 = 230\text{MPa}$

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση σε αντοχή φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



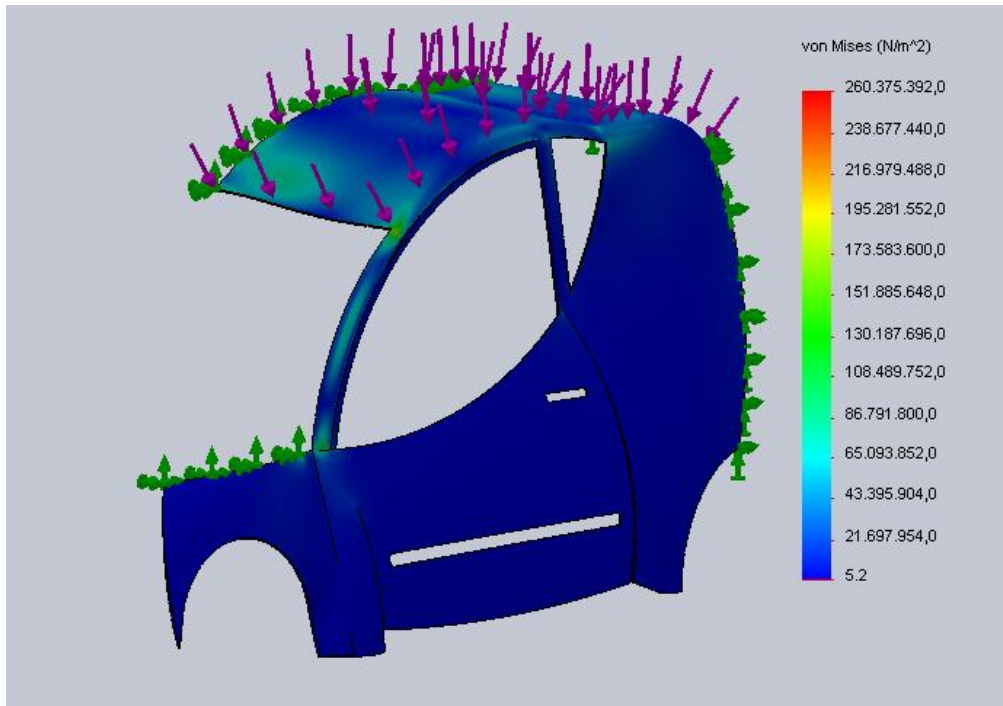
Εικόνα 87: Τάσεις από άσκηση δύναμης 10000N, σε πολυεστέρα πάχους 5,5mm

Η επόμενη ανάλυση έγινε με δύναμη της τάξεως των 20000N. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω στην εικόνα 88.



Εικόνα 88: Τάσεις από άσκηση δύναμης 20000N, σε πολυεστέρα πάχους 5,5mm

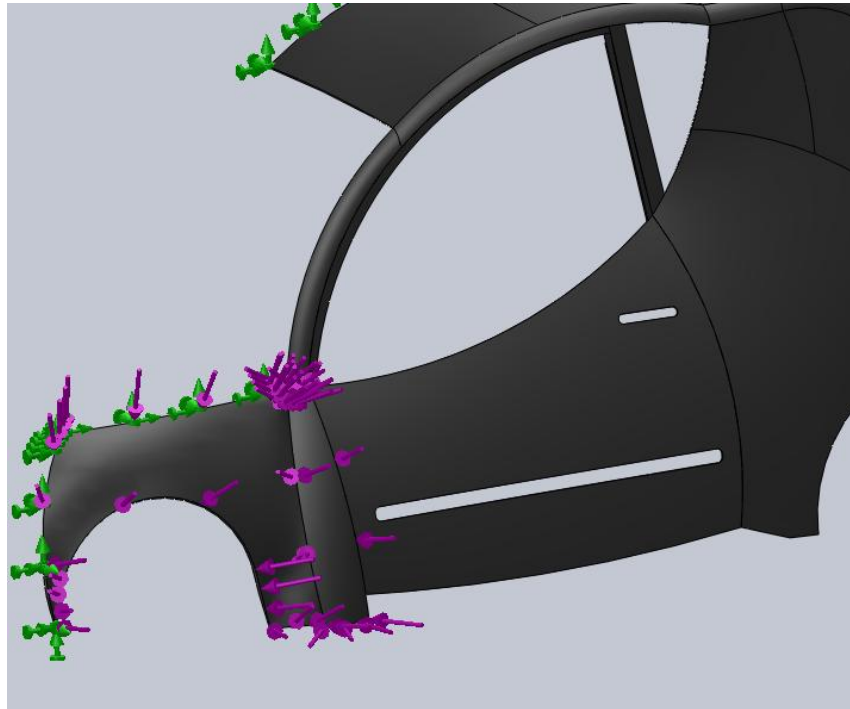
Δείχνει και πάλι να αντέχει, αλλά αυτή τη φορά είναι πιο κοντά στο όριο αντοχής του πολυεστέρα. Θα γίνει ακόμα μια ανάλυση με 30000N.



Εικόνα 89: Τάσεις από άσκηση δύναμης 30000N, σε πολυεστέρα πάχους 5,5mm

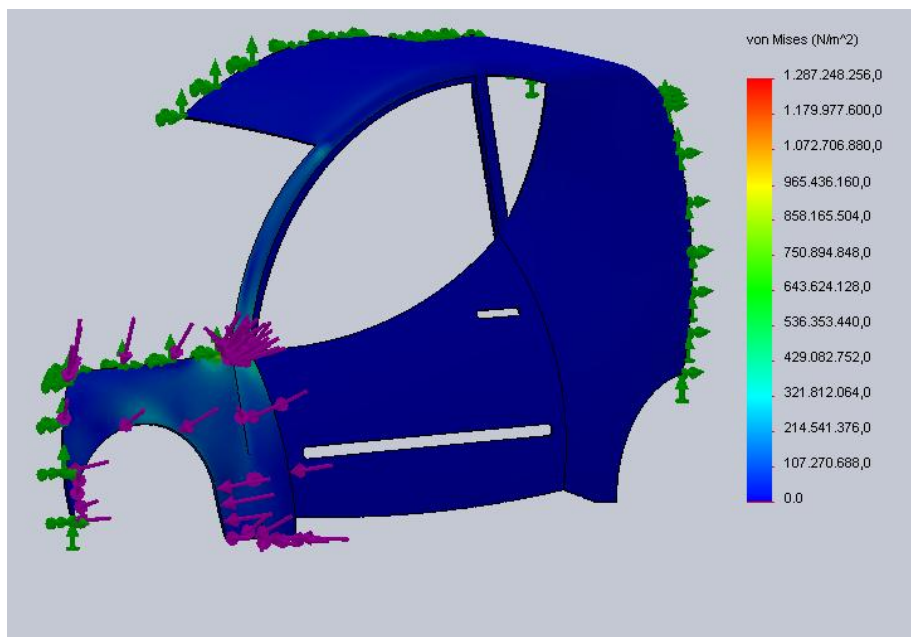
Αυτή τη φορά υπάρχουν σημεία που η τάσεις ξεπερνάνε το μέγιστο επιτρεπόμενο του πολυεστέρα. Είναι λίγα τα σημεία αυτά βέβαια και κυρίως από την εσωτερική πλευρά των επιφανειών. Βέβαια μια δύναμη της τάξεως των 30000N είναι σχεδόν αδύνατο να ασκηθεί στον ουρανό του οχήματος. Συνεπώς όσο αφορά τον ουρανό, το πάχος των 5,5mm είναι αρκετό. Θα δούμε όμως παρακάτω με νέες αναλύσεις τι γίνεται σε περίπτωση άσκησης δύναμης σε άλλα σημεία του οχήματος, όπως π.χ. στο φτερό, σε περίπτωση πλαγιομετωπικής σύγκρουσης. Φυσικά σε περίπτωση σύγκρουσης είναι αδύνατο να μην υπάρξουν σημεία που δεν θα αντέξουν, απλά θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν λιγότερα.

Η άσκηση της δύναμης γίνεται στα σημεία που φαίνονται παρακάτω. Η δύναμη αυτή είναι 10000N.



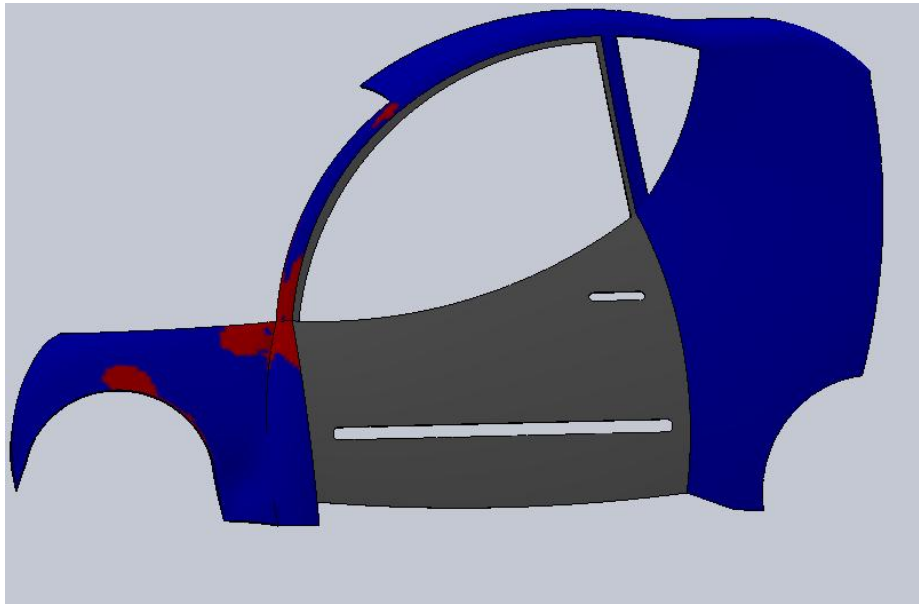
Εικόνα 90: Άσκηση δύναμης στο φτερό του οχήματος

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση φαίνονται παρακάτω. Ήδη μόνο με την άσκηση δύναμης 10000N, υπάρχουν προβλήματα στην αντοχή του οχήματος.



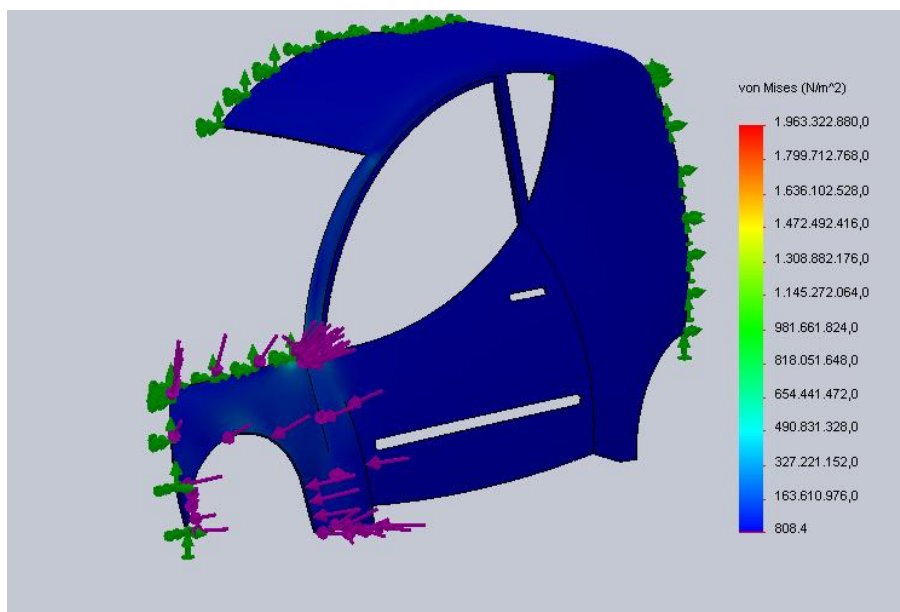
Εικόνα 91: Τάσεις από άσκηση δύναμης 10000N στο φτερό του οχήματος

Τα σημεία στα οποία η τάση, ξεπερνά την μέγιστη επιτρεπόμενη του πολυεστέρα, φαίνονται στην παρακάτω εικόνα με κόκκινο χρώμα.



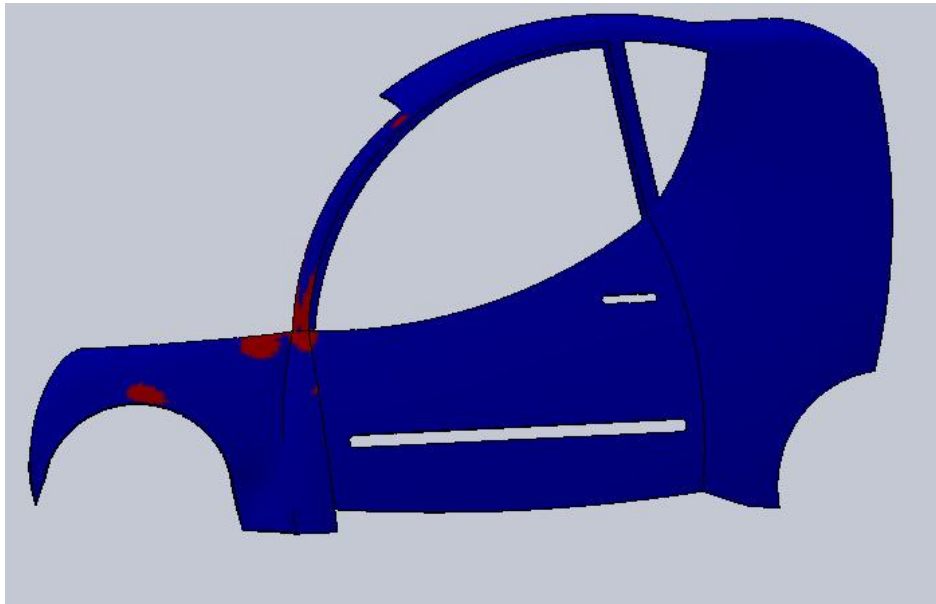
Εικόνα 92: Σημεία στα οποία η τάση ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπόμενη

Θα αυξήσουμε κατά 0,5mm το πάχος ώστε να γίνει 6mm και θα γίνει εκ νέου ανάλυση αντοχής. Η ανάλυση αυτή θα γίνει με άσκηση δύναμης και πάλι στο φτερό του οχήματος. Θα ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία, με τα ίδια σημεία πάκτωσης.



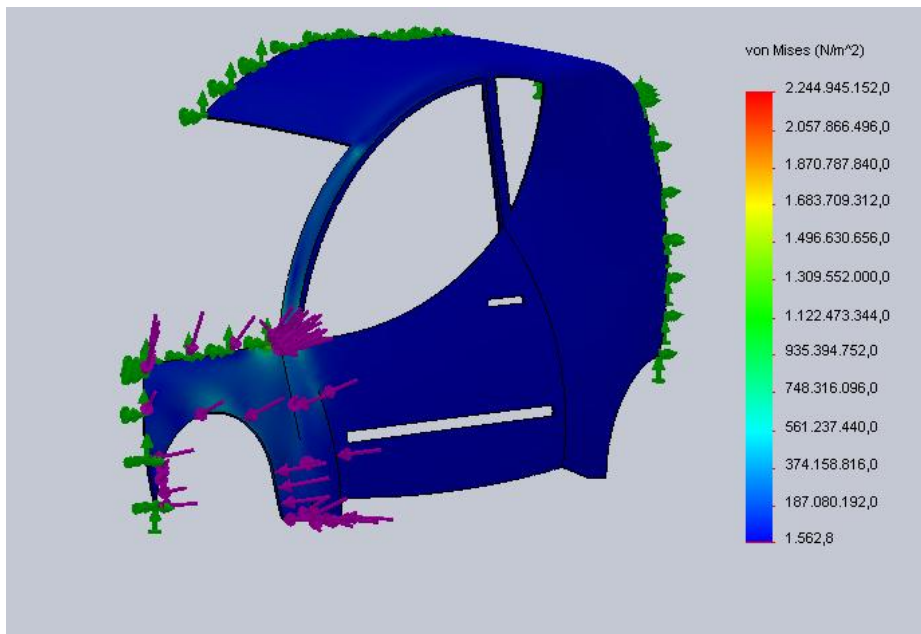
Εικόνα 93: Αποτελέσματα δύναμης 10000N σε πάχος 6mm

Με την αύξηση λοιπόν κατά 0,5mm του πάχους, έχουμε λιγότερα σημεία στα οποία η τάση ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπόμενη.



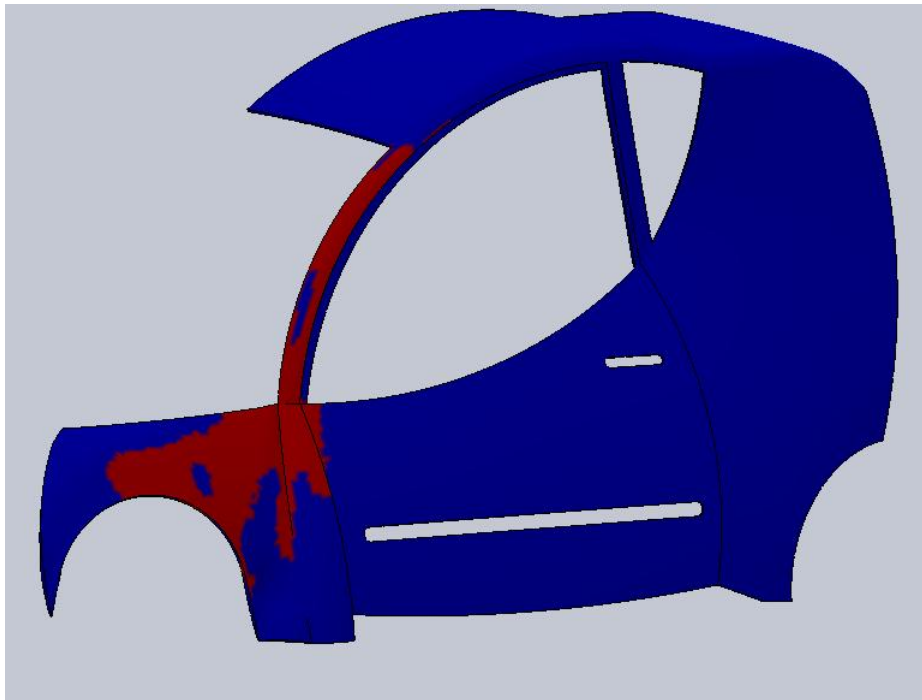
Εικόνα 94: Σημεία που η τάση ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπόμενη. Πάχος πολυεστέρα 6mm

Θα εξετάσουμε τώρα αν ασκηθεί δύναμη 20000N και πάλι σε πάχος 6mm. Ανάλογα τα αποτελέσματα θα δούμε αν αυξήσουμε τη δύναμη ή το πάχος.



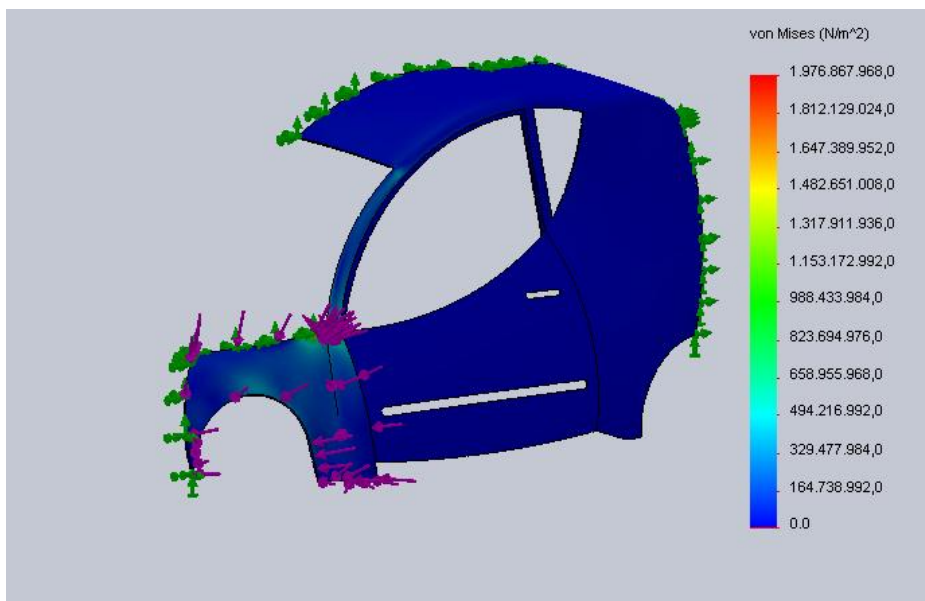
Εικόνα 95: Αποτελέσματα δύναμης 20000N σε πάχος 6mm

Φαίνεται λοιπόν ότι το πάχος των 6mm, δεν είναι αρκετό σε δύναμη 20000N. Τα σημεία στα οποία η τάση ξεπερνάει την μέγιστη επιτρεπόμενη είναι πολλά.

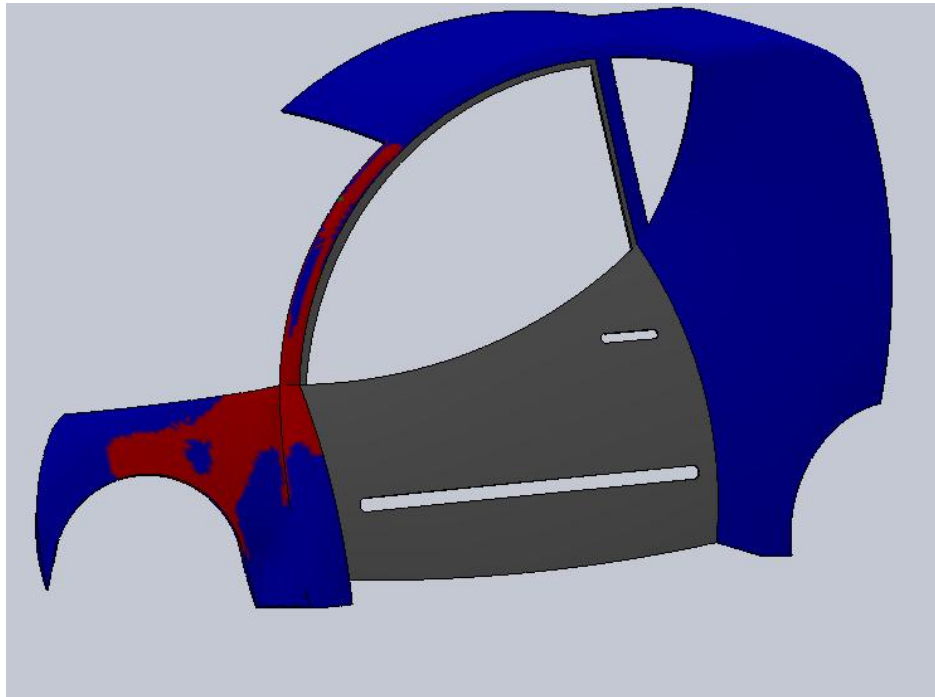


Εικόνα 96: Σημεία όπου η τάση από δύναμη 20000N ξεπερνά την επιτρεπόμενη

Αν αυξήσουμε το πάχος κατά 0,5mm και πάλι, φτάνοντας τα 6,5mm, βλέπουμε ότι με δύναμη 20000N τα σημεία αυτά λιγοστεύουν, όχι όμως και πάρα πολύ.

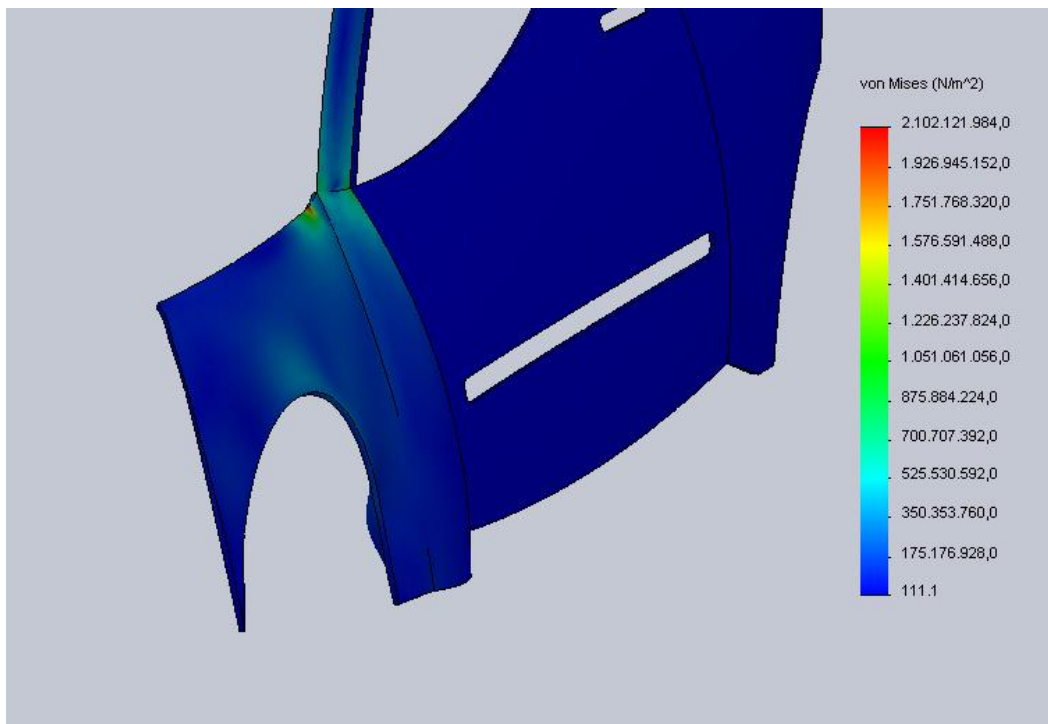


Εικόνα 97: Τάσεις από άσκηση δύναμης 20000N σε πάχος 6,5mm

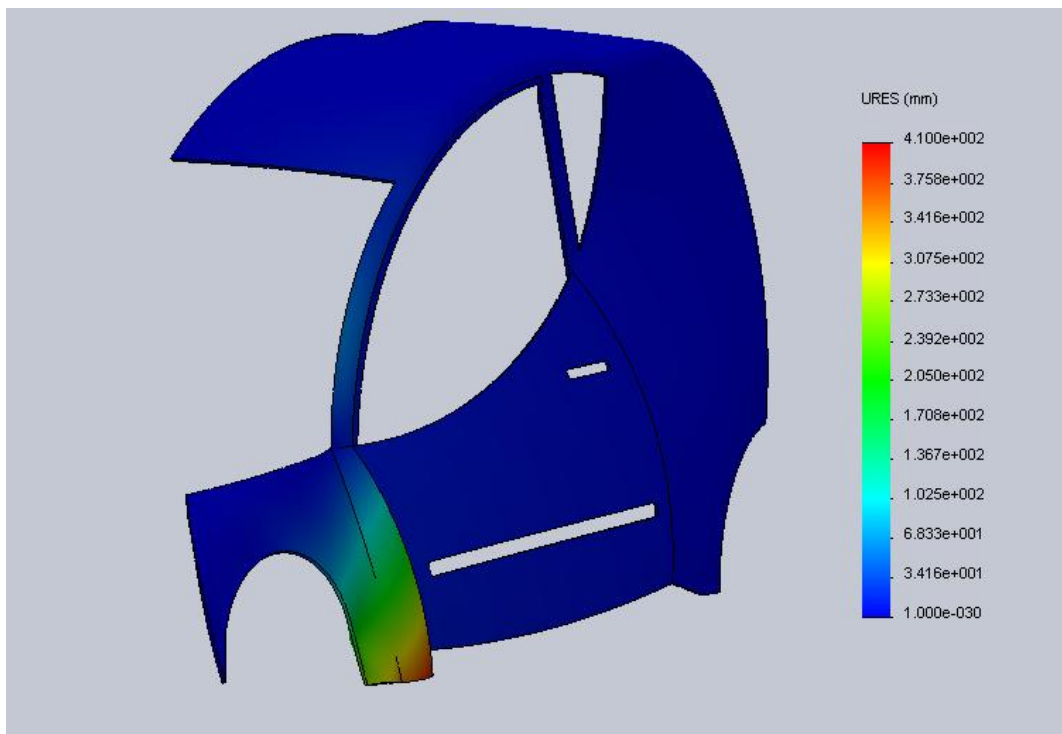


Εικόνα 98: Σημεία στα οποία η τάση ξεπερνά την επιτρεπόμενη. Πάχος πολυεστέρα 6,5mm

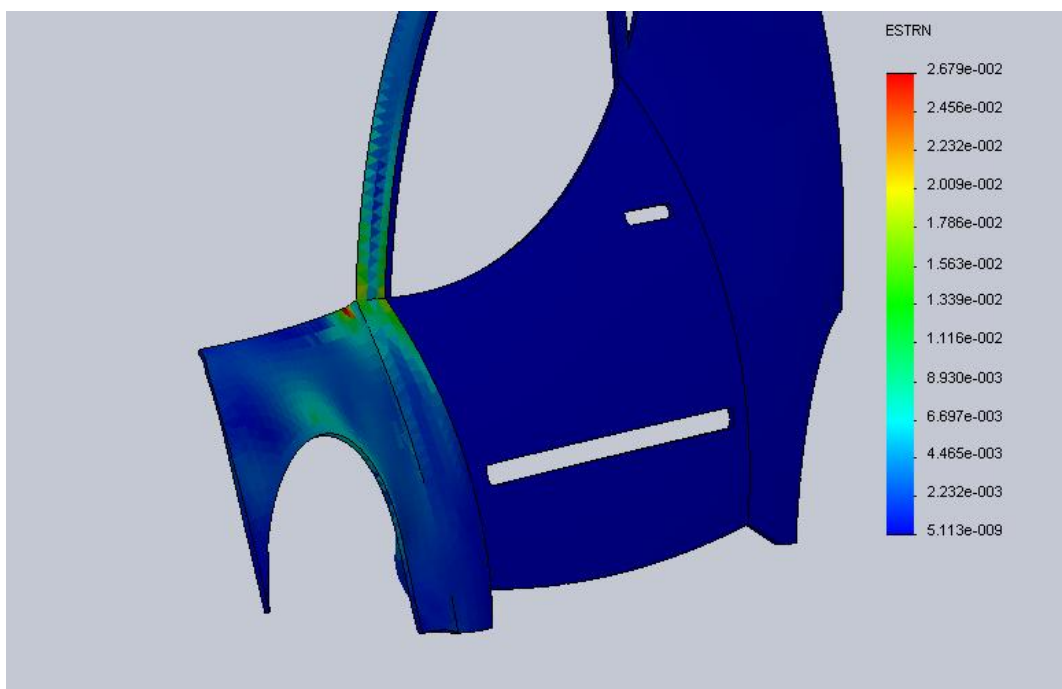
Θα κάνουμε ανάλυση με 7mm και 20000N. Ακόμα θα γίνει σύγκριση του βάρους που προκύπτει αν δοθεί πάχος 6,5mm ή 7mm και θα γίνει η τελική επιλογή.



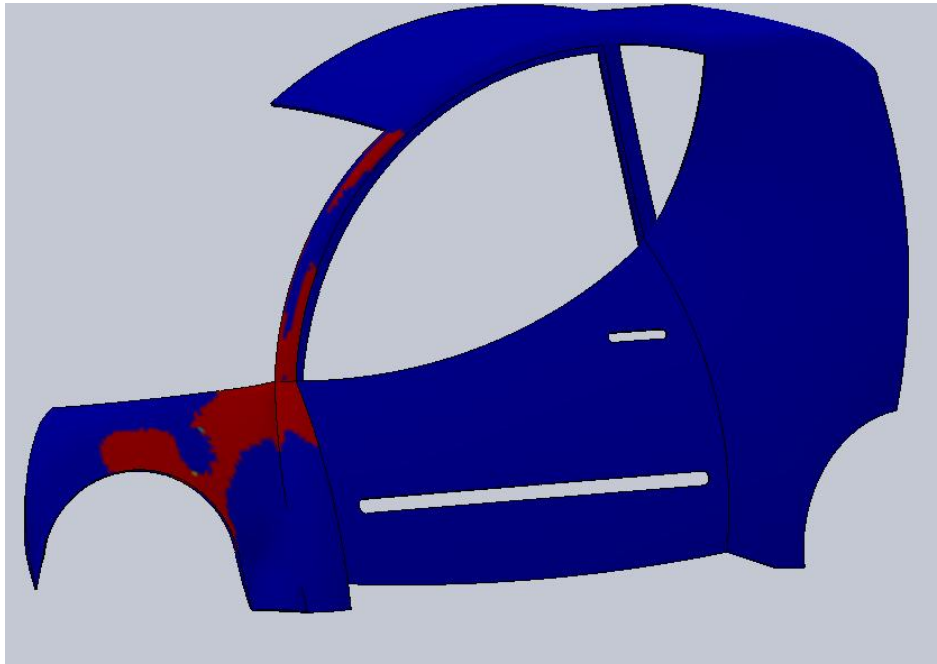
Εικόνα 99: Τάσεις από άσκηση δύναμης 20000N σε πάχος 7mm πολυεστέρα



Εικόνα 100: Μετατοπίσεις από άσκηση δύναμης 20000N σε πολυεστέρα πάχους 7mm



Εικόνα 101: Παραμόρφωση από άσκηση δύναμης 20000N σε πολυεστέρα πάχους 7mm



Εικόνα 102: Σημεία στα οποία η τάση ξεπερνά την επιτρεπόμενη. Πάχος πολυεστέρα 7mm

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση με 7mm πάχος είναι σαφώς καλύτερα. Στην εικόνα 102 φαίνονται τα σημεία στα οποία η τάση από την άσκηση της δύναμης των 20000N ξεπερνάει την μέγιστη επιτρεπόμενη τάση του πολυεστέρα.

Όσο αφορά το θέμα του βάρους, με τα 6,5mm πάχος το κομμάτι αυτό ζυγίζει 14,202kg, ενώ με 7mm πάχος ζυγίζει 15,283kg, κάτι που σημαίνει ότι με 0,5mm λιγότερο πάχος, έχουμε κέρδος περίπου 7,1% στο βάρος του οχήματος. Λόγω του ότι δεν είναι μεγάλο το κέρδος αυτό και με τα 7mm υπάρχει μεγαλύτερη αντοχή, η τελική επιλογή για το πάχος γίνεται με κριτήριο την αντοχή. Άρα το πάχος των πολυεστερικών μερών του οχήματος θα είναι 7mm.

Εφ' όσον έχει γίνει η επιλογή των 7mm, για το πάχος του πολυεστέρα, από εδώ και πέρα συνεχίζει κανονικά η σχεδίαση. Επόμενη κίνηση λοιπόν, είναι να «κοπούν» οι επιφάνειες σύμφωνα με ένα επίπεδο συμμετρίας ώστε να είναι μοιρασμένο ακριβώς στη μέση το όχημα. Αυτό γίνεται με την εντολή cut with surface.

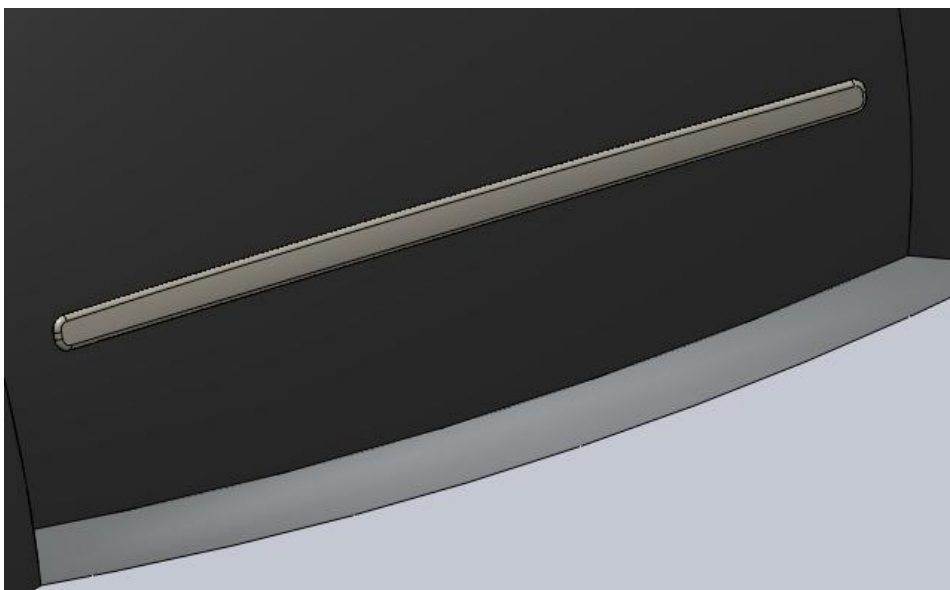
Ουσιαστικά έχει δημιουργηθεί το μισό από το κυρίως μέρος. Για την εξοικονόμηση χρόνου το άλλο μισό θα γίνει με mirror (καθρέφτισμα) με βάση ένα επίπεδο σχεδίασης που θα χωρίζει το όχημα στη μέση.



Εικόνα 103: Ο κυρίως σκελετός του οχήματος

Πλαϊνό προστατευτικό πλαστικό πόρτας

Επόμενο κομμάτι ήταν τα πλαϊνά προστατευτικά πλαστικά στις πόρτες. Σχεδιάστηκε το ένα με 3D sketch – filled surface και Thicken και το άλλο έγινε με mirror. Το υλικό που επιλέχθηκε είναι το ABS.

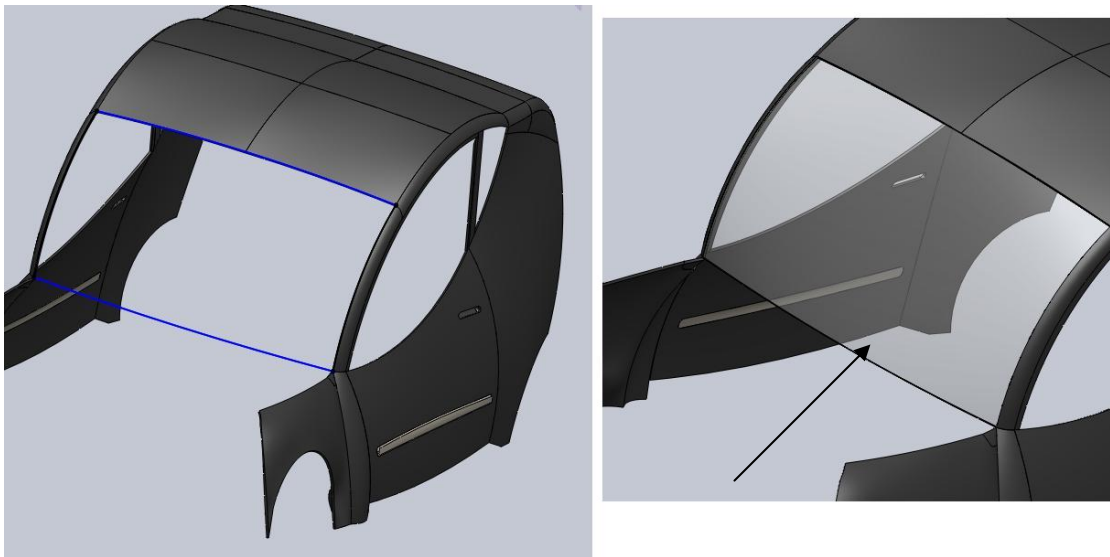


Εικόνα 104: Πλαϊνό προστατευτικό πλαστικό στις πόρτες

Μπροστά Παρμπρίζ - Ανεμοθώρακας

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση του παραπάνω μέρους, έγινε δημιουργία νέας συναρμολόγησης (Assembly), όπου από την επιλογή insert new component έγινε η εισαγωγή στη συναρμολόγηση. Λόγω της έλλειψης των ακριβών διαστάσεων που θα πρέπει να σχεδιαστούν τα νέα parts, δεν θα σχεδιαστούν σαν ξεχωριστά parts αλλά θα γίνει μέσω του assembly εισαγωγή νέου και σχεδίαση πάνω σε αυτό που έχουμε ήδη εισάγει.

Το επόμενο κομμάτι λοιπόν που σχεδιάστηκε, όπως και τα προηγούμενα με την ίδια διαδικασία, ήταν το μπροστά παρμπρίζ. Το υλικό των παρμπρίζ στα οχήματα είναι το τρίπλεξ (δύο κομμάτια από γυαλί και ανάμεσα τους ένα φιλμ pnb) λόγω του ότι στο SolidWorks δεν υπάρχει αυτό το υλικό χρησιμοποιήθηκε το απλό γυαλί. Το πάχος του όπως και των περισσότερων παρμπρίζ είναι στα 5mm.

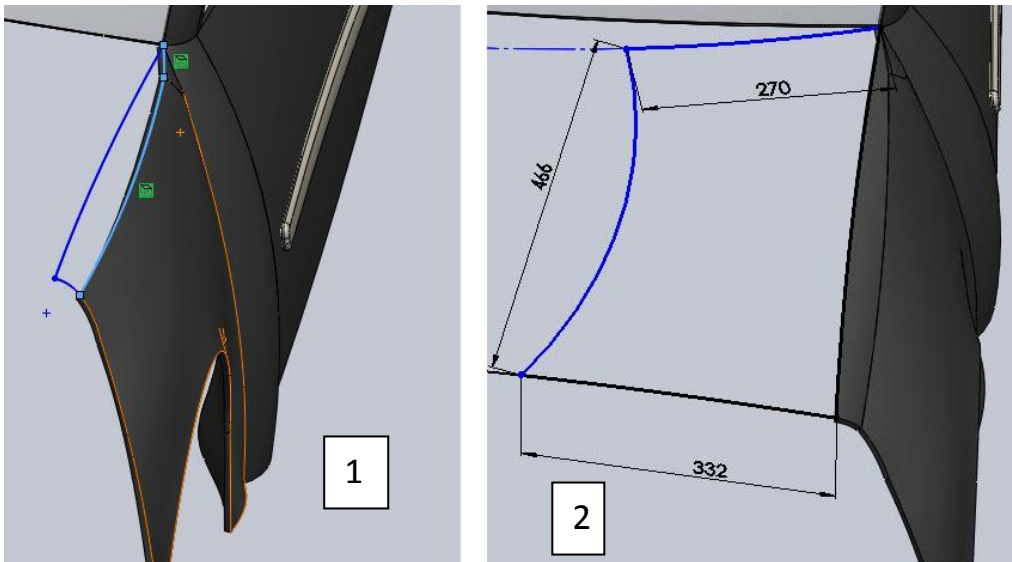


Εικόνα 105: Σχεδίαση του μπροστά παρμπρίζ

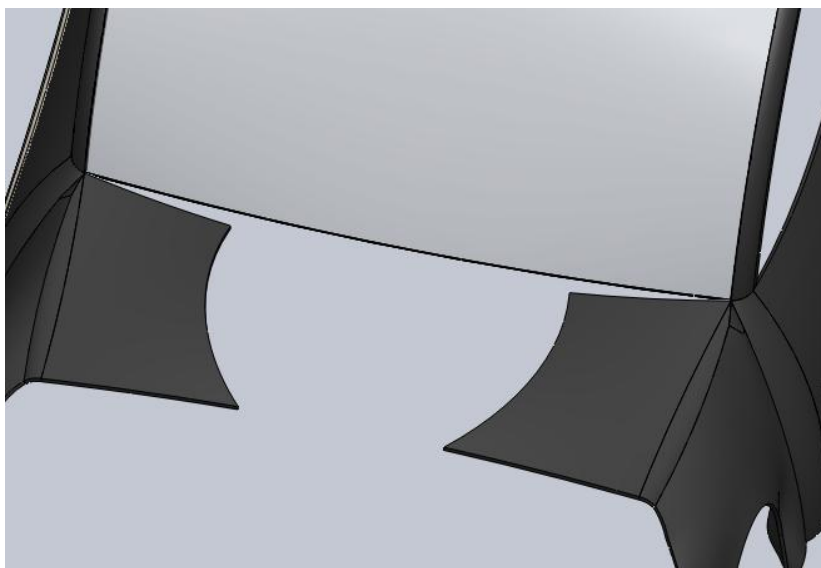
Καπό

Επόμενο κομμάτι το οποίο σχεδιάστηκε ήταν το καπό. Το κάλυμμα του κινητήρα δηλαδή εάν αυτός βρίσκεται στο μπροστά μέρος του οχήματος. Και αυτό το κομμάτι έγινε από πολυεστέρα πάχους 7mm.

Αρχικά έγιναν 2 ξεχωριστά sketch, όπου ένα ένα γέμιζε με επιφάνεια και του δίναμε πάχος. Μετά το πέρας αυτής της εργασίας με mirror «πέρασαν» αυτές οι επιφάνειες και στην απέναντι πλευρά. Το επίπεδο με βάση το οποίο έγινε «καθρέφτισμα» είναι το ίδιο που έγινε και στον κυρίως σκελετό. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα sketch αλλά και η τελική μορφή με την επιφάνεια.

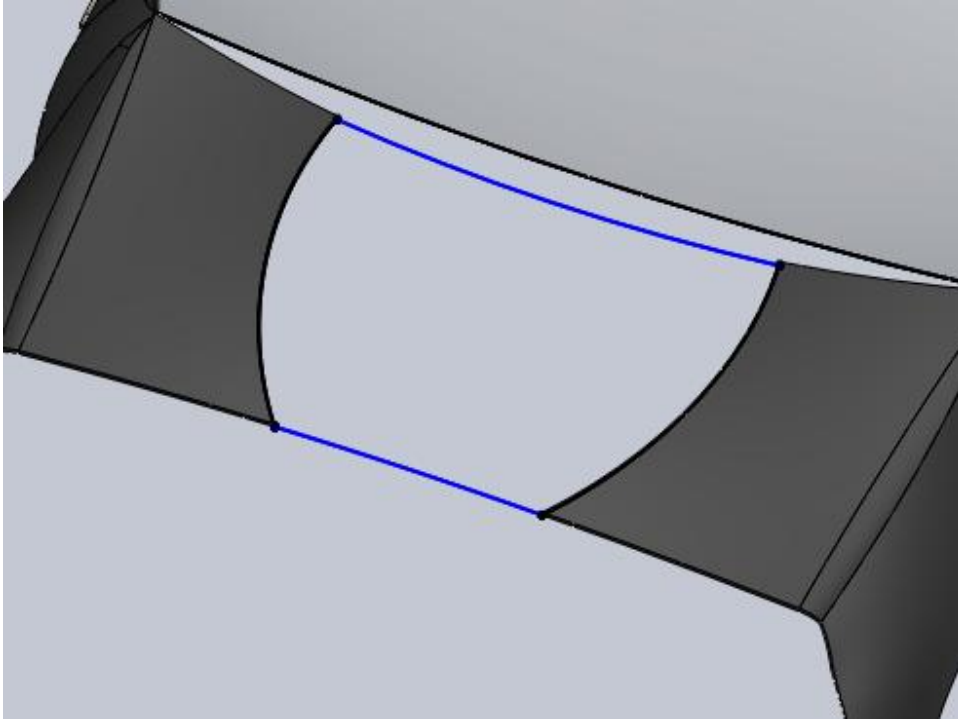


Εικόνα 106: Το πρώτο 3D sketch για τη σχεδίαση του καπό

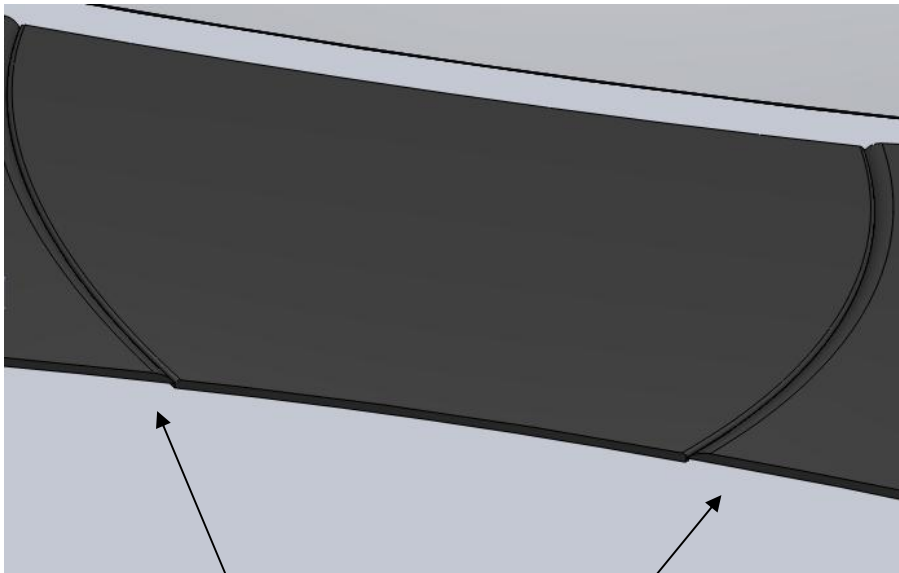


Εικόνα 107: Η επιφάνεια του καπό μετά το πρώτο 3D sketch

Επόμενη κίνηση είναι η σχεδίαση επιφάνειας στο μέσο που θα συνδέει τα δυο κομμάτια της παραπάνω εικόνας.



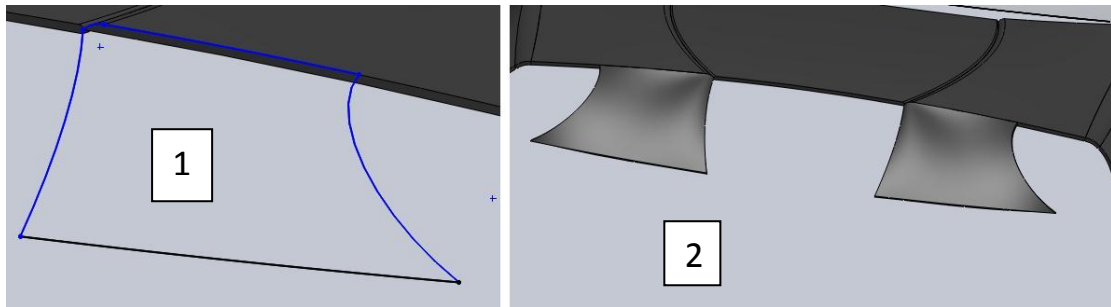
Εικόνα 108: Το δεύτερο 3D sketch για τη σχεδίαση του καπό



Εικόνα 109: Η επιφάνεια του καπό μετά το δεύτερο 3D sketch και τα fillet

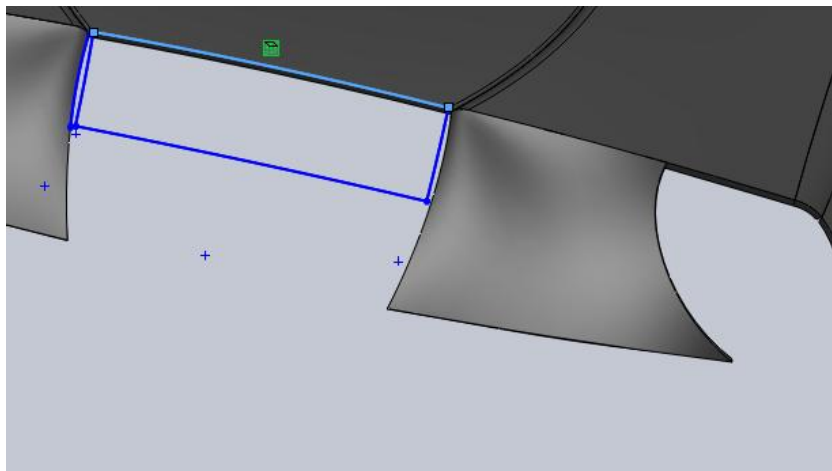
Η επιφάνεια δημιουργήθηκε με filled surface και thicken. Έπειτα στις ακμές χρησιμοποιήθηκε η εντολή fillet όπου ουσιαστικά κάνει στρογγύλευμα όπως φαίνεται στην εικόνα 109.

Μετά σχεδιάστηκε το μπροστά μέρος του καπό. Το κομμάτι δεξιά πρώτα και μετά με Mirror και το δεύτερο, όπως φαίνεται στην εικόνα 110.

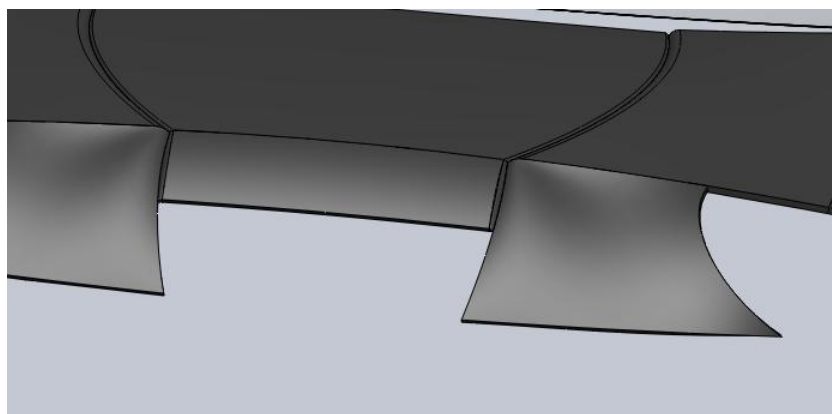


Εικόνα 110: Το τρίτο βήμα της σχεδίασης του καπό

Για το επόμενο κομμάτι χρησιμοποιήθηκαν δυο εντολές που δεν τις έχουμε δει μέχρι τώρα. Η loft-surface και η boundary surface. Και οι δυο χρειάζονται στην ουσία 2 γραμμές από ένα sketch σαν προφίλ της επιφάνειας που θα δημιουργηθεί και 2 γραμμές ως καμπύλες που θα ενώνουν τα προφίλ. Με το ίδιο sketch χρησιμοποιήθηκαν και οι δυο εντολές.



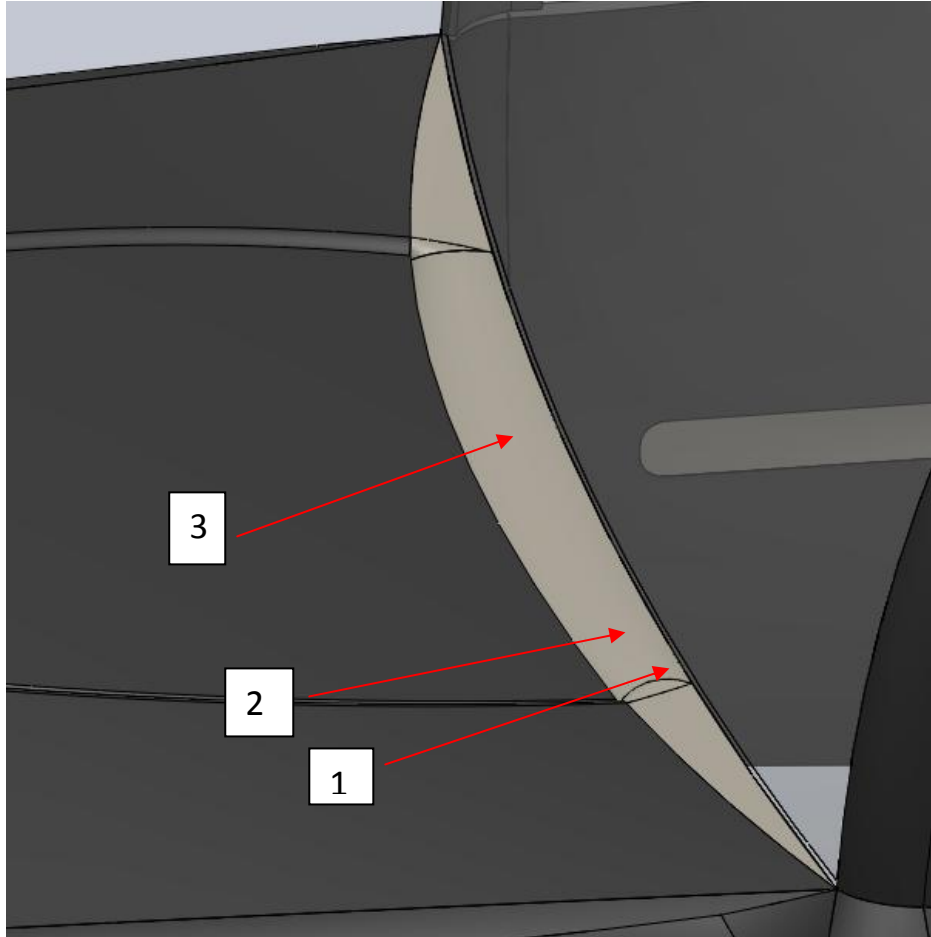
Εικόνα 111: Το τέταρτο 3D sketch για τη σχεδίαση του καπό



Εικόνα 112: Το καπό του οχήματος

Πλαστικό ανάμεσα σε παρμπρίζ και καπό

Ανάμεσα στο παρμπρίζ και στο καπό τοποθετήθηκε πλαστικό από PVC. Και αυτό σχεδιάστηκε με εντολές sketch – filled surface – thicken, όπως φαίνεται παρακάτω (εικόνα 113).

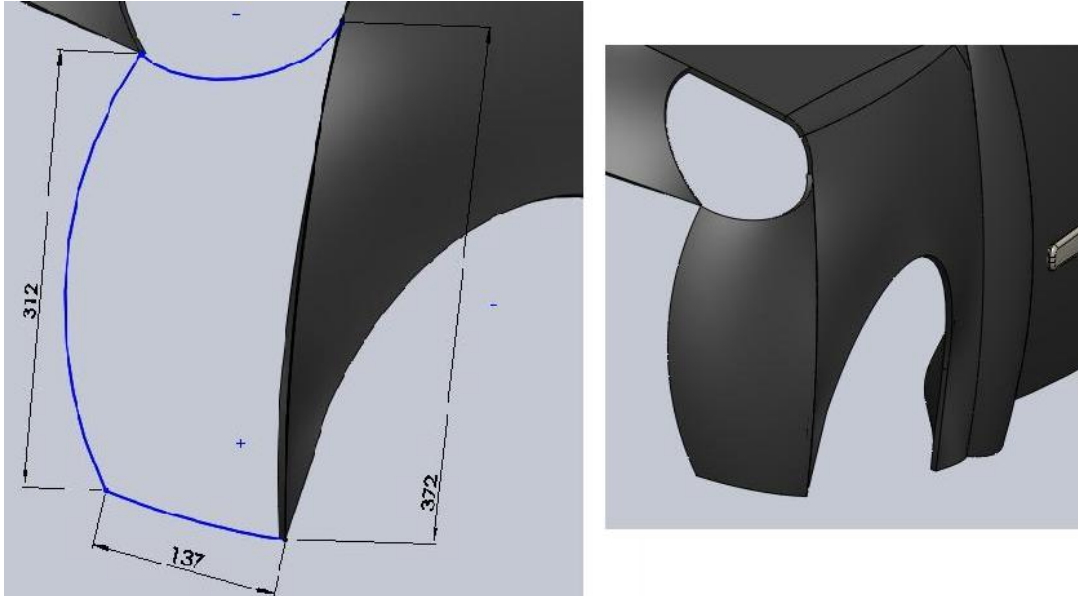


Εικόνα 113: Το πλαστικό ανάμεσα σε παρμπρίζ και καπό

Ουσιαστικά ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου κομματιού έγινε με τρεις επιφάνειες, για να γίνει σωστά και να ακολουθηθεί η καμπύλη από τα fillet του καπό, και ένα mirror των δύο πρώτων.

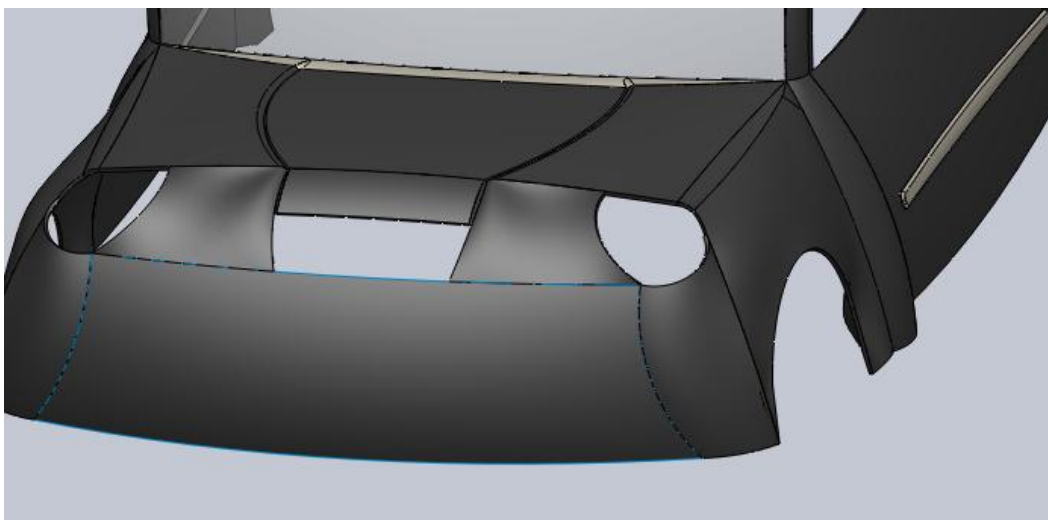
Μπροστά προφυλακτήρας

Επόμενο κομμάτι για σχεδιασμό είναι ο μπροστά προφυλακτήρας. Και αυτό το κομμάτι είναι από πολυεστέρα. Σχεδιάστηκε κατά κύριο λόγο με 3D sketch, filled surface και thicken. Υπάρχουν και κάποιες άλλες εντολές που χρησιμοποιήθηκαν όπου θα φανούν παρακάτω.



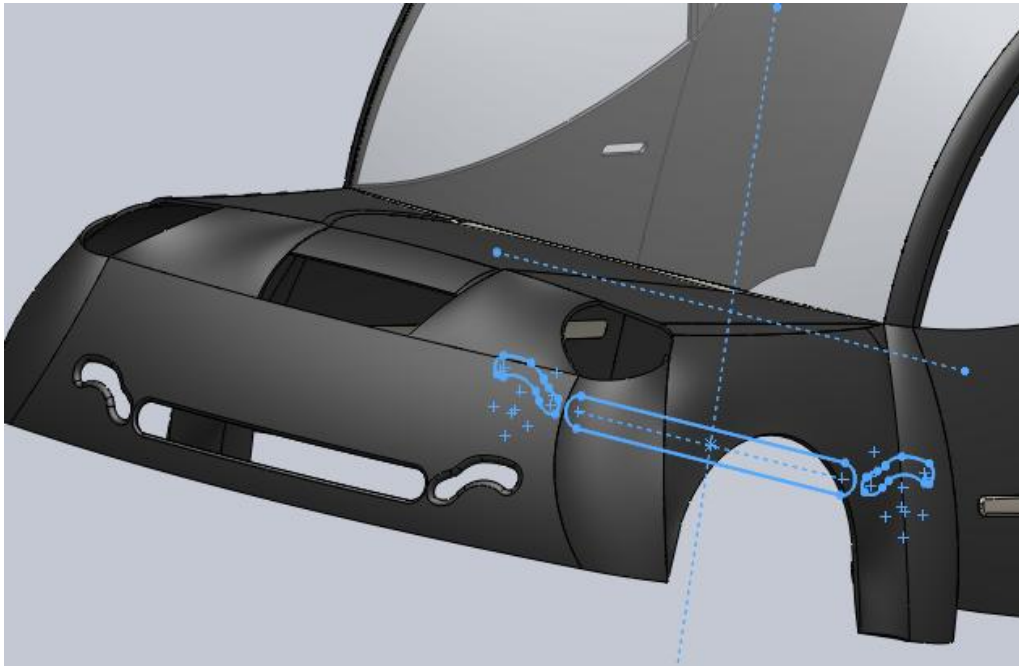
Εικόνα 114: Η σχεδίαση του πρώτου μέρους του μπροστά προφυλακτήρα

Το κομμάτι αυτό έγινε mirror με βάση το επίπεδο που έχουν γίνει και όλα τα προηγούμενα mirror. Στη συνέχεια ενώθηκαν τα δύο κομμάτια, με γέμισμα επιφάνειας μετά από 3D sketch.



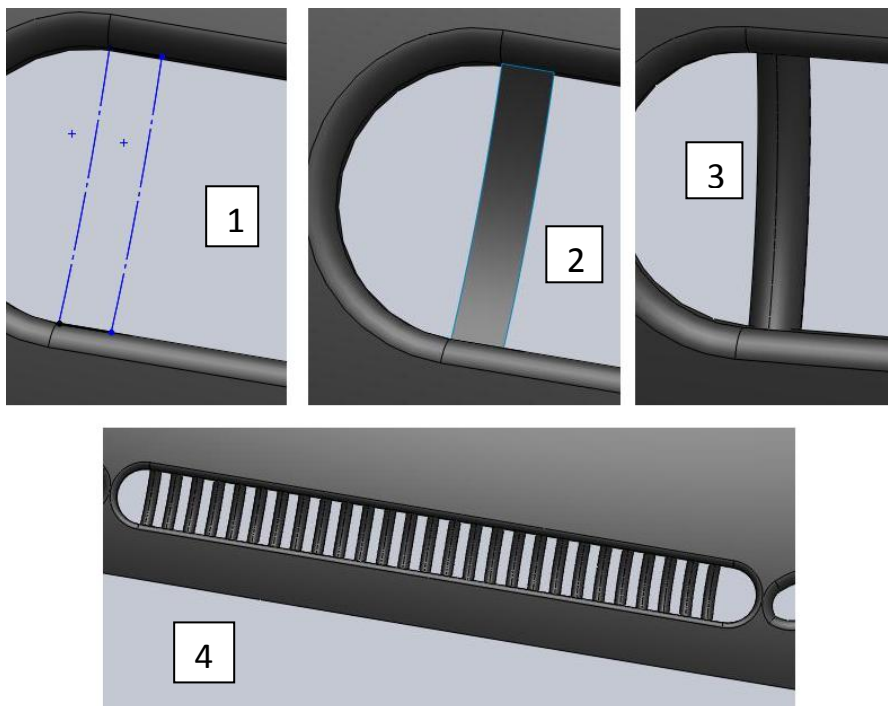
Εικόνα 115: Το δεύτερο μέρος σχεδίασης του μπροστά προφυλακτήρα

Επόμενο βήμα είναι να «κοπεί» η παραπάνω επιφάνεια για την δημιουργία οπής για τα μπροστά «φλάς» και την «μάσκα».



Εικόνα 116: Δημιουργία οπών στον προφυλακτήρα με trim surface

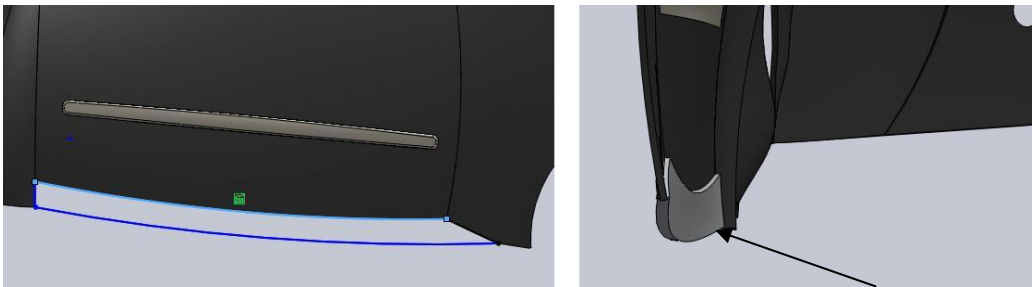
Για την μάσκα χρησιμοποιήθηκε η εντολή loft surface, thicken, fillet και curve driven pattern, για την αντιγραφή του loft surface με βάση μια καμπύλη που σχεδιάστηκε.



Εικόνα 117: Βήμα - Βήμα η σχεδίαση της "μάσκας" του προφυλακτήρα

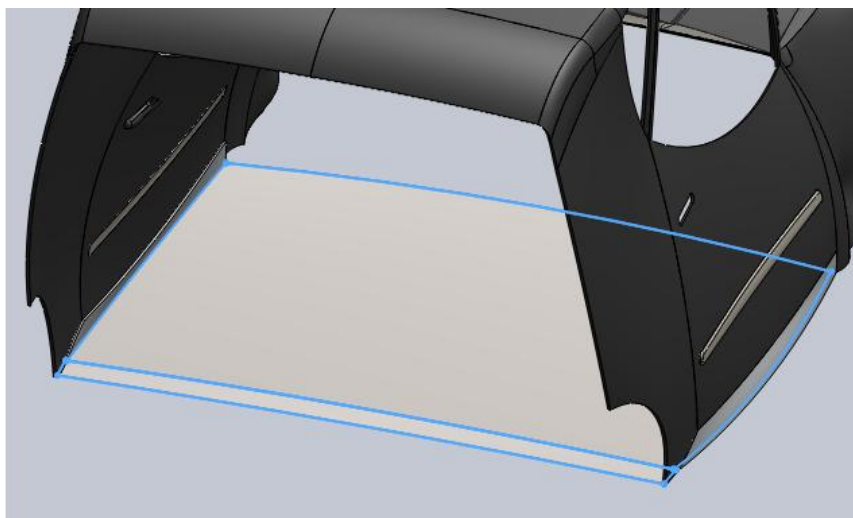
Πάτωμα – Πλαϊνά κάτω από την πόρτα

Επόμενο βήμα για την σχεδίαση του οχήματος ήταν η σχεδίαση του πατώματος και των πλαϊνών μεταλλικών «ράβδων» κάτω από την πόρτα. Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τα πλαϊνά μεταλλικά είναι κράμα αλουμινίου - μαγγανίου κατά DIN (3.0515). Και εδώ τα πλαϊνά σχεδιάστηκαν με 3D sketch στην αριστερή μεριά του οχήματος, thicken όπου δόθηκε πάχος 12mm και mirror για να μεταφερθεί και στην δεξιά πλευρά του οχήματος.



Εικόνα 118: Σχεδίαση πλαϊνού μεταλλικού στοιχείου κάτω από την πόρτα

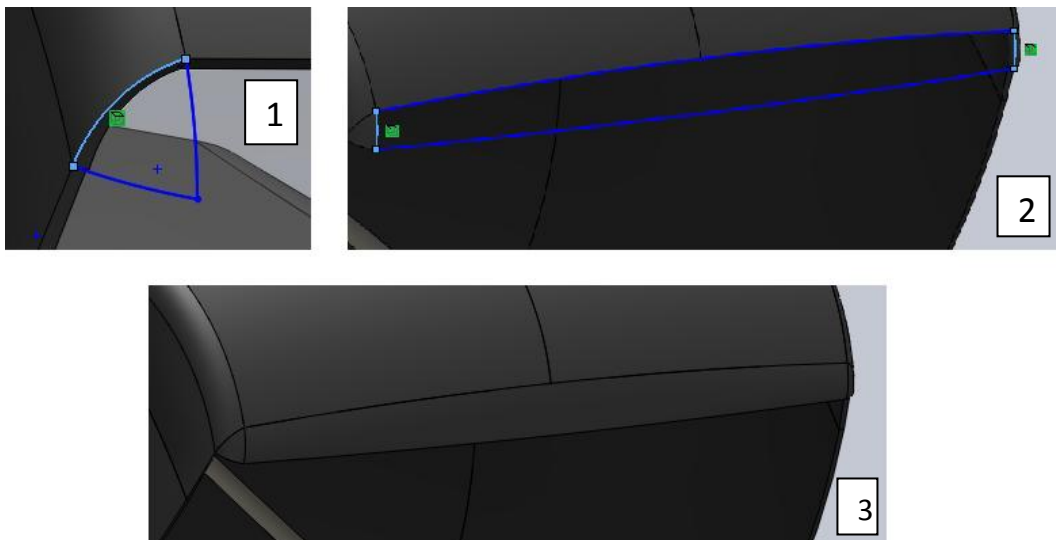
Αμέσως μετά έγινε σχεδιασμός του πατώματος του οχήματος. Στα πατώματα των οχημάτων συνήθως χρησιμοποιείτε χάλυβα, ή ξύλινο πάτωμα από πλακάξ θαλάσσης, για την αντοχή του στο νερό. Εδώ χρησιμοποιήθηκε κράμα χάλυβα με προσμείξεις μαγγανίου, χρωμίου και θείου (20MnCrS5) κατά το πρότυπο DIN (1.7149), λόγω της υψηλότερης του αντοχής από τα υπόλοιπα κράματα χάλυβα που διαθέτει το SolidWorks. Σχεδιαστικά τα Sketch φαίνονται στην παρακάτω εικόνα με μπλε γραμμή. Το πάχος που δόθηκε μετά από το Filled surface είναι 1mm.



Εικόνα 119: Σχεδίαση του πατώματος του οχήματος

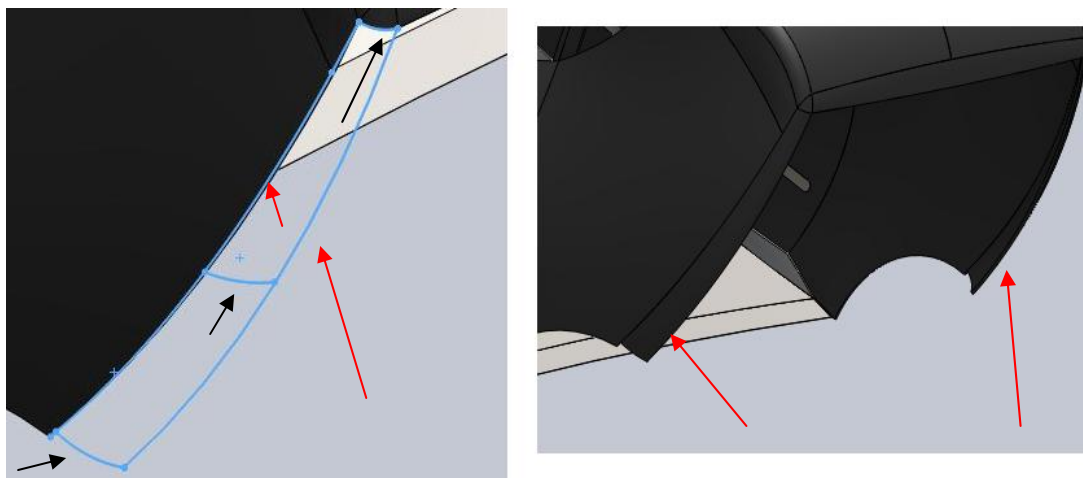
Πίσω μέρος του σκελετού

Επόμενο κομμάτι του σκελετού και ουσιαστικά τελευταίο για να «κλείσει» το όχημα είναι το πίσω μέρος. Και αυτό έγινε από πολυεστέρα πάχους 7mm. Αρχικά δημιουργήθηκαν κάποια καμπυλωτά κομμάτια στα πλαϊνά και στο πάνω μέρος. Πρώτα έγινε 3D sketch – filled surface – thicken στο 1, έπειτα mirror για να πάει και από την δεξιά πλευρά του οχήματος. Μετά με 3D sketch – filled surface – thicken «καλύφθηκε και το κενό ανάμεσά τους.



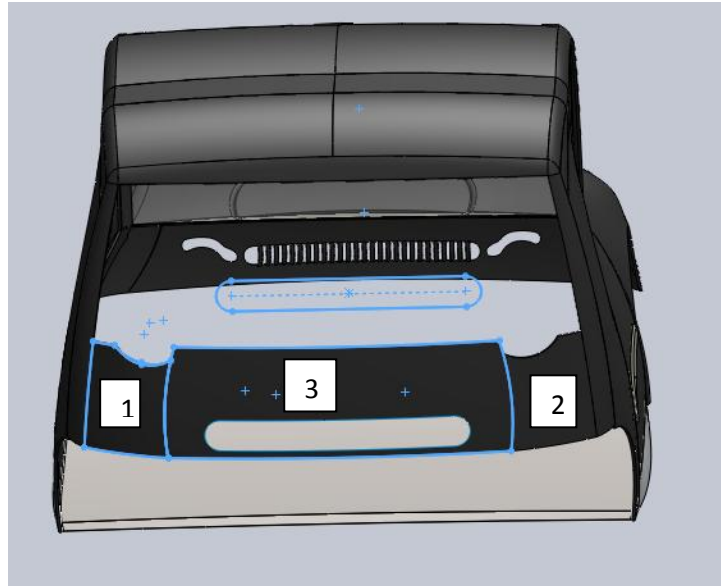
Εικόνα 120: Βήμα - Βήμα η σχεδίαση του πρώτου μέρους στο πίσω τμήμα του οχήματος

Μετά από αυτά, σχεδιάστηκε το ένα καμπυλωτό πλαϊνό με την εντολή loft surface. Τα προφίλ (μαύρα βέλη) και οι καμπύλες (κόκκινα βέλη) που χρειάστηκαν για τη σχεδίαση όπως και το αποτέλεσμα αυτής μετά την εντολή thicken φαίνονται στην εικόνα.



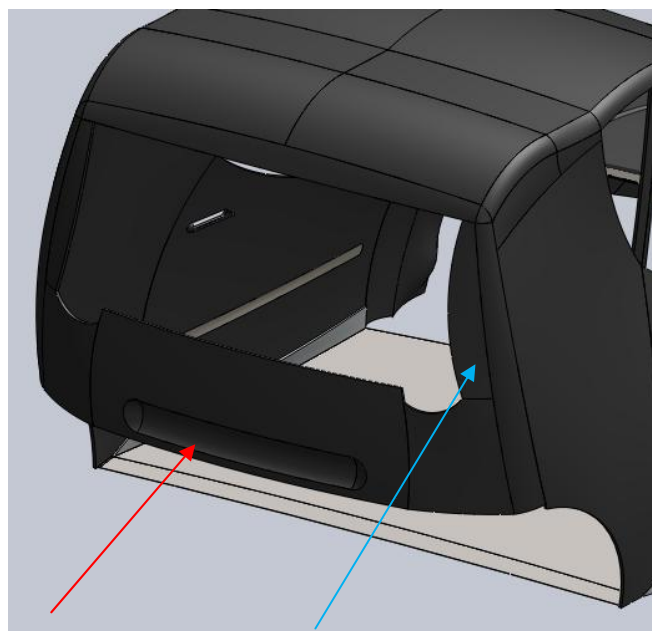
Εικόνα 121: Το δεύτερο βήμα σχεδίασης του πίσω μέρους

Τα επόμενα βήματα φαίνονται στην παρακάτω εικόνα. Αρχικά έγινε 3D sketch (1). Έπειτα «γέμισε» με επιφάνεια, δόθηκε το πάχος των 7mm και έγινε mirror (2). Η επιφάνεια (3) έγινε μετά και απλά κόπηκε και με ένα surface trim.



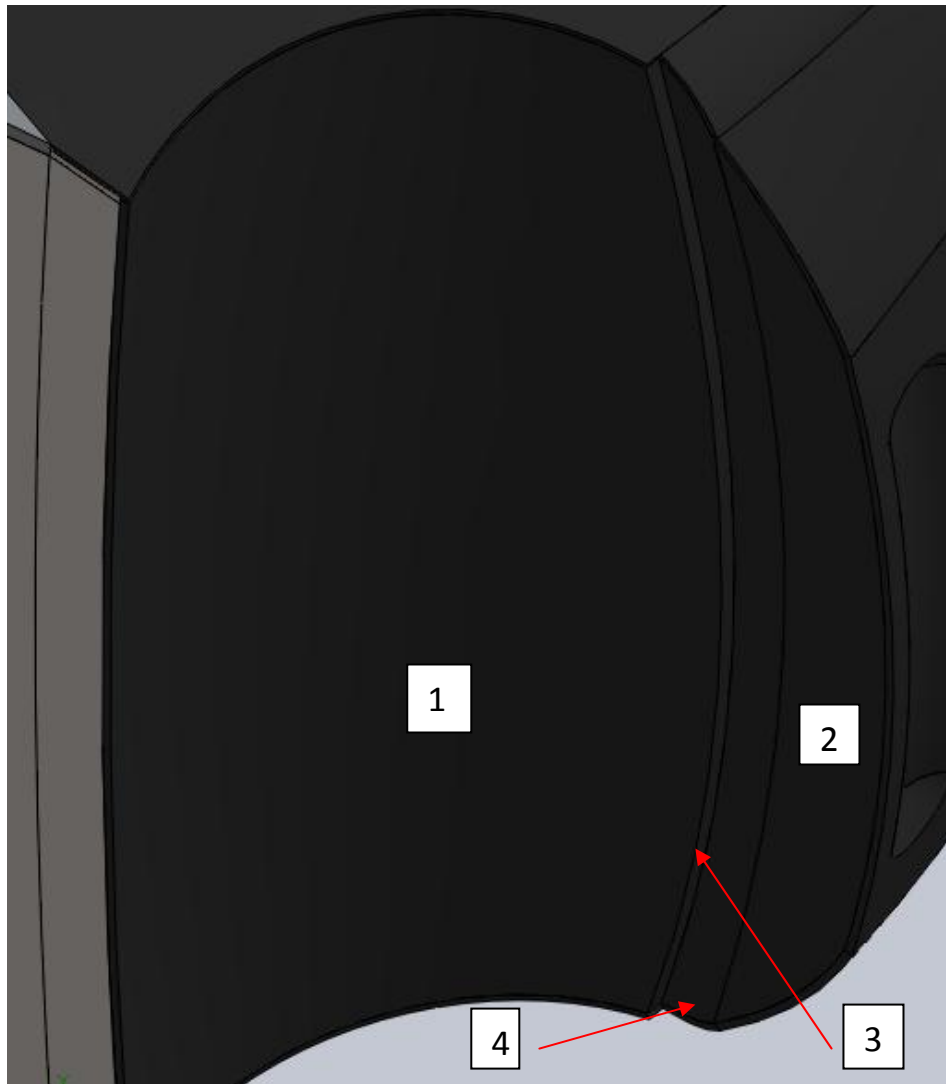
Εικόνα 122: Το τρίτο βήμα σχεδίασης του πίσω μέρους

Με διαδικασίες 3D sketch – filled surface και thicken συνεχίστηκε ο σχεδιασμός. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην εικόνα 123. Με κόκκινο βελάκι η καμπυλωτή εσοχή στο σημείο που έγινε το surface trim και με μπλε το mirror του πλαϊνού κάθετου που έγινε από την αριστερή πλευρά αρχικά.



Εικόνα 123: Το πίσω μέρος μετά το τέταρτο βήμα σχεδίασης

Το επόμενο κομμάτι σχεδίασης είναι να ενωθεί το κομμάτι που έχουμε έτοιμο με το πάτωμα του οχήματος ώστε να «κλείσει» ουσιαστικά το όχημα. Έγιναν πάλι 3D sketch – filled surface και Thicken με την σειρά που φαίνονται στην εικόνα 124, ώστε να υπάρξει το αποτέλεσμα που φαίνεται.

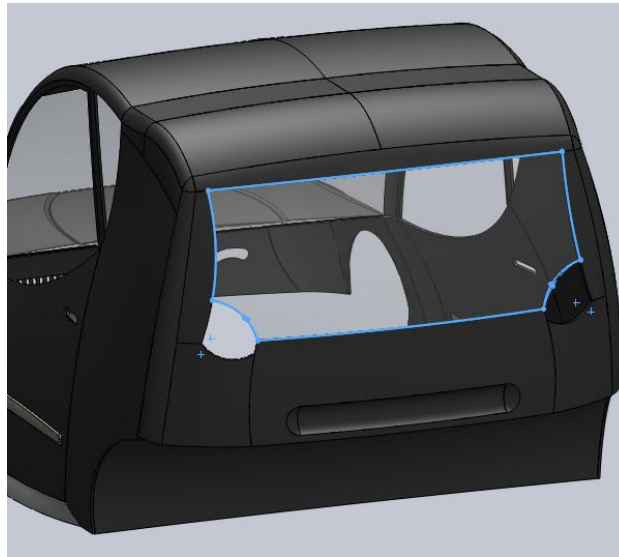


Εικόνα 124: Το τελευταίο κομμάτι του πίσω μέρους

Μετά το πέρας και αυτού του μέρους ουσιαστικά ο σκελετός του οχήματος έχει τελειώσει. Έχουν μείνει ακόμα μερικά εξαρτήματα και άλλα μέρη που θα δούμε παρακάτω.

Πίσω Παρμπρίζ

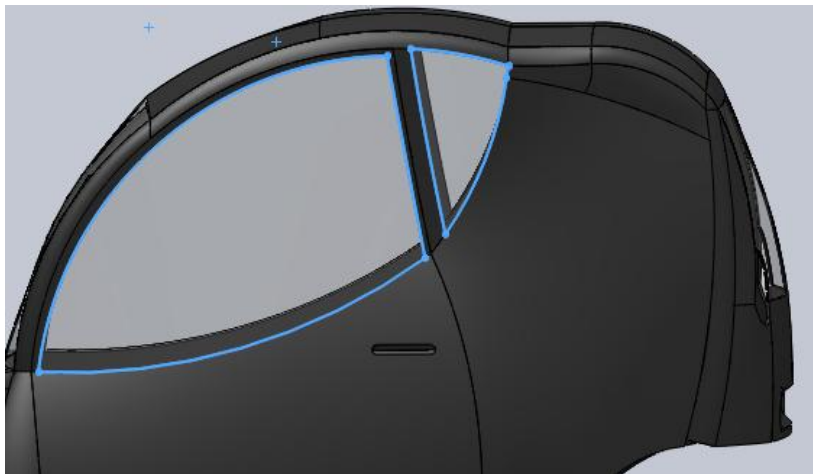
Το επόμενο κομμάτι θα είναι το πίσω παρμπρίζ. Όπως και για το μπροστά χρησιμοποιήθηκε σαν υλικό το απλό γυαλί λόγω έλλειψης του υλικού των παρμπρίζ. Το πάχος που δόθηκε είναι τα 4mm. Όπως και τα περισσότερα κομμάτια του οχήματος έτσι και αυτό σχεδιάστηκε με 3D sketch – filled surface και δόθηκε το πάχος μετά. Και το 3D sketch αλλά και το τελικό αποτέλεσμα φαίνονται στην εικόνα 125.



***Εικόνα 125:** Σχεδίαση πίσω παρμπρίζ*

Πλαϊνά παράθυρα

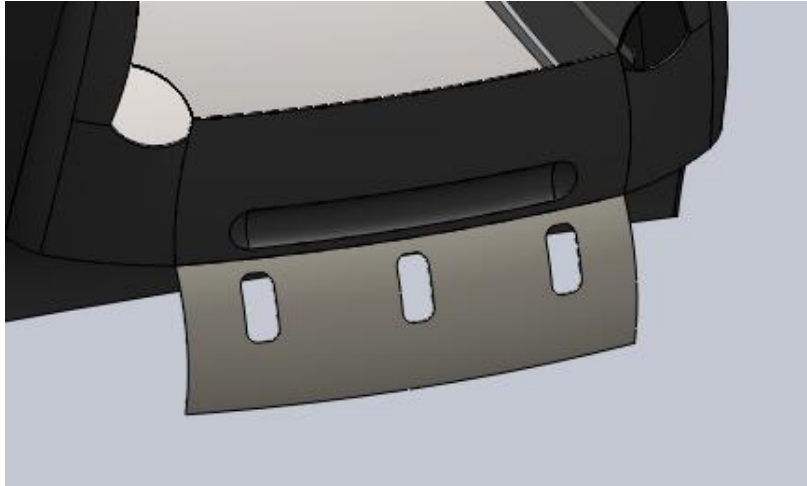
Επόμενο βήμα, τα πλαϊνά τζάμια στις πόρτες και το μικρό σταθερό τζάμι πίσω από αυτήν. Και εδώ χρησιμοποιήθηκε η ίδια μέθοδος σχεδίασης. Το πάχος που δόθηκε είναι τα 3mm.



***Εικόνα 126:** Σχεδίαση πλαϊνών παραθύρων*

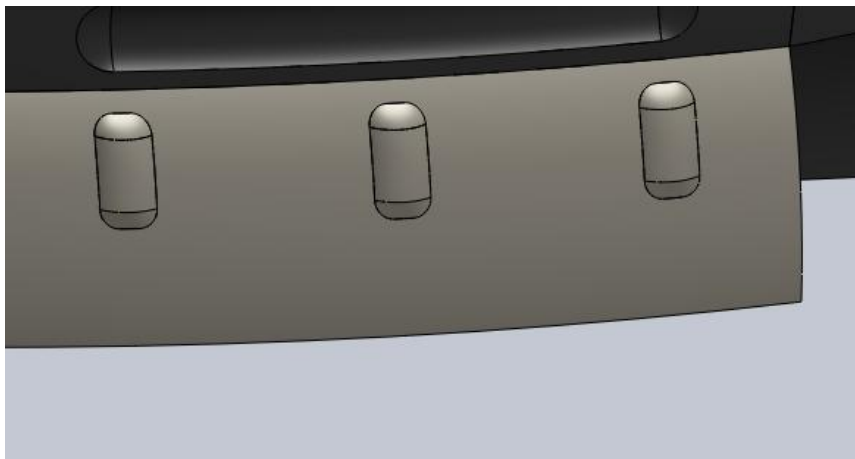
Πίσω προφυλακτήρας

Επόμενο κομμάτι του σχεδιασμού είναι ο πίσω προφυλακτήρας. Το υλικό του είναι ο πολυεστέρας πάχους 4mm. Η διαδικασία είναι η γνωστή που έχει προηγηθεί για τα περισσότερα κομμάτια. Η σειρά με την οποία δημιουργήθηκε ο προφυλακτήρας φαίνεται παρακάτω με την σειρά που εμφανίζονται οι εικόνες.



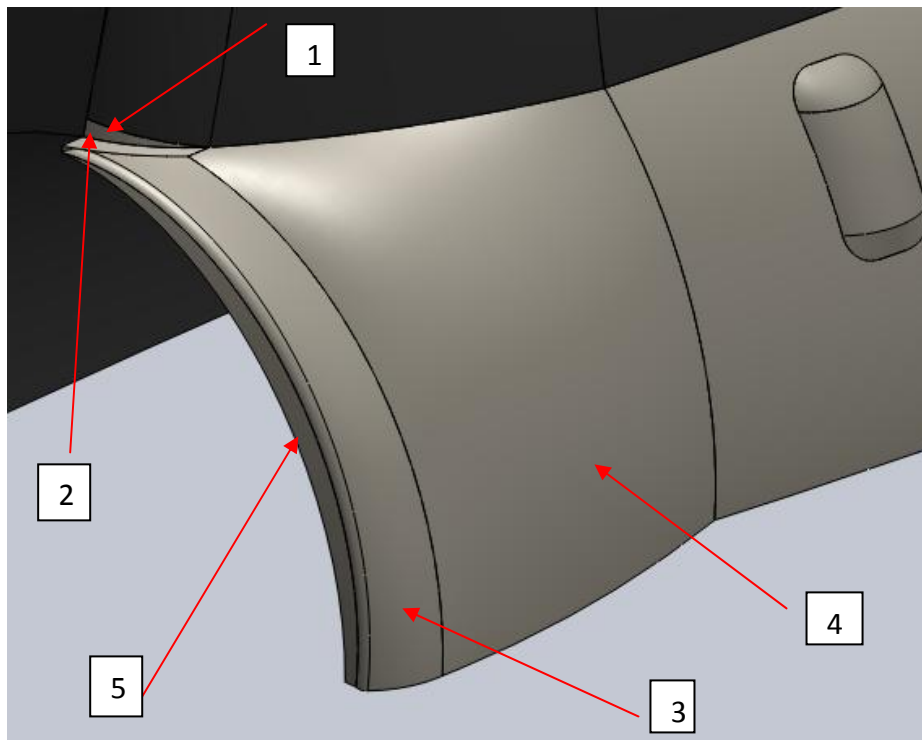
Εικόνα 127: Το πρώτο κομμάτι του πίσω προφυλακτήρα

Έπειτα έγιναν από τρεις φορές (3 εγκοπές που δημιουργήθηκαν με surface trim) τρία 3D Sketch – filled surface – thicken για να δημιουργηθεί το σχέδιο όπως φαίνεται στην εικόνα 128.

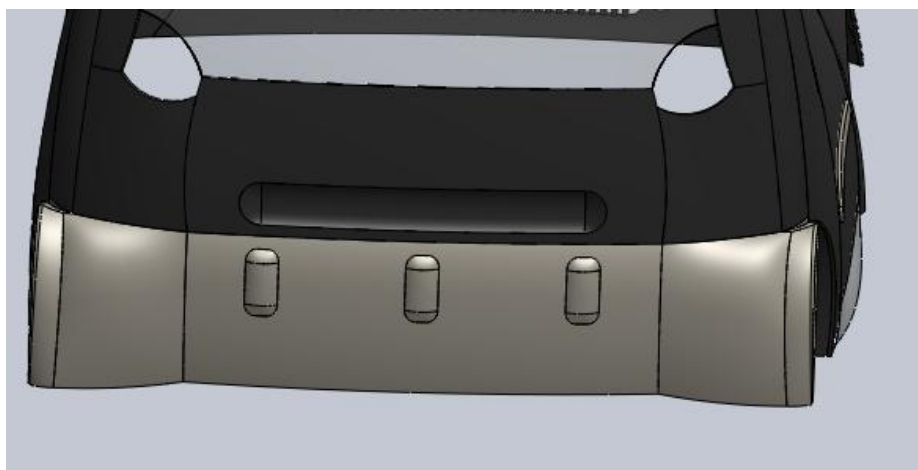


Εικόνα 128: Γέμισμα των οπών του πίσω προφυλακτήρα

Με τη ίδια διαδικασία (3D sketch – filled surface – thicken) από 5 φορές όπως φαίνεται στην εικόνα δημιουργήθηκε το κομμάτι και με mirror αυτού του κομματιού έχουμε το τελικό αποτέλεσμα του πίσω προφυλακτήρα (εικόνα 129)



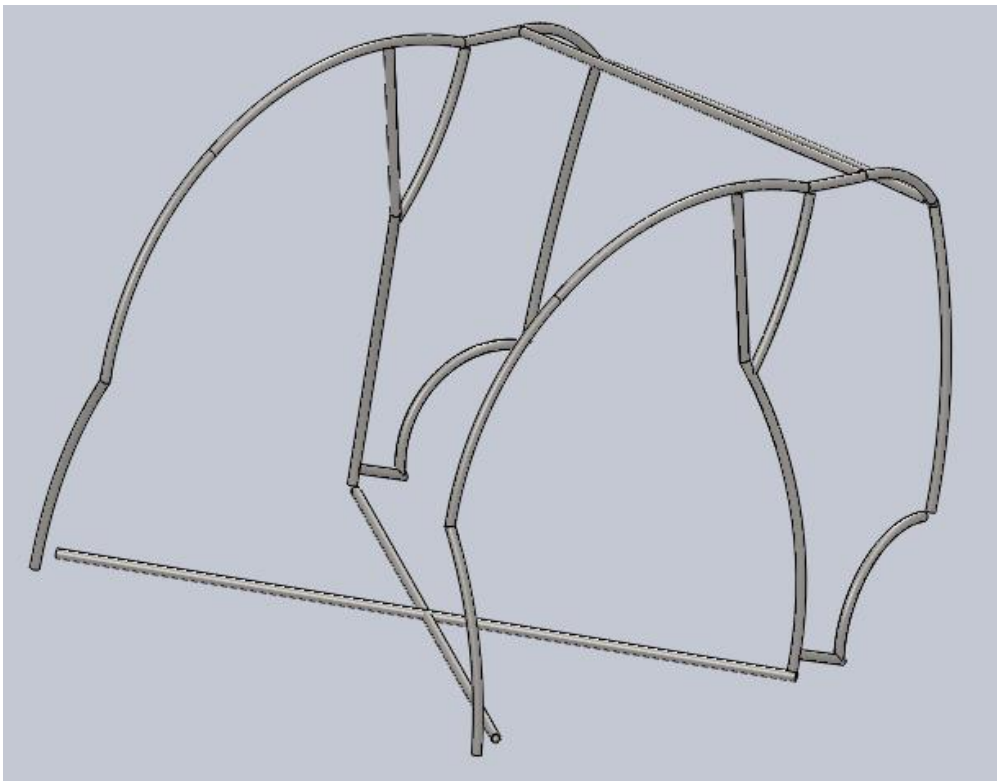
Εικόνα 129: Βήματα σχεδίασης των κομματιών για τον πίσω προφυλακτήρα



Εικόνα 130: Ο πίσω προφυλακτήρας

Σωληνωτός εσωτερικός σκελετός

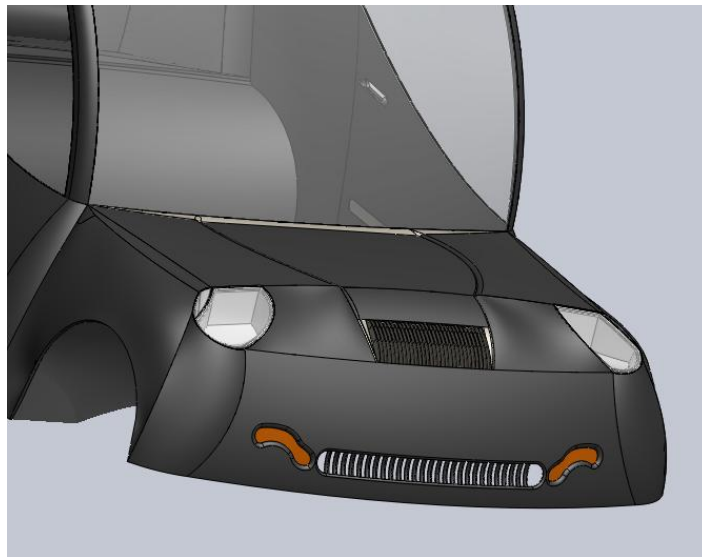
Στο όχημα, προστέθηκαν και κάποια κομμάτια στο εσωτερικό του από σωλήνα κατά το πρότυπο iso, διαστάσεων 21,3mm X 2,3mm για την σωστότερη στήριξη του πολυεστέρα. Πολλά οχήματα που έχουν κατασκευαστεί στο παρελθόν έχουν σκελετό από σωλήνες. Στο σχέδιο αυτό έγινε με την μέθοδο των συγκολλητών κατασκευών. Κάνοντας 3D sketch και μετά επιλέγοντας το προφίλ που θέλουμε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το προφίλ ήταν αυτό της σωλήνας με τις παραπάνω διαστάσεις. Όλος ο σωληνωτός σκελετός που χρησιμοποιήθηκε ζυγίζει 16,7kg. Τοποθετήθηκαν σωλήνες και στα πλαϊνά σύμφωνα με την μορφή του εξωτερικού σκελετού αλλά και στο πάτωμα σε χιαστή διάταξη. Ίσως και ο σκελετός αυτός να μην είναι απαραίτητος καθώς τα 7mm που χρησιμοποιήθηκαν σαν πάχος στα πολυεστερικά τμήματα είναι αρκετά.



Εικόνα 131: Ο σωληνωτός εσωτερικός σκελετός του οχήματος

Υπόλοιπα κομμάτια

Σχεδιάστηκαν επιπλέον κάποια κομμάτια για να «συμπληρωθεί» το όχημα με όλα τα εξωτερικά χαρακτηριστικά που μπορεί να έχει. Σχεδιάστηκε η μάσκα στο μπροστά μέρος από PVC, τα μπροστά φωτιστικά σώματα από πλαστικό PMMA (χρησιμοποιείτε στα φωτιστικά σώματα) και πλαστικό ABS το εσωτερικό τους, τα μπροστά φλάς από πλαστικό PMMA και τα πλαστικά στους θόλους πάνω από τα σημεία που θα μπουν οι τροχοί με πλαστικό PVC 0,007 plasticized.



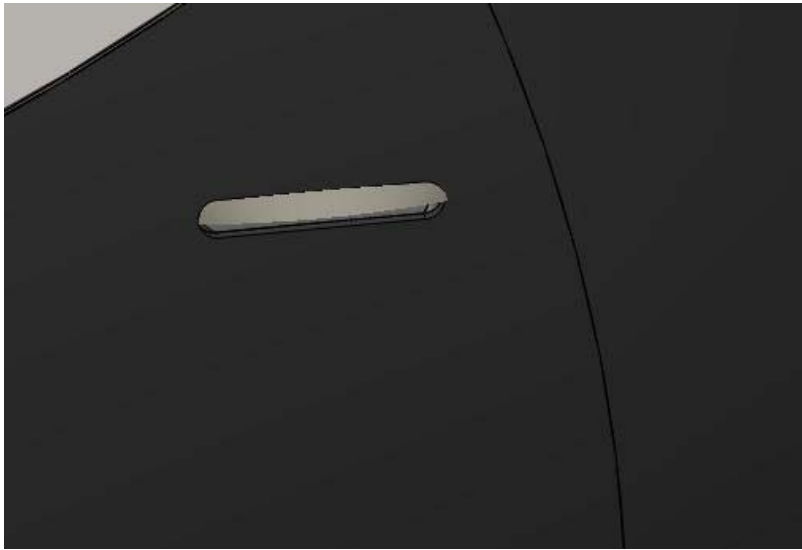
Εικόνα 132: Το μπροστά μέρος του οχήματος χωρίς τροχούς

Επίσης σχεδιάστηκαν τα πίσω φωτιστικά σώματα από πλαστικό PMMA και πλαστικό ABS στο εσωτερικό τους,



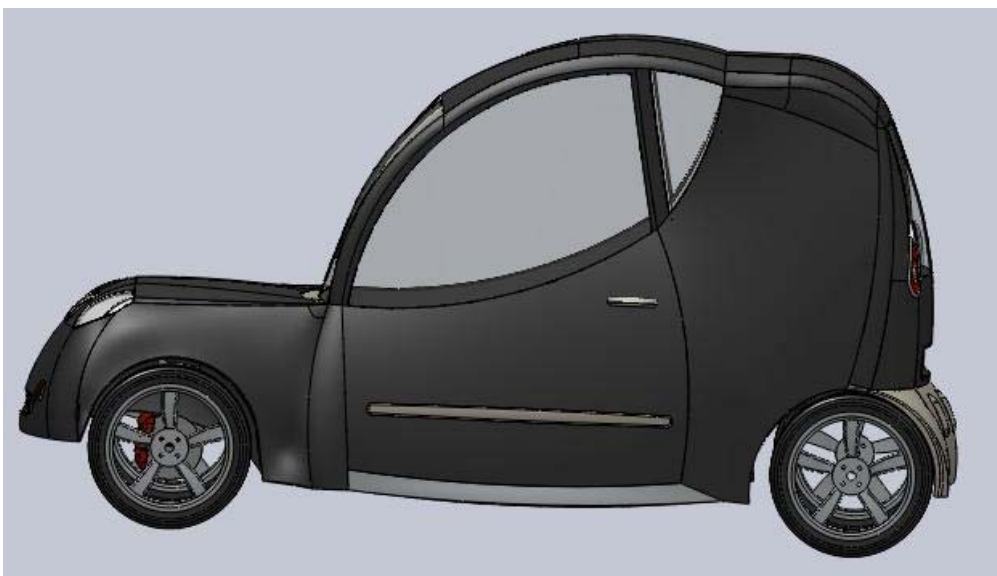
Εικόνα 133: Το πίσω μέρος του οχήματος με τα φωτιστικά σώματα

Σχεδιάστηκαν και οι πλαστικές χειρολαβές από ABS, με ένα 3D sketch και ένα γέμισμα με επιφάνεια πάχους 4mm.

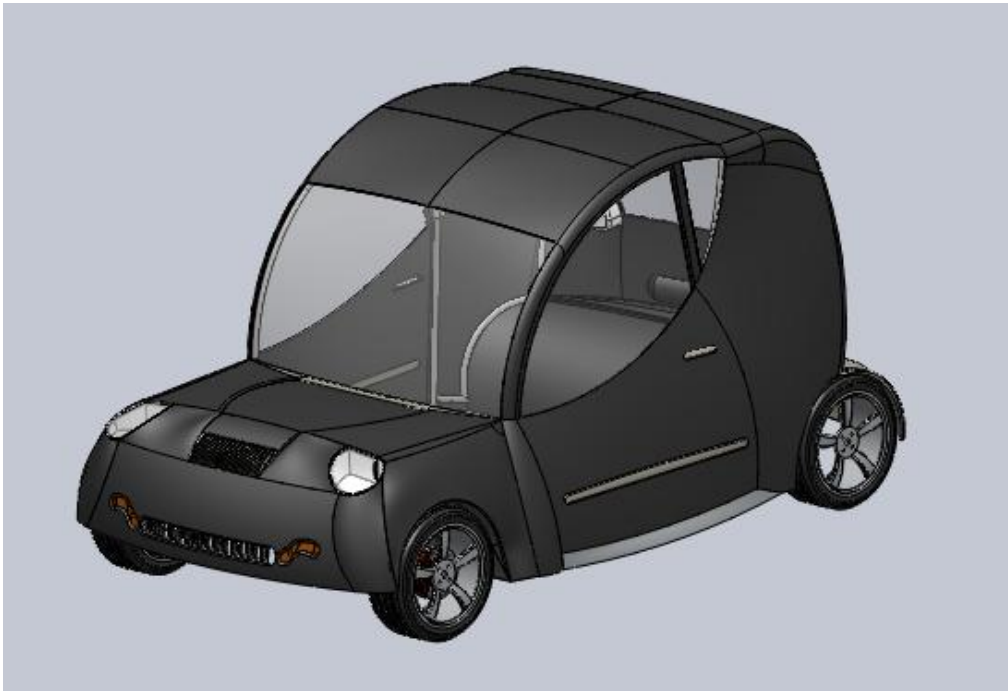


Εικόνα 134: Η χειρολαβή για το άνοιγμα της πόρτας

Σαν τελευταίο κομμάτι έμειναν οι τροχοί του οχήματος. Τα λάστιχα είναι διαστάσεων 165 – 60 – R12. Το υλικό των ελαστικών που χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείτε για τα ελαστικά είναι το EPDM 60 Durometer. Οι ζάντες φυσικά είναι διαστάσεων 12" από κράμα αλουμινίου. Επίσης τοποθετήθηκαν δύο δισκόφρενα στους μπροστά τροχούς όπου δεν σχεδιάστηκαν, αλλά βρέθηκαν έτοιμα στο διαδίκτυο και τοποθετήθηκαν αλλάζοντας το υλικό τους σε χυτοσίδηρο (Gray Cast Iron SN).



Εικόνα 135: Η αριστερή πλευρά του οχήματος



***Εικόνα 136:** Το όχημα όπως φαίνεται από μπροστά αριστερά*



***Εικόνα 137:** Η πίσω όψη του οχήματος*

4.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Μετά το τέλος του σχεδιασμού, έγινε μέτρηση κάποιων από τα χαρακτηριστικά του οχήματος, όπως οι διαστάσεις του και το βάρος του. Οι διαστάσεις του οχήματος είναι:

Μήκος: 2460mm

Πλάτος: 1492mm

Ύψος: 1302mm

Η απόσταση του μπροστά τροχού με τον πίσω (μεταξόνιο) είναι ίση με 1780mm, η απόσταση των δύο μπροστά τροχών είναι 1220mm και οι απόσταση των πίσω τροχών είναι 1260mm.

Το βάρος του οχήματος όπως αυτό μετρήθηκε με την επιλογή mass properties από την καρτέλα evaluate του solidworks, είναι:

Με τον σωληνωτό σκελετό: 131,227kg

Χωρίς τον σωληνωτό σκελετό: 114,456kg

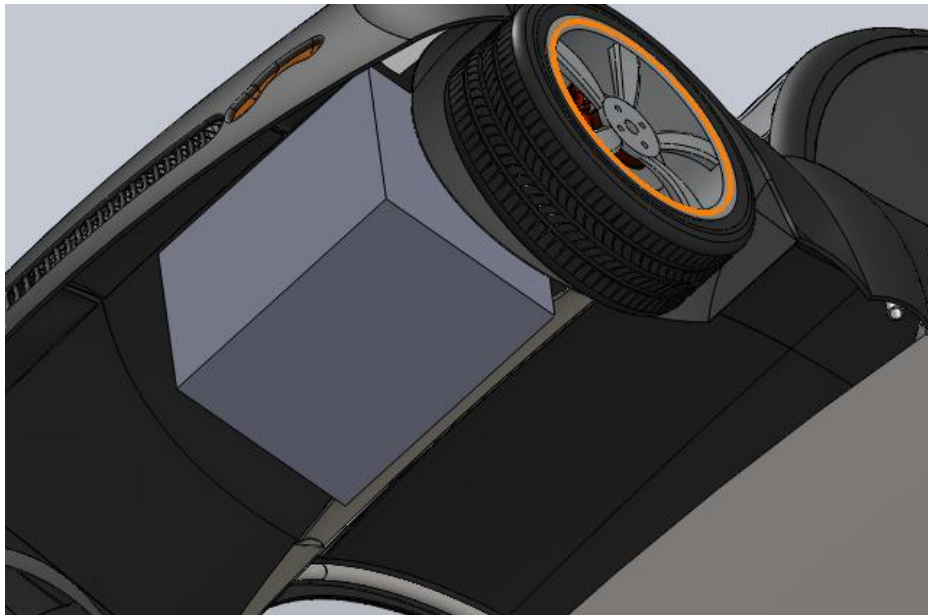
Αν λάβουμε υπ' όψιν και την τοποθέτηση κινητήρα, μπαταριών, συστήματος διεύθυνσης και άλλων μηχανικών μερών το βάρος του οχήματος αυξάνεται πολύ. Μία εκτίμηση είναι ότι θα φτάσει από 500kg έως και 600kg.

Ο λόγος βέβαια που χρησιμοποιήθηκε ο πολυεστέρας ήταν για αυτό ακριβώς για να μην αυξηθεί το βάρος του οχήματος. Βασικό του **πλεονέκτημα** λοιπόν το μικρότερο βάρος. Άλλα πλεονεκτήματα του πολυεστέρα είναι η τιμή του σε σχέση με τα μέταλλα και η ευκολία που προσφέρει στο να του δίνουμε ότι μορφή θέλουμε. Από την άλλη το **μειονέκτημά** του, για τη χρήση του σε οχήματα, σε σχέση με ένα μεταλλικό σκελετό, είναι η μικρότερη αντοχή του.

Άλλα χαρακτηριστικά του οχήματος είναι ότι θα πρόκειται για διθέσιο όχημα. Ο κινητήρας μπορεί να τοποθετηθεί στο μπροστινό μέρος του οχήματος και οι μπαταρίες στη μέση, κάτω από τα καθίσματα.

Ενδεικτικά μπορούμε να δούμε, τον χώρο που θα καταλαμβάνει και τα χαρακτηριστικά του κινητήρα, τον τρόπο διάταξης και τα χαρακτηριστικά των μπαταριών που πιθανόν να τοποθετηθούν και την κατά προσέγγιση αυτονομία του οχήματος.

Για τον **κινητήρα** δημιουργήθηκε ένα κουτί με διαστάσεις 40x30x29 cm, που προσεγγίζουν τις διαστάσεις ενός ηλεκτρικού κινητήρα dc, μαζί με σύστημα αυξομείωσης στροφών (σταθερά γρανάζια, βλ. σελ 52) για οχήματα. Τοποθετήθηκε στο μπροστά μέρος. Υπολογίζεται ότι ο κινητήρας θα είναι ισχύος 15KW και θα ζυγίζει από 50kg έως 65kg, ενώ το σύστημα αυξομείωσης στροφών θα του προσδίδει περίπου 12 – 15 kg.



Εικόνα 138: Το "κουτί" που σχεδιάστηκε για την προσέγγιση του κινητήρα

Για τις **μπαταρίες** που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ο χώρος που πιάνουν, η ενέργεια που προσφέρουν και το βάρος τους. Μετά από έλεγχο των παραπάνω παραμέτρων έγινε επιλογή μπαταριών από την εταιρεία: **Automotive Energy Supply Corp.** Από την ίδια εταιρεία, είναι και οι μπαταρίες που εξοπλίζουν το Nissan Leaf. Η επιλογή τους έγινε λόγω του πλεονεκτήματός τους στις διαστάσεις.

Οι μπαταρίες αυτές είναι ιόντων λιθίου και αποτελούνται από 4 κελιά «ενέργειας» με χαρακτηριστικά:

Ονομαστική χωρητικότητα: 33,1 Ah

Μέση τάση: 3,8V

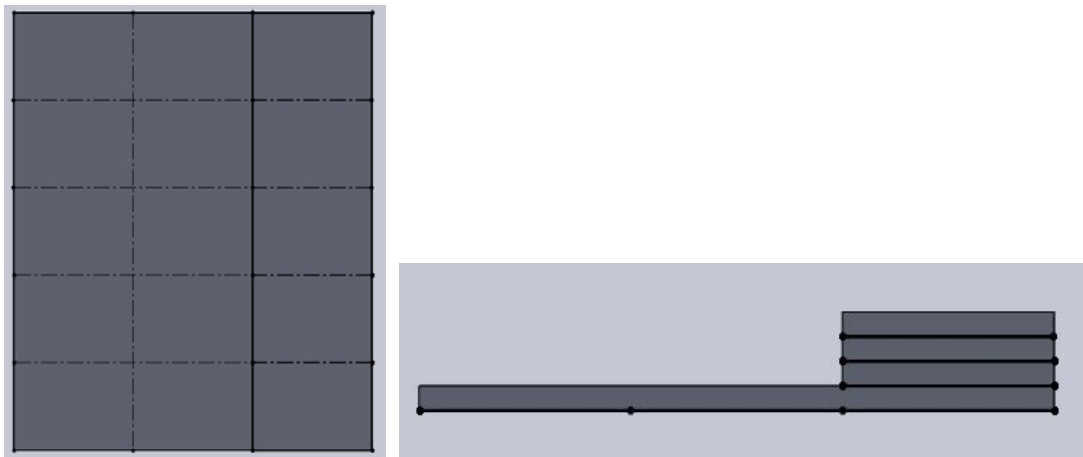
Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούμε να βρούμε την ενέργεια που δίνει το ένα κελί, από τον τύπο: $E = C * V = 33,1Ah * 3,8V = 125,78Wh$.

Συνεπώς αφού η μία μπαταρία αποτελείται από 4 κελιά, η ενέργεια της κάθε μπαταρίας θα είναι: $4 * 125,75 Wh = 503,12 Wh \approx 0,5 KWh$



Εικόνα 139: Αριστερά το κελί, και δεξιά η μπαταρία, για ηλεκτρικά οχήματα, της Automotive Energy Supply

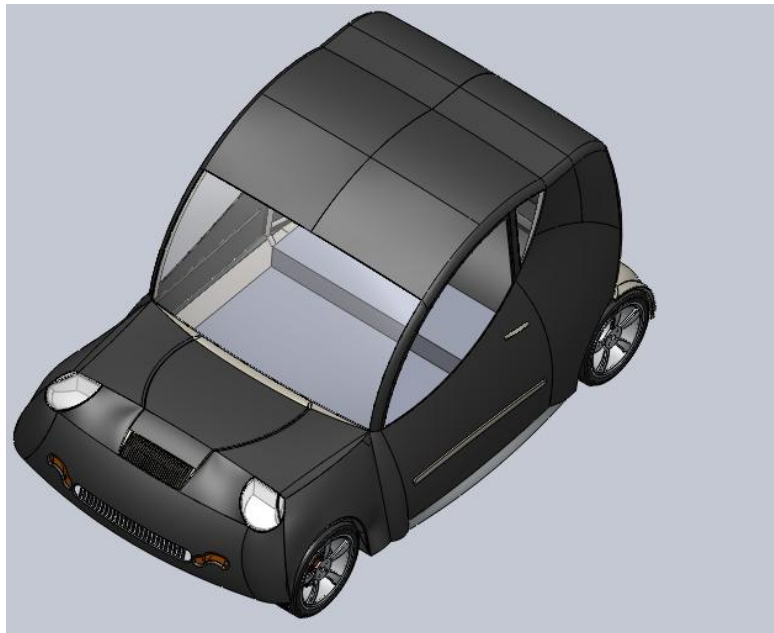
Οι μπαταρίες είναι διαστάσεων: 303mm μήκος, 223mm πλάτος, 35mm πάχος και κάθε μία ζυγίζει 3,8kg. Στο όχημα θα τοποθετηθούν 30 τέτοιες μπαταρίες, κάτι που σημαίνει ότι η συνολική ενέργεια που θα μας παρέχουν θα είναι περίπου 15 KWh και το βάρος τους 114kg. Η διάταξη τους φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



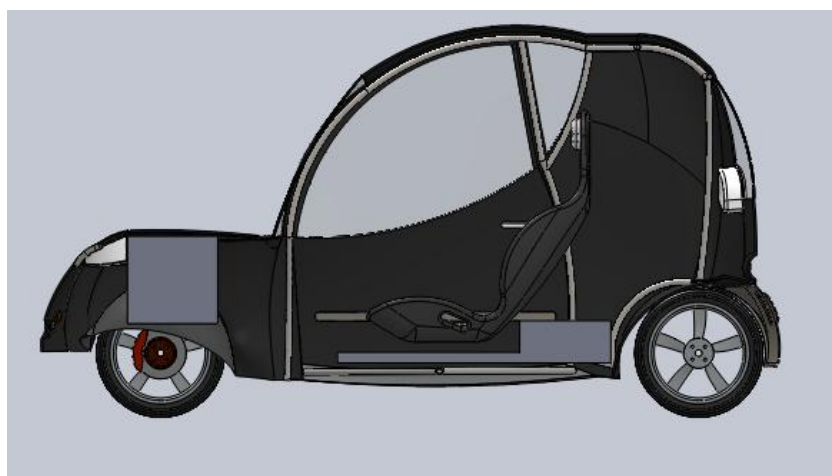
Εικόνα 140: Διάταξη των μπαταριών

Στο κάτω μέρος υπάρχουν 3 σειρές από 5 μπαταρίες η κάθε σειρά. Πάνω από την τελευταία σειρά υπάρχουν άλλες 3 σειρές μπαταρίες. Συνολικά λοιπόν υπάρχουν 30 μπαταρίες, οι οποίες θα τοποθετηθούν κάτω από τα καθίσματα. Οι διαστάσεις του σχεδίου των μπαταριών δεν είναι ακριβώς στις διαστάσεις των πραγματικών μπαταριών αλλά μεγαλύτερες, για το λόγο ότι χρειάζονται και περίβλημα για την προστασία τους, καλώδια κ.α.

Τοποθετήθηκαν και δύο καθίσματα, τα οποία δε σχεδιάστηκαν αλλά βρέθηκαν έτοιμα στο διαδίκτυο, μόνο για να φανεί το πώς θα είναι το όχημα. Το σχήμα τους δεν είναι το σωστό, και δε θα «βολεύουν» τον οδηγό για το συγκεκριμένο όχημα



Εικόνα 141: Το όχημα με τις μπαταρίες



Εικόνα 142: Το όχημα σε τομή. Διακρίνονται στο εσωτερικό ο κινητήρας οι μπαταρίες και το κάθισμα

Θεωρητικά όσο αφορά την **αυτονομία** που θα έχει το όχημα, με βάση τα χαρακτηριστικά του κινητήρα και των μπαταριών, εφόσον ο κινητήρας είναι 15KW και οι μπαταρίες συνολικής ενέργειας 15kWh, όταν έχουμε πλήρης εκμετάλλευση της ισχύος του κινητήρα και πχ το όχημα κινείται σταθερά με 90km/h η αυτονομία του θα είναι 90km. Βλέπουμε όμως ότι στα περισσότερα οχήματα η αυτονομία δεν υπολογίζεται έτσι. Ενδεικτικά το Tazzari zero (βλ. σελ. 24) έχει κινητήρα 15KW με μπαταρίες των 13,5kWh και η κατασκευάστρια εταιρεία δίνει αυτονομία 130km με μέγιστη τελική περίπου στα 100km/h. Φυσικά δεν έχει αυτή την αυτονομία εάν κινείται για μία ώρα με 100km/h.

Υπάρχει και ένας τύπος που δίνει την αυτονομία των οχημάτων υπολογίζοντας το βάρος τους, με την προϋπόθεση ότι έχουμε πλήρη εκμετάλλευση της ισχύος του κινητήρα.

$$range(km) = \frac{250 * Energy\ of\ batteries}{kg\ of\ vehicle^{0,6}}$$

Εάν υποθέσουμε πως το όχημα θα ζυγίζει 550kg (περίπου 131 kg του σκελετού + κατά μέσο όρο 55kg ο κινητήρας + κατά μέσο όρο 13kg το σύστημα αυξομείωσης στροφών + 114kg οι μπαταρίες + άλλα μηχανικά μέρη) τότε η αυτονομία του θα είναι:

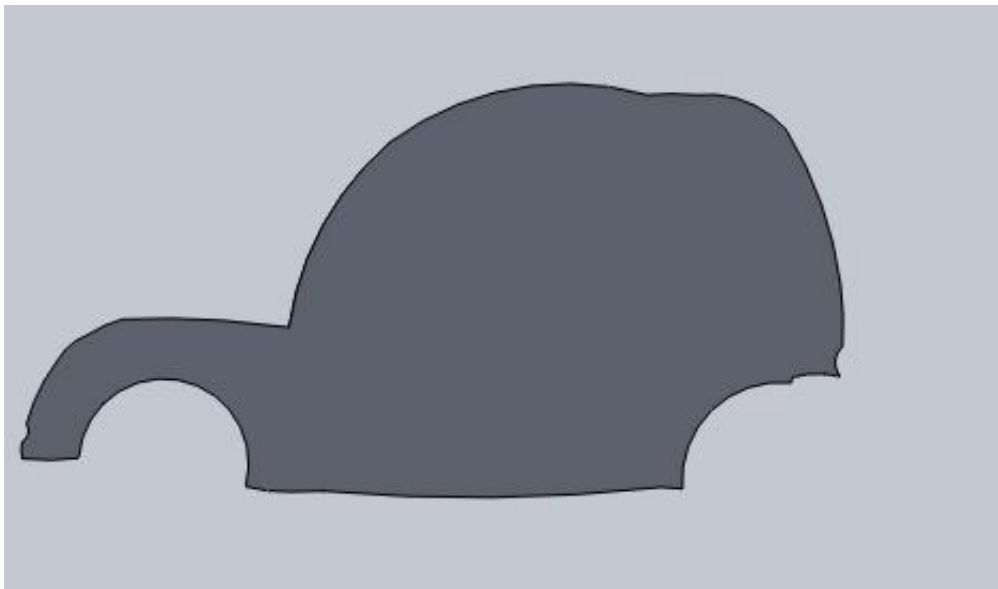
$$range(km) = \frac{250 * 15kWH}{550kg^{0,6}} = 85km$$

Συνεπώς η αυτονομία του οχήματος κυμαίνεται από 85km έως και περίπου 120km, πάντα κατά προσέγγιση, καθώς μετράει και ο τρόπος οδήγησης στο σωστό υπολογισμό της.

4.5 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΡΟΗΣ ΣΤΟ ΟΧΗΜΑ

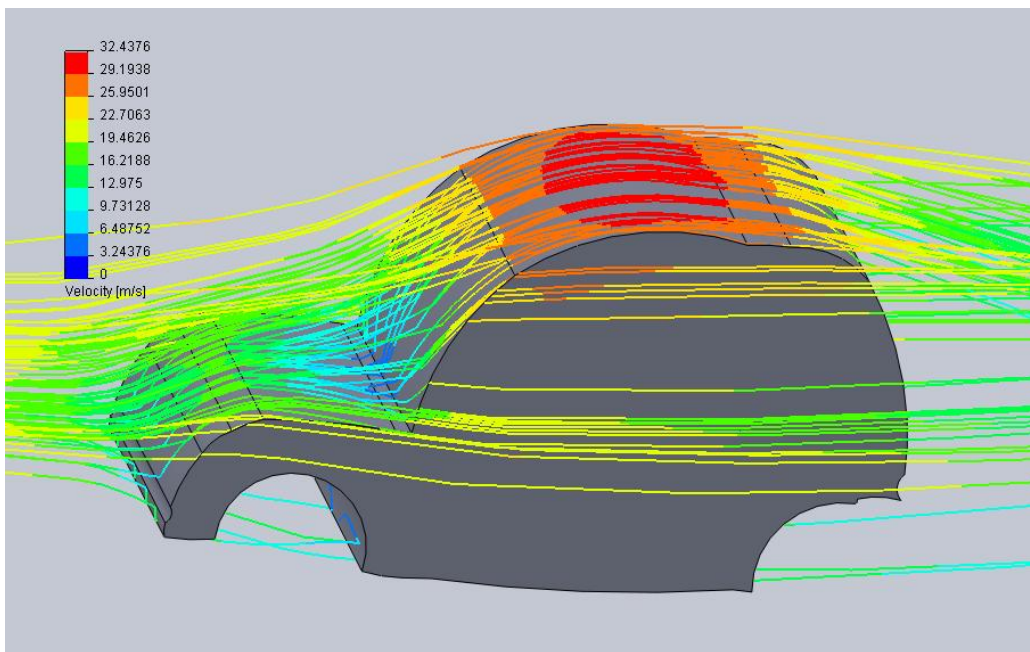
Για το όχημα έγινε και προσομοίωση ροής, για να φανεί το πώς θα «κινείται» ο αέρας καθώς το όχημα θα τρέχει. Το πρόβλημα ήταν στο να γίνει η ανάλυση όπως σχεδιάστηκε το όχημα, δηλαδή με επιφάνειες. Μία από τις αιτίες του προβλήματος αυτού είναι η απαιτήσεις που χρειάζεται να έχει το υπολογιστικό σύστημα. Επειδή μας ενδιαφέρει απλά η ροή του αέρα εξωτερικά του οχήματος, η προσομοίωση έγινε με μια συμπαγή μάζα στο σχήμα του, όπως και αυτή που σχεδιάστηκε στην αρχή για την εύρεση του συντελεστή της οπισθέλκουσας δύναμης.

Η προσομοίωση της ροής του αέρα, έγινε υποθέτοντας ότι το όχημα κινείται με 25m/sec δηλαδή με 90km/h. Η συμπαγής μάζα που σχεδιάστηκε για να πραγματοποιηθεί η προσομοίωση σχεδιάστηκε με την εντολή sketch, αφού πρώτα στο assembly έγινε απόκρυψη του μισού οχήματος. Έπειτα έγινε ο σχεδιασμός, κάνοντας το περίγραμμα του οχήματος και δίνοντας το πλάτος του. Έτσι δημιουργήθηκε ένα απλοποιημένο μοντέλο πολύ κοντά στις διαστάσεις του οχήματος, βοηθώντας μας στο να πραγματοποιηθεί η προσομοίωση ευκολότερα.



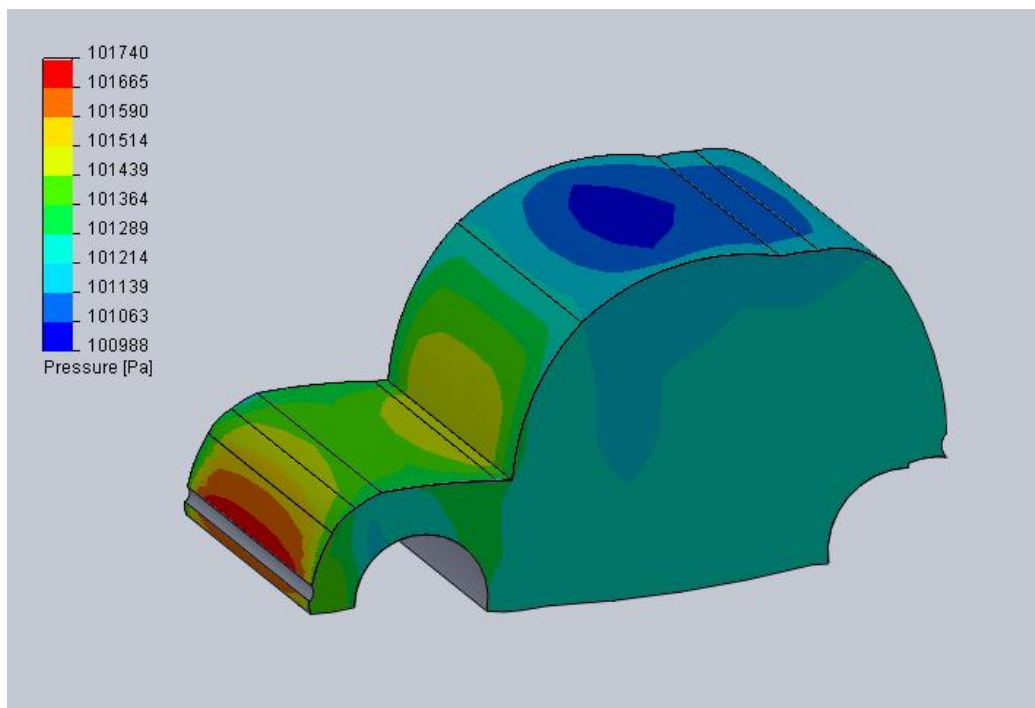
Εικόνα 143: Συμπαγής μάζα για την πραγματοποίηση της προσομοίωσης ροής

Τα αποτελέσματα που επιλέχθηκαν να προσομοιωθούν είναι η ταχύτητα του αέρα, η πίεση και η θερμοκρασία. Η ταχύτητα που κινείται το όχημα όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι 25m/sec. Η ταχύτητα λοιπόν του αέρα όπως αυτή προσομοιώθηκε, φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Το μέγιστο αυτής παρατηρείτε στον ουρανό του οχήματος και αγγίζει τα 32,5m/sec. Στα σημεία με απότομες αλλαγές στην κλίση η ταχύτητα μειώνεται πάρα πολύ. Τέτοιο σημείο είναι μεταξύ του καπό και του μπροστινού παρμπρίζ. Όπως φαίνεται λοιπόν η ταχύτητα είναι κοντά στο μέγιστο στις περιοχές με ομαλές αλλαγές στην κλίση της επιφάνειας όπως ο ουρανός, όπου η ταχύτητα κυμαίνεται από 26m/sec έως 32,5m/sec και πέφτει πάρα πολύ κοντά στο μηδέν στα σημεία με απότομες αλλαγές. Συγκεκριμένα από τον χρωματισμό των γραμμών ροής η ταχύτητας σε αυτά τα σημεία είναι περίπου στα 3m/sec.



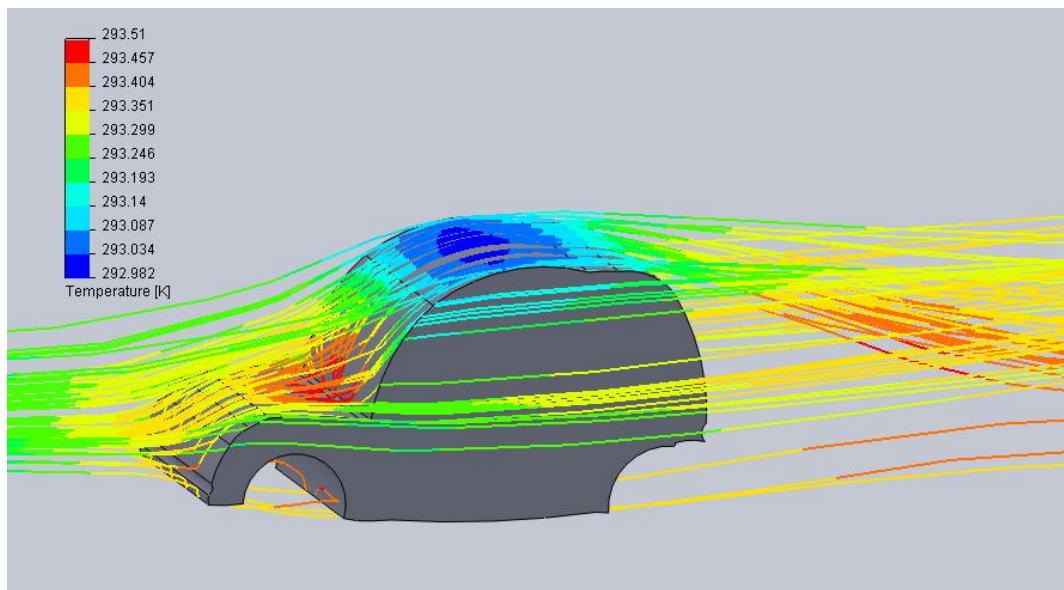
Εικόνα 144: Γραμμές ροής της ταχύτητας του αέρα

Η πίεση στις επιφάνειες του οχήματος, όπως αυτό κινείται σε χώρο με ατμοσφαιρική πίεση (101325 Pa) και με ταχύτητα 25m/sec, δεν αλλάζει πολύ από την ατμοσφαιρική πίεση. Υπάρχει μια μικρή πτώση πίεσης από την ατμοσφαιρική, στον ουρανό του οχήματος και μια μικρή αύξηση στο κατώτερο σημείο μπροστά, εκεί δηλαδή που βρίσκεται ο προφυλακτήρας. Οι πιέσεις κυμαίνονται από 100988 Pa = 0,99 atm. έως και 101740 Pa = 1,005 atm. Βλέπουμε λοιπόν ότι η πίεση του αέρα δεν μεταβάλλεται πολύ καθώς κινείται το όχημα. Τα σημεία με πράσινο χρωματισμό είναι αυτά στα οποία η πίεση του αέρα είναι ίση με την ατμοσφαιρική.



Εικόνα 145: Οι πιέσεις του αέρα σε διάφορα σημεία του οχήματος

Η θερμοκρασία αναφοράς του αέρα για να γίνει η προσομοίωση είναι ίση με $293,2\text{K} = 20,05\text{ }^{\circ}\text{C}$. Όταν ο αέρας έρχεται σε επαφή με το όχημα, καθώς αυτό κινείται με ταχύτητα 25m/sec , αλλάζει η θερμοκρασία του και κυμαίνεται από $292,98\text{K} = 19,83\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως και $293,51\text{K} = 20,36\text{ }^{\circ}\text{C}$. Δεν υπάρχουν λοιπόν μεγάλες αλλαγές από την θερμοκρασία αναφοράς. Η χαμηλότερη θερμοκρασία, παρατηρείται, στο υψηλότερο σημείο του οχήματος, δηλαδή εκεί που ρέει ομαλότερα ο αέρας, χωρίς να υπάρχουν απότομες αλλαγές στην κλίση. Στα σημεία με απότομες αλλαγές στην κλίση όπως μεταξύ καπό και παρμπρίζ παρατηρείται η μέγιστη θερμοκρασία. Οι γραμμές με πράσινο χρωματισμό είναι σημεία στα οποία ο αέρας έχει την θερμοκρασία αναφοράς. Βλέπουμε λοιπόν ότι και μετά που φεύγει ο αέρας από το όχημα, διατηρείται μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας.



Εικόνα 146: Θερμοκρασία του αέρα καθώς κινείται το όχημα

4.6 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Υπάρχουν και μερικά σημεία τα οποία δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθεί εάν είναι σωστά ή μπορούν να υπάρξουν και βελτιώσεις σε αυτά. Εκτός από το βάρος του οχήματος που αναφέρθηκε παραπάνω, σημεία τα οποία ίσως χρειαστούν βελτιώσεις είναι για παράδειγμα το χώρος των επιβατών, ο χώρος για την τοποθέτηση των μπαταριών και οι διαστάσεις των τροχών.

Ο χώρος των επιβατών μετά την τοποθέτηση, όλου του εσωτερικού εξοπλισμού, δηλαδή ταμπλό ενδείξεων, τιμόνι, καθίσματα κ.α. εάν είναι μικρός θα εμποδίζει τη σωστή οδήγηση του από τον οδηγό. Για αυτό το λόγο ένας τρόπος βελτίωσης θα ήταν να αυξηθεί το μήκος του οχήματος, ίσως όχι πάρα πολύ, για να είναι και πάλι σε μικρές διαστάσεις, αλλά τόσο ώστε να είναι άνετο. Επίσης με την αύξηση του μήκους ίσως γίνει εκμετάλλευση του για την αύξηση του χώρου τοποθέτησης των μπαταριών και τοποθετηθούν περισσότερες για μεγαλύτερη αυτονομία. Η αύξηση της διαμέτρου των τροχών ή απλά η αύξηση του προφίλ των ελαστικών, ίσως το βοηθήσει στην μείωση των κραδασμών που προέρχονται από τις ανωμαλίες στον δρόμο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
- [2]. <http://www.guardian.co.uk>
- [3]. <http://www.carstyling.ru>
- [4]. <http://www.eurocarblog.com>
- [5]. <http://www.4troxoi.gr>
- [6]. <http://www.autoblog.gr>
- [7]. <http://blog.honda.gr>
- [8]. <http://technabob.com>
- [9]. <http://www.tazzari-zero.com>
- [10]. <http://uk.autoblog.com>
- [11]. <http://www.autotriti.gr>
- [12]. <http://www.gocar.gr>
- [13]. <http://www.ecofriend.com>
- [14]. <http://www.elmoto-cycles.com>
- [15]. <http://www.inews.gr>
- [16]. <http://carparts1.net>
- [17]. <http://auto.howstuffworks.com>
- [18]. Ηλεκτρικές Μηχανές AC-DC – Stephen Chapman – Εκδόσεις Τζιόλα
- [19]. <http://www.electric-cars-are-for-girls.com>
- [20]. <http://www.sae.org>
- [21]. http://mavin.com/pictures/ford_ev_motor_1_1.jpg
- [22]. <http://www.all-electric-vehicles.com>
- [23]. <http://www.comparecontracthire.com>
- [24]. <http://electriccarsreport.com>
- [25]. <http://www.pitchengine.com>
- [26]. <http://vehiclestech.blogspot.com>
- [27]. <http://auto-tec.blogspot.com>
- [28]. <http://www.digitaldutch.com/unitconverter/>