



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Διπλωματική εργασία

**ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ENFIELD E8000**

Παναγιώτα Ελισσαίου ΑΜ: 511/2004067

Επιβλέπων Καθηγητής:

Παπανίκος Παρασκευάς

Τριμελής Επιτροπή:

Παπανίκος Παρασκευάς

Μουλιανίτης Βασίλειος

Ζαχαρόπουλος Νικόλαος

Σύρος – Οκτώβριος 2017

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Όπου έχω βασιστεί σε ιδέες ή κείμενα άλλων, έχω προσπαθήσει με όλες μου τις δυνάμεις να το προσδιορίσω σαφώς μέσα από την καλή χρήση αναφορών ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους διδάσκοντες του Τμήματος Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων του Πανεπιστημίου Αιγαίου κυρίους Παρασκευά Παπανίκο και Μουλιανίτη Βασίλειο για την παρότρυνσή τους να ασχοληθώ με το θέμα του Επανασχεδιασμού ηλεκτρικού αυτοκινήτου E8000 καθώς και τον τρίτο μέλος της επιτροπής κύριο Νικόλαο Ζαχαρόπουλο.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες, για τις γνώσεις που μας παρέιχαν καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησης. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ξεχωριστά το Βιομηχανικό Μουσείο Ερμούπολης για τις πληροφορίες αφού σε αυτό φιλοξενείται ένα E 8000 από τα 120 αυτοκίνητα που παράχθηκαν στο νησί.

Και τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τη στήριξη, την κατανόηση και την υπομονή την οποία έδειξαν στην όλη διάρκεια των σπουδών μου.

Πίνακας περιεχομένων

1.	Εισαγωγή	12
2.	Πρόλογος.....	13
3.	Γενικό Πλαίσιο – Έρευνα.....	14
3.1	Η έννοια του ηλεκτρικού αυτοκινήτου	14
3.2	Ιστορική εξέλιξη	15
3.3	Η αυτοκινητοβιομηχανία σήμερα.....	25
3.4	Τρέχοντα μοντέλα ηλεκτρικών αυτοκινήτων.....	26
3.5	Πλεονεκτήματα ηλεκτρικού αυτοκινήτου	30
3.6	Μειονεκτήματα ηλεκτρικού αυτοκινήτου	32
3.7	Δομή ηλεκτρικού αυτοκινήτου	34
3.7.1	Πλατφόρμες	37
3.8	Πηγές ενέργειας ηλεκτρικού αυτοκινήτου	38
3.8.1	Μπαταρίες συσσωρευτών.....	38
3.8.2	Μπαταρίες Lead Acid (μολύβδου οξέος).....	38
3.8.3	Μπαταρίες Nickel – Cadmium (νικελίου – καδμίου).....	39
3.8.4	Μπαταρίες Sodium – Sulfur (θεικού νατρίου).....	39
3.8.5	Μπαταρίες Sodium – Nickel - Chloride (νατρίου χλωριούχου νικελίου).....	39
3.8.6	Μπαταρίες Lithium – Polymer (πολυμερούς λιθίου).....	39
3.8.7	Μπαταρίες Zinc – Air (αερίου – ψευδαργύρου).....	39
3.8.8	Μπαταρίες Nickel – Zinc (νικελίου – ψευδαργύρου)	39
3.8.9	Μπαταρίες NiMH (νικελίου μετάλλων υδριδίου)	39
3.8.10	Μπαταρίες Li – ion (ιόντων λιθίου).....	39
3.8.11	Φωτοβολταϊκά πάνελ.....	43
3.9	Αεροδυναμική	44
3.10	Προοπτικές στις πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων.....	45
4.	Σχεδιασμός και Παραγωγή του ηλεκτρικού αυτοκινήτου Enfield E8000 στην Ελλάδα.....	47
4.1	Γένεσις του Enfield E8000 από το Enfield 465	47
4.2	Ιστορική ανάδειξη του Enfield E8000	48
4.3	Τεχνική υποδομή του Enfield E8000	52
4.4	Ιστορικό – Προώθηση Πωλήσεων Enfield E8000.....	57
4.5	Πλεονεκτήματα Enfield E8000	60
4.6	Μειονεκτήματα Enfield E8000	61
5.	Σχεδιαστική Έρευνα	62
5.1	Παραδείγματα επανασχεδίασης και σύγκρισης παλαιών – νέων μοντέλων.....	62
5.1.1	Fiat 500 παλαιά και νέα έκδοση.....	62
5.1.2	Mini Cooper παλαιά και νέα έκδοση	64
5.1.3	Volkswagen Beetle παλαιά και νέα έκδοση.....	66
5.2	Εργονομία – Ανθρωπομετρία – Υλικά.....	69
5.2.1	Εργονομία	69
5.2.2	Υλικά.....	70
6.	Επανασχεδιασμός Enfield E8000 – Οριστική Περιγραφή	72
6.1	Προσδιορισμός – Ανάλυση Προβληματικού Χώρου	72
6.2	Brief	72
6.3	Προσδιορισμός Target Group	73
6.4	Πλαίσιο Χρήσης.....	73
6.5	Σχεδιαστικές Προδιαγραφές – Περιορισμοί.....	73

6.5.1	Περιορισμοί.....	73
6.5.2	Σχεδιαστικές Προδιαγραφές.....	74
6.6	Ανταγωνιστές	76
7.	Προσχέδια	77
7.1	1 ^ο Προσχέδιο	79
7.2	2 ^ο Προσχέδιο	80
7.3	3 ^ο Προσχέδιο	82
7.4	Σχεδίαση εσωτερικού αυτοκινήτου	83
7.5	Προσχέδια σε 3D	89
7.5.1	1ο Προσχέδιο	89
7.5.2	2ο Προσχέδιο	91
7.5.3	3ο Προσχέδιο	93
8.	Αξιολόγηση Προσχεδίων.....	95
8.1	Αξιολόγηση με βάση τις προδιαγραφές	95
8.2	Επιλογή τελικού προσχεδίου	95
9.	Τελικό Προσχέδιο	97
9.1	Επιλογή εξωτερικού	97
9.2	Επιλογή εσωτερικού.....	98
9.2.1	Επιλογή εσωτερικών καθισμάτων	99
9.3	Φωτορεαλιστική απεικόνιση – Ένταξη στον χώρο	102
10.	Επίλογος	102
11.	Βιβλιογραφία.....	104

Εικόνα 1	Το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο από τον Thomas Davenport.....	15
Εικόνα 2	Ο ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος του Thomas Davenport	16
Εικόνα 3	Πρώτος ηλεκτρικός κινητήρας από τον Davidson	16
Εικόνα 4	Η μπαταρία μολύβδου - οξέος του Plante	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Εικόνα 5	1890 Morrison Electric Automobile	17
Εικόνα 6	Jamais Contente (το The Never Satisfied).....	18
Εικόνα 7	FORD MODEL T	19
Εικόνα 8	Ηλεκτρικό Lunar Roving Vehicle	20
Εικόνα 9	Ηλεκτρικό Lunar Roving Vehicle	20
Εικόνα 10	Citi Car - Bob Beaumont	21
Εικόνα 11	Citi Car - Bob Beaumont (Didik, 2000)	21
Εικόνα 12	General Motor ES-512 - Electric Car	22
Εικόνα 13	General Motor ES-512(allcarindex)	22
Εικόνα 14	Electric Jeeps Electrucks	23
Εικόνα 15	General Motors Electric Car GM EV1	24
Εικόνα 16	Advertising of Roadster (Tesla motors).....	25
Εικόνα 17	Toyota Prius.....	26
Εικόνα 18	FF 91 - Faraday Futurev	27
Εικόνα 19	BMW i3	27
Εικόνα 20	Opel Ampera-e Ψηφίστηκε “Καλύτερο Προϊόν του 2017	28
Εικόνα 21	Opel Ampera-e Ψηφίστηκε “Καλύτερο Προϊόν του 2017	29
Εικόνα 22	Renault Kangoo z.e.....	29
Εικόνα 23	Renault Zoe.....	30
Εικόνα 24	Tesla Model 3	30
Εικόνα 25	Renault Twizy.....	32
Εικόνα 26	Διαφορές Ηλεκτρικού αυτοκινήτου & MEK.....	32
Εικόνα 27	Φόρτιση ηλεκτρικού αυτοκινήτου σε σταθμό ανεφοδιασμού (Park and Charg - PAC)	33
Εικόνα 28	Φόρτιση Nissan Leaf	34
Εικόνα 29	Δομή ηλεκτρικού αυτοκινήτου	34
Εικόνα 30	Σύστημα ηλεκτρικής προώθησης	35
Εικόνα 31	Ο ηλεκτρικός κινητήρας, ο κινητήρας ελέγχου και οι μπαταρίες συσσωρευτές.....	36
Εικόνα 32	Ηλεκτροκινητήρας αυτοκινήτου.....	37
Εικόνα 33	Tesla Model S μπαταρία ιόντων λιθίου (lithium – ion battery).....	38
Εικόνα 34:	Με μία μπαταρία υψηλής χωρητικότητας πολυμερών ιόντων λιθίου είναι εξοπλισμένο το νέο ηλεκτρικό Kia Soul EV	40
Εικόνα 35	Μπαταρίας Λιθίου σε ηλεκτρικό αυτοκίνητο Nissan Leaf.....	42
Εικόνα 36	Αυτοκίνητο με τοποθετημένο πάνελ στην οροφή	43
Εικόνα 37	αεροδυναμική σε GLA 200 Mercedes hatchback.....	44
Εικόνα 38	Enfield 465.....	48
Εικόνα 39	Το Enfield 8000 40 χρόνια πριν (Isle of Wight).....	49
Εικόνα 40	Οκτώβριος 1973. Το πρώτο Enfield 8000 κυλάει από τη γραμμή παραγωγής της Σύρου. Με άσπρη φόρμα διακρίνεται ο Γιάννης Γουλανδρής...50	
Εικόνα 41	Enfield E8000	51
Εικόνα 42	Το Enfield E8000 στο Βιομηχανικό Μουσείο της Σύρου Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Εικόνα 43	Enfield E8000 περιμένει, στο εργαστήριο του Βιομηχανικού μουσείου της Σύρου	52

Εικόνα 44 Οι διαστάσεις του Enfield E8000	54
Εικόνα 45 Ενσωματωμένος φορτιστής επιτρέπει στο αυτοκίνητο να συνδεθεί στο δίκτυο	54
Εικόνα 46 Η μπαταρία του Enfield 8000	55
Εικόνα 47 Κατασκευή αμαξώματος στην Enfield-Neorion στη Σύρο (από αρχαιακό υλικό)	55
Εικόνα 48 Το Enfield E 8000 στο Βιομηχανικό Μουσείο της Σύρου και οι μπαταρίες του	56
Εικόνα 49 Το εσωτερικό του Enfield E8000	56
Εικόνα 50 Προώθηση Enfield E8000 από Ολυμπιακή Αεροπορία σε καλοκαιρινή έκδοση.....	57
Εικόνα 51 Enfield και BMW i3.....	58
Εικόνα 52 Διαφήμιση του Enfield E 8000	59
Εικόνα 53 έκδοση Enfield miner που κυκλοφόρησε στην Σουηδία	59
Εικόνα 54 έκδοση Enfield Bikini που κυκλοφόρησε στη Σουηδία	60
Εικόνα 55 Fiat 500 του 1957και Fiat Nuova 2007	63
Εικόνα 56 Οι διαστάσεις του 1957	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Εικόνα 57 Μεγαλύτερες διαστάσεις στο Fiat Nuova.....	64
Εικόνα 58 mini cooper 1959 και το νέο mini.....	65
Εικόνα 59 Οι διαστάσεις του 1959	66
Εικόνα 60 Μεγαλύτερες διαστάσεις στο νέο Mini Cooper.....	66
Εικόνα 61 Volkswagen beetle και Volkswagen New beetle.....	68
Εικόνα 62 Διαστάσεις του Beetle το 1933	68
Εικόνα 63 Διαστάσεις που έχουν αυξηθεί στο Volkswagen new beetle	69
Εικόνα 64 Εργόσφαιρα δεξιού χεριού οδηγού.....	70
.....	71
.....	71
.....	71
Εικόνα 68 Logo ανταγωνιστών.....	76
Εικόνα 69 Προσχέδια στη φάση του ιδεασμού.....	77
Εικόνα 70 Προσχέδια στη φάση του ιδεασμού.....	78
Εικόνα 71 Προσχέδια στη φάση του ιδεασμού.....	78
Εικόνα 72 1ο προσχέδιο (πλάγια όψη).....	79
Εικόνα 73 1ο προσχέδιο (πίσω όψη).....	80
Εικόνα 74 2ο προσχέδιο (πλάγια όψη).....	81
Εικόνα 75 2ο προσχέδιο (πίσω όψη).....	81
Εικόνα 76 3ο προσχέδιο (πλάγια όψη).....	82
Εικόνα 77 3ο προσχέδιο (πίσω όψη).....	83
Εικόνα 78 Σχεδιασμός Εσωτερικού 1	84
Εικόνα 79 Σχεδιασμός Εσωτερικού 2	85
Εικόνα 80 Σχεδιασμός Εσωτερικού 3	85
Εικόνα 81 Σχεδιασμός μπροστινού καθίσματος	86
Εικόνα 82 Σχεδιασμός πίσω καθισμάτων	86
Εικόνα 83 Σχεδιασμός μπροστινού καθίσματος	87
Εικόνα 84 Σχεδιασμός πίσω καθισμάτων	87
Εικόνα 85 Σχεδιασμός μπροστινού καθίσματος	88
Εικόνα 86 Σχεδιασμός πίσω καθισμάτων	88
Εικόνα 87 Διαστάσεις μπροστινής και πίσω όψης σε mm	100
Εικόνα 88 ηλεκτρικό αυτοκίνητο σε σχέση με το ανθρώπινο σώμα, αναδεικνύοντας έτσι τη θέση του καθίσματος καθώς και τη στάση του ανθρώπινου σώματος..	101

Εικόνα 89 Η θέση της μπαταρίας στο κέντρο του δαπέδου και ο ηλεκτροκινητήρας στο μπροστινό μέρος.....101

Διάγραμμα 1 Μπαταρίες.....41
Διάγραμμα 2 Υποκατηγορίες μπαταριών λιθίου42
Διάγραμμα 3: Design Process76
Διάγραμμα 4 Βήματα εκπόνησης εργασίας.....103

Πίνακας 1 Είδη μπαταριών και τα χαρακτηριστικά τους41
Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά Enfield E800062
Πίνακας 3 Προδιαγραφές.....95

1. Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι να διερευνηθούν τα πλεονεκτήματα της χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου ως οικονομικού και οικολογικού μεταφορικού μέσου, μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Στη συνέχεια θα εκπονηθεί η προ απαιτούμενη σχεδίαση και ο τελικός επανασχεδιασμός σε μορφή 3D του πρωτοποριακού ηλεκτρικού αυτοκινήτου Enfield E8000, που λάνσαρε η μικρή τότε αυτοκινητοβιομηχανία Γουλανδρή στην Σύρο το 1973. Συγκεκριμένα, θα μελετηθεί η δομή του ηλεκτρικού αυτοκινήτου E8000, ώστε να δοθούν οι κατευθυντήριες γραμμές για τον επανασχεδιασμό του (εξωτερικό και εσωτερικό design) με τη χρήση του προγράμματος 3Ds Max, καθώς επίσης και χαρακτηριστικά όπως η ταχύτητα, η λειτουργικότητά, η επαναφόρτιση των μπαταριών, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι δυνατότητες πωλήσεων κ.α.

Η παραπάνω διαδικασία, ακολούθησε συγκεκριμένη **μεθοδολογία**, η οποία περιλαμβάνει έρευνα, που στην προκειμένη περίπτωση αφορά το ήδη υπάρχον προϊόν, οριστική περιγραφή έργου, (προσδιορισμό - ανάλυση προβληματικού χώρου, brief, προσδιορισμό target group - βάσει των αναγκών του οποίου θα επιτελεσθεί ο σχεδιασμός, πλαίσιο χρήσης, καθορισμό guidelines και ιδεασμό, δηλαδή επιμέρους λύσεις που θα οδηγήσουν στην επιλογή τριών (3) προσχεδίων - concept. Τα concept με τη σειρά τους θα σπτικοποιηθούν σε 3D με το πρόγραμμα 3Ds Max. Από αυτά τα προσχέδια θα προκύψει το τελικό concept. Τέλος πραγματοποιείται η αξιολόγηση του προϊόντος με βάση τις προδιαγραφές που τέθηκαν στην αρχή.

Η εφαρμογή της όλης διαδικασίας, με την αξιολόγηση, τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την εκτίμηση των αποτελεσμάτων σε συνδυασμό με τις γνώσεις και τις δεξιότητες, μπορούν να εγγραφούν τον επανασχεδιασμό ηλεκτρικού αυτοκινήτου Enfield E8000.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ηλεκτρικό αυτοκίνητο, Enfield E8000, ηλεκτρική ενέργεια, επαναφορτιζόμενοι συσσωρευτές, ηλεκτρικοί κινητήρες, καθαρά ηλεκτρικά οχήματα, συντελεστής ενεργειακής απόδοσης, ανανεώσιμες πηγών ενέργειας

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ:

ΗΑ: Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο

ΜΕΚ: Μηχανή Εσωτερικής Καύσης

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

GM: General Motors

ΣΡ: Συνεχές ρεύμα

MIT: Τεχνολογικό Ινστιτούτο Μασαχουσέτης

2. Πρόλογος

Η μόλυνση του περιβάλλοντος είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που ταλανίζουν τον πλανήτη μας ενώ οι επιπτώσεις της απειλούν τη βιωσιμότητά του. Ένας από τους μεγαλύτερους παράγοντες που επίδρασε καταλυτικά στη ρύπανση είναι η χρήση των μέσων μεταφοράς και κυρίως του αυτοκινήτου. Οι εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα από την καθημερινή χρήση των αυτοκινήτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης (λειτουργούν με υγρά καύσιμα όπως η βενζίνη και το πετρέλαιο) επιδρούν άμεσα στις κλιματικές αλλαγές, την υπερθέρμανση του πλανήτη και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Συνεπώς, επιβάλλεται η ανάγκη επιβίωσης μας από την οικολογική καταστροφή που δημιουργούν τα συμβατικά αυτοκίνητα και η προώθηση νέων λύσεων στη σύγχρονη βιομηχανία αυτοκινήτων. Παρατηρείται πως η σύγχρονη βιομηχανία αποστασιοποιείται με γοργούς ρυθμούς από τη χρήση μηχανών εσωτερικής καύσης, μειώνοντας έτσι τόσο τις εκπομπές αερίων - που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου – αλλά και την εξάρτηση από τη χρήση του πετρελαίου. Μία από αυτές τις λύσεις είναι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, που τα βελτιωμένα μοντέλα τους πλασάρονται όλο και πιο συχνά στην αγορά, ενώ ως το 2020 προβλέπεται να κατέχουν το μισό από το μερίδιο πωλήσεων των αυτοκινήτων στην παγκόσμια αγορά. Το Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο (ΗΑ) είναι ένα μεταφορικό μέσο, όχημα, το οποίο για την κίνηση του χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται σε επαναφορτιζόμενες συστοιχίες συσσωρευτών. Χρησιμοποιεί αποκλειστικά ηλεκτρικούς κινητήρες. Η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται μπορεί να παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με αποτέλεσμα να προκαλείται ελάχιστη δυνατή ρύπανση και να μειώνεται η υπερθέρμανση του πλανήτη. Επιπρόσθετα έχει χαμηλότερο κόστος, αφού δεν εξαρτάται από το πετρέλαιο και από την αύξηση της τιμής της βενζίνης. Ο έλεγχος και η συντήρηση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου δεν είναι τόσο απαιτητικά αφού δεν χρειάζεται συχνές αλλαγές λαδιών, δεν έχει σύστημα εξαγωγής καυσαερίων και διάταξη εξάτμισης. Το κόστος της συντήρησης του είναι μικρότερο αφού η ηλεκτρική μηχανή αποτελείται από λίγα κινούμενα μέρη.

Στην Ελλάδα, το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο Enfield E8000 κατασκευάστηκε στη Σύρο το 1973. Ο επανασχεδιασμός του έχει στόχο την αντιμετώπιση των σύγχρονων αναγκών και την προώθηση νέων λύσεων στη σύγχρονη βιομηχανία αυτοκινήτων. Κίνητρο για την επιλογή του επανασχεδιασμού του ηλεκτρικού αυτοκινήτου Enfield E8000, είναι η μετάβαση του συνόλου του αγοραστικού κοινού στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, αλλά και γενικότερα η ευαισθητοποίηση για τη συμβολή των συμβατικών αυτοκινήτων στη μόλυνση του περιβάλλοντος. Η προώθηση ενός νέου ηλεκτρικού αυτοκινήτου, το οποίο φορτίζεται με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας φαντάζει απαραίτητη, ως εναλλακτικός και ιδανικός τρόπος μετακίνησης με πολλά οικολογικά, οικονομικά και άλλα οφέλη.

3. Γενικό Πλαίσιο – Έρευνα

Η ΕΕ στηρίζει την έρευνα και την καινοτομία καθώς και την αποτελεσματική ανάπτυξη νέων, πράσινων τεχνολογιών στον τομέα των μεταφορών. Για παράδειγμα, νέοι κανόνες υποχρεώνουν τις χώρες της ΕΕ να προωθούν τις καθαρές τεχνολογίες (αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν ως καύσιμο ηλεκτρικό ρεύμα/ υδρογόνο, φορτηγά οχήματα / φορτηγίδες / πλοία που κινούνται με αέριο) δημιουργώντας έναν ελάχιστο αριθμό πρατηρίων επαναφόρτισης και ανεφοδιασμού (Europra, 2017).

Με βάση οδηγίες της ΕΕ, κάθε κράτος – μέλος οφείλει να προωθήσει τη χρήση εναλλακτικών μορφών καυσίμων, φυσικό αέριο, ηλεκτρικά οχήματα, υδρογόνο κ.λπ. και αυτός είναι ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους αναλαμβάνεται προσπάθεια προώθησης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου και στην Κύπρο (Philenews, 2015). Με την ανάπτυξη σήμερα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και με στόχο μέχρι το 2020 να παράγουν το 40% του ηλεκτρικού ρεύματος σε Ευρώπη και Ελλάδα ένα διαρκώς μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που καταναλώνουν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι «πράσινη» (Ελαφρού, 2012).

Η σημαντική βελτίωση στην ποιότητα των μπαταριών, τα νέα υλικά, η μεγαλύτερη αυτονομία και κυρίως η τάση της βιομηχανίας να ρίξει στην αγορά νέες καινοτομίες, συναντιούνται με το αίτημα προστασίας του περιβάλλοντος (Ελαφρού, 2012).

Η παρούσα εργασία μέσα από τις γενικότερες προαναφερθείσες αναφορές, έχει σαν στόχο να επεκταθεί και να διερευνήσει μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης την εξελικτική πορεία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, συγκεκριμένα του Enfield E8000. Ο επανασχεδιασμός, η παραγωγή και η λειτουργία του Enfield E8000 θα βοηθούσε στην προώθηση αυτού του είδους οχημάτων και στην υπέρβαση οποιονδήποτε δυσκολιών. Αναφέρεται στην ιστορία του ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου, στην δομή του, στην πηγή ενέργειας του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του.

Στοχεύει στην κατανόηση της επίδρασης της εισαγωγής ηλεκτρονικών αυτοκινήτων στην βελτίωση ποιότητας ζωής του ανθρώπου.

3.1 Η έννοια του ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το συμβούλιο της Ευρωπαϊκής ένωσης αποφασίζοντας σύμφωνα με τη συνήθη νομοθετική διαδικασία η οδηγία 2014/94/ΕΕ της 22 Οκτωβρίου 2014, στο άρθρο 2 ορίζει ότι το «ηλεκτρικό όχημα» είναι μηχανοκίνητο όχημα εξοπλισμένο με σύστημα μετάδοσης της κίνησης το οποίο περιέχει τουλάχιστον μία μη περιφερειακή ηλεκτρική μηχανή ως μετατροπέα ενέργειας με ηλεκτρικό επαναφορτιζόμενο σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, το οποίο μπορεί να επαναφορτίζεται εξωτερικά (Eur-lex Europra, 2017).

Συγκεκριμένα το ηλεκτρικό αυτοκίνητο για να κινηθεί χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια η οποία αποθηκεύεται σε επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές και δεν εξαρτάται από υγρά καύσιμα.

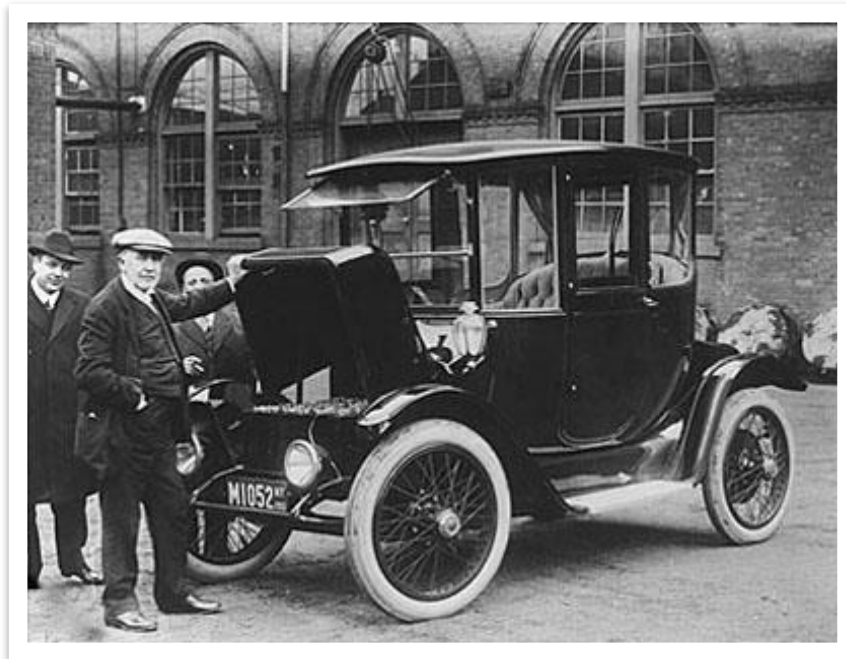
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κινητήρες και έχουν υψηλότερο συντελεστή ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με τα αυτοκίνητα με μηχανές εσωτερικής καύσης. Συνεπώς είναι εφικτό να επαναφορτιστούν με ηλεκτρικό ρεύμα ακόμα και από το σπίτι (Berman,

2014). Καθώς τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αυξάνουν τη δημοτικότητά τους, τα βενζινάδικα θα αρχίσουν σιγά σιγά να εγκαθιστούν και σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (Αποστολόπουλος, 2017). Διευκρινίζεται ότι τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν ηλεκτρικές μηχανές αλλά και μηχανές εσωτερικής καύσης ονομάζονται υβριδικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα και δεν είναι καθαρά ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Αντίθετα τα αυτοκίνητα που κινούνται μόνο με μπαταρίες και δεν χρησιμοποιούν μηχανές εσωτερικής καύσης ονομάζονται καθαρά ηλεκτρικά οχήματα αφού δεν χρησιμοποιούν καύσιμα (Santiago, Bernhoff et.al. 2012).

3.2 Ιστορική εξέλιξη

Η αφετηρία της αυτοκίνησης συνάδει με την κατασκευή του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Η ιστορία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου μετράει χρόνια. Η εξέλιξη του είχε τεράστιες προοπτικές αφού οι άνθρωποι εκείνης της εποχής το προτιμούσαν λόγω του ότι ήταν φιλικό προς το περιβάλλον. Εντούτοις νικήθηκε από τις μηχανές εσωτερικής καύσης οι οποίες κυριαρχούσαν εκείνη την εποχή λόγω του πετρελαίου που ήταν άφθονο και φθηνό.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μια μακρόχρονη ιστορία που αρχίζει περίπου 183 χρόνια πίσω. Το 1834 έχουμε το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο (Εικόνα 1) από τον Αμερικανό εφευρέτη Thomas Davenport (Εμμανουηλίδης, 2011) αυτοδίδακτο και σιδηρουργό στο επάγγελμα, ο οποίος εγκατέστησε τον ηλεκτροκινητήρα συνεχούς ρεύματος (Εικόνα 2) σε ένα μικρό αυτοκίνητο, το που κινήθηκε σε μια μικρή κυκλική ηλεκτροκίνητη διαδρομή. Οι ηλεκτροκινητήρες δεν προωθήθηκαν στο εμπόριο διότι τα ηλεκτρόδια του ψευδάργυρου που απαιτούνταν για την ισχύ της μπαταρίας είχαν υψηλό κόστος (Early History, 2017).

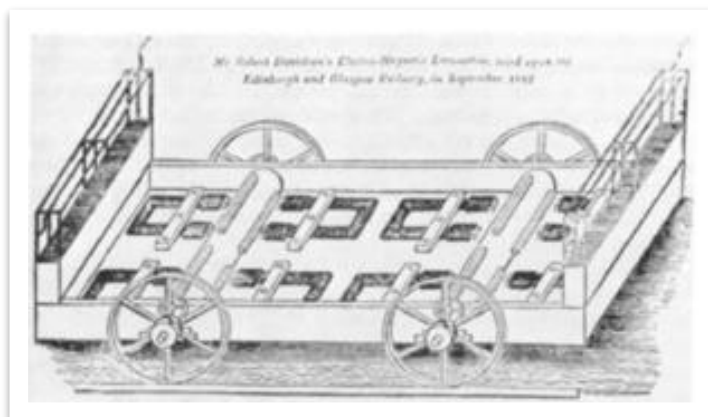


Εικόνα 1 Το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο από τον Thomas Davenport



Εικόνα 2 Ο ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος του Thomas Davenport

Στη συνέχεια ακολούθησε ο εφευρέτης Robert Davidson που δημιούργησε τον πρώτο ηλεκτρικό κινητήρα το 1837 (Εικόνα 3), μια τετράτροχη μηχανή που τροφοδοτούνταν από μπαταρίες ψευδάργυρου – οξέος (Doppelbauer, 2015).



Εικόνα 3 Πρώτος ηλεκτρικός κινητήρας από τον Davidson

Έτσι, άνοιξε ο δρόμος για την μεταγενέστερη ηλεκτροδότηση των αυτοκινήτων. Το 1847 ο Moses Farmer από τη Μασαχουσέτη, κατασκεύασε ένα ηλεκτρικό όχημα που τροφοδοτούνταν από 48 ηλεκτρικά στοιχεία και μπορούσε να μεταφέρει δύο άτομα (ETHW, 2016). Ο εκπαιδευτικός και εφευρέτης Charles Page δημιούργησε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με 100 συσσωρευτές και κινητήρα 16 hp το οποίο είχε την δυνατότητα να μεταφέρει μέχρι και 12 ανθρώπους με ταχύτητα 19 mph (Νομικός, Janocha, 2014). Το 1847 οι Lilly και Colton έφτιαξαν ένα ηλεκτρικό όχημα που τροφοδοτούνταν από τον κεντρικό σταθμό χάρη σε ηλεκτροφόρες ράγες. (Εμμανουηλίδης, 2011). Αφού υπήρξαν σημαντικές βελτιώσεις στα διάφορα προβλήματα που αντιμετώπιζαν οι εφευρέτες σε σχέση με τους ηλεκτρικούς κινητήρες, πλέον σημαντικό πρόβλημα το οποίο ήταν απαραίτητο να ξεπεραστεί ήταν οι συσσωρευτές. Οι μπαταρίες, είχαν μειονεκτήματα αφού

δεν ήταν εφικτό να επαναφορτίζονται και είχαν χαμηλό λόγο ενέργειας προς όγκο και βάρος (Θανόπουλος, 2015).

Επομένως, ήταν αναγκαίο να υπάρξουν επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που θα παρείχαν ένα βιώσιμο μέσο αποθήκευσης ηλεκτρικού ρεύματος στο όχημα. Λύση σ' αυτό το πρόβλημα ήρθε να δώσει το 1859 ο Gaston Plante, ο οποίος ανακάλυψε το στοιχείο μόλυβδου – οξέος (Pb – Acid) που έχει την δυνατότητα επαναφόρτισης. Η μπαταρία του Plante (Εικόνα 4) είναι η βάση για τις μπαταρίες που χρησιμοποιούν σήμερα για τα αυτοκίνητα (Early History, 2017), ενώ αρχικά χρησιμοποιήθηκε για να τροφοδοτεί τα φώτα στα καρότσια των τρένων καθώς αυτά θα σταματούσαν στον σταθμό.



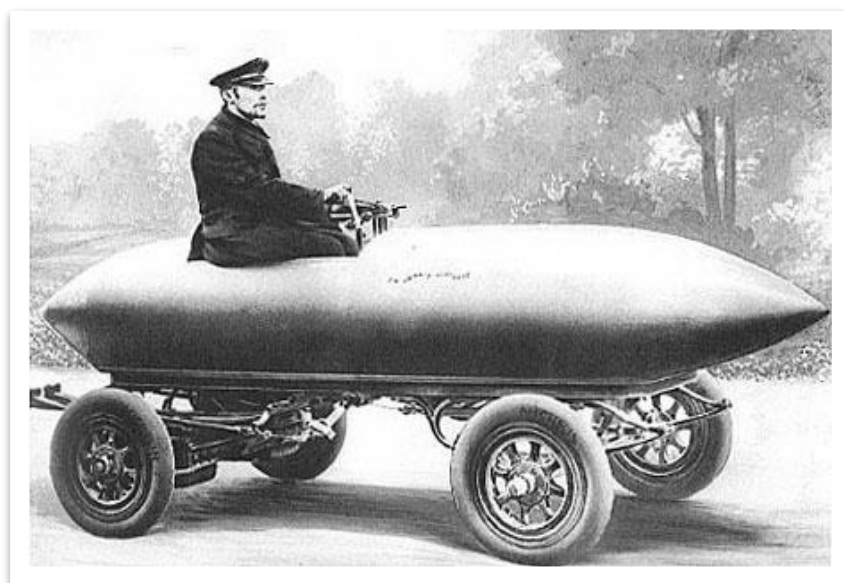
Εικόνα 4 Η μπαταρία μολύβδου - οξέος του Plante

Το πρώτο επιτυχημένο ηλεκτρικό αυτοκίνητο (Εικόνα 5) στις ΗΠΑ κατασκευάστηκε στο Des Moines της Αϊόβα από τον William Morrison το 1891. Το όχημα τεσσάρων ιπποδυνάμεων είχε μέγιστη ταχύτητα 20 mph και μπορούσε να μεταφέρει μέχρι 12 επιβάτες. Τροφοδοτήθηκε από 24 μπαταρίες που αποθηκεύτηκαν κάτω από τα καθίσματα και χρειαζόταν επαναφόρτιση κάθε 50 μίλια (American, 2017).



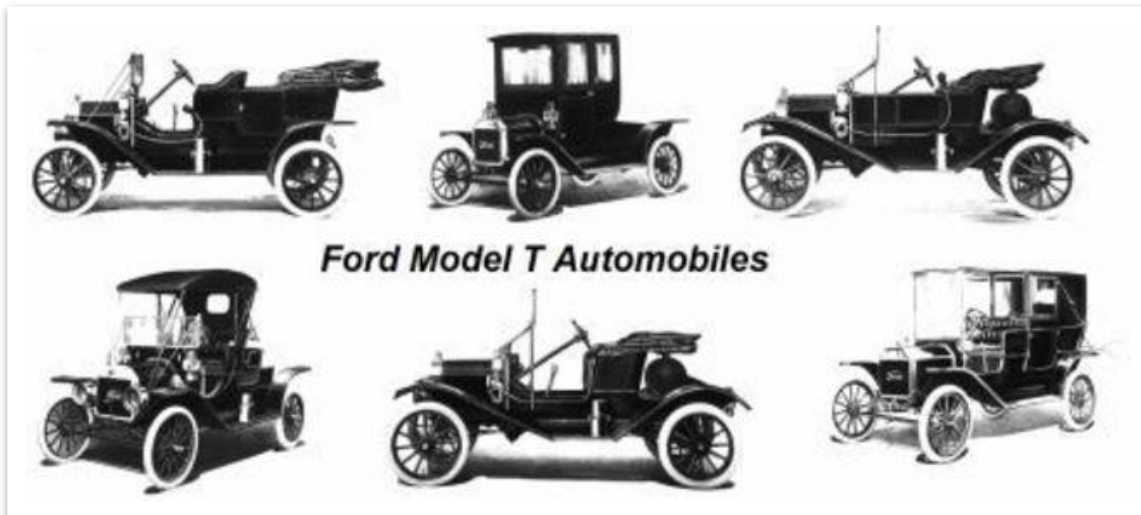
Εικόνα 5 1890 Morrison Electric Automobile

Το πρώτο όχημα με τροχό, περιλάμβανε το κιβώτιο ταχυτήτων του τιμονιού και του οδοντωτού τροχού. Το *Jamais Contente* (*The Never Satisfied*) (εικόνα 6) ήταν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο που κατασκευάστηκε το 1899 από τον Βέλγο Camille Jenatton. Το *La Jamais Contente* ήταν το πρώτο όχημα που η ταχύτητά του ξεπέρασε τα 100 km/h (62 mph). Ήταν ένα ηλεκτρικό όχημα με σχήμα τορπίλης, κατασκευασμένο από κράμα αλουμινίου, βολφραμίου και μαγνησίου, υλικά χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στην αυτοκινητοβιομηχανία. Αν και ελαφρύ, ήταν πολύ ακριβό. Το *La Jamais Contente* είχε δύο κινητήρες Postel-Vinay 25kW, ενώ χρειαζόταν τάση 200V και ένταση 124A για περίπου 68 hr ώστε να μπορέσει να κινηθεί. Εξοπλίστηκε με ελαστικά MICHELIN.



Εικόνα 6 Jamais Contente (to The Never Satisfied)

Ο Wakefield (1993) καταλήγει ότι το 1895 -1905 υπήρξε η λεγόμενη «χρυσή εποχή των ηλεκτρικών οχημάτων» λόγω των τεχνολογικές βελτιώσεις και των επιχειρηματικών κινδύνων της εποχής αυτής. Το ICEV αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης κέρδισε την κούρσα του 20^{ου} αιώνα και αντικατέστησε το ηλεκτρικό αυτοκίνητο μπαταρίας (Helmets & Marx, 2012). Η γραμμή παραγωγής της Ford έριξε θεαματικά το κόστος των αυτοκινήτων της εποχής. Το μοντέλο T (εικόνα 7) ήταν ένα αυτοκίνητο που κατασκευάστηκε από την Ford Motor Company από το 1908 έως το 1927. Σχεδιάστηκε από τον Henry Ford ως πρακτική και οικονομικά προσιτή μεταφορά για τον κοινό άνθρωπο και γρήγορα κέρδισε το ενδιαφέρον λόγω του χαμηλού κόστους, την αντοχή, την ευελιξία και την ευκολία συντήρησης. Μεταξύ 1913 και 1927, τα εργοστάσια της Ford παρήγαγαν περισσότερα από 15 εκατομμύρια μοντέλα T. Το μοντέλο T προσφέρθηκε σε διάφορα στυλ αμαξώματος, συμπεριλαμβανομένου ενός αυτοκινήτου πέντε θέσεων, ενός δύο θέσεων και ενός αυτοκινήτου για την πόλη επτά (7) θέσεων (History, 2017).



Εικόνα 7 FORD MODEL T

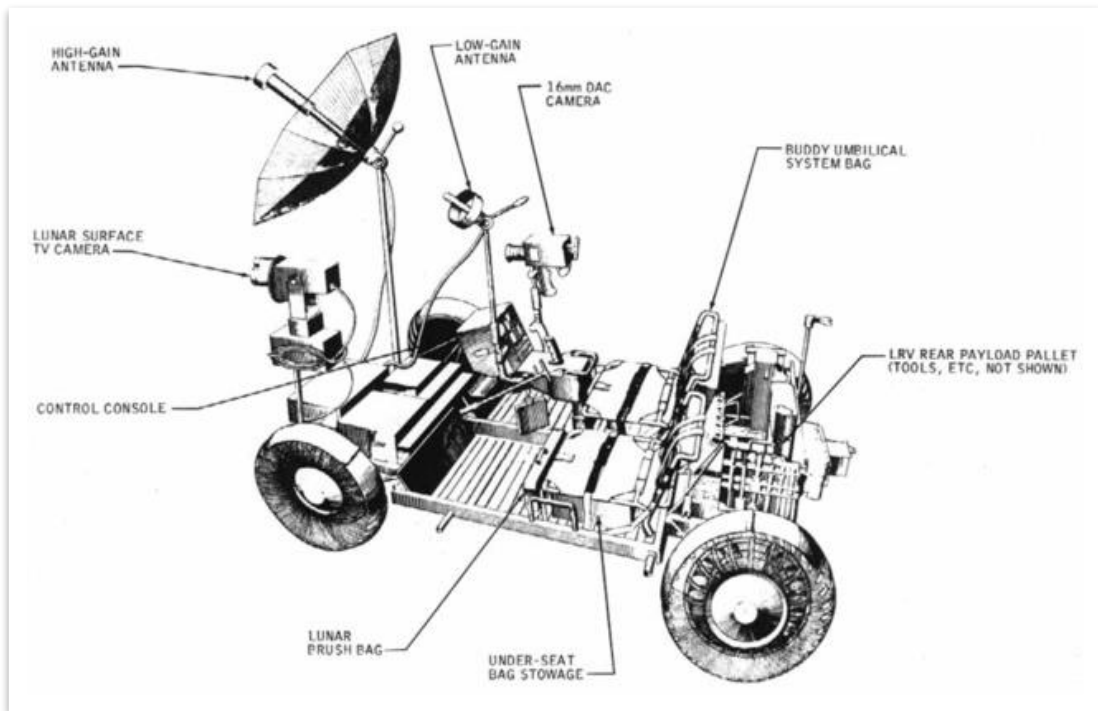
Ιστορικά, οι δεκαετίες του 1930, του 1940 και του 1950 υπήρξαν ως μια «νεκρή περίοδος» για την κατασκευή και κυκλοφορία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (Wakefield, 1993).

Το 1967, εκδόθηκε ο πρώτος κανονισμός για τις εκπομπές αερίων στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών και στην συνέχεια σε ολόκληρη την Αμερική. Θεσπίστηκε ο νόμος για την ποιότητα του αέρα (AQA). Ο νόμος αυτός απαιτούσε τα κράτη να είναι υπεύθυνα για τη θέσπιση περιφερειακών προτύπων ποιότητας του αέρα βάσει ομοσπονδιακών κριτηρίων ποιότητας του αέρα και περιεκτικών σχεδίων για την εφαρμογή αυτών των προτύπων ποιότητας του αέρα σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα (Kuklinska, Wolska, Namiesnik, 2015).

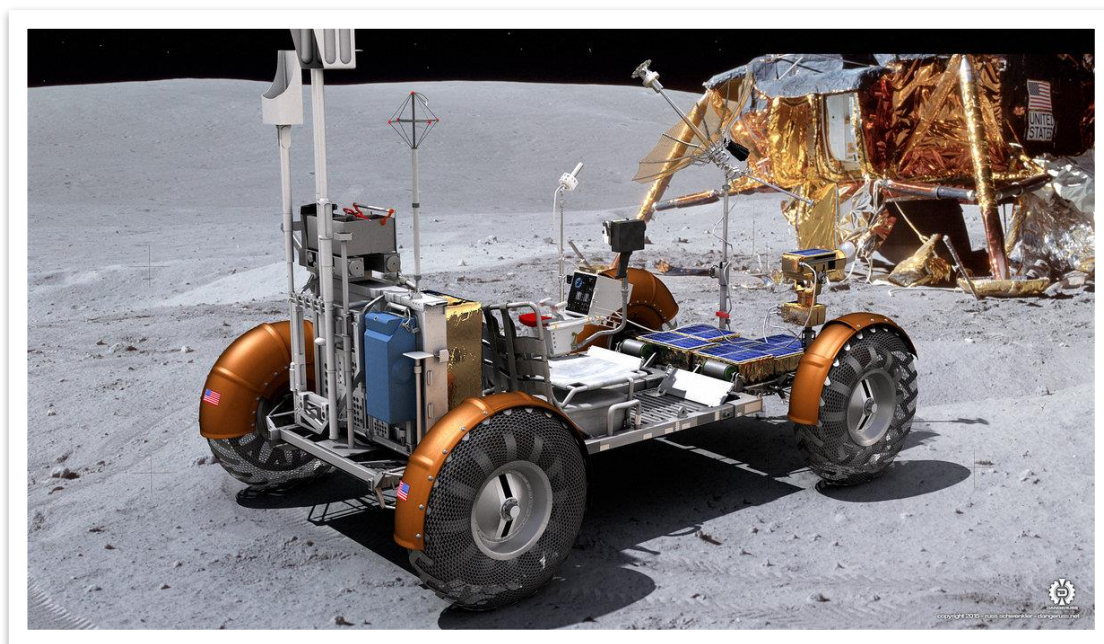
Όπως υπογραμμίζει ο Wakefield (1993) τα πράγματα αρχίζουν να αλλάζουν με τον νόμο του 1967 που ευνοούσε το ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Το 1970 εφαρμόστηκαν κάποιες στρατηγικές για τα επιθυμητά όρια μείωσης των εκπομπών αερίων των αυτοκινήτων. Προϋποθέσεις όπως η υγεία του ανθρώπου και η προστασία του περιβάλλοντος μπήκαν σε προτεραιότητα σε σχέση με τις τεχνολογικές σκοπιμότητες. Η Rebecca Matulca (2014) επισημαίνει ότι νέες κρατικές και πολιτειακές ρυθμίσεις για τους ρύπους στην Αμερική βοήθησαν την επαναφορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου στο προσκήνιο.

Οι Garling & Thogersen (2001) επισημαίνουν ότι η προώθηση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου την δεκαετία του 1980 προκλήθηκε και από την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του 1970. Η πετρελαϊκή κρίση ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 1973, όταν τα μέλη του Οργανισμού Αραβικών χωρών εξαγωγής πετρελαίου διακήρυξαν εμπάργκο πετρελαίου. Το εμπάργκο έλαβε χώρα ως απάντηση στην υποστήριξη των Ηνωμένων Πολιτειών για το Ισραήλ κατά τη διάρκεια του πολέμου Yom Kippur. Μέχρι το τέλος του εμπάργκο Μάρτιο του 1974, η τιμή του πετρελαίου είχε αυξηθεί από \$3/βαρέλι σε \$12/βαρέλι παγκοσμίως. Οι τιμές των ΗΠΑ ήταν σημαντικά υψηλότερες. Το εμπάργκο προκάλεσε πετρελαϊκή κρίση, με πολλές βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην παγκόσμια πολιτική και στην παγκόσμια οικονομία (History, 2017).

Η NASA βοήθησε στην ανάπτυξη του ηλεκτρικού οχήματος. Το ηλεκτρικό Lunar Roving Vehicle (εικόνες 8 και 9) έγινε το πρώτο επανδρωμένο όχημα που οδηγήθηκε στο φεγγάρι. Διέθετε έναν τετρακύλινδρο κινητήρα που τροφοδοτούσαν μπαταρίες και χρησιμοποιήθηκε στη Σελήνη στις τρεις τελευταίες αποστολές του προγράμματος American Apollo, κατά τη διάρκεια των ετών 1971 και 1972. Οι μπαταρίες ήταν αργύρου ψευδαργύρου, 36 volt και έχει ηλεκτρικό μοτέρ για κάθε ένα από τους τέσσερις (4) τροχούς (Nasa, 2017).



Εικόνα 8 Ηλεκτρικό Lunar Roving Vehicle



Εικόνα 9 Ηλεκτρικό Lunar Roving Vehicle

Ο Μπόμπ Μπέμοντ (Bob Beaumont) στις αρχές του 1970 έδειχνε μεγάλο ενδιαφέρον για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, έτσι δημιούργησε την δική του εταιρεία με το όνομα Sebring-Vanguard. Το 1974 λάνσαρε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με το όνομα Citi Car (εικόνα 10). Το Citi Car έχει κορυφαία ταχύτητα άνω των 30 μπη και αξιόπιστο εύρος θερμοκρασίας. Επίσης πληρούσε όλες τις προδιαγραφές του Εθνικού Συμβουλίου Ασφάλειας των Μεταφορών. Μέχρι το 1975 η εταιρεία ήταν η έκτη μεγαλύτερη αυτοκινητοβιομηχανία στις ΗΠΑ, αλλά διαλύθηκε μόλις λίγα χρόνια αργότερα (Classic Car, 2017).



Εικόνα 10 Citi Car - Bob Beaumont

CitiCarSM SV-48
the first licensable electric passenger vehicle in America!

Here now: a clean, quiet, inexpensive way to meet most of your driving needs.

1. Easy to drive. CitiCar is simple to operate. It has no gears to shift, only three controls: two pedals . . . accelerator to go, brake pedal to stop. To go backward, flip a switch to Reverse, press the accelerator, and you're backing up. That's it!

2. Downright cheap to operate! Instead of costly gasoline and oil, CitiCar operates on electric power. To "fill 'er up," you plug into a standard household electrical outlet overnight. In the morning, you're ready to drive up to 50 miles, at speeds up to 26 miles per hour. The SV-48 model cruises at 35 miles per hour. Recharging fully discharged batteries via the built-in 110 volt charger costs you about a penny a mile.

3. Virtually no maintenance. Aside from charging the batteries, and occasionally checking their water level, your only other main maintenance chore is to check the lubrication in the transaxle about every two months. The impact resistant Cyclocac (ABS) body is rust and corrosion proof, and needs little attention other than an occasional washing.

4. Available now! If CitiCar sounds like a dream car, it's a practical dream car. And it's available now through your authorized CitiCar dealer.

Standard equipment includes a battery charger, high-impact urethane bumpers, laminated safety glass windshield, shoulder harness seat belts, head rests, dual speed windshield wiper, windshield washer, stereo galaxy flashers, license plate light signal lights, backup light, sideview mirror, rearview mirror, courtesy light, horn, six 6 volt batteries (8 for the SV-48) speedometer/odometer, voltmeter, 4-pin rated tires, wheel covers, vinyl top, custom side windows, sun tray and side moldings, check absorbers.

Safety equipment. Standard on every CitiCar are powerful head and tail lights, an impact-absorbing urethane bumper, powerful wheel brakes, with separate parking brake, and both side and rearview mirrors. Also standard is a shoulder harness seat belt.

Each CitiCar is virtually handbuilt, with a strong, lightweight frame-cage made of high-grade aluminum. This aluminum, pound for pound, has greater sheer strength than steel, won't rust and is corrosion resistant. Suspension is through leaf springs front and rear and 4 wheel shock absorbers.

Economical, pollution-free operation Light weight and low-speed driving give you optimum mileage from each charge . . . which could mean less than a cent a mile to operate. Your tires could last the life of the car. Best of all, the electric motor creates no pollution whatever!

Choose from 5 beautiful colors, red, yellow, orange, blue, and beige . . . all permanently fused into the tough, impact resistant Cyclocac (ABS) body. Cyclocac is the same material used to make pro football helmets, boat parts, instrument housings, and other items. Where else one durability is required, it won't rust, corrode, peel, or shatter.

A powerful 3.5 horsepower, seven-wound, 36v DC motor is packed by a Vanguard multivoltage speed control. Power is distributed to the rear wheels through a direct gear drive transaxle. Acceleration for the standard CitiCar is 11.6 seconds from rest to 25 miles per hour. The SV-48 will accelerate 0 to 25 mph in 6.2 seconds, 0 to 35 mph in 10 seconds.

Rear storage comes in handy for trips to the store. You get 12 cubic feet behind the driver's and passenger's padded bucket seats . . . as much storage as you'll find in a mid-sized car refrigerator!

Truck chassis construction, ideal vehicle for airports, hospitals, large plants, industrial parks and other off-road areas. A perfect short-clipover delivery and messenger vehicle.

Supert handling comes from a combination of light weight (1395 pounds for the standard CitiCar, 1250 for the SV-48), wide stance (45" front track, 44" rear), short wheelbase (83"), low center of gravity (51" clearance), relatively low altitude (30" weight). CitiCar's turning radius is a trim 11 feet.

CitiCarSM tomorrow's transportation here today!

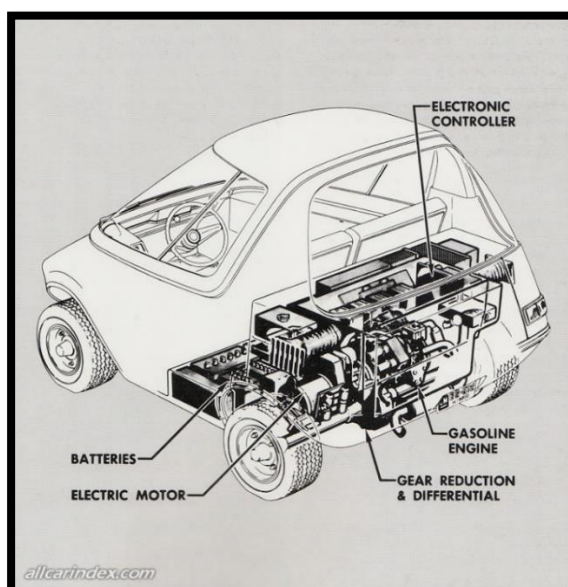
DIDIK Electric Car Archive
www.DIDIK.com

Εικόνα 11 Citi Car - Bob Beaumont (Didik, 2000)

Τον Οκτώβριο του 1975 στο Marriott Motor Inn στο Ανν Αρμπορ (Ann Arbor), Μίσιγκαν (Michigan) πραγματοποιείτε το πρώτο Συμπόσιο των οργανισμών προστασίας του περιβάλλοντος με θέμα τα Συστήματα Ενεργειακής Ανάπτυξης Χαμηλών ρύπων (Stroh, 2010). Η General Motors κάνει την εμφάνιση της με ένα πρωτότυπο ηλεκτρικό αυτοκίνητο το ES-512 (Εικόνα 12). Το πειραματικό ES-512 ηλεκτρικό αυτοκίνητο έχει συνολικό μήκος 86,3 in. Το πλάτος είναι 56 in και το συνολικό βάρος του είναι 567kg. Με μπαταρία ισχύος 84V και μπαταρία 12V για αξεσουάρ του αυτοκινήτου. Το αυτοκίνητο διαθέτει επίσης ενσωματωμένο φορτιστή μπαταρίας και η πλήρης επαναφόρτισή της από μια οικιακή πρίζα είναι 115V και απαιτεί 7 ώρες φόρτιση. Το εύρος του αυτοκινήτου στα 25 mph είναι 58 μίλια (General Motors Heritage Center, 2015).

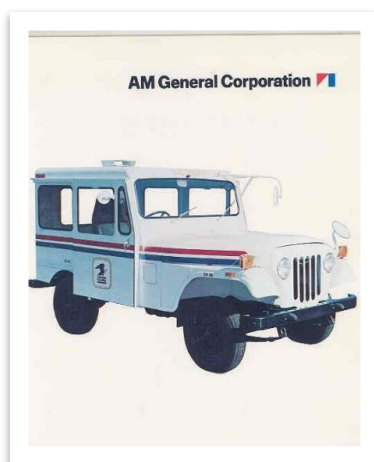


Εικόνα 12 General Motor ES-512 - Electric Car



Εικόνα 13 General Motor ES-512(allcarindex)

Η Αμερικάνικη Motor Company δημιουργεί το 1975 ένα ηλεκτρικό τζιπ με το όνομα «Electrucks» (Εικόνα 13). Η ταχυδρομική Υπηρεσία των Ηνωμένων Πολιτειών το χρησιμοποιεί για διανομή. Η τελική ταχύτητα του τζιπ ήταν περίπου 33 mph. Έκανε 300 στάσεις και ήθελε κάθε 29 μίλια 8 ώρες φόρτιση. Επίσης έχανε την ισχύ σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα να έπρεπε να αποφεύγονται οι ορεινές διαδρομές (United States Postal Office, 2017).



Εικόνα 14 Electric Jeeps Electrucks

Το 1979 άρχισε να χάνεται ξανά το ενδιαφέρον για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αφού σε σύγκριση με τα αυτοκίνητα που κινούνταν με αέριο είχαν μειονεκτήματα, όπως περιορισμένες επιδόσεις (Energy 2014). Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990 οι νέοι ομοσπονδιακοί και κρατικοί κανονισμοί δημιουργούν ένα ανανεωμένο ενδιαφέρον για τα ηλεκτρικά οχήματα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι αυτοκινητοβιομηχανίες να αρχίζουν να τροποποιούν δημοφιλή μοντέλα οχημάτων σε ηλεκτρικά οχήματα, επιτρέποντάς τους να επιτυγχάνουν ταχύτητες και να έχουν απόδοση πολύ πιο κοντά στα βενζινοκίνητα οχήματα (Matulca, 2014). Ένα από τα πιο γνωστά ηλεκτρικά αυτοκίνητα κατά τη διάρκεια της περιόδου 1997 ήταν της GM το ηλεκτρικό αυτοκίνητο EV1 με ταχύτητα 80 mph και την ικανότητα να επιταχύνει 0-50 mph σε μόλις 7 sec (εικόνα 15).



Εικόνα 15 General Motors Electric Car GM EV1

Μετά τη δοκιμή αγοράς, το πρόγραμμα για το EV1 σταμάτησε. Λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής, το EV1 δεν ήταν ποτέ εμπορικά βιώσιμο, και η GM σταμάτησε την λειτουργία του το 2001. Η GM δήλωσε πως ξόδεψε περισσότερο από \$1 δις για την αγορά και την ανάπτυξη του EV1 (General Motors Heritage Center, 2015).

Τα επόμενα χρόνια ο στόχος ήταν να δημιουργηθούν καλύτερα και με περισσότερη αντοχή ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Το 1999 επιστήμονες και μηχανικοί εργάζονται για τη βελτίωση των ηλεκτρικών οχημάτων και των μπαταριών τους. Το Εθνικό εργαστήριο του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ σε συνεργασία με το Γραφείο Ενεργειακής Απόδοσης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, δούλευαν για να σχεδιάσουν ηλεκτρικό όχημα οδήγησης και μπαταρίες με μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλό κόστος (NREL, 2017). Η Tesla Motors το 2006 ανακοινώνει ότι θα παράγει ένα πολυτελές ηλεκτρικό σπορ αυτοκίνητο, το Roadster (Εικόνα 16) που θα διανύει απόσταση 200 μιλίων. Αυτό έδωσε κύρος στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ώθησε τους ερευνητές να τα εξελίξουν. Ήταν σε θέση να διανύσει 0-60 μίλια σε 3,7 sec και επίσης να φτάσει σε 245 μίλια με πλήρη φόρτιση (Tesla, 2017).



Εικόνα 16 Advertising of Roadster (Tesla motors)

3.3 Η αυτοκινητοβιομηχανία σήμερα

Στις μέρες μας οι αυτοκινητοβιομηχανίες συνεχίζουν να κατασκευάζουν ηλεκτρικά αυτοκίνητα με άρτιο σχεδιασμό και μεγαλύτερη απόδοση από τα προηγούμενα. Έτσι παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια από τα νέα μοντέλα ηλεκτρικών αυτοκινήτων που υπάρχουν στην αγορά. Όπως το BMW i3 με δυνατότητα επιτάχυνσης 60 mph / 7 sec, πολύ σφιχτή ακτίνα στροφής (κάτω των 11 yrd / 10 m), ταχύτητα 81 έως 100 mph (130 - 161 km/h) (Εικόνα 3)

Η ισραηλινή κυβέρνηση ανακοινώνει την υποστήριξή της για ένα τεράστιο έργο για την προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο Ισραήλ. Η προσπάθεια θα είναι μεταξύ του Better Place, ενός ιδρύματος με το όνομα Palo Alto και της γαλλικής αυτοκινητοβιομηχανίας Renault-Nissan. Η Better Place ανακοινώνει πλήθος συνεργασιών για την υποστήριξη έργων ηλεκτρικών οχημάτων στη Δανία, τον Καναδά, την Ιαπωνία, την Αυστραλία και τις Η.Π.Α. (Santini, 2011).

Κατά τον Chan (2007) ο κόσμος άρχισε μια νέα πορεία από 1997, όταν το πρώτο σύγχρονο υβριδικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο το Toyota Prius (Εικόνα 17) πωλήθηκε στην Ιαπωνία.



Εικόνα 17 Toyota Prius

3.4 Τρέχοντα μοντέλα ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν πολλές δυνατότητες συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία ενός πιο βιώσιμου μέλλοντος. Εάν οι χώρες μετέτρεπαν όλα τα οχήματα σε ηλεκτρικά (οχήματα), θα ήταν εφικτό να μειωθεί η εξάρτηση από το πετρέλαιο κατά 30-60%, μειώνοντας παράλληλα τη ρύπανση του πλανήτη από τον άνθρακα στον τομέα των μεταφορών κατά μεγάλο ποσοστό.

Η Faraday Futureν παρήγαγε ένα νέο ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Το μοντέλο FF 91 (εικόνα 18) είναι ένα ηλεκτρικό SUV πολυτελείας, το οποίο, σύμφωνα με την εταιρεία, θα είναι το πιο προηγμένο τεχνολογικά στην αγορά, όταν αρχίσει να παράγεται στις αρχές του 2018. Μπορεί να επιταχύνει από μηδέν σε 97 km/h μέσα σε μόνο 2,39 sec (Λουπάκης, 2017).



Εικόνα 18 FF 91 - Faraday Futurev

Το BMW i3 (εικόνα 19) είναι ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με πέντε πόρτες που αναπτύχθηκε από τη γερμανική αυτοκινητοβιομηχανία BMW. Στην έκδοση με τα 94Ah προσφέρει περίπου 200 km σε πραγματικές συνθήκες κίνησης. Η BMW i3 κέρδισε δύο βραβεία παγκόσμιου αυτοκινήτου της χρονιάς που έχουν επιλεγεί και ως παγκόσμιο πράσινο αυτοκίνητο 2014 της χρονιάς και επίσης ως παγκόσμιο σχέδιο αυτοκινήτων της χρονιάς για το 2014 (Μαρινόπουλος 2017).



Εικόνα 19 BMW i3

Τα προϊόντα της Opel αποτελούν πρότυπα ποιότητας και καινοτομίας, όπως επιβεβαιώνεται για μία ακόμα φορά στα Plus X Awards, 2017. Η διεθνής κριτική επιτροπή εντυπωσιάστηκε τόσο πολύ με το επαναστατικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο, ώστε το ονόμασε “Καλύτερο Προϊόν του 2017” (εικόνα 20). Μπορεί να καλύψει απόσταση έως 520 km σύμφωνα με το νέο Ευρωπαϊκό Κύκλο Δοκιμών (NEDC) με μία φόρτιση της μπαταρίας ιόντων λιθίου 60 kWh – προσφέροντας τουλάχιστον 30% περισσότερη αυτονομία συγκριτικά με τον πλησιέστερο ανταγωνιστή του στην κατηγορία σήμερα (Opel, 2017). Επιπλέον, προσφέρει κορυφαίες επιδόσεις με τον ηλεκτροκινητήρα των 150 kW/204 hp και επιτάχυνση σπορ αυτοκινήτου, 0 - 50km/h σε 3,2 sec. Τέλος, το Ampera-e μήκους 4.17-m εντυπωσιάζει μία ευρύχωρη καμπίνα πέντε ατόμων και χώρο αποσκευών 381 L (μέχρι 1.271 L με τα πίσω καθίσματα αναδιπλωμένα) που υπερβαίνει τα πρότυπα της κατηγορίας. Το ηλεκτρικό μοτέρ που παράγει την ενέργεια, η οποία διοχετεύεται στους τροχούς, αντλεί ηλεκτρική ενέργεια μόνο από τις μπαταρίες. Η επίπεδη μπαταρία νέας γενιάς τοποθετείται κάτω από το πάτωμα της καμπίνας, χωρίς να επηρεάζει τις συμπαγείς αναλογίες του αυτοκινήτου. Με την τοποθέτηση της μπαταρίας κάτω από το πάτωμα, οι μηχανικοί του Ampera-e εξέλιξαν ένα νέο είδος δομής αμαξώματος που προστατεύει τη μπαταρία και παράλληλα ελαχιστοποιεί το βάρος. Χρησιμοποίησαν διάφορα κράματα ατσαλιού υψηλής αντοχής και αλουμινίου, για να μειώσουν τη μάζα χωρίς αυτό να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ασφάλεια ή την αντοχή. Περίπου το 81,5% της δομής του αμαξώματος του Ampera-e (Εικόνα 21) αποτελείται από προηγμένο ατσάλι υψηλής ή πολύ υψηλής αντοχής. Για περαιτέρω μείωση του βάρους, οι μηχανικοί επέλεξαν αλουμίνιο για εξαρτήματα όπως το καπό, οι πόρτες και η πίσω πόρτα, εξοικονομώντας ένα έξι τοις εκατό επιπλέον στο βάρος, συγκριτικά με τη χρήση συμβατικού ατσαλιού (Καθημερινή, 2017). Χάρη στη μελετημένη σχεδίαση και τοποθέτηση της μπαταρίας διαμορφώνεται ένα ευρύχωρο εσωτερικό, με άνετα καθίσματα για μέχρι πέντε επιβάτες και χώρο αποσκευών εφάμιλλο με ενός συμπαγούς αυτοκινήτου (Ελευθερία, 2016).



Εικόνα 20 Opel Ampera-e Ψηφίστηκε “Καλύτερο Προϊόν του 2017



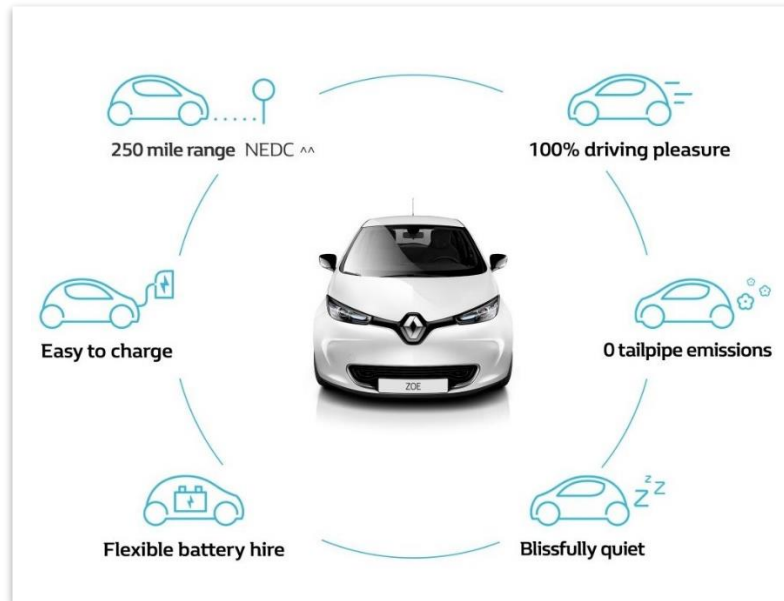
Εικόνα 21 Opel Ampera-e Ψηφίστηκε “Καλύτερο Προϊόν του 2017

Η Renault Kangoo Z.E (Εικόνα 22) είναι η ηλεκτρική εκδοχή που προσφέρει το μικρό επαγγελματικό τους βαν. Συνδυάζει τα πλεονεκτήματα του με τα οφέλη της ηλεκτρικής τεχνολογίας. Το μηδενικό επίπεδο θορύβου, οι μηδενικές εκπομπές ρύπων και το χαμηλό κόστος φόρτισης, μειώνοντας σημαντικά το κόστος μετακίνησης για μια μεταφορική εταιρεία ή και επιχείρηση (TANEA, 2017).



Εικόνα 22 Renault Kangoo z.e

Ακόμη ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο της γαλλικής εταιρείας Renault είναι το Renault Zoe (Εικόνα 23) το οποίο διαθέτει μπαταρία ιόντων λιθίου των 41 kWh, η οποία προσφέρει ένα εύρος μεταξύ 400 km (250 mi) (Renault, 2017).



Εικόνα 23 Renault Zoe

Το ηλεκτρικό Tesla Model 3 (Εικόνα 24) συνδυάζει την απόδοση, την ασφάλεια και την ευρυχωρία. Επιτυγχάνει 215 μph από τη φόρτιση, ανά φόρτιση. Επίσης το Tesla είναι φιλικό προς το περιβάλλον και έχει δυνατότητα επιτάχυνσης 0 - 60 μph σε 5,6 sec (Tesla, 2017).



Εικόνα 24 Tesla Model 3

3.5 Πλεονεκτήματα ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι το μέλλον της αυτοκινητοβιομηχανίας. Δεν είναι μόνο φιλικά προς το περιβάλλον, αλλά και αθόρυβα σε σχέση με τα οχήματα

με μηχανές εσωτερικής καύσεως. Ακόμα, συμβάλλουν στη μείωση της ηχορύπανσης, ένα πρόβλημα των σύγχρονων μεγαλουπόλεων. Το όφελος για το περιβάλλον είναι μεγάλο αφού η μειωμένη εκπομπή ρύπων συμβάλλει με τη σειρά της στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Energia, 2009). Οι αναλυτές της αυτοκινητοβιομηχανίας εκτιμούν ότι τα επόμενα χρόνια τα ηλεκτρικά οχήματα, θα κατέχουν σημαντικό μερίδιο της παγκόσμιας αγοράς, γιατί συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησής μας από τα ορυκτά καύσιμα και περιορίζουν δραστικά τους ρύπους που μολύνουν το περιβάλλον (Ελευθερία, 2016).

Φυσικά, η διαδικασία παραγωγής του ηλεκτρικού ρεύματος κινεί τις εκπομπές αερίων προς τα πάνω, αλλά ακόμα και η μη καθαρή ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μειώνει την συλλογική ενεργειακή χρήση. Η λειτουργία του ηλεκτρικού κινητήρα συνδυάζεται με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έτσι δεν παράγει καθόλου αέριο. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα περιορισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου αφού είναι πιο χαμηλή η εκπομπή αερίων με το να φορτίζονται τα αυτοκίνητα με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο έχει πολλά κατασκευαστικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα, όπως ο καλύτερος έλεγχος. Ως προς τον τρόπο λειτουργίας, η εκκίνηση είναι πολύ πιο εύκολη, με το “πάτημα” ενός διακόπτη. Είναι πολύ βολική η χρήση τους, δεδομένου ότι η μπαταρία μπορεί να επαναφορτιστεί στο σπίτι.

Προσφέρουν αποδοτικότερη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας, αφού τα οχήματα αυτά φορτίζονται κυρίως ώρες που υπάρχει χαμηλή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, όπως τα βράδια ή εξοπλίζονται με τεχνολογία διακοπής της φόρτισης κατά τις ώρες αιχμής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμη, δεν απαιτεί τακτική συντήρηση διότι δεν χρειάζεται αλλαγή λαδιού και έλεγχο της εκπομπής αερίων όπως τα αυτοκίνητα με μηχανές εσωτερικής καύσης. Τα ηλεκτρικά οχήματα έφτασαν σε σημείο να έχουν μεγάλη απήχηση στις υψηλά κοινωνικές τάξεις και να αποτελούν οχήματα πολυτελείας (Εμμανουηλίδης, 2011).

Κατά τον Berman (2014) τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μειώνουν την εξάρτηση από την χρήση του πετρελαίου και έχουν μικρότερο κόστος λειτουργίας. Οι Garling & Thogersen (2001) υποστηρίζουν ότι με τη χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυτόματα μειώνεται η κατανάλωση πετρελαίου και η εξάρτηση από τις χώρες που έχουν πετρέλαιο. Η κίνηση με φόρτιση από ηλεκτρισμό σε σχέση με την φόρτιση με φυσικό αέριο έχει χαμηλότερο κόστος ανά μίλι καυσίμου επειδή η ηλεκτρική ενέργεια είναι φθηνότερη από ότι το φυσικό αέριο. Επίσης υπάρχει χαμηλότερο κόστος συντήρησης γιατί ακριβώς υπάρχουν λιγότερα κινούμενα μέρη. Θεωρείται ότι η οδήγηση είναι πιο διασκεδαστική επειδή η ηλεκτρική ενέργεια έχει συνεχή ροπή (Baucus 2014). Σύμφωνα με τον Broder (2012), το μέλλον για το ηλεκτρικό αυτοκίνητο παρουσιάζεται λαμπρό. Οι τιμές των καυσίμων βρίσκονται στα ύψη, ενώ παράλληλα οι αυτοκινητοβιομηχανίες ετοιμάζονται να πλασάρουν νέα ηλεκτρικά μοντέλα αυτοκινήτων διαβλέποντας τον κίνδυνο των κλιματικών αλλαγών από την καύση του λαδιού.

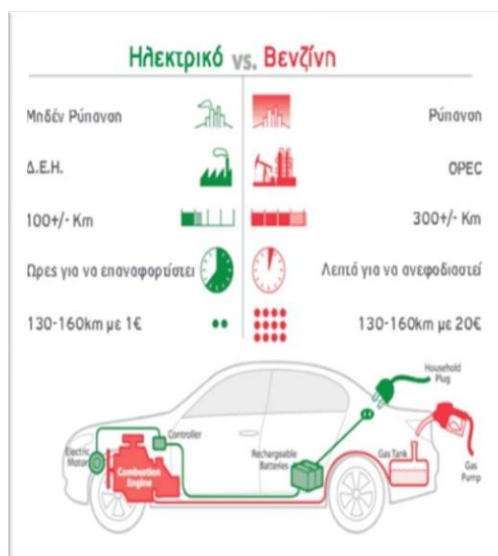
Η Renault παρουσιάζοντας το Twizy (Εικόνα 25) το 2012, έκανε την αρχή για την παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων προσαρμοσμένα στις ανάγκες της πόλης. Με μήκος 2,34 m και με αυτονομία που πλησιάζει τα 100 km, αποτελεί μια εναλλακτική πρόταση για την αστική μετακίνηση.



Εικόνα 25 Renault Twizy

3.6 Μειονεκτήματα ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Ένας από τους ανασταλτικούς παράγοντες στη διάδοση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι η μικρή διάρκεια της μπαταρίας τους. Το κόστος παραγωγής της αποθηκεύσης ενέργειας στις μπαταρίες που έχουν συγκριτικά περιορισμένες δυνατότητες, ήταν ένας μεγάλος παράγοντας για την πτώση της δημοτικότητας του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (Energia, 2009).



Εικόνα 26 Διαφορές Ηλεκτρικού αυτοκινήτου & ΜΕΚ

Στα μειονεκτήματα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι αναμφισβήτητη η υψηλή τιμή αγοράς. Ένα ηλεκτροκίνητο όχημα κοστίζει περισσότερα από 32.000€, περίπου τα διπλά από ότι ένα συμβατικό (Energia, 2009).

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν πολύ λιγότερα μηχανικά μέρη και εξαρτήματα συνεπώς πολλές θέσεις ειδίκευσης που ήταν απαραίτητες για τις μηχανές

εσωτερικής καύσης να χαθούν. Έτσι κινδυνεύουν χιλιάδες εργαζόμενοι στην αυτοκινητοβιομηχανία (Μαρινόπουλου, 2017).

Κάποια μειονεκτήματα στα οποία εστιάζεται ο Boxwell (2014) είναι ότι υπάρχει περιορισμένο εύρος και περιορισμένη ταχύτητά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αν και τα καινούργια αυτοκίνητα αύξησαν την ταχύτητά τους. Ορισμένα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα είναι μόνο διαθέσιμα με πολύ μικρά καθίσματα (Quiroga, 2009).

Επιπλέον βασική προϋπόθεση λειτουργίας τους είναι τα σημεία επαναφόρτισης. Αν δεν υπάρχουν αρκετοί σταθμοί φόρτισης με εύκολη πρόσβαση τότε αυτό θα προκαλεί αναστάτωση. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται σήμερα με τους φορητούς φορτιστές ή τους σταθμούς φόρτισης (Εικόνα 27), που συναντώνται συχνότερα σε κάποιες πόλεις του εξωτερικού. Η πρώτη από τις μεγάλες εταιρείες πετρελαιοειδών που φαίνεται να αντιδρά-προσαρμόζεται στα νέα αυτά δεδομένα είναι η Shell, η οποία ανακοίνωσε πως θα εγκαταστήσει σε καταστήματά της που βρίσκονται σε Μέγαλη Βρετανία και Ολλανδία φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων (Αποστολόπουλος, 2017). Όπως επισημαίνει η Boxwell (2014) ένας κανονικός χρόνος επαναφόρτισης είναι περίπου 6-8 ώρες ενώ η παροχή βενζίνης από το πιο κοντινό πρατήριο βενζίνης παίρνει μόνο λίγα λεπτά αν και σήμερα κατασκευάζονται γρήγοροι φορτιστές.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ακριβότερα, αν και ο αγοραστής θα πρέπει να έχει υπόψη του τη σταδιακή εξοικονόμηση χρημάτων σε λίγα χρόνια από την μη αγορά καυσίμων Chan (2007). Ο Εμμανουηλίδης (2011) αναφέρει ότι το κόστος των συσσωρευτών είναι υψηλό, επηρεάζοντας σημαντικά το συνολικό κόστος του ηλεκτρικού οχήματος και δυσχεραίνοντας με αυτόν τον τρόπο την αγορά του.



Εικόνα 27 Φόρτιση ηλεκτρικού αυτοκινήτου σε σταθμό ανεφοδιασμού (Park and Charge - PAC)

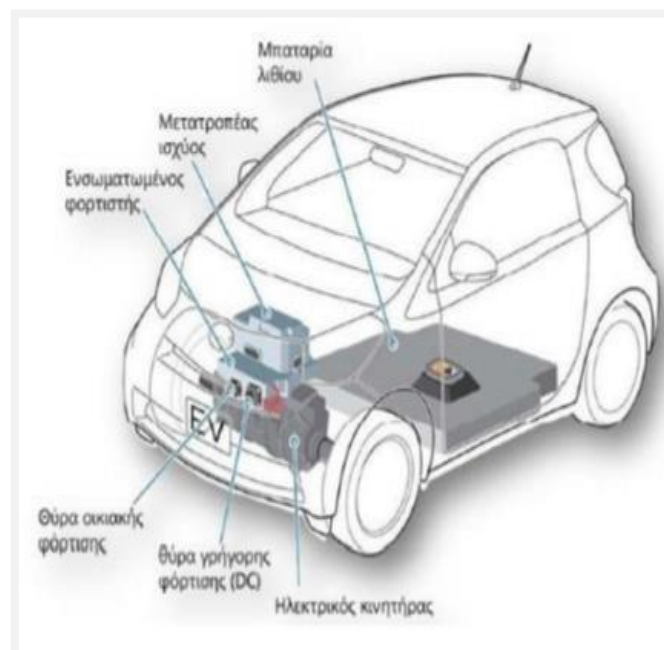


Εικόνα 28 Φόρτιση Nissan Leaf

Παρόλα αυτά σύμφωνα με σύγχρονες έρευνες για το κόστος λειτουργίας των αυτοκινήτων του Wolber (2012) από το Πανεπιστήμιο του Ιλινόις στην Αμερική, είναι σαφές ότι ο μέσος όρος ενός μέσου ηλεκτρικού οχήματος έχει μικρότερο κόστος ανεφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας σε ώρες εκτός αιχμής. Έτσι, δημιουργείται ένα πραγματικό σενάριο μεγαλύτερης εξοικονόμησης κόστους για τους οδηγούς ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

3.7 Δομή ηλεκτρικού αυτοκινήτου

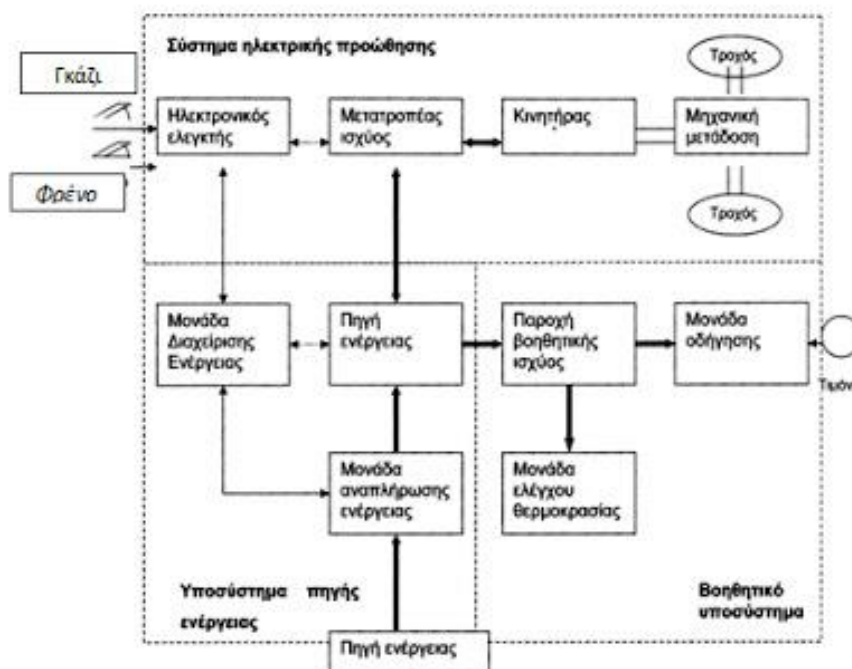
Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν πολύ απλούστερη δομή, καθώς το σύστημα προώθησής τους αποτελείται από τρία βασικά μέρη: τον μετατροπέα ισχύος (κινητήρας ελέγχου), τον ηλεκτροκινητήρα και τις μπαταρίες (συσσωρευτές) (Εικόνα 29) (Μαρινόπουλου, 2017).



Εικόνα 29 Δομή ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Ο ηλεκτρονικός ελεγκτής αφού δεχτεί τα σήματα ελέγχου από το γκάζι ή το φρένο, παρέχει τα κατάλληλα σήματα ελέγχου για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των κυκλωμάτων του μετατροπέα ισχύος ο οποίος ρυθμίζει τη ροή ισχύος από την μπαταρία στον κινητήρα και αντιστρόφως. Πιο συγκεκριμένα, ο κινητήρας ελέγχου παίρνει ενέργεια από τις μπαταρίες τροφοδοτώντας έτσι τον ηλεκτρικό κινητήρα.

Η μονάδα διαχείρισης ενέργειας, συνεργάζεται με τον ηλεκτρονικό ελεγκτή για τον έλεγχο της αναγεννητικής πέδης και της αναπλήρωσης της ενέργειας που αυτή παρέχει. Συνεργάζεται και ελέγχει την ροή ενέργειας από την μονάδα αναπλήρωσης της ενέργειας. Η μονάδα παροχής βοηθητικής ισχύος παρέχει την απαιτούμενη ισχύ σε διαφορετικά ύψη τάσης για όλες τις βοηθητικές συσκευές του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Η παρακάτω εικόνα δείχνει το σύστημα ηλεκτρικής προώθησης όπου τα βέλη σε κάθε γραμμή δηλώνουν την κατεύθυνση της ροής της ηλεκτρικής ισχύος (εικόνα 30) (Σακελλαρίου, 2011). Ο κινητήρας ελέγχου μπορεί να παραδώσει μηδενική ισχύ στην περίπτωση που το αυτοκίνητο είναι σταματημένο, πλήρη ισχύ όταν ο οδηγός πατά το πεντάλ του γκαζιού ή σε οποιοδήποτε επίπεδο ισχύος στο ενδιάμεσό τους (Brain, 2002).



Εικόνα 30 Σύστημα ηλεκτρικής προώθησης

Ο Μανωλάς (2013) επισημαίνει ότι η διαφορετική δομή των ηλεκτρικών οχημάτων από τα συμβατικά οχήματα, είναι ότι η μπαταρία και ο ηλεκτροκινητήρας αντικαθιστούν το ρεζερβουάρ καυσίμου και την ΜΕΚ αντίστοιχα. Το σύστημα μετάδοσης κίνησης του οχήματος παραμένει το ίδιο και περιλαμβάνει τον συμπλέκτη, το κιβώτιο ταχυτήτων, το διαφορικό και τους τροχούς. Ο συμπλέκτης και το κιβώτιο ταχυτήτων μπορούν να αντικατασταθούν από ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.

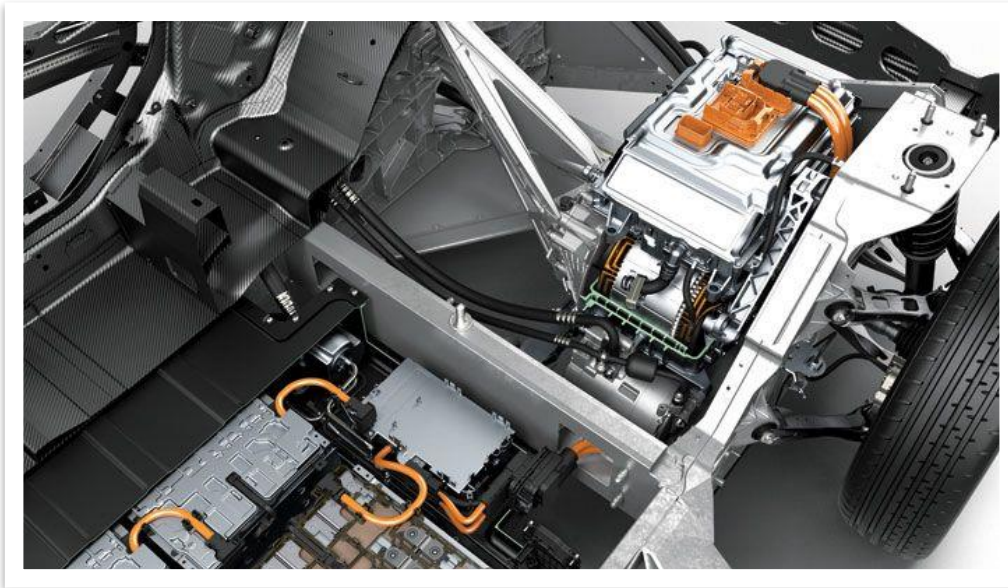
Όπως διαφαίνεται στη λειτουργία του κατά τον Voelker (2013) σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο ο κινητήρας λειτουργεί είτε με συνεχές (DC) είτε με

εναλλασσόμενο ρεύμα (AC). Στην περίπτωση του συνεχούς ρεύματος (DC), το αυτοκίνητο μπορεί να λειτουργεί με τάση μεταξύ 96V – 192V και ισχύ περίπου 20kW. Οι κινητήρες λειτουργούν με την αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, όπου η αλλαγή της μαγνητικής ροής προκαλεί περιστροφή του κεντρικού άξονα. Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος μπορούν να υπερφορτωθούν σε τιμή πολύ μεγαλύτερη από το κανονικό σημείο λειτουργίας, προσφέροντας έτσι αυξημένη ιπποδύναμη. Αν όμως αυτό συμβαίνει συνεχώς, οδηγεί σε υπερθέρμανση του κινητήρα, ακόμα και στην καταστροφή του. Στην περίπτωση του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC), χρησιμοποιούνται τριφασικοί κινητήρες με τάση μεταξύ 220V – 240V. Κυκλοφορούν σε διαφορετικά σχήματα και μεγέθη, ενώ σε αντίθεση με τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος (DC), έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σαν γεννήτρια, φορτίζοντας τις μπαταρίες κατά την πέδηση. Ο ηλεκτροκινητήρας επομένως, μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια. Η μηχανική ενέργεια κινεί το όχημα (Conserve Energy Future, 2017).

Σύμφωνα με τον Thakur (2013) στο βασικό σχεδιασμό του ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου το σύστημα κίνησης του αποτελείται από μία συστοιχία μπαταριών (συσσωρευτών) που συνδέεται με ένα ηλεκτρικό κινητήρα μέσω ενός διακόπτη. Η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που επιτρέπεται να περάσει μέσα από τον ηλεκτροκινητήρα και τα συστήματα μετάδοσης ελέγχεται έτσι ώστε ο ηλεκτρικός κινητήρας να κινεί τους τροχούς με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο (Εικόνα 32).



Εικόνα 31 Ο ηλεκτρικός κινητήρας, ο κινητήρας ελέγχου και οι μπαταρίες συσσωρευτές



Εικόνα 32 Ηλεκτροκινητήρας αυτοκινήτου

3.7.1 Πλατφόρμες

Ως πλατφόρμα νοείται η συμπαγής, άκαμπτη δομή στην οποία προσαρτώνται τα μηχανικά μέρη του αυτοκινήτου (πχ κινητήρας) καθώς επίσης και οι εκάστοτε πηγές ενέργειας (μπαταρίες). Οι αυτοκινητοβιομηχανίες, με αφορμή την οικονομική κρίση, πλάσαραν τη νέα μόδα χρήσης κοινών πλατφορμών από διαφορετικά μοντέλα αυτοκινήτων. Έτσι, η συγκεκριμένη δομή που προσφέρει και μια πιο ευέλικτη αρχιτεκτονική στα οχήματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μοντέλα διαφορετικών κατηγοριών, φιλοξενώντας διαφορετικούς τύπος κινητήρων, μετάδοσης κίνησης, διαστάσεις. Τα χαρακτηριστικά της πλατφόρμας (βάρος, κόστος) παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του συνολικού κόστους του κάθε οχήματος. Συνεπώς η ίδια γραμμή παραγωγής μπορεί να κατασκευάζει ίδιες πλατφόρμες, αλλά για διαφορετικά οχήματα.



3.8 Πηγές ενέργειας ηλεκτρικού αυτοκινήτου

3.8.1 Μπαταρίες συσσωρευτών

Η λειτουργία και η αποδοτικότητα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου καθορίζεται από την τροφοδοσία του. Οι μπαταρίες ή ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα και το αποθηκεύουν ώστε να χρησιμοποιηθεί στη φόρτιση και επαναφόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Κατά τον Χριστοδούλου (2009) ως πηγές ενέργειας στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θεωρούνται οι συσκευές που αποθηκεύουν ενέργεια, παρέχουν ενέργεια (εκφορτίζονται) και δέχονται ενέργεια από εξωτερική πηγή (φορτίζονται). Το ακριβότερο εξάρτημα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι η μπαταρία, οπότε η μείωση του κόστους των μπαταριών είναι αυτή που θα δώσει άλλη προοπτική στα ηλεκτροκίνητα οχήματα. Το παράδειγμα της Tesla, η οποία διαθέτει στο εμπόριο διάφορες εκδόσεις των μοντέλων της S (Εικόνα 34) και X με αυτονομία άνω των 300km, αλλά η τιμή τους σε καμία περίπτωση δεν είναι χαμηλότερη από 70.000 δολάρια (65.000€).



Εικόνα 33 Tesla Model S μπαταρία ιόντων λιθίου (lithium – ion battery)

Από τα πρώτα χρόνια παρουσίασης των ηλεκτροκίνητων οχημάτων έχουν δοκιμαστεί πολλοί τύποι συσσωρευτών και το βασικό πρόβλημα που παρουσιάζεται έως και σήμερα είναι ο χαμηλός λόγος ενέργειας προς το συνολικό τους βάρος και όγκο και η διάρκεια φόρτισης τους. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά μιας μπαταρίας είναι η χωρητικότητα της, η οποία μετριέται σε αμπερώρια. Αμπέρ κατά την κρύα εκκίνηση (cold-cranking amperes).

3.8.2 Μπαταρίες Lead Acid (μολύβδου οξέος)

Τα κελιά αυτών των μπαταριών έχουν ηλεκτρόδια φτιαγμένα από μολύβδο και από οξειδίο του μολύβδου. Οι μπαταρίες μολύβδου είναι από τις παλιότερες σχεδιαστικά μπαταρίες στο εμπόριο.

3.8.3 Μπαταρίες Nickel – Cadmium (νικελίου – καδμίου)

Τα ηλεκτρόδια στα κελιά σε μια τέτοια μπαταρία είναι κατασκευασμένα από υδροξείδιο του νικελίου και από κάδμιο. Ο ηλεκτρολύτης μολύβδου είναι υδροξείδιο του καλίου. Αυτές οι μπαταρίες είναι οικονομικές και χαρακτηρίζονται από μακροζωία.

3.8.4 Μπαταρίες Sodium – Sulfur (θεικού νατρίου)

Τα ηλεκτρόδια στα κελιά σε μια τέτοια μπαταρία είναι κατασκευασμένα από νάτριο (αρνητικό ηλεκτρόδιο) και από θείο (θετικό ηλεκτρόδιο). Αυτός ο τύπος μπαταρίας είναι πολύ πιο αποδοτικός και χρησιμοποιείται στα ηλεκτρικά οχήματα.

3.8.5 Μπαταρίες Sodium – Nickel - Chloride (νατρίου χλωριούχου νικελίου)

Τα ηλεκτρόδια σε μια τέτοια μπαταρία είναι κατασκευασμένα από νικέλιο και χλωριούχο νάτριο. Αυτές οι μπαταρίες έχουν περίπου 5 φορές μεγαλύτερη ενέργεια από αυτές του μολύβδου και είναι πλήρως ανακυκλώσιμες.

3.8.6 Μπαταρίες Lithium – Polymer (πολυμερούς λιθίου)

Τα ηλεκτρόδια είναι φτιαγμένα από άνθρακα και από οξείδιο του μετάλλου.

3.8.7 Μπαταρίες Zinc – Air (αερίου – ψευδαργύρου)

Το ξεχωριστό χαρακτηριστικό σε αυτές τις μπαταρίες είναι ότι το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα χρησιμοποιείται στη κάθοδο. Η άνοδος είναι μια αποσπώμενη πλάκα, που αποτελείται από μόρια ψευδαργύρου. Για την επαναφόρτισή της, θα πρέπει να αντικατασταθεί η πλάκα της ανόδου.

3.8.8 Μπαταρίες Nickel – Zinc (νικελίου – ψευδαργύρου)

Αυτές οι μπαταρίες έχουν υψηλή ειδική ενέργεια, μπορούν να λειτουργήσουν σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Οι μπαταρίες αυτές θεωρούνται αλκαλικές επαναφορτιζόμενες.

3.8.9 Μπαταρίες NiMH (νικελίου μετάλλων υδριδίου)

Στα σύγχρονα ηλεκτρικά οχήματα, η μπαταρία που χρησιμοποιείται κατά βάση είναι η μπαταρία νικελίου μετάλλων υδριδίου. Πρόκειται για επαναφορτιζόμενη μπαταρία, παρόμοια με την μπαταρία νικελίου – καδμίου, με τη διαφορά ότι αντί για κάδμιο στην άνοδό της έχει ένα κράμα απορροφητικό σε υδρογόνο. Στην κάθοδο, όπως και στις μπαταρίες νικελίου – καδμίου, χρησιμοποιεί νικέλιο. Μια μπαταρία νικελίου μετάλλων υδριδίου έχει 2 – 3 φορές τη χωρητικότητα μιας ισοδύναμου μεγέθους μπαταρίας νικελίου – καδμίου. Ωστόσο, συγκρινόμενη με την μπαταρία ιόντων λιθίου, η ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα είναι χαμηλότερη και η αυτοεκφόρτιση μεγαλύτερη.

3.8.10 Μπαταρίες Li – ion (ιόντων λιθίου)

Το 96% όλων των ηλεκτρικών αυτοκινήτων που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά λειτουργούν με μπαταρίες νικελίου μετάλλων υδριδίου, ενώ μέσα σε 10 χρόνια το 100% των οχημάτων αυτών αναμένεται να λειτουργούν με μπαταρίες ιόντων λιθίου.

Οι Li-ion μπαταρίες είναι επαναφορτιζόμενες και χρησιμοποιούνται ευρέως σε κάθε είδους ηλεκτρονικά. Είναι από τις πιο διαδεδομένες μπαταρίες στα φορητά ηλεκτρονικά, με μια από τις καλύτερες αναλογίες ενέργειας / βάρους, ενώ έχουν αργό ρυθμό αποφόρτισης όταν δε χρησιμοποιούνται (eclass, 2017).

Είναι πιο εύχρηστες καθώς έχουν καλύτερη απόδοση, μεγάλη διάρκεια ζωής, εύρος, αν και πιο ακριβές. Τα ιόντα λιθίου κινούνται από τα καθόδια στα ανόδια κατά τη διάρκεια της φόρτισης, και από τα ανόδια στα καθόδια κατά

την εκφόρτιση. Ο ηλεκτρολύτης είναι απαραίτητος ως μέσο για τη μεταφορά των ιόντων λιθίου και ο διαχωριστής είναι απαραίτητος ώστε να διαχωριστούν τα ανόδια και τα καθόδια ηλεκτρικά. Είναι ελαφρύτερες από τις υγρές μπαταρίες μολύβδου και το μέταλλο του νικελίου. Υπάρχουν επίσης οι υγρές μπαταρίες μολύβδου οι οποίες είναι οι πιο δημοφιλείς, φθηνότερες και 97% ανακυκλώσιμες, όπως η μπαταρία του νέου ηλεκτρικού KIA Soul EV (Εικόνα 35).

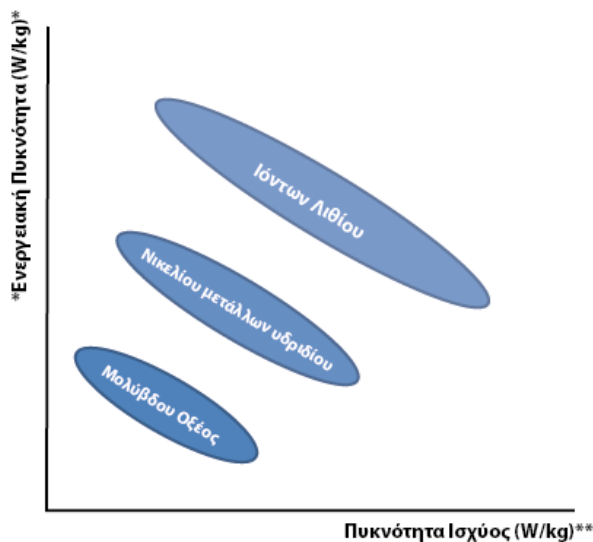


Εικόνα 34: Με μία μπαταρία υψηλής χωρητικότητας πολυμερών ιόντων λιθίου είναι εξοπλισμένο το νέο ηλεκτρικό Kia Soul EV

Όπως επισημαίνει ο Μανώλας (2013) ιόντων λιθίου πλεονεκτούν ως προς το βάρος τους σε σύγκριση με τις άλλες μπαταρίες, καθώς το λίθιο θεωρείται ελαφρύ μέταλλο. Αυτό εξηγεί επίσης γιατί οι μπαταρίες ιόντων λιθίου χρησιμοποιούνται ήδη ευρέως σε κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και βιντεοκάμερες, φορητές συσκευές αναπαραγωγής ήχου, ή παιχνίδια. Σήμερα αποτελούν την πλέον κατάλληλη τεχνολογία για τα ηλεκτρικά οχήματα, επειδή μπορούν να παράγουν υψηλή ενέργεια και ισχύ ανά μονάδα μάζας μπαταρίας, επιτρέποντάς τους έτσι να είναι ελαφρύτερες και μικρότερες από άλλες επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Το χαρακτηριστικό αυτό σε συνδυασμό με την υψηλή ειδική ενέργεια (ως και $200 \text{ W}\cdot\text{h/kg}$) και την υψηλή ειδική ισχύ (300 W/kg) που προσφέρουν, τις καθιστούν ιδανική επιλογή για τις εφαρμογές ηλεκτρικών και υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων .

Είδος Μπαταρίας	Μολύβδου οξέος	Νικελίου Καδμίου	Νικελίου μετάλλων υδριδίου	Ιόντων Λιθίου
Ενεργειακή Πυκνότητα (W/kg)	35	40 – 60	60	120
Πυκνότητα Ισχύος (W/kg)	180	150	250 – 1000	1.800
Κύκλος ζωής	4.500	2.000	2.000	3.500
Κόστος (\$/kWh)	269	280	500 – 1.000	300-800 (για ηλεκτρονικά) 1.000 – 2.000 (για οχήματα)
Χαρακτηριστικά μπαταρίας	Υψηλή αξιοπιστία, χαμηλό κόστος	Φαινόμενο μνήμης	Κατάλληλη για ηλεκτρικά οχήματα	Μικρό μέγεθος, ελαφριά
Εφαρμογή	Μπαταρία αυτοκινήτου, περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα, αποθήκη ενέργειας	Φακοί	Ηλεκτρικά οχήματα	Ηλεκτρονικές συσκευές

Πίνακας 1 Είδη μπαταριών και τα χαρακτηριστικά τους



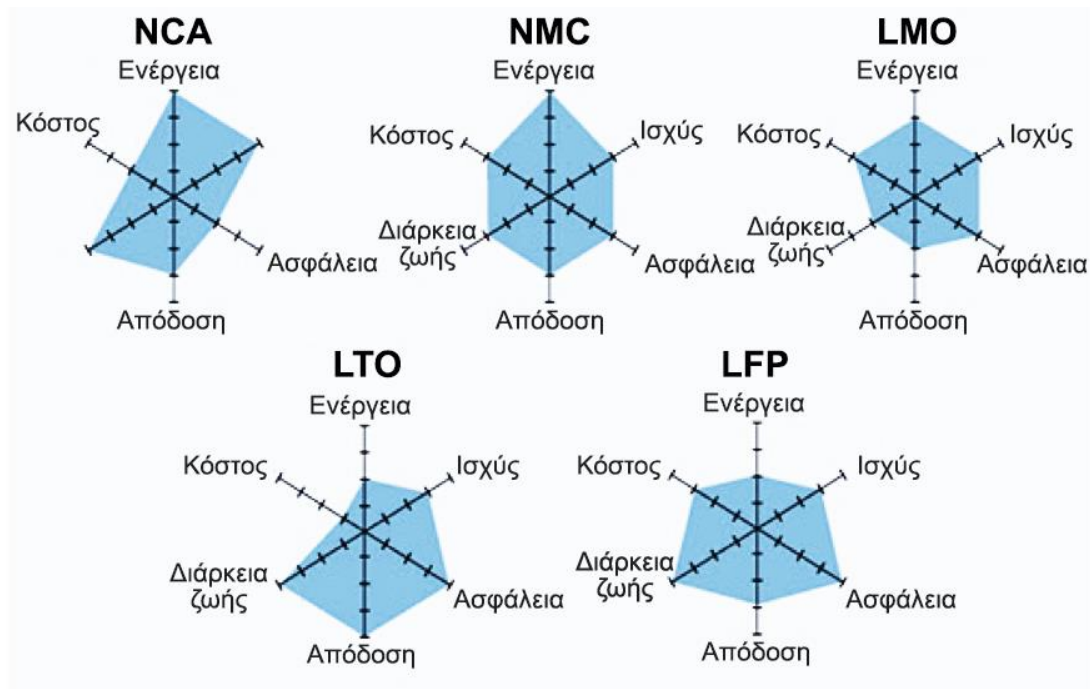
* Μέγιστη Ενεργειακή Πυκνότητα ανά μονάδα μάζας μπαταρίας

** Μέγιστη Ενέργεια (αποθηκευμένη) ανά μονάδα μάζας μπαταρίας

Διάγραμμα 1 Μπαταρίες

Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου χωρίζονται με τη σειρά τους σε επιμέρους υποκατηγορίες, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα. Οι μπαταρίες αυτές έχουν προοπτικές χρήσης και εξέλιξης στο εγγύς μέλλον.

Μέσω του σχήματος διακρίνονται συγκριτικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ως προς έξι (6) διαφορετικές παραμέτρους (κόστος, ασφάλεια, ενέργεια, διάρκεια ζωής, δυναμική, απόδοση).



Διάγραμμα 2 Υποκατηγορίες μπαταριών λιθίου



Εικόνα 35 Μπαταρίας Λιθίου σε ηλεκτρικό αυτοκίνητο Nissan Leaf

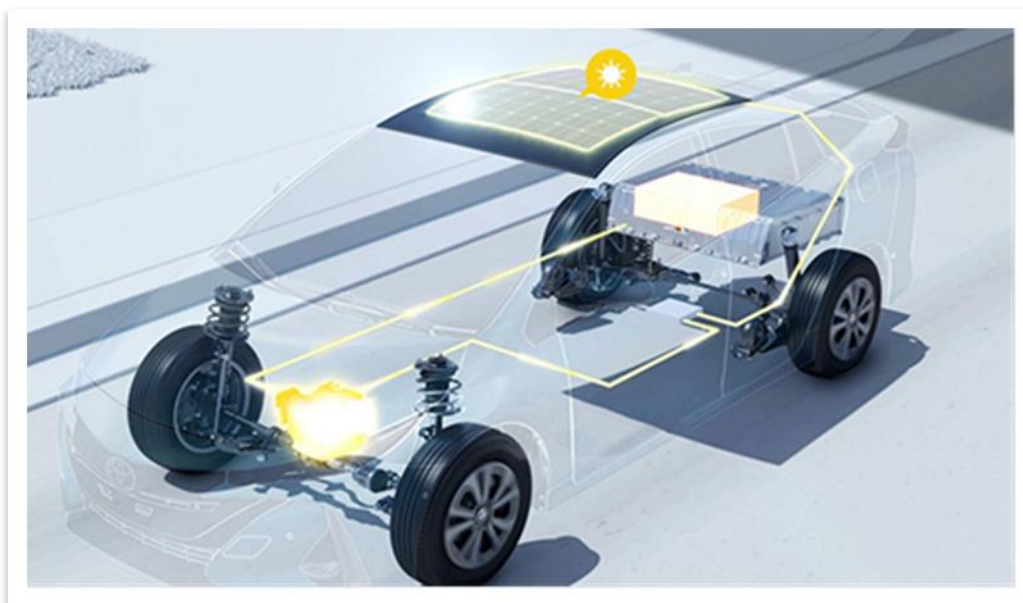
Τέλος, υπάρχουν μπαταρίες νικελίου – υδριδίου μετάλλου οι οποίες κοστίζουν πολύ περισσότερο από τις υγρές μπαταρίες μολύβδου όμως έχουν υψηλότερη απόδοση (Conserve Energy Future, 2017).

Η ιαπωνική αυτοκινητοβιομηχανία Toyota εργάζεται σε μια νέα μπαταρία στερεάς κατάστασης, που θα μπορούσε να επιτρέψει στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να είναι ελαφρύτερα, να επαναφορτίζονται γρηγορότερα και να απολαμβάνουν μεγαλύτερης εμβέλειας. Η επιχείρηση δεσμεύτηκε ότι θα παράγει το πρώτο ηλεκτρικό της αυτοκίνητο μέχρι το 2020 (Smith, 2017).

3.8.11 Φωτοβολταϊκά πάνελ

Στο παρελθόν εταιρίες όπως η Mercedes, η Nissan και η Toyota χρησιμοποίησαν φωτοβολταϊκά πάνελ στις οροφές των αυτοκινήτων τους με σκοπό την παραγωγή ενέργειας για τη λειτουργία μέρους των συστημάτων των αυτοκινήτων. Με την πάροδο των χρόνων, τα φωτοβολταϊκά πάνελ αξιολογούνται από τη βιομηχανία όλο και περισσότερο, με απώτερο σκοπό την πλήρη ενεργειακή αυτονομία, δεδομένου ότι η ηλιακή ενέργεια είναι πλήρως ανανεώσιμη και δεν υπάρχει επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτού του τύπου τα αυτοκίνητα χρησιμοποιείται ένα πάνελ με κελιά, όπου μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλιακή ενέργεια. Μέσω της μηχανής η ενέργεια μεταφέρεται στους τροχούς, όπου και παράγεται η κίνηση. Τόσο οι διαστάσεις των αυτοκινήτων, όσο και των ηλιακών πάνελ πρέπει να είναι συγκεκριμένες και να υπακούν σε προδιαγραφές. Αν η ενέργεια δεν επαρκεί, τότε το όχημα κινείται με ενέργεια που παρέχει η μπαταρία. Αντίστοιχα, αν υπάρχει πλεόνασμα ενέργειας, αποθηκεύεται στην μπαταρία για μελλοντική χρήση. Αν δεν υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας, πρέπει με κάποιο τρόπο η ηλιακή ενέργεια να μεταφέρεται απ' ευθείας στο σύστημα ελέγχου πρόσφυσης, αλλιώς χάνεται. Σε κάθε περίπτωση, καθοριστικό ρόλο παίζει ο τρόπος οδήγησης του αυτοκινήτου (από τον οδηγό). Τα βασικά μέρη που απαρτίζουν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι:

- ένα φωτοβολταϊκό πάνελ με κελιά (όπου συσσωρεύεται το ηλιακό φως ώστε να μετατραπεί στη συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια)
- μια μπαταρία (που λειτουργεί σαν «αποθήκη» ενέργειας)
- το σύστημα ελέγχου πρόσφυσης (Traction Control System (TCS))



Εικόνα 36 Αυτοκίνητο με τοποθετημένο πάνελ στην οροφή

3.9 Αεροδυναμική

Αεροδυναμική είναι ο κλάδος της μηχανικής που ασχολείται με τη ροή του αέρα γύρω από τα διάφορα σώματα. Ως προς το αυτοκίνητο, η αεροδυναμική σχετίζεται με τους εξής τομείς:

- Τα καύσιμα (πηγή ενέργειας)
- Την ταχύτητα του οχήματος
- Τη σταθερότητα του οχήματος
- Τους θορύβους
- Τη θερμοκρασία

Στην κίνηση του αυτοκινήτου επιδρούν οι εξής τρεις (3) δυνάμεις:

1. Η οπισθέλκουσα
2. Η άνωση
3. Η πλευρική δύναμη

Στην ευστάθεια του αυτοκινήτου επιδρούν οι εξής (3) δυνάμεις – συνιστώσες:

1. Η γωνία προσβολής
2. Η ροπή περιστροφής ή περικύλησης
3. Η ροπή εκτροπής

Το σημείο στο οποίο συγκεντρώνονται όλες οι δυνάμεις – συνιστώσες ονομάζεται αεροδυναμικό κέντρο. Το αεροδυναμικό κέντρο δεν συμπίπτει με το κέντρο βάρους του οχήματος, ενώ η μετατόπιση αυτού (πχ μέσω αλλαγής σχήματος ή προσθήκης κάποιου βοηθήματος) επηρεάζει ξεχωριστά όλες τις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν.

Κάθε αμάξωμα έχει και διαφορετικό συντελεστή αεροδυναμικής. Ο αεροδυναμικός σχεδιασμός συνεπώς βελτιώνει τις επιδόσεις του οχήματος, τόσο ως προς την ασφάλεια και τη σταθερότητα ως και προς την οικονομία.



Εικόνα 37 αεροδυναμική σε GLA 200 Mercedes hatchback

3.10 Προοπτικές στις πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Η ηλεκτροκίνηση σε όλο τον κόσμο είναι ένας τομέας που αναπτύσσεται ραγδαία. Είναι πολύ σημαντικό στα πλαίσια του επανασχεδιασμού ενός παλαιότερου ηλεκτρικού αυτοκινήτου να εξετάσουμε τις προοπτικές και τις σύγχρονες τάσεις της αγοράς ηλεκτρικών αυτοκινήτων παγκοσμίως. Η επίτευξη των στόχων που έχει θέσει η διεθνής και παγκόσμια κοινότητα για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την απεξάρτηση από τους υδρογονάνθρακες, με ορίζοντα το 2030, απαιτεί σημαντική ανάπτυξη του κλάδου των ηλεκτρικών οχημάτων μέχρι τότε.

Υπάρχουν όμως και ορισμένες θετικές εξελίξεις, όπως η λειτουργία της Επιτροπής στο Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων για την ενσωμάτωση της Οδηγίας 2014/94/ΕΕ «για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων», στα οποία περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική ενέργεια, στην Εθνική νομοθεσία, καθώς και η πρόθεση του Υπουργείου Ενέργειας για την ενσωμάτωση της ηλεκτροκίνησης στον ενεργειακό σχεδιασμό και στην ημερήσια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, που δείχνουν τη βαρύτητα που αρχίζει να δίνει η Πολιτεία στην ηλεκτροκίνηση. Μαζί με την ενσωμάτωση της Οδηγίας στο Εθνικό Δίκαιο, η Ελλάδα, όπως και όλα τα κράτη μέλη, είναι υποχρεωμένοι να κοινοποιήσουν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή το Εθνικό Πλαίσιο Πολιτικής που θα θεσπίσει (Αγερίδης, 2017). Όπως υπογραμμίζει ο Chan (2017), η σχεδιαστική προσέγγιση του σύγχρονου ηλεκτρικού αυτοκινήτου επιβάλλεται να περιλαμβάνει κάποιες προδιαγραφές όπως μοντέρνες (state-of-the-art) τεχνολογίες μηχανικής αυτοκινήτων, ηλεκτρολόγων και ηλεκτρονικών μηχανικών και χημικών μηχανικών. Προτείνει υιοθέτηση μοναδικών σχεδίων για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Με τη μόλυνση του περιβάλλοντος να αποτελεί τη βασική αιτία για τον θάνατο 2,3 εκ. πολιτών σε ετήσια βάση, η εκπόνηση από τις αρχές της χώρας ενός εξαιρετικά φιλόδοξου σχεδίου το οποίο προαναγγέλλει την «ολοκληρωτική» στροφή του εγχώριου αυτοκινητικού κλάδου στην ηλεκτροκίνηση. Στόχος της κυβέρνησης της Ινδίας είναι από το 2030 και εξής όλες οι πωλήσεις νέων αυτοκινήτων στη χώρα να αφορούν οχήματα μηδενικών εκπομπών ρύπων, ηλεκτροκίνητα (Αποστολόπουλος, 2017). Όπως επισημαίνουν οι Block & Harrisson (2014), αποτελέσματα ερευνών για τις ΗΠΑ δείχνουν ότι οι συνολικές πωλήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων μέχρι το 2013 ήταν 167.000 οχήματα με 96.700 να έχουν πωληθεί το 2013 άρα το 58% του συνόλου των οχημάτων που πωλήθηκαν ήταν το 2013. Ανάλογα με τον ρυθμό των πωλήσεων τα επόμενα δέκα (10) χρόνια, προβλέπεται να πωλούνται 250.000 – 1.900.000 ετησίως.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ανάπτυξη ήταν ακόμη ισχυρότερη. Από το 2014, οι παγκόσμιες πωλήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων έχουν υπερδιπλασιαστεί. Μετά από ένα άλμα 72% το 2015, το 2016 σημειώθηκε παγκόσμια άνοδος κατά 41%, φτάνοντας τα 777.497 οχήματα (Rapier. R, 2017).

Η ενεργειακή διαφοροποίηση, η κλιματική αλλαγή και η προσπάθεια να ξεπεραστούν τα εμπόδια του κόστους παραγωγής είναι οι βασικοί κινητήριες μοχλοί για την ανάπτυξη ποικίλων μηχανισμών στήριξης της πολιτικής, που υποστηρίζουν τις προοπτικές πωλήσεων των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην αγορά (International Energy Agency, 2017).

Η γερμανική εταιρία Mercedes, μέσω δηλώσεων που έγιναν στην εφημερίδα Stuttgarter Zeitung από τον Υπεύθυνο του Τμήματος Έρευνας και Εξέλιξης της μάρκας Thomas Weber, έγινε γνωστό πως μέχρι το 2025 η Daimler θα διαθέτει πάνω από 10 ηλεκτρικά οχήματα που θα βασίζονται στην ίδια πλατφόρμα (Daimler, 2017).

Το 2016 πέντε (5) διαφορετικά μοντέλα είχαν τις πιο πολλές πωλήσεις. Αυτά είναι τα εξής: Tesla Model S, Tesla Model X, Chevrolet Volt, Nissan Leaf και Ford Fusion Energi

4. Σχεδιασμός και Παραγωγή του ηλεκτρικού αυτοκινήτου Enfield E8000 στην Ελλάδα

Για την καλύτερη κατανόηση των παραμέτρων, του σχεδιασμού και της κατασκευής του πρώτου και μοναδικού ηλεκτρικού αυτοκινήτου που κατασκευάστηκε ποτέ στην Ελλάδα, θα πρέπει να εξεταστεί στο ιστορικό γίνεσθαι των αυτοκινητοβιομηχανιών τη δεκαετία του 1970.



4.1 Γένεσις του Enfield E8000 από το Enfield 465

Η εταιρία Enfield που υποστηριζόταν από τον Έλληνα επιχειρηματία και πλοιοκτήτη Γιάννη Γουλανδρή είχε έδρα το νησί Wight του Ηνωμένου Βασιλείου. Από τα τέλη της δεκαετίας του '60 ασχολήθηκε μέσω της θυγατρικής της εταιρίας Enfield Automotive με την κατασκευή ηλεκτρικών αυτοκινήτων, παράγοντας δύο μοντέλα αυτοκινήτων: το Enfield 465 και το Enfield E8000 (Γκαράκη, 2016). Αργότερα, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αρχίζουν να κατασκευάζονται σε ιδιόκτητα κτήματα στο νησί της Σύρου στην Ελλάδα (Georgano, 1996). Αν και το εργοστάσιο κατασκευής ήταν στη Σύρο, η συναρμολόγηση των κομματιών γινόταν στην Αγγλία. Κατά τον Χατζηπαρασκευαΐδη (2012), η μεταφορά της γραμμής παραγωγής στο

Νεώριο της Σύρου από τον Γουλανδρή, περιέκλειε πολλούς κινδύνους, δεδομένου ότι στην Ελλάδα δεν υπήρχαν κατάλληλες υποδομές για παραγωγή αυτοκινήτων (Τεμπερίδης, 2014).

Το Enfield 465 (Εικόνα 37) ήταν ένα μικρό τετραθέσιο (2+2) ηλεκτρικό αυτοκίνητο, κατασκευασμένο σε πρωτότυπη μορφή το 1969. Ήταν εξοπλισμένο με μπαταρίες 48V, 4,65hr, ηλεκτρικό μοτέρ 3 kW, σιδερένιο σασί και πλαίσιο από φάιμπεργκλας και πλαστικό (Χατζηπαρασκευαΐδη, 2012). Είχε δύο συρόμενες πόρτες, αλλά ήταν δύσκολο να μεταφέρει με ταχύτητα και άνεση τέσσερις (4) επιβάτες, ενώ είχε μικρή αυτονομία. Συνολικά κατασκευάστηκαν τρία (3) και τελικά έμειναν δύο (2) μετά από αποτυχημένο crash test (πρόσκρουση σε τσιμεντένιο συμπαγή τοίχο με ταχύτητα 30 mph) (Keith, 2016).



Εικόνα 38 Enfield 465

4.2 Ιστορική ανάδειξη του Enfield E8000

Κατά τον Georgano (1996), τη δεκαετία του 1970 υπάρχει ένα παγκόσμιο ενδιαφέρον για τα αυτοκίνητα που λειτουργούν με μπαταρία. Μέχρι το τέλος της δεκαετίας, μικρά ή εμπορικά οχήματα κατασκευάζονται στην Αυστραλία, το Βέλγιο, τη Βραζιλία, τη Γαλλία, την Ολλανδία, τη Μεγάλη Βρετανία, τον Καναδά, κλπ. Οι ερευνητές Santiago, Bernhoff et al. (2012) διαπιστώνουν ότι η χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα των μπαταριών, καθώς επίσης και το υψηλό κόστος αγοράς τους μείωσε την ανταγωνιστικότητα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα. Αρχικά στην Αμερική το 1970, έγινε τροποποίηση του νόμου των εκπομπών αερίων και προτάθηκε η προστασία υγείας του ανθρώπου και η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, ως μείζον θέμα και όχι ως τεχνολογική σκοπιμότητα. Παράλληλα, διέδιδαν την πετρελαϊκή κρίση τη δεκαετία του 1970 ως το 1980 και διέκριναν ότι η επένδυση και προώθηση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου μπορούσε να πάρει μπρος μιας και υπήρχαν κατάλληλες συνθήκες (Garling & Thogersen, 2001)

Το Enfield E8000 ήταν ένα πρωτότυπο διαθέσιμο όχημα που προέκυψε από έναν διαγωνισμό που διεξήχθη από το Συμβούλιο Ηλεκτρικής Ενέργειας του Ηνωμένου Βασιλείου το 1966 (Δεμέτης, 2014). Τα οχήματα που έλαβαν μέρος στον διαγωνισμό θα έπρεπε να πληρούν κάποιες αυστηρές προδιαγραφές, όπως έλεγχος της M.I.R.A. (Motor Industry Research Association), τεστ σύγκρουσης, οδικές και αεροδυναμικές δοκιμές, οδήγηση για πέντε (5) μέρες από μέλη του Ηλεκτρικού Συμβουλίου. Απέναντι στις προτάσεις της Ford και της Leyland, το Enfield E8000 κατάφερε να διακριθεί στον διαγωνισμό και κέρδισε την προμήθεια περίπου εξήντα (60) αυτοκινήτων, αριθμός που, αν και μικρός, ήταν ικανός να δημιουργήσει για πρώτη φορά στην πρόσφατη ιστορία της αυτοκίνησης, μια μικρή παραγωγή ενός τετράτροχου. Έτσι, η Enfield Automotive, που είχε έδρα το Isle of Wight της Μεγάλης Βρετανίας, κατάφερε να κατακτήσει ένα σημαντικό συμβόλαιο για την παραγωγή εκατό (100) αυτοκινήτων, απέναντι στις προτάσεις της Ford και της Leyland (Παπαχριστόπουλος, 2014).



Εικόνα 39 Το Enfield 8000 40 χρόνια πριν (Isle of Wight)

Κατασκευάστηκαν τελικά εκατόν είκοσι (120) οχήματα, εκ των οποίων τα εξήντα πέντε (65) χρησιμοποιήθηκαν από το Συμβούλιο Ηλεκτρισμού και τα Τοπικά Συμβούλια Ηλεκτρικής Ενέργειας της Νότιας Αγγλίας, που ήθελαν να μετακινούνται εύκολα προς το εργοστάσιό τους, μέχρι που οι λογιστές της εταιρίας αποφάσισαν να επιστρέψουν πίσω στο πετρέλαιο (Buckley, 2006). Η βρετανική αυτοκινητοβιομηχανία Enfield – Neorion EPE Automotive είχε ιδιοκτήτη τον Έλληνα Ανδριώτη εφοπλιστή Γιάννη Γουλανδρή, σχεδιαστή τον Έλληνα μηχανικό Κωνσταντίνο Αδραχτά (απόφοιτο του MIT), διευθύνοντα τεχνικό διευθυντή και πρόεδρο τον John Samuel, επικεφαλής μηχανικό τον John Ashby και υπεύθυνο συστήματος ελέγχου τον Κάρολο Μπαλιάν. Το Enfield E8000 πωλήθηκε σχεδόν αποκλειστικά στη Μεγάλη Βρετανία, ενώ ένα δείγμα του βρίσκεται ως σήμερα στο Βιομηχανικό Μουσείο της Σύρου (Εικόνα 43).



Εικόνα 40 Οκτώβριος 1973. Το πρώτο Enfield 8000 κυλάει από τη γραμμή παραγωγής της Σύρου. Με άσπρη φόρμα διακρίνεται ο Γιάννης Γουλανδρής

Τον Νοέμβριο του 1969, το Enfield E8000 παρουσιάστηκε στο 1^ο Διεθνές Συμπόσιο για τα ηλεκτρικά οχήματα, το οποίο πραγματοποιήθηκε στο Φοίνιξ της Αριζόνα, όπου τράβηξε την προσοχή Ronald Reagan, τότε κυβερνήτη της Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Ο Reagan προσφέρθηκε να βρει εργοστασιακή τοποθεσία στην Καλιφόρνια, υποσχέθηκε υγιείς επιδοτήσεις και εγγυημένες παραγγελίες. Ο ίδιος, πρότεινε να δοθούν τα αυτοκίνητα σε όλους τους αγοραστές στο νησί της Σάντα Καταλίνα, στην ακτή της Καλιφόρνια, όπου η χρήση βενζινοκίνητων οχημάτων ήταν – και εξακολουθεί να είναι – πολύ περιορισμένη. Επιπλέον, η κατάκτηση του συμβολαίου θεωρητικά θα μπορούσε να αποτελέσει την κινητήρια δύναμη ώστε να διευρυνθούν οι πωλήσεις και σταδιακά να μειωθεί το κόστος παραγωγής του Enfield E8000. Αλλά ο ιδιοκτήτης της Enfield Automotive Γιάννης Γουλανδρής, γόνος πλούσιας ελληνικής ναυτιλιακής οικογένειας, απέρριψε την προσφορά του Reagan και επέλεξε να συνεχίσει την παραγωγή του στο Cowes στο Isle of Wight της Μεγάλης Βρετανίας. Κάποιοι υπέδειξαν ότι ο Γουλανδρής απέρριψε την προσφορά επειδή ήταν υπό την πίεση της πετρελαϊκής βιομηχανίας και είχε σημαντικές ναυτιλιακές επιχειρήσεις μαζί τους. Ο Samuel, ο οποίος συνέχισε να εργάζεται σε πολλά άλλα πρωτοποριακά ηλεκτροκίνητα οχήματα στις ΗΠΑ, αισθάνθηκε τον ανταγωνισμό της βιομηχανίας πετρελαίου προς τα ηλεκτρικά οχήματα, εκείνη τη στιγμή. Το 1973, πριν πρακτικά ξεκινήσει η κατασκευή του αυτοκινήτου, ο Γουλανδρής αποφάσισε να κλείσει το εργοστάσιο στην Αγγλία και να μεταφέρει την παραγωγή στην Ελλάδα, στο νησί της Σύρου. Το νέο εργοστάσιο στεγάστηκε στο κτίριο ενός παλαιού κλωστηρίου, πολύ κοντά στα ναυπηγεία Νεωρίου, που είχε αποκτήσει λίγα χρόνια νωρίτερα. Η συναρμολόγηση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου γινόταν στο Ηνωμένο Βασίλειο. Το πρώτο Enfield της Σύρου, κύλησε τον Οκτώβριο του 1973 (Σταυρόπουλος, 2016).

Το 1973, ο Γουλανδρής, θέλοντας να ξεκινήσει συνεργασία με τον τότε ιδιοκτήτη της Ολυμπιακής Αεροπορίας Αλέξανδρο Ωνάση, πρότεινε να κατασκευαστούν (για τις ανάγκες του αεροδρομίου), μια ανοικτή έκδοση του E8000, το Bikini, το οποίο ήταν ένα τετραθέσιο αλουμινένιο τζιπ και ένα κλειστό βαν (Miner) (Εικόνα 54). Παράχθηκαν δύο (2) κομμάτια: το 1^ο πήγε στην Αγγλία, ενώ το 2^ο στα ορυχεία της Σουηδίας (Sophie, 2014). Οι πωλήσεις ήταν υποτονικές. Τον Μάιο του 1976, η παραγωγή σταμάτησε εντελώς. Εντούτοις, πολλά από τα σημερινά ηλεκτρικά αυτοκίνητα – συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που κατασκευάζονται από τη Renault, τη Nissan και τη BMW – οφείλουν πολλά στο Enfield E8000, το οποίο έδειξε στον κόσμο ότι ένα μικρό αστικό αυτοκίνητο που τροφοδοτείται από επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, ήταν ένα πραγματικό πλεονέκτημα. Αφού χρησιμοποιήθηκαν ως διαφημιστικά οχήματα από τους πίνακες ηλεκτρικής ενέργειας για πολλά χρόνια, τα περισσότερα από τα Enfield 8000s διαλύθηκαν τη δεκαετία του 1980, αλλά λίγα παραμένουν στα χέρια μουσείων και συλλεκτών. Καθώς το ενδιαφέρον για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αυξάνεται, η τιμή των επιβατικών αυτοκινήτων Enfield είναι βέβαιο ότι θα αυξηθεί (Prest, 2013).

Το Enfield E8000 θεωρείται το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο μαζικής παραγωγής παγκοσμίως, με συντελεστή αεροδυναμικής 0,29, αλουμινένιο αμάξωμα και εσωτερική σχεδίαση παρόμοια με αυτή της Rolls Royce. Στην Ελλάδα, δεν πήρε ποτέ άδεια, γιατί υπήρξαν διάφορες πολιτικές πιέσεις και δεν ήξεραν πώς να φορολογήσουν τον ηλεκτρικό κινητήρα. Η χρονική συγκυρία δεν ευνόησε το Enfield (Δεμέτης, 2014). Αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταφορά της γραμμής παραγωγής στο Νεώριο της Σύρου από τον Γουλανδρή, περιέκλειε πολλούς κινδύνους, μια και η Ελλάδα δεν είχε κατάλληλες υποδομές για παραγωγή αυτοκινήτων.



Εικόνα 41 Enfield E8000



Εικόνα 42 Το Enfield E8000 στο Βιομηχανικό Μουσείο της Σύρου



Εικόνα 43 Enfield E8000 περιμένει, στο εργαστήριο του Βιομηχανικού μουσείου της Σύρου

4.3 Τεχνική υποδομή του Enfield E8000

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, αποτελείται από μπαταρίες που τροφοδοτούν με ρεύμα τον ηλεκτροκινητήρα, ο οποίος με τη σειρά του μεταφέρει την κίνηση στους τροχούς με παρεμβολή του κιβωτίου ταχυτήτων. Το Enfield E8000 ήταν ένα πρωτοποριακό ηλεκτρικό αυτοκίνητο για την εποχή του.

Είχε τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά και το ίδιο σχήμα με το βρετανικό E465. Σχεδιάστηκε από την αρχή ως ηλεκτρικό αυτοκίνητο και όχι σαν μετατροπή από όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Το E8000 έχει μήκος μόλις 2,845m, πλάτος 1,42m, ύψος 1,40m και βάρος 975 kg, εκ τω οποίων 300 kg ζύγιζαν οι μπαταρίες (Εικόνα 45). Το μέγεθος των μπαταριών το καθιστά αναγκαστικά διθέσιο, με τις όποιες αποσκευές να «βολεύονται» στον χώρο πίσω από την πλάτη των επιβατών. Είναι ένα δεξιότιμο, ευέλικτο όχημα με ικανοποιητική επιτάχυνση. Έχει μέγιστη τελική ταχύτητα τα 40 mph (64 km), ενώ η αυτονομία του έφτανε τα 70 km, παρ' όλο που μειωνόταν πολύ εάν το έδαφος ήταν κεκλιμένο (ανήφορος) (Μιχαήλ, 2011).

Το Enfield E8000 ήταν στρογγυλεμένο με μεγάλες καμπύλες επιφάνειες, πανοραμικό και θερμαινόμενο παρμπρίζ, όμως το αποτέλεσμα ήταν ένας εξαιρετικά χαμηλός συντελεστής οπισθέλκουσας (0,29). Διέθετε μοναδική αεροδυναμική (αεροδυναμικός συντελεστής μικρότερος και από μοντέλα της Porsche) και διαφοροποιούταν αισθητά από τον συμβατικό σχεδιασμό.

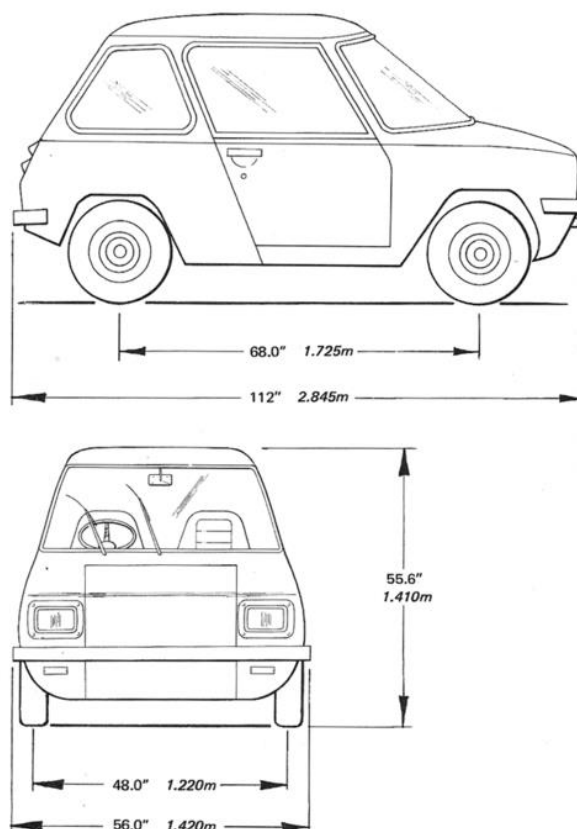
Διέθετε αλουμινένιο αμάξωμα, σφυρηλατημένο στο χέρι, ένεκα της περιορισμένης παραγωγής του από τετράγωνες σωλήνες χάλυβα. Οι πόρτες του άνοιγαν με τον συμβατικό τρόπο, ενώ δε διέθετε θέρμανση. Είχε ηλεκτροκινητήρα 48V DC με ισχύ 8,16hp (6kW/4400rpm), πίσω κίνηση (χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων αλλά με τη χρήση κουμπιού). Το όχημα είχε φορτιστή που συνδεόταν με ηλεκτρικό δίκτυο. Την κίνηση στο όχημα την έδινε ένας ηλεκτροκινητήρας μολύβδου – οξέως 6kW με οκτώ (8) μπαταρίες συνεχούς ρεύματος (DC) 12V και χωρητικότητα 110 Ah.

Επιπλέον μια βοηθητική 12V – 55A, που ήταν τοποθετημένες οι τέσσερις (4) μπροστά και οι τέσσερις (4) πίσω, με τα φώτα και τον αναπτήρα (Εικόνα 47) να αποδίδουν 8hp. Ο χρόνος φόρτισης των μπαταριών ήταν 8 ώρες και το βάρος τους 308kg. Σε περίπτωση free-wheeling χρειάζονταν 6 ώρες φόρτιση για 110 – 130 km, αναλόγως του εδάφους. Το αυτοκίνητο είχε δερμάτινα καθίσματα (Εικόνα 48) και ήταν διαθέσιμο προς πώληση σε χρώματα πορτοκαλί, κόκκινο, λευκό και μπλε (Sophie, 2014).

Εμφανισιακά, όπως αναφέρει η Gordon – Bloomfield (2015) δανείστηκε κάποια στοιχεία από αυτοκίνητα της δεκαετίας του '70. Πιο συγκεκριμένα, οι πόρτες, οι τροχοί και τα φρένα του Enfield E8000 προέρχονται από το Morris Mini Minor της εποχής, ενώ οι προβολείς προέρχονται από το Mk1 Ford Capri και Austin Allegro. Εξαρτήματα ανάρτησης του συστήματος διεύθυνσης στο μπροστινό μέρος προέρχονται από ένα σύγχρονο Hillman Imp, ενώ ο πίσω άξονας έρχεται κατευθείαν από το Reliant Tree Wheelers.

Το κόστος του ήταν 2.808 λίρες Αγγλίας (1975) διπλάσιο από το κόστος του Mini Cooper ή ίσο με το 3lt Ford Capri, ενώ η κυκλοφορία του είχε εγκριθεί από το Ηνωμένο Βασίλειο.

2. GENERAL DATA



3

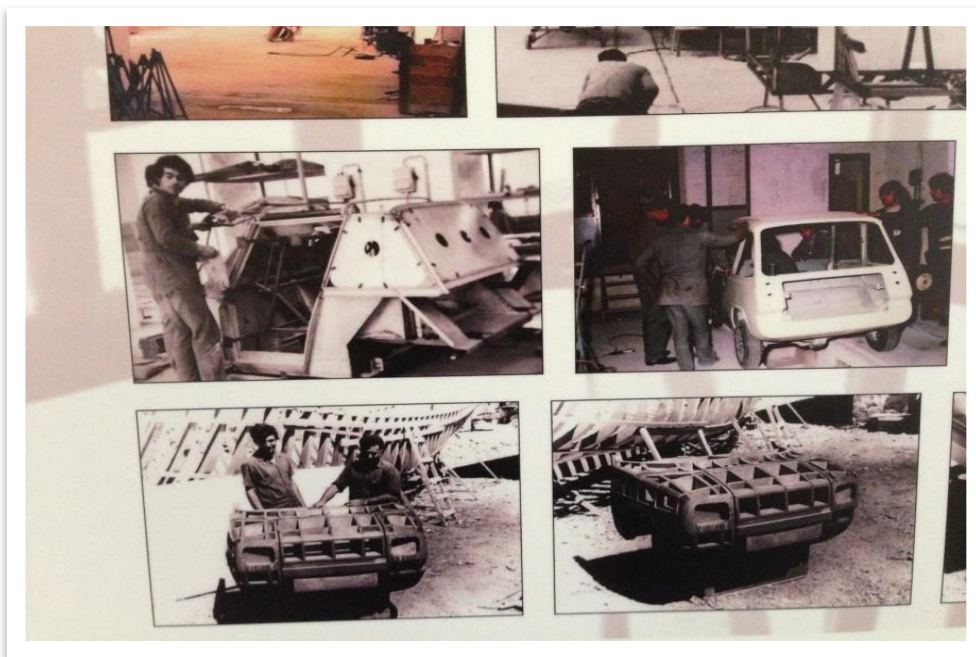
Εικόνα 44 Οι διαστάσεις του Enfield E8000



Εικόνα 45 Ενσωματωμένος φορτιστής επιτρέπει στο αυτοκίνητο να συνδεθεί στο δίκτυο



Εικόνα 46 Η μπαταρία του Enfield 8000



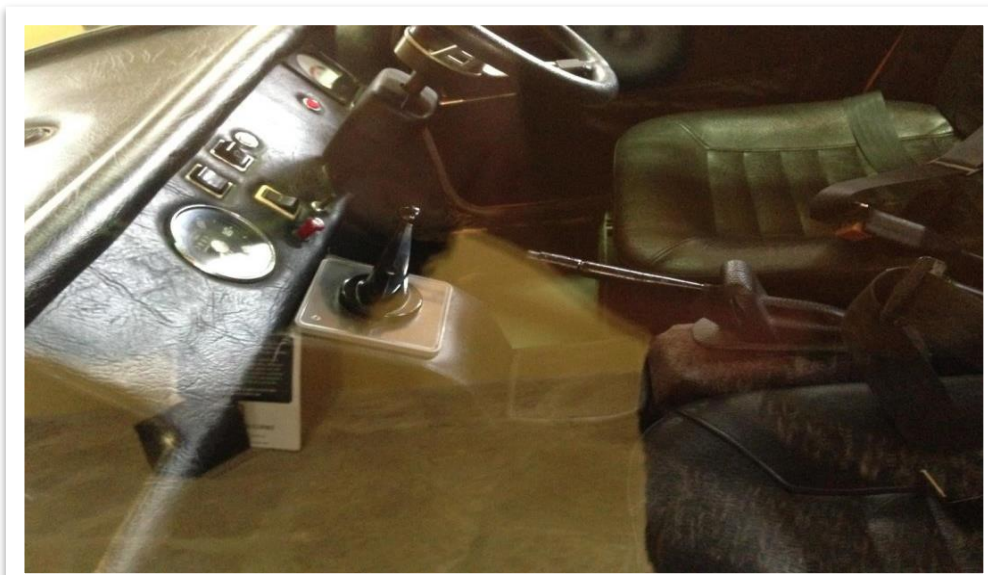
Εικόνα 47 Κατασκευή αμαξώματος στην Enfield-Neorion στη Σύρο (από αρχαικό υλικό)



Εικόνα 48 Το Enfield E 8000 στο Βιομηχανικό Μουσείο της Σύρου και οι μπαταρίες του

Σύμφωνα με ηλεκτρονικές πηγές του Βιομηχανικού Μουσείου Σύρου, το Enfield E8000 διέθετε έναν μικρό κύκλο στροφής, ο οποίος αντιστοιχούσε στον κύκλο στροφής ενός ταξί στο Λονδίνο, χρειαζόταν μόνο μια εύκολη συντήρηση με ανταλλακτικά που μπορούσαν να βρεθούν παντού: ανάρτηση McPherson από μάρκα αυτοκινήτου Hillman, άξονα με ελατήριο, αμορτισέρ με four-link, Reliand τριών (3) τροχών. Ήταν επίσης οικονομικό, αφού ξόδευε 0,25 kW/km.

Το αμάξωμα διέθετε καμπύλες επιφάνειες. Καμπύλο ήταν επίσης και το παρμπρίζ, με αποτέλεσμα να δείχνει χαριτωμένο και προχωρημένο αισθητικά για την εποχή.



Εικόνα 49 Το εσωτερικό του Enfield E8000

4.4 Ιστορικό – Προώθηση Πωλήσεων Enfield E8000

Το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο Enfield E8000 με βρετανική καταγωγή αλλά ελληνική υπογραφή, είχε πολλές ευκαιρίες για την προώθηση πωλήσεων. Οι συγκυρίες ήταν δύσκολες λόγω κόστους παραγωγής, αγοράς και συμφερόντων εκείνης της εποχής.

Το 1974 πέντε (5) ηλεκτρικά οχήματα Enfield E8000 εισήχθησαν στην Αυστραλία για αξιολόγηση και δοκιμές. Πέρασε από τα προβλεπόμενα τεστ και στη Μεγάλη Βρετανία, ενώ ήδη από τον Ιανουάριο του 1973 είχε υπογραφεί συμβόλαιο μεταξύ Electricity Council (από το 1965 πειραματιζόταν με ηλεκτρικά οχήματα) Enfield Automotive. Αν και έγιναν προσπάθειες από τον κυβερνήτη της Καλιφόρνια, το αυτοκίνητο δεν παρήχθη τελικά στις ΗΠΑ. Ο πρόεδρος της Enfield, ο οποίος εργάστηκε σε αυτοκινητοβιομηχανίες κατασκευής οχημάτων στην Αμερική, διαπίστωσε μεγάλο ανταγωνισμό από τη βιομηχανία πετρελαίου, με αποτέλεσμα να περιοριστεί στη Μεγάλη Βρετανία.

Μέσα στα προσεχή σχέδια της αυτοκινητοβιομηχανίας Enfield – Neorion ήταν η προώθηση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου στα αεροδρόμια της Ελλάδας, σε συνεργασία με την Ολυμπιακή Αεροπορία που ανήκε τότε στον Αριστοτέλη Ωνάση (Εικόνα 51).



Εικόνα 50 Προώθηση Enfield E8000 από Ολυμπιακή Αεροπορία σε καλοκαιρινή έκδοση

Δυστυχώς η τιμή πώλησης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων έφτανε 2.600 – 2.800 Λίρες Αγγλίας, ποσό σημαντικό καθώς με τα ίδια λεφτά μπορούσε κάποιον να αγοράσει δύο (2) Mini. Ακόμα, η μικρή αυτονομία (μόλις 70km) δεν έδινε κίνητρο στους υποψήφιους αγοραστές. Συνεπώς το 1971 έπαψε να πωλείται. Παρ' όλα αυτά, έναν χρόνο αργότερα (1972) η Enfield συνέχισε να πειραματίζεται με ένα άλλο μοντέλο, το Safari. Δυστυχώς και αυτό το μοντέλο δεν έφτασε στην παραγωγή, με αποτέλεσμα στα τέλη του 1976 να σταματήσει συνολικά η κατασκευή όλων αυτών των αυτοκινήτων.

Στις αρχές τις δεκαετίας του '80 το Electricity Council έβγαλε σε πλειστηριασμό τα εναπομείναντα E8000ECC, τα οποία κατέληξαν στα χέρια

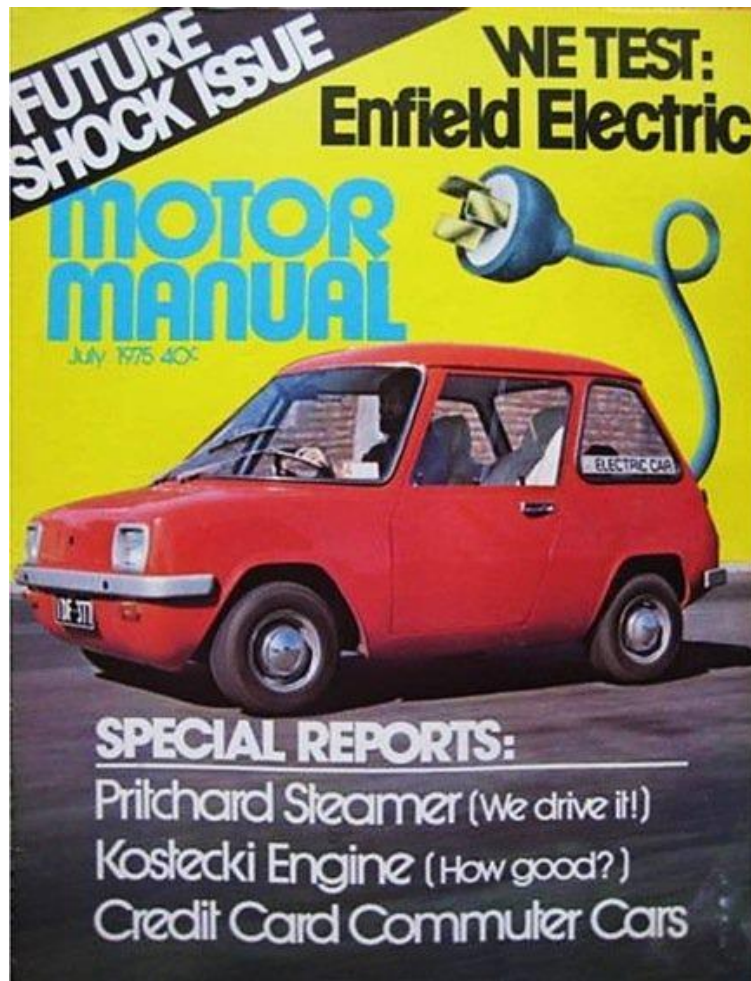
ιδιωτών συλλεκτών και σε μουσεία, ενώ κάποια κυκλοφορούν στη Μεγάλη Βρετανία ακόμα και σήμερα.

Η περίπτωση του Enfield E8000 ήταν ιδιαίζουσα μιας και ιστορικά θεωρείται το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο στον κόσμο που μπήκε στην παραγωγή. Όμως η προώθησή του στην Ελλάδα δεν προχώρησε λόγω γραφειοκρατίας, και παράλληλα η παραγωγή του συνέπεσε με την περίοδο της δικτατορίας. Η ιδέα βέβαια εγκαταλείφθηκε ακόμα και στη Μεταπολίτευση. Κατά τον Σταυρόπουλο (2014), το E8000 στην Ελλάδα δεν πήρε ποτέ άδεια γιατί υπήρξαν διάφορες πολιτικές πιέσεις, αλλά και άγνοια για το πώς να φορολογήσουν τον ηλεκτρικό κινητήρα. Η χρονική συγκυρία δεν το ευνόησε σε καμία περίπτωση (Λαμπράκη, 2017).

Σήμερα, το ενδιαφέρον για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αυξάνεται, δεδομένου ότι τα διατηρημένα Enfield E8000 λιγοστεύουν. Οι τιμές τους – σαν αντίκες πια αυξάνεται κατακόρυφα. Το μόνο που χρειάζεται από την πλευρά των συλλεκτών είναι η αντικατάσταση των αυθεντικών μπαταριών μολύβδου – οξέως με μπαταρίες λιθίου, που είναι ελαφρότερες. Έτσι το εύρος του Enfield E8000 θα αυξηθεί, καθώς θα μπορεί να φορτίζεται σε οποιοδήποτε πρατήριο. Σύμφωνα με την άποψη του Prest (2013), τα σημερινά ηλεκτρικά αυτοκίνητα Renault, Nissan, και BMW χρωστούν πολλά στο Enfield E8000, εφόσον αυτό ήταν που υπέδειξε πως ένα μικρό αυτοκίνητο πόλης, που κινούταν με μπαταρίες, ήταν πραγματικότητα.



Εικόνα 51 Enfield και BMW i3



Εικόνα 52 Διαφήμιση του Enfield E 8000



Εικόνα 53 έκδοση Enfield miner που κυκλοφόρησε στην Σουηδία.



ENFIELD E 8.000 BICINI

Νέος τύπος ηλεκτροαυτοκινήτου δια σωμαρευτών.
 Έμβελευα 120-140 χιλιόμετρα.
 Φόρτσεις μπαταριών μέσω άνορθωτού εύρισκομένου εντός του ούτοκινήτου.
 Έπανοφόρτωση εντός θώρου,
 Ειδικόν ούτοκίνητον διά τός πλόζ, περιπάτους και διά τός έγκοτοστόσεις ύψηλού τουρισμού, στό νησιά και γενικώς ό ιδονκώτερος τύπος ούτοκινήτου διά τός πλόζ.
 Ένα μεγάλο όπόκτημα τής ούτοκίνητο-διομηχανίας ENΦΙΑΝΤ-ΝΕΩΡΙΟΝ Ε.Π.Ε.

ΕΝΦΙΑΝΤ-ΝΕΩΡΙΟΝ Ε.Π.Ε.
 Παιροικός Άκτ ή Μισούλη 65 Τηλέφ. 452.0778



Εικόνα 54 έκδοση Enfield Bikini που κυκλοφόρησε στη Σουηδία

4.5 Πλεονεκτήματα Enfield E8000

Το Enfield E8000 είχε περάσει με επιτυχία τις δοκιμές ασφαλείας της εποχής (πρόσκρουση σε άκαμπτη επιφάνεια με ταχύτητα 50 km/h). Αν και διαθέτε ζώνες παραμόρφωσης στον τομέα της παθητικής ασφαλείας υπάρχει το αναμενόμενο χάσμα. Το έντονα κεκλιμένο παρμπρίζ δίνει μια αίσθηση άνεσης, που αντίστοιχη προσέφεραν τα πολυμορφικά αυτοκίνητα πολλά χρόνια αργότερα. Σηκώνοντας το καπάκι του ταμπλό, διαπιστώνεται ότι κάτω από τον μοναδικό αεραγωγό βρίσκεται ανεστραμμένο ένα... σεσουάρ που αναλαμβάνει να προσφέρει θαλπωρή στους επιβάτες (Συντακτική Ομάδα 4Τ, 2014).

Η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας του Enfield E8000 περιοριζόταν από τις δυνατότητες της τεχνολογίας της εποχής: οχτώ (8) μπαταρίες μολύβδου, έξι (6) στοιχείων και χωρητικότητας 120 Ah, μοιρασμένες στο εμπρός και το πίσω μέρος του αμαξώματος, κρατούν ζωντανό τον τετραπολικό ηλεκτροκινητήρα συνεχούς ρεύματος (DC) των μόλις 8,2 hp, που μεταφέρει την κίνηση στους πίσω τροχούς, ενώ για τα βοηθητικά κυκλώματα φροντίζει επιπλέον μια μπαταρία 55 Ah. Ένας μεγάλος διακόπτης, σε σχήμα

μπετούγιας, από βακελίτη δίνει στον οδηγό του Enfield τη δυνατότητα επιλογής κίνησης. Πρόσω ή ανάποδα (Adraktas, 2015).

Παρά την εξαιρετικά χαμηλή ισχύ του ηλεκτροκινητήρα του, χάρη στη ροπή του, το αυτοκίνητο δείχνει πολύ ζωντανό στην επιτάχυνση μέχρι να φτάσει ταχύτητα ως 30 km/h, κινείται με μεγάλη άνεση σε κανονικές κυκλοφοριακές συνθήκες (αρκεί να μην υπάρχει ανοδική κλίση) και διαθέτει μια θεωρητική μέγιστη ταχύτητα 80 km/h (Γκαράκη, 2016).

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο Enfield E8000 υπήρξε το πρώτο ελληνικό αυτοκίνητο ευρείας παραγωγής παγκοσμίως, διέθετε μοναδική αεροδυναμική (αεροδυναμικός συντελεστής 0,29) και δεν απείχε πολύ από τον συμβατικό σχεδιασμό. Το πλαίσιο αλουμινίου που διέθετε δεν μπορούσε να διαβρωθεί, διέθετε δερμάτινα καθίσματα και γενικά τα στάνταρ του παρέπεμπαν σε αυτά της Rolls Royce. Ήταν μικρό και μπορούσε να κινηθεί και να ελίσσεται άνετα εντός της πόλης. Δεδομένου ότι έδινε λύσεις στο κυκλοφοριακό πρόβλημα και την κυκλοφοριακή συμφόρηση, θεωρήθηκε πρωτοπόρο (Gordon – Bloomfield, 2015). Σύμφωνα με τις διαφημίσεις πωλήσεων της εποχής του, ήταν αθόρυβο κατά τις μετακινήσεις του στην πόλη και δε μόλυνε το περιβάλλον (Prest, 2013).

4.6 Μειονεκτήματα Enfield E8000

Στο μικροσκοπικό εσωτερικό του Enfield E8000 δύο (2) επιβάτες θα βουλευτούν άνετα, με εξαίρεση τους ώμους τους που γεινιάζουν, όπως άλλωστε και σε οποιοδήποτε αυτοκίνητο πόλης της εποχής. Από την άλλη, ο πίνακας οργάνων δεν εντυπωσιάζει όντας λιτός, πρωτόγονος κατασκευαστικά και χωρίς ίχνος οικολογικής ευαισθησίας ως προς την επιλογή των υλικών, αφού είναι επενδυμένος με δερματίνη. Το βασικό όργανο στο δεξιότιμονο Enfield E8000 είναι ένα υπερμέγεθες βολτόμετρο με αντίστοιχα χρωματισμένες ζώνες (πράσινη, κίτρινη, κόκκινη) για την κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας. Ούτε λόγος εκείνη την εποχή για ένδειξη υπολειπόμενης εμβέλειας. Τα οποιαδήποτε στοιχεία πολυτελείας λάμπουν δια της απουσίας τους, κάτι που υπογραμμίζει ο έξτρα εξοπλισμός: «αερόθερμο και ραδιόφωνο μετά κεραίας» (Τεμπερίδης, 2014).

Η κίνηση του Enfield E8000 δεν είναι ακριβώς αθόρυβη, όπως θα ήταν σε οποιοδήποτε ηλεκτρικό όχημα, καθώς οι ρελέδες κάτω από τα πόδια των επιβατών αλλάζουν συνεχώς τη συνδεσμολογία των μπαταριών μέσα από ένα ρυθμικό «κλακ-κλουκ», ανάλογα με το πάτημα του δεξιού πεντάλ, θυμίζοντας τον θόρυβο στο εσωτερικό των παλιών τρόλεϊ.

Σύστημα ανάκτησης της ενέργειας επιβράδυνσης δεν υπάρχει (αν και εφικτό, θα προσέθετε έξτρα βάρος). Έτσι ο οδηγός του, προκειμένου να εξοικονομήσει ενέργεια, θα πρέπει να οδηγεί χωρίς άσκοπες επιταχύνσεις, ανάλογα με την προπορευόμενη κυκλοφορία. Η εκκίνηση επίσης ήταν προβληματική, καθώς απαιτούσε μεγάλη ποσότητα ενέργειας, με αποτέλεσμα τη γρήγορη αποφόρτιση της μπαταρίας και την ανάγκη για άμεση και συχνότερη φόρτιση.

Με καινούργιες μπαταρίες και ταχύτητα κίνησης 50 km/h, το Enfield μπορούσε να καλύψει 88 km, κάτι που στη συνέχεια θα απαιτούσε 8 ώρες φόρτισης (Σταυρόπουλος, 2016).

Αν και θεωρήθηκε πως τα μειονεκτήματα που παρουσίαζε το έκαναν μη ανταγωνιστικό συγκριτικά με άλλα αυτοκίνητα, η βιωσιμότητα της παραγωγής του σταμάτησε πολύ νωρίς. Η υψηλή τιμή πώλησης αλλά και η περιορισμένη

αυτονομία (70 km/h) ήταν καταλυτικοί παράγοντες. Το βάρος του ήταν αρκετά μεγάλο ενώ σε σύγκριση με τα άλλα αυτοκίνητα εξυπηρετούσε μόνο δύο (2) επιβάτες αντί για τέσσερις (4).

Συνοπτικά λοιπόν:

Θέσεις	Ηλεκτροκινητήρας	Ισχύς	Βάρος	Μήκος	Μέγιστη Ταχύτητα	Αυτονομία
2	48V DC	8,16HP (6Kw)/4400 rpm	965kg (μπαταρίες)	2,7m	70-80 Km/h	6h φόρτιση/11 0-130km

Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά Enfield E8000

5. Σχεδιαστική Έρευνα

5.1 Παραδείγματα επανασχεδίασης και σύγκρισης παλαιών – νέων μοντέλων

5.1.1 Fiat 500 παλαιά και νέα έκδοση

Το 1957 κατασκευάστηκε στο Τορίνο ένα μικροσκοπικό αυτοκίνητο πόλης (δεν ξεπερνούσε σε μήκος τα 3m καθώς ήταν διθέσιο), το Fiat 500, γνωστό και ως «500αράκι». Αν και μικροσκοπικό, διέθετε αερόψυκτο μοτέρ, τετραταχύτητο κιβώτιο ταχυτήτων, υδραυλικά φρένα και πόρτες που άνοιγαν προς τα πίσω. Η ταχύτητά του δεν ξεπερνούσε τα 90 km/h. Σταδιακά μετατρέπεται σε τετραθέσιο αν και οι πίσω θέσεις προσέφεραν άνεση. Το υλικό που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται στο εσωτερικό είναι το πλαστικό, σε μαύρο χρώμα. Βελτιώνεται το φινιρίσμα καθώς τα φώτα περιβάλλονται από επιχρωμιωμένα πλαίσια. Σταδιακά, οι βελτιώσεις γενικεύονται και αφορούν τόσο στη μηχανική όσο και στο αμάξωμα. Τα φανάρια γίνονται στρογγυλά, το πίσω μέρος γίνεται πιο ευρύχωρο με αποτέλεσμα να χωρούν οι επιβάτες, ενώ η αναδιπλούμενη πλάτη δίνει τη δυνατότητα μεταφοράς ογκωδών αντικειμένων. Η αλλαγή του σχήματος στο ντεπόζιτο της βενζίνης, αυξάνει τη χωρητικότητα. Με την πάροδο του χρόνου οι πόρτες άλλαξαν δίνοντας τη θέση τους στις συμβατικές ενώ το πλαίσιο γύρω από τα φώτα αφαιρείται, παραχωρώντας τους έτσι χώρο ώστε να γίνουν μεγαλύτερα. Σε αυτή τη φάση προστίθεται και ο προφυλακτήρας, ενώ το πλαστικό στο εσωτερικό αντικαθίσταται από μέταλλο.

Νέο μοντέλο

Το **Fiat Nuova** (2007) έρχεται σαν εξέλιξη του κλασικού **Fiat 500** (1957). Το νέο μοντέλο ναι μεν βασίζεται στα χαρακτηριστικά της αρχικής κατασκευής - το θρυλικό 500αράκι, αλλά έχει εξελιχθεί ως προς την εμφάνιση, το στυλ, τον εξοπλισμό, αλλά και γενικότερα την οδική συμπεριφορά, κάνοντας παράλληλα ρεκόρ πωλήσεων.

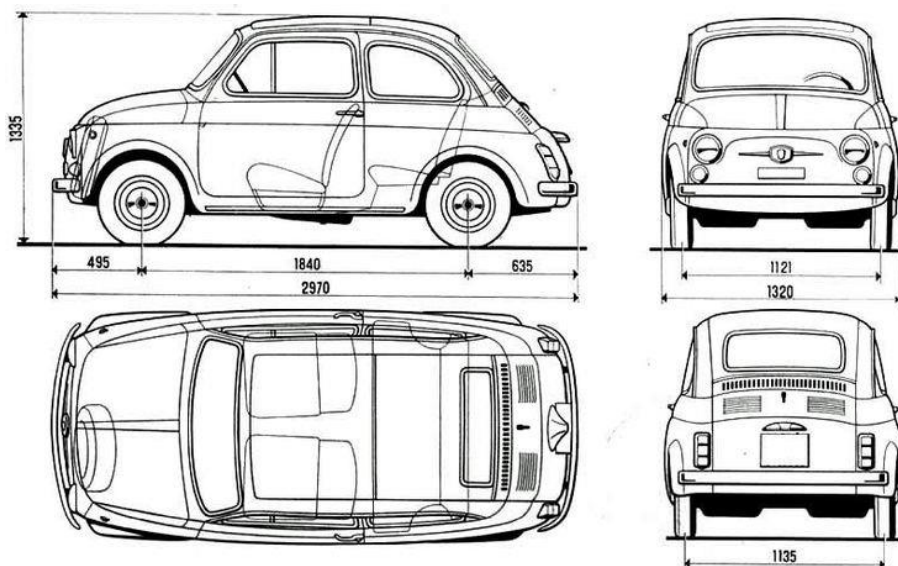
Περιλαμβάνει φανάρια ελλειπτικού σχήματος (εμπνευσμένα από το 0 του logo) που λειτουργούν με τεχνολογία LED, γκρι, γυαλιστερές ζάντες

αλουμινίου με ματ φινίρισμα. Στον προφυλακτήρα υπάρχει χρωμιωμένη ταινία η οποία εξυπηρετεί στη στήριξη του προφυλακτήρα αλλά και στα φώτα ομίχλης της πίσω πλευράς, τα οποία με τη σειρά τους ενσωματώνουν φώτα στοπ, θέσης και φλας. Τα διαφορετικά χρώματα δίνουν μια πιο μοντέρνα αλλά και ταυτόχρονα vintage πινελιά, δεδομένου ότι βασίζονται σε αυτά του προκάτοχου οχήματος της δεκαετίας του '60.

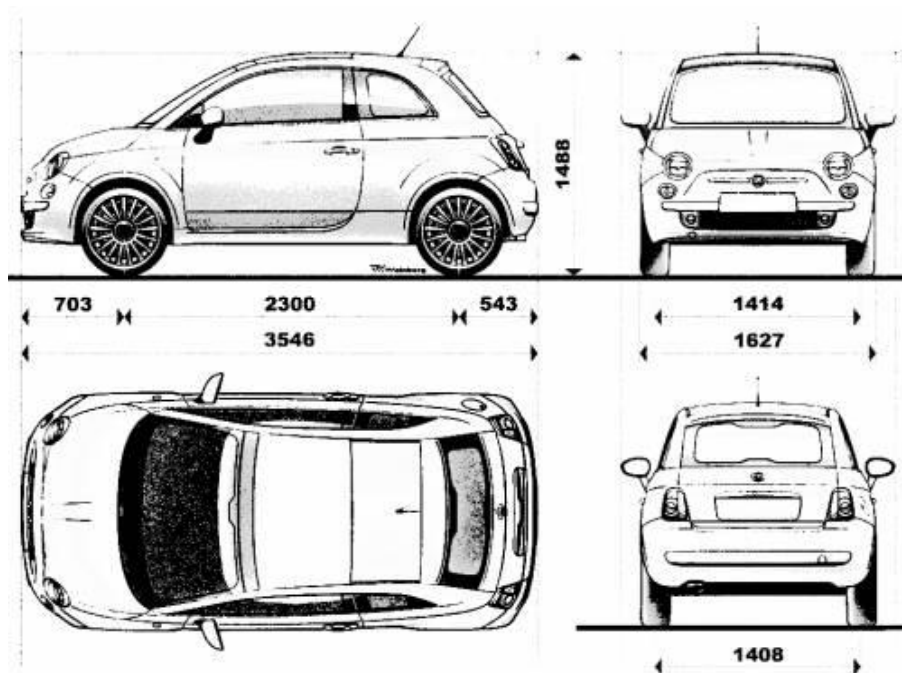
Εσωτερικά, παρατηρείται ένα εντελώς διαφορετικό ταμπλό, προσαρμοσμένο στις νέες τεχνολογίες εξοπλισμού του οχήματος (κεντρική κονσόλα με ψηφιακή οθόνη, θύρες usb), με έντονες καμπύλες στα κουμπιά ελέγχου. Υπάρχει ένα ευρύχωρο ντουλαπάκι αποθήκευσης τα καθίσματα είναι επανασχεδιασμένα και κατασκευασμένα με εργονομικά υλικά, διευκολύνοντας έτσι την πρόσβαση των επιβατών στο πίσω μέρος και κάνοντάς το γενικότερα πιο λειτουργικό.



Εικόνα 55 Fiat 500 του 1957 και Fiat Nuova 2007



Εικόνα 56 Οι διαστάσεις του 1957



Εικόνα 57 Μεγαλύτερες διαστάσεις στο Fiat Nuova

5.1.2 Mini Cooper παλαιά και νέα έκδοση

Παλαιά έκδοση

Ο Αλέξανδρος Ισιγόνης σχεδίασε το Mini (1959) που έμελλε να δημιουργήσει τη δική του επανάσταση. Ένα μέρος του απευθυνόμενου κοινού ήταν και οι γυναίκες (να τις βοηθούσε να μάθουν να οδηγούν). Παρ' όλα αυτά η φήμη του εξαπλώθηκε γρήγορα, φτάνοντας ως και τα μέλη της βασιλικής οικογένειας, που το χρησιμοποιούσαν, με αποτέλεσμα να μετατραπεί σε ένα αυτοκίνητο το οποίο αποτέλεσε επιτομή του στυλ. Εφάρμοσε πλήρως την απλή αλλά αποτελεσματική ιδέα της χρήσης ενός εγκάρσιου κινητήρα σε μικρά αυτοκίνητα, ο οποίος δεν καταλάμβανε πολύ χώρο και έδινε ώθηση στους μπροστινούς τροχούς. Το κιβώτιο ταχυτήτων τοποθετήθηκε σε ασφαλές σημείο κάτω από τον κινητήρα, ενώ η λίπανσή του γινόταν από τα καύσιμα του οχήματος. Οι ρόδες ήταν πολύ λεπτές (25cm), αφήνοντας έτσι έξτρα ελεύθερο χώρο στο εσωτερικό. Αν και το μήκος του δεν ξεπερνούσε τα 3,05m το Mini μπορούσε να μεταφέρει άνετα 4 επιβάτες και αποσκευές. Αυτό που επιχείρησε και τελικά πέτυχε ο σχεδιαστής, ήταν να εξασφαλίσει να μην άνετο χώρο για επιβάτες και αποσκευές, αλλά να είναι ταυτόχρονα και ο ελάχιστος δυνατός, χωρίς να τους στερεί την άνεση. Έτσι, ο χώρος που θεωρητικά περίσσευε θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ποικιλοτρόπως, όπως και τελικά έγινε. Οι εργασίες κατασκευής του ξεκίνησαν το 1956 ενώ στις αρχές της δεκαετίας του 1960, το Mini Cooper πέτυχε πρωτοφανή επιτυχία ακόμα και στον παγκόσμιο μηχανοκίνητο αθλητισμό. Αν και φτηνό, ήταν πολύ γρήγορο και ευέλικτο, με αποτέλεσμα να γίνει πρότυπο ακόμα και για άλλους σχεδιαστές, άλλων εταιριών. Με την πρώτη φουρνιά αυτοκινήτων αναδύθηκαν

και κάποια σχεδιαστικά προβλήματα (πχ ανωμαλίες – κενά στο εσωτερικό πάτωμα) που ο σχεδιαστής φρόντισε να βελτιώσει στα επόμενα. Το αυτοκίνητο διέθετε έξτρα αποθηκευτικό χώρο στην δεξιά πόρτα λόγω κάποιων κοιλοτήτων που είχαν σχεδιαστεί εκεί. Ακόμα είχε εξαιρετική δυνατότητα χειρισμού από τον οδηγό. Ο ίδιος ο Ισιγόνης υποστήριζε άλλωστε πως το design πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μην αποσπάται η προσοχή του οδηγού και να είναι συνέχεια σε εγρήγορση. Ως προς τη διάταξη διέθετε 4κύλινδρο, αερόψυκτο, εγκάρσιο κινητήρα, εμπρόσθια κίνηση και 4 ταχύτητες.

Νέο μοντέλο

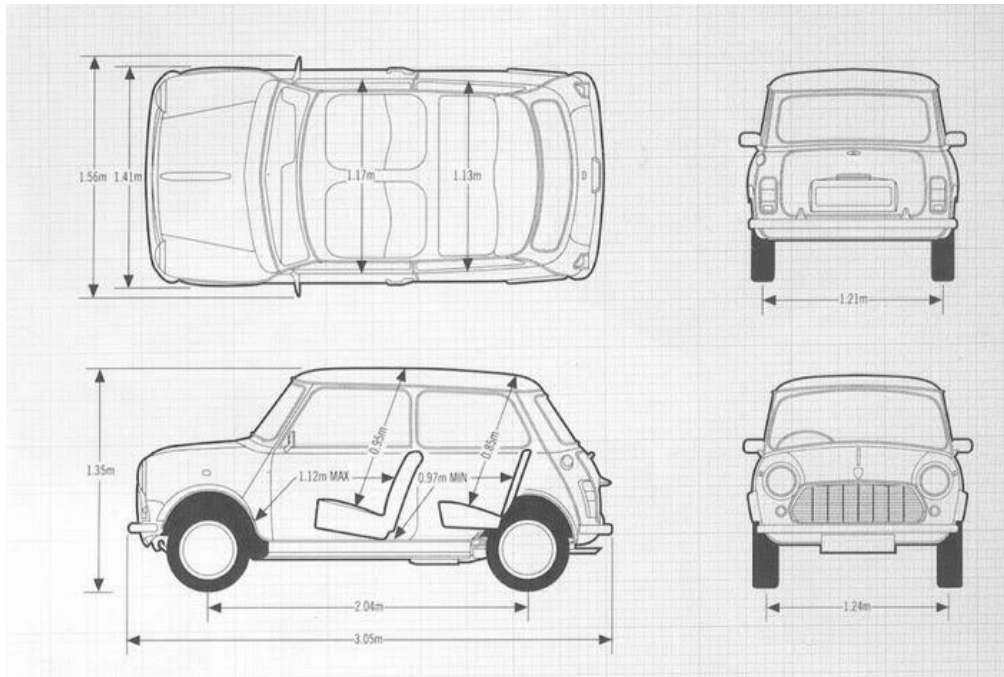
Το νέο μοντέλο χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα και ιδιαίτερο design, με την άνεση και τη δυναμικότητα σαν τα πιο βασικά του χαρακτηριστικά. Από σχεδιαστική άποψη μάλιστα, θεωρείται μοναδικό συνδυάζοντας κατά κάποιο τρόπο το ρετρό με το σύγχρονο. Αν και μικρό σε μέγεθος, διαθέτει ένα άκαμπτο σασί.

Εσωτερικά, παρατηρείται ταμπλό με όλες τις νέες τεχνολογίες (πχ οθόνη πληροφοριών), στο οποίο είναι προσαρμοσμένο ένα στρογγυλό ταχύμετρο. Εργονομικά, αν και ο οδηγός βρίσκεται στη σωστή θέση οδήγησης και ο συνοδηγός έχει άνεση, το πίσω μέρος δεν είναι ευρύχωρο, με αποτέλεσμα επιβάτες των πίσω καθισμάτων να μη έχουν άνεση. Η χωρητικότητα του πορτ μπαγκάζ θεωρείται μικρή (160 lt).

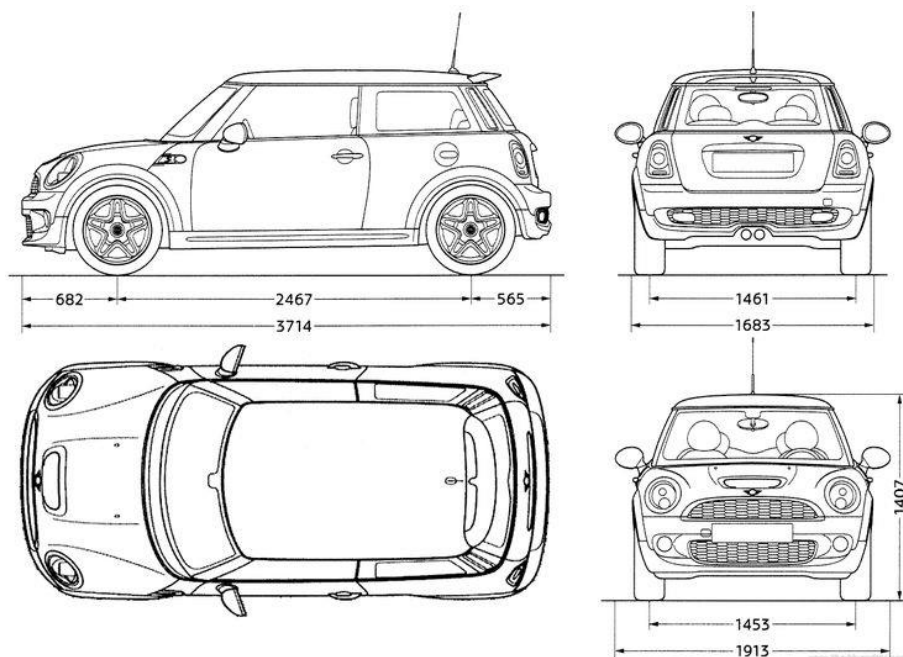


Εικόνα 58 mini cooper 1959 και το νέο mini

|



Εικόνα 59 Οι διαστάσεις του 1959



Εικόνα 60 Μεγαλύτερες διαστάσεις στο νέο Mini Cooper

5.1.3 Volkswagen Beetle παλαιά και νέα έκδοση

Παλαιά έκδοση

Το 1933, ο Αδόλφος Χίτλερ έδωσε τις εντολή για την κατασκευή ενός απλού αλλά ανθεκτικού αυτοκινήτου που θα αναπτύσσει ταχύτητα 100 km/h, με κατανάλωση 60 km/ γαλόνι, αερόψυκτη μηχανή, χώρο για πέντε (5) άτομα και κόστος μικρότερο από 1000 μάρκα (όσο κόστιζε και μια μοτοσικλέτα). Οι σχεδιαστές δημιούργησαν το διάσημο Σκαθάρι ή Σκαραβαίο, που είχε χαρακτήρα οικογενειακού αυτοκινήτου.

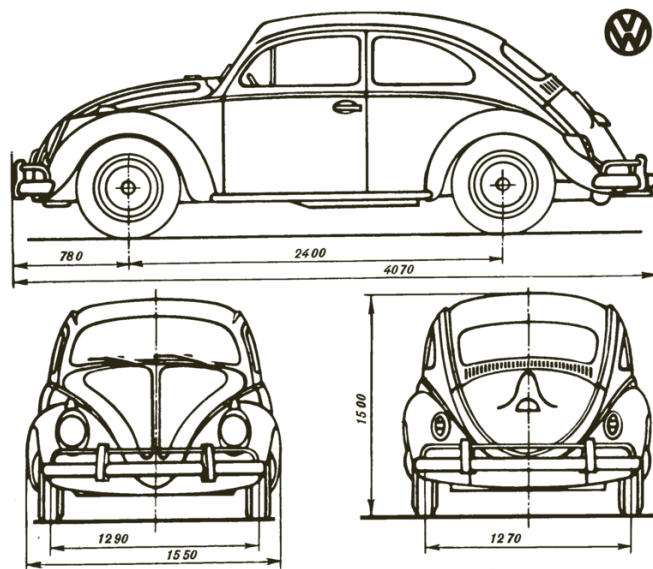
Ως προς τη διάταξη κινητήρα και κινητήριοι τροχοί βρίσκονται στο πίσω μέρος ενώ χρησιμοποιούταν και επίπεδος, αερόψυκτος κινητήρας. Η χαμηλή ισχύς του μπόξερ (30 hp) δημιουργούσε έναν περίεργο θόρυβο, ενώ το παρμπρίζ των οποίων αποτελείτο από δύο ξεχωριστά τμήματα.

Νέο μοντέλο

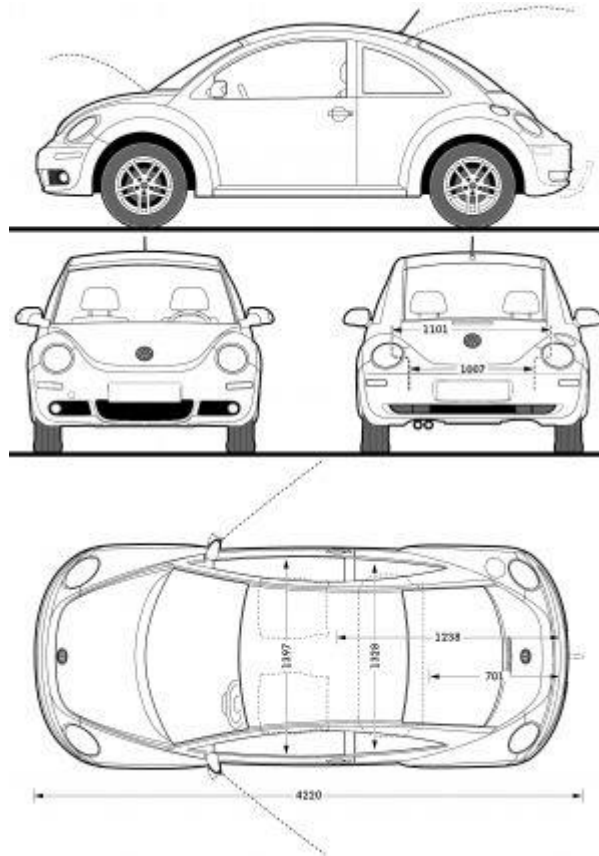
Το νέο μοντέλο έχει εξελιχθεί ως προς την εμφάνιση, το στυλ, τον εξοπλισμό, αλλά και γενικότερα την οδική συμπεριφορά. Οι σχεδιαστές επαναλαμβάνοντας το μοτίβο του Σκαραβαίου (3 καμπύλες, 2 φτερά, καμπίνα επιβατών) δημιούργησαν συνέδεσαν το παρελθόν με το παρόν, δημιουργώντας ένα σύγχρονο και μοντέρνο αυτοκίνητο, το New Beetle. Το νέο σκαθάρι οπτικά αποτελεί εξέλιξη του παλιού αφού χαρακτηριστικά όπως τα **έντονα φτερά**, οι μεγάλοι **τροχοί** και το χαρακτηριστικό **σκαλοπάτι** (marchepied) έχουν διατηρηθεί. Τα φτερά είναι κατασκευασμένα από φθινό υλικό, οι ζάντες από κάποιο μεταλλικό κράμα ενώ το σασί είναι αυτό του Golf, προσαρμοσμένο στο στυλ του Σκαραβαίου. Παρ' όλα αυτά, η ποιότητα (εξοπλισμός και κατασκευή) παραμένει υψηλή. Η διάταξη έχει μεταφερθεί μπροστά, μειώνοντας τον θόρυβο. Το νέο μοντέλο διαθέτει σύγχρονο εσωτερικό, μεγάλο βάθος ταμπλό, που ουσιαστικά επιβάλλεται από το σχήμα και θυμίζει πολυμορφικό, κάνοντας έτσι τα μπροστινά άκρα του αμαξώματος αόρατα. Το ρετρό στυλ έχει διατηρηθεί στο εσωτερικό, με την χαρακτηριστική χειρολαβή στη θέση του συνοδηγού και τις κολώνες που αντικρίζουν οι επιβάτες των πίσω καθισμάτων. Στο ταμπλό υπάρχουν το ταχύμετρο και το στροφόμετρο, αρκετά δυσανάγνωστα λόγω καμπυλών. Εργονομικά εντοπίζονται ατέλειες καθώς ναί μεν το τιμόνι και το κάθισμα του οδηγού ρυθμίζονται, αλλά η ορατότητα είναι περιορισμένη εξαιτίας της φόρμας Η πρόσβαση στα πίσω καθίσματα είναι εύκολη εξαιτίας των easy entry μπροστινών καθισμάτων που μετατοπίζονται μπροστά. Η πλάτη των πίσω καθισμάτων αναδιπλώνεται, διευκολύνοντας τη φόρτωση. Ο νέος εξοπλισμός του New Beetle περιλαμβάνει 4 αερόσακους, κλιματισμό και ειδικά σχεδιασμένο ηχοσύστημα. Βέβαια, το νέο μοντέλο δεν είναι ευρύχωρο στο εσωτερικό (το πολύ 2 επιβάτες στο πίσω κάθισμα). Η κλίση της οροφής δυσκολεύει τους επιβάτες που δύναται να καθίσουν στα πίσω καθίσματα. Η χωρητικότητα του πορτ μπαγκάζ (στη θέση που στο παλιό μοντέλο υπήρχε το μπόξερ) θεωρείται μικρή (209 lt) και αντίστοιχη του παλιού, ενώ το σχήμα της πόρτας δυσκολεύει τη φορτοεκφόρτωση. Η μέτρια αεροδυναμική τον κάνει να φτάνει σε ταχύτητα τα 185km/h. Επηρεάζεται από τον πλευρικό άνεμο, ενώ λόγω των καμπυλών ο συντελεστής οπισθέλκουσας αγγίζει το 0,38. Η απόδοση κυμαίνεται στους 115 hp.



Εικόνα 61 Volkswagen beetle και Volkswagen New beetle



Εικόνα 62 Διαστάσεις του Beetle το 1933



Εικόνα 63 Διαστάσεις που έχουν αυξηθεί στο Volkswagen new beetle

5.2 Εργονομία – Ανθρωπομετρία – Υλικά

5.2.1 Εργονομία

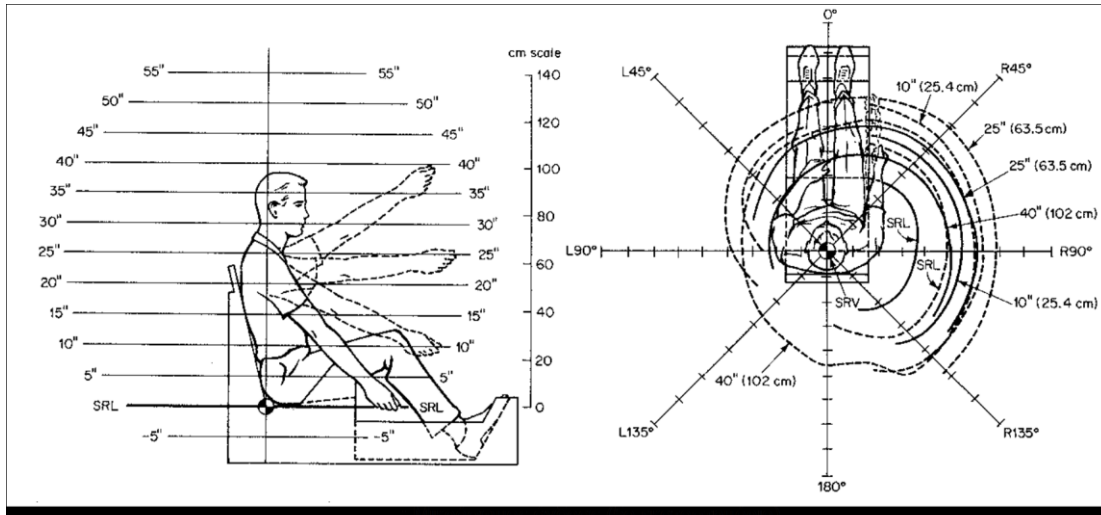
Ο ανθρωπομετρικός σχεδιασμός είναι αυτός που θα μειώσει στο ελάχιστο λάθη που σχετίζονται με την άνεση και την ορατότητα σε χώρους όπως οι σταθμοί εργασίας και οι καμπίνες των αυτοκινήτων. Οι παράμετροι οι οποίες λαμβάνονται υπ' όψη για τη διευκόλυνση των χρηστών σχετίζονται με την αισθητική, τις λειτουργικές επιδόσεις, και φυσικά το κόστος. Κατά τη διάρκεια της οδήγησης, ο άνθρωπος, αν και καθιστός, καλείται να συντονίσει τα άνω και τα κάτω άκρα του για το στρίψιμο του τιμονιού, τις αλλαγές ταχύτητας, το πάτημα κουμπιών, και αντίστοιχα για το φρένο, το γκάζι και τον συμπλέκτη. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως ο οδηγός είναι μεν καθιστός, αλλά δε μένει ποτέ ακίνητος. Συνεπώς, η στάση του οδηγού δημιουργεί την ανάγκη της εύκολης πρόσβασης στα διάφορα όργανα αλλά και τη μέγιστη δυνατή ορατότητα. Η καμπίνα του αυτοκινήτου δε δύναται να προσαρμοστεί σε κάθε άτομο ξεχωριστά. Προσαρμόζεται σε έναν «αποδεκτό» και «ανεκτό» βαθμό. Στα αγωνιστικά αυτοκίνητα η θέση του οδηγού είναι απόλυτα προσαρμοσμένη σε αυτόν, γεγονός που οδηγεί σε εξατομικευμένο σχεδιασμό.

Τα **ανθρωπομετρικά δεδομένα** χωρίζονται στις εξής (4) κατηγορίες:

1. Την ύπαρξη χώρου
2. Την προσπέλαση
3. Τη στάση χειρισμού
4. Τη δύναμη

Οι **βασικοί λόγοι** για τους οποίους αυτά μπορούν να μεταβληθούν είναι οι εξής:

1. Οι διαφορές φύλου
2. Οι εθνικές διαφορές
3. Οι αλλαγές με την πάροδο του χρόνου
4. Η ανάπτυξη και οι ηλικιακές αλλαγές
5. Η γήρανση



Εικόνα 64 Εργόσφαιρα δεξιού χειριού οδηγού

5.2.2 Υλικά

Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν σαν απώτερο στόχο την ελάττωση του βάρους αλλά και τη μέγιστη δυνατή ασφάλεια των οχημάτων. Για τον λόγο αυτό, αναζητούν και αξιοποιούν συνεχώς νέα υλικά μετατρέποντας έτσι αυτούς του δυο στόχους σε αυτοσκοπό. Παραδοσιακά, τα υλικά κατασκευής των αυτοκινήτων ήταν ο σίδηρος και ο χάλυβας (ασάλι). Και τα δύο μέταλλα όμως αντιδρούν με το οξυγόνο (οξειδωση) με αποτέλεσμα τη σταδιακή διάβρωση, φαινόμενο που μπορεί να εμφανιστεί στο σασί του αυτοκινήτου, στους προφυλακτήρες, στην ταπετσαρία, στις αναρτήσεις, στους βραχίονες στήριξης των μερών από τα οποία αποτελείται το αυτοκίνητο, στα συστήματα πέδησης, καυσίμου, ψύξης, εξατμίσεως, καθώς επίσης και στα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα του αυτοκινήτου. Αναζητώντας νέες λύσεις, ο χάλυβας έδωσε τη θέση του σε κράματα [χάλυβα], αλουμίνιο και ανθρακονήματα (carbon fibers), ενώ το πλαστικό υψηλής απόδοσης εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως στην κατασκευή των οχημάτων.

Συγκεκριμένα:

Αλουμίνιο: έχει το πλεονέκτημα του να μην διαβρώνεται εξίσου εύκολα με τον σίδηρο, καθώς έχει σαν υλικό ένα λεπτό στρώμα που το κάνει να αντιστέκεται στη διάβρωση. Πολλοί κατασκευαστές το έχουν χρησιμοποιήσει και με τη μορφή κραμάτων. Το βασικό του πλεονέκτημα είναι πως είναι πολύ ελαφρύ, ελαττώνοντας έτσι τη μάζα του οχήματος κατά 200 – 300kg, μειώνοντας παράλληλα με αυτόν τον τρόπο και τις απαιτήσεις του οχήματος σε ενέργεια. Αντίθετα, απαιτείται υψηλό κόστος κατασκευής, ενώ τα αμαξώματα από αλουμίνιο εμφανίζουν μειωμένη αντοχή στην κόπωση.

Πλαστικά: έχουν μικρό βάρος με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση και να μειώνεται η ανάγκη κατανάλωσης καυσίμου. Ακόμα είναι ανθεκτικά στη διάβρωση, ενώ η ευελιξία τους συμβάλλει στην ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτομιών ως προς τη σχεδίαση. Ως υλικά είναι οικονομικά, ασφαλή και ανακυκλώσιμα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το πολυπροπυλένιο (PP) με εφαρμογή σε προφυλακτικές αυτοκινήτων, μονώσεις καλωδίων, δοχεία αερίων, η πολυουρεθάνη (PUR) με εφαρμογή στα ελαστικά των τροχών και τις αναρτήσεις, το Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) με εφαρμογή στα πάνελ των αυτοκινήτων, την επένδυση ηλεκτρικών καλωδίων και σωλήνων, το ακρυλινιτρίλιο - βουταδιένιο-στυρένιο (Acrylonitrile butadiene styrene - ABS) με εφαρμογή στα εξαρτήματα του αυτοκινήτου όπως οι πίνακες οργάνων και τα καλύμματα των τροχών, το Πολυαμίδιο (PA) με εφαρμογή σε γρανάζια, ταχύτητες, άξονες, ρουλεμάν, η Πολυστερίνη (PS) με εφαρμογή στα επιμέρους κουμπιά και εξαρτήματα του αυτοκινήτου, το Πολυαιθυλένιο (PE) με εφαρμογή στο αμάξωμα, το πολυοξυμεθυλένιο (POM) με εφαρμογή στο σύστημα καύσης [των καυσίμων] και τα γρανάζια, το Πολυανθρακικό (PC) με εφαρμογή στους προφυλακτικές και τους προβολείς (φακοί), το Ακρυλικό (PMMA) με εφαρμογή σε παράθυρα και θόκες, το τερεφθαλικό πολυβουτυλένιο (PBT) με εφαρμογή στις λαβές των θυρών, τους προφυλακτικές και τα εξαρτήματα του καρμπυρατέρ, το Τριαφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET) με εφαρμογή στους βραχίονες των υαλοκαθαριστήρων, τα περιβλήματα των γραναζιών, τα πλαίσια των προβολέων, το κάλυμμα του κινητήρα, και τέλος, το ακρυλονιτρίλιο-ακρυλικό στυρένιο (acrylonitrile styrene acrylate - ASA) με εφαρμογή σε κάποια από τα εσωτερικά μέρη του αυτοκινήτου.

Ανθρακονήματα: είναι ένα συνθετικό υλικό και χρησιμοποιούνται κυρίως όταν απαιτείται ο βέλτιστος συνδυασμός μηχανικής συμπεριφοράς και ελάττωσης του βάρους. Επίσης, οι όταν η θερμική διαστολή ενός υλικού πρέπει να συγκρατηθεί σε χαμηλό επίπεδο. Η υπεροχή αυτή οφείλεται στη φύση του άνθρακα (ως στοιχείου) και τους ενδοατομικούς δεσμούς που σχηματίζει με άλλα άτομα άνθρακα. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή εξαρτημάτων των αυτοκινήτων.



Εικόνα 65 Αμάξωμα από αλουμίνιο
BMW i3



Εικόνα 66 Προφυλακτήρας ABS



Εικόνα 67 Αμάξωμα αυτοκινήτου
από ανθρακονήματα

6. Επανασχεδιασμός Enfield E8000 – Οριστική Περιγραφή

6.1 Προσδιορισμός – Ανάλυση Προβληματικού Χώρου

Η κίνηση του αυτοκινήτου στους δρόμους προϋποθέτει ευελιξία (πχ εύκολο παρκάρισμα, ευκολία κατά την μετακίνηση) και κατανάλωση ενέργειας. Ένα αυτοκίνητο μπορεί να κινείται για πολλές ώρες ενώ πρέπει να προσαρμόζεται και σε συνθήκες όπως η εναλλαγή ταχύτητας ανάλογα με τον δρόμο, η στάθμευση ή οι συνεχείς στάσεις λόγω κίνησης ή προειδοποιήσεων (πχ φαναριών).

Η εκπομπές ρύπων συνεπώς είναι αναπόφευκτες, με συνέπειες τόσο στο **περιβάλλον** όσο και στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Τα καύσιμα, ναί μεν προσδίδουν μια **αυτονομία**, όχι όμως τη μέγιστη δυνατή. Παράλληλα, η συνέπειες της εκπομπής ρύπων αλλοιώνουν την ποιότητα ζωής των ανθρώπων, κυρίως των κατοίκων των μεγαλουπόλεων, ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου αλλά και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Από την άλλη, δεδομένων των αυξομειώσεων της τιμής του πετρελαίου, η κίνηση οχημάτων με τα παράγωγα αυτού, επιφέρει και κάποιο σημαντικό **κόστος**.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν στην αγορά αλλά και στους δρόμους, διαθέτουν κινητήρες εσωτερικής καύσης (λειτουργούν με υγρά καύσιμα όπως η βενζίνη και το πετρέλαιο). Η Ευρωπαϊκή Ένωση από την άλλη, προωθεί νέες λύσεις χρηματοδοτώντας την ανάπτυξη καινούργιων και φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών, ενώ βάσει οδηγιών κάθε κράτος – μέλος οφείλει να προωθήσει τη χρήση εναλλακτικών μορφών καυσίμων. Οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας, που είναι ταυτόχρονα και ανανεώσιμες, καταλαμβάνουν όλο και περισσότερο χώρο στον τομέα της ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών και της βιομηχανίας των αυτοκινήτων. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα επανεμφανίστηκαν και πλασάρονται όλο και πιο συχνά στην παγκόσμια αγορά, με σημαντικό μερίδιο πωλήσεων. Η σχεδίαση ενός τέτοιου οχήματος είναι μια απαιτητική και χρονοβόρα διαδικασία, αφού επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η αεροδυναμική, η εργονομία, η αισθητική και τα υλικά.

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας είναι το μοντέλο του 1973 Enfield E8000, είναι ένα ξεχωριστό ηλεκτρικό αυτοκίνητο το οποίο έχει αφήσει το δικό του στίγμα στην ιστορία της αυτοκίνησης. Σκοπός του σχεδιαστή στην προκείμενη εργασία είναι μέσα από κατευθυντήριες γραμμές που πρέπει να ακολουθήσει θα δώσει μια νέα μορφή εσωτερικά και εξωτερικά διατηρώντας τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του πρώτου μοντέλου και παρουσιάζοντας νέες σχεδιαστικές ιδέες. Ο σχεδιαστής θα πρέπει να λάβει υπόψη του τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στα μηχανικά μέρη του αυτοκινήτου. Με βάσει τα παραπάνω είμαστε υποχρεωμένοι να δώσουμε ένα καλό σχεδιαστικό αποτέλεσμα, φόρο τιμής του Enfield E8000.

6.2 Brief

Ανάλυση του ειδή υπάρχοντος Enfield E8000 με στόχο τον επανασχεδιασμό του (εσωτερικά και εξωτερικά), διατηρώντας τα μορφολογικά στοιχεία του προκατόχου του, και συμβαδίζοντας με τις νέες τεχνολογίες, με σκοπό να προσφέρει αστικές μετακινήσεις με τη μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων. Ακόμα το νέο μοντέλο θα είναι σχετικά αθόρυβο και θα παράγει μηδενικούς ρύπους

6.3 Προσδιορισμός Target Group

Το απευθυνόμενο κοινό στο οποίο στοχεύει το νέο Enfield E8000 hatchback, μπορεί να ανήκει σε κάθε ηλικιακή ομάδα, να είναι ευαισθητοποιημένο σε θέματα οικολογίας και προστασίας του περιβάλλοντος, να επιθυμεί μια καλύτερη ποιότητας ζωής, να μετακινείται κυρίως μέσα στην πόλη και να είναι ανοικτό στο να δοκιμάζει και να αξιοποιεί καινοτόμες τεχνολογίες που χρησιμοποιούν εναλλακτικές πηγές ενέργειας.

6.4 Πλαίσιο Χρήσης

- Εύκολη μετακίνηση εντός πόλης
- Προσωπική χρήση από οδηγούς με ευαισθητοποίηση σε θέματα οικολογίας, προστασίας του περιβάλλοντος και εξοικονόμησης ενέργειας
- Μετακινήσεις υπαλλήλων δημοσίων υπηρεσιών (για υπηρεσιακούς λόγους και μεταφορά μικρού φορτίου)
- Για υπαλλήλους ιδιωτικών εταιριών (σαν εταιρικό όχημα)
- Για αεροπορικές εταιρίες (μετακινήσεις υπαλλήλων εδάφους εντός πίστας κλπ.)

6.5 Σχεδιαστικές Προδιαγραφές – Περιορισμοί

6.5.1 Περιορισμοί

Οι περιορισμοί που έχουν προκύψει κατά τη σχεδίαση είναι οι εξής:

- Κατά την σχεδίαση θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το **αρχικό μοντέλο**. Αυτό σημαίνει ότι δεν έχουμε την πλήρη ελευθερία στην σχεδίαση, αφού θα βασιστούμε στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του
- οι **νέες τεχνολογίες**: η χρήση μπαταρίας αυξάνει το πάχος της πλατφόρμας, άρα επιδρά στη εσωτερική και την εξωτερική εμφάνιση
- οι **μηχανολογικοί περιορισμοί**: θέση κινητήρα, σύστημα χειρισμού, θέση μπαταρίας περιορίζουν και ουσιαστικά υποδεικνύουν την αρχιτεκτονική του αυτοκινήτου
- **εργονομία**: παράμετροι οι οποίες λαμβάνονται υπ' όψη για τη διευκόλυνση των χρηστών σχετίζονται με την αισθητική, τις λειτουργικές επιδόσεις, και το κόστος. Η στάση του οδηγού δημιουργεί την ανάγκη της εύκολης πρόσβασης στα διάφορα όργανα αλλά και τη μέγιστη δυνατή ορατότητα
- **υλικά**: χρειάζονται υλικά τέτοια ώστε να ελαττωθεί το βάρος και να εξασφαλιστεί στη σχεδίαση καθώς πρέπει να βασιστούμε σε πολύ μεγάλο βαθμό η μέγιστη δυνατή ασφάλεια των οχημάτων. Ακόμα, να μην αντιδρούν με το οξυγόνο (οξειδωση) με αποτέλεσμα τη σταδιακή διάβρωση
- **αυτονομία**: εξασφαλίζεται με τη χρήση **μπαταρίας** αλλά και **φωτοβολταϊκού πάνελ** για τις δευτερεύουσες λειτουργίες
- **κόστος**: να είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο (πχ χαμηλό βάρος, αεροδυναμική) ώστε οι ανάγκες για κατανάλωση ενέργειας να ελαχιστοποιούνται. Το συνολικό κόστος να μην υπερβαίνει τα 20.000€

6.5.2 Σχεδιαστικές Προδιαγραφές

Οι σχεδιαστικές προδιαγραφές δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε σημαντικές ή λιγότερο σημαντικές, πρωτεύουσες ή δευτερεύουσες καθώς καθεμιά έχει τη δική της σημαντική βαρύτητα για την επανασχεδίαση του οχήματος. Παρ' όλα αυτά, τις κατατάσσουμε στις εξής κατηγορίες: το **εσωτερικό**, το **εξωτερικό** και τα **μηχανικά μέρη** του οχήματος, με κάποιες από αυτές να συνδέονται μεταξύ τους. Συγκεκριμένα:

Εξωτερικά:

- να έχει απλή φόρμα και καθαρές γραμμές
- να είναι τύπου hatchback
- να έχει 4 τροχούς 195/65R15
- να έχει χαρακτηριστικά από τον προκάτοχο του (ως προς την αισθητική)
- να είναι τρίθυρο (δύο πλευρικές πόρτες και μια στο πίσω μέρος)
- να έχει εξωτερικές διαστάσεις μεγαλύτερες από αυτές του Enfield
- να απέχει από το έδαφος 180mm
- να διαθέτει φώτα daylight, μεσαία φώτα, ψηλά φώτα, traffic light και φώτα λευκά στο πλάι
- τα φώτα να έχουν τετράγωνο σχήμα ώστε να παραπέμπουν στο πρώτο μοντέλο
- τα φωτά στο πίσω μέρος να έχουν κυκλικό σχήμα
- να διαθέτει μικτή θύρα για τη φόρτιση της μπαταρία
- να έχει rims από αλουμίνιο
- να έχει εξωτερικούς καθρέφτες
- να υπάρχει λογότυπο της κατασκευάστριας εταιρίας
- να έχει φωτοβολταϊκό πάνελ στην οροφή
- να έχει υψηλή αεροδυναμική
- να είναι κατασκευασμένο από ανθεκτικά υλικά που δεν αλλοιώνονται από τις καιρικές συνθήκες (πχ διάβρωση)
- να έχει όσο το δυνατόν λιγότερο βάρος (χρήση ελαφρών υλικών)
- να έχει ανθεκτικούς προφυλακτήρες εμπρός και πίσω για προστασία σε κάθε ενδεχόμενο πρόσκρουσης

Εσωτερικά:

- να παρέχει όσο το δυνατόν περισσότερη άνεση στους επιβάτες, αν και με μικρές διαστάσεις
- να μπορεί να χωρέσει 2-4 επιβάτες
- να διαθέτει ζώνες ασφαλείας για όλους τους επιβαίνοντες
- να έχει αερόσακους
- να είναι οπτικά ευχάριστο για τους επιβάτες
- να διαθέτει χώρους (κοιλώματα) στις θύρες που να λειτουργούν σαν αποθηκευτικοί χώροι για την τοποθέτηση καθημερινών αντικειμένων
- να έχει πίνακα οργάνων με ενδείξεις (πχ χαμηλή μπαταρία)
- να έχει ενδείξεις στον πίνακα οργάνων που να είναι πλήρως κατανοητές
- να διαθέτει σύστημα πλοήγησης GPS
- να έχει δυνατότητα σύνδεσης με το κινητό

- να διαθέτει σύστημα κλιματισμού
- να διαθέτει σύστημα που να μεγιστοποιεί την ένταση του ήχου του κινητήρα, ώστε να αντιλαμβάνονται οι πεζοί την παρουσία του αυτοκινήτου
- να έχει καθίσματα κατασκευασμένα από υλικά που να είναι ανθεκτικά
- Τα καθίσματα να έχουν σύστημα κλιματισμού
- να έχει καθίσματα κατασκευασμένα από υλικά που να καθαρίζονται εύκολα
- να διαθέτει αποθηκευτικό χώρο στο πίσω μέρος (για αποσκευές κλπ.)
- να υπάρχει δυνατότητα αύξησης του αποθηκευτικού χώρου μέσω αναδίπλωσης των πίσω καθισμάτων
- να δίνει στον οδηγό περιμετρική ορατότητα, μέσω του σχήματος του αμαξώματος και των τζαμιών
- να έχει ο οθόνη αφής, η οποία να επιτρέπει στον οδηγό να κάνει τις ανάλογες ρυθμίσεις στο αυτοκίνητο
- να υπάρχει ένδειξη που να δείχνει τα χιλιόμετρα που μπορεί ακόμα να καλυφθούν από την μπαταρία
- να υπάρχει ένδειξη (και προειδοποίηση) ενημέρωσης για τη φόρτιση / αποφόρτιση της μπαταρίας

Μηχανικά μέρη:

- να έχει ηλεκτρικό κινητήρα
- να έχει μπαταρία
 - να έχει αντοχή
 - να είναι ελαφριά ώστε να μην αυξάνεται το βάρος του αυτοκινήτου
 - να μπορεί να αλλαχθεί εύκολα (κάθε 2-3 χρόνια)
 - να φορτίζεται γρήγορα
- να έχει χαμηλό κόστος συντήρησης
- να υπάρχει 2^η πηγή ενέργειας (φωτοβολταϊκά πάνελ) για τις δευτερεύουσες λειτουργίες
- να έχει αυτόνομο σύστημα φρεναρίσματος
- να έχει πλατφόρμα πάνω στην οποία θα «κουμπώνουν» τα μηχανικά μέρη
- το αμάξωμά του να είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- να έχει ηλεκτρικό κινητήρα
- να έχει μπαταρία
- η μετάδοση κίνησης να γίνεται προς τα εμπρός
- ο κινητήρας να είναι τοποθετημένος στο μπροστινό μέρος του αυτοκινήτου
- η μπαταρία να βρίσκεται στο κέντρο του δαπέδου
- να έχει τελική ταχύτητα 130 km/h
- να έχει μικρό κύκλο στροφής ώστε να δίνει ευελιξία
- να έχει αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων
- να έχει μήκος 3670mm, πλάτος 1653mm και ύψος 1493mm

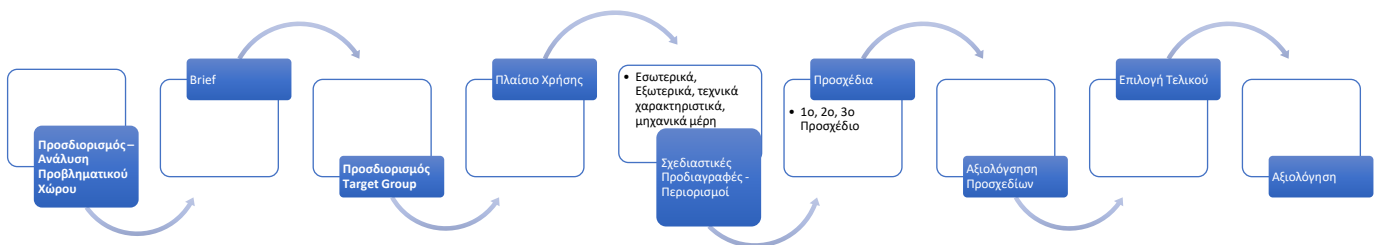
- το βάρος να μην υπερβαίνει τα 1600kg
- να διαθέτει αποθηκευτικό χώρο στο πίσω μέρος με χωρητικότητα 220 lt

6.6 Ανταγωνιστές

Οι ανταγωνιστές θεωρούνται όλα τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα από διαφορετικές κατασκευάστριες εταιρίες (BMW, Volkswagen, Opel, Nissan, Renault, Fiat, KIA, Ford, κλπ), αλλά κυρίως αυτοκίνητα της ίδιας κατηγορίας (hatchback) με μικρότερο κόστος και μεγαλύτερες επιδόσεις.



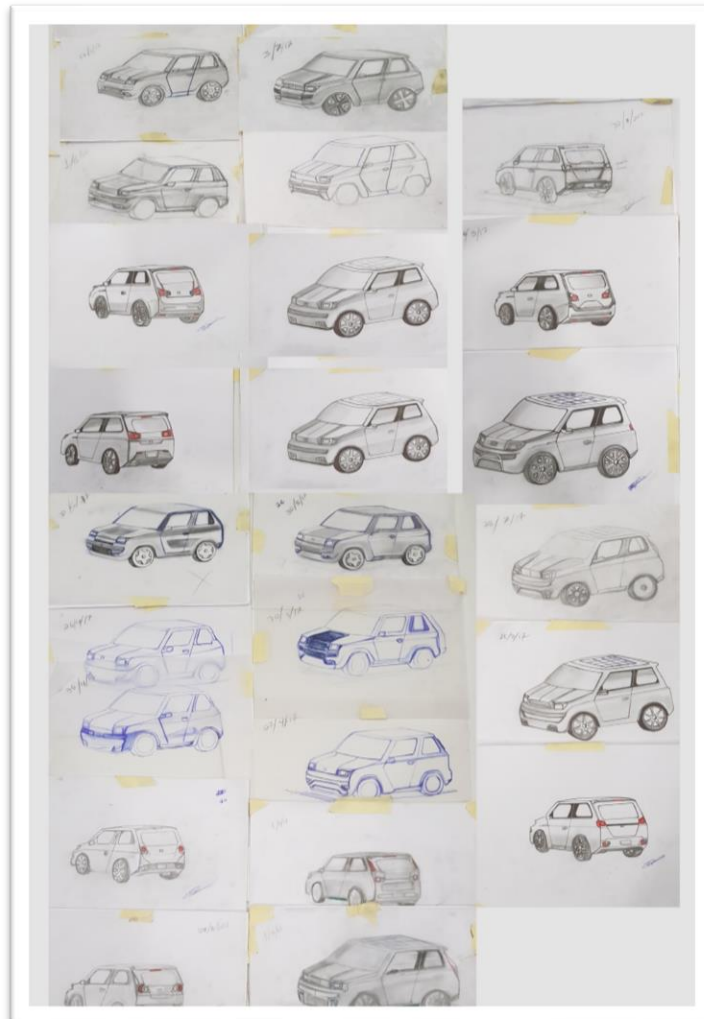
Εικόνα 68 Logo ανταγωνιστών



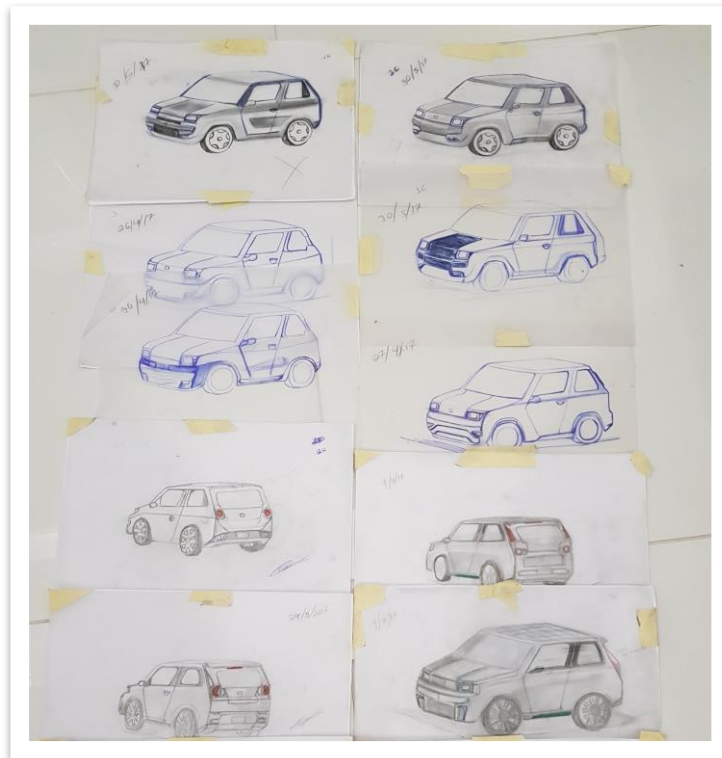
Διάγραμμα 3: Design Process

7. Προσχέδια

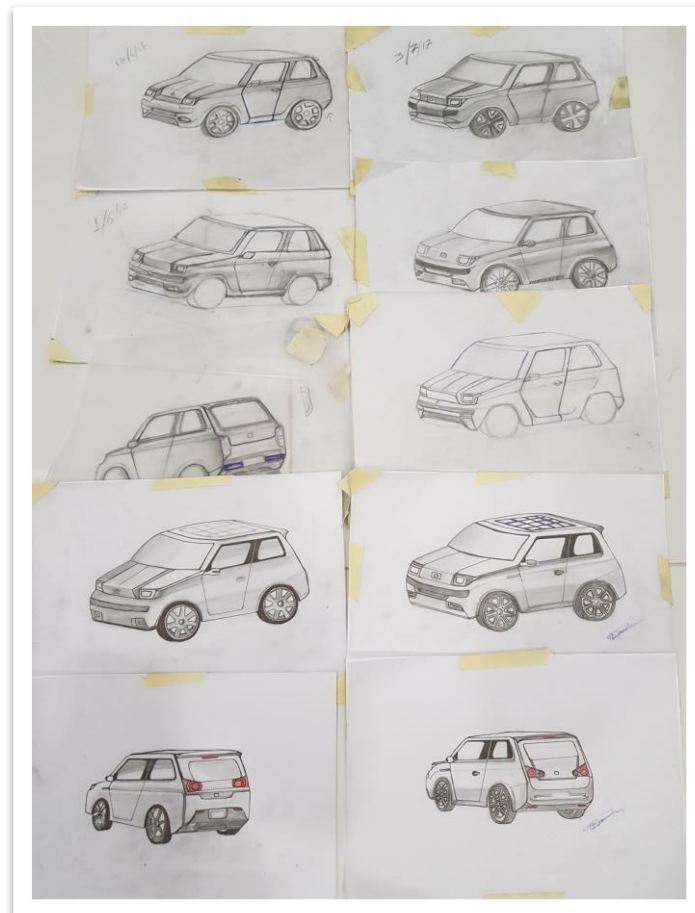
Σε συνέχεια της έρευνας και λαμβάνοντας υπόψιν τα στοιχεία που προέκυψαν τόσο από αυτήν (έρευνα) όσο και από τα νέα δεδομένα που παρέχουν οι νέες τεχνολογίες, δημιουργήθηκαν τα πρώτα προσχέδια, στη φάση του **ιδεασμού**. Βασικός περιορισμός στον οποίο στηρίχθηκε ο επανασχεδιασμός, είναι να δημιουργηθεί μεν ένα νέο και συνάμα σύγχρονο μοντέλο του Enfield E8000, αλλά ταυτόχρονα να βασίζεται στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του του πρώτου μοντέλου, γεγονός που δεν επιτρέπει πλήρη ελευθερία ως προς την εφαρμογή διαφορετικών ιδεών. Οι νέες τεχνολογίες με τη σειρά τους καθορίζουν τη δομή, όπως επίσης και οι μηχανολογικοί περιορισμοί. Στο νέο μοντέλο θα πρέπει να εφαρμόζονται οι αρχές της εργονομίας ενώ θα υπάρχει και φωτοβολταϊκό πάνελ που θα εξυπηρετεί στην αυτονομία. Δυο επίσης σημαντικές παράμετροι είναι τα υλικά και βέβαια το συνολικό κόστος. Για τον επανασχεδιασμό του Enfield E8000, έχουν τεθεί προδιαγραφές που αφορούν στο εσωτερικό, το εξωτερικό, τα μηχανικά μέρη και τα τεχνικά χαρακτηριστικά, οι οποίες πρέπει να εφαρμοσθούν.



Εικόνα 69 Προσχέδια στη φάση του ιδεασμού



Εικόνα 70 Προσχέδια στη φάση του ιδεασμού



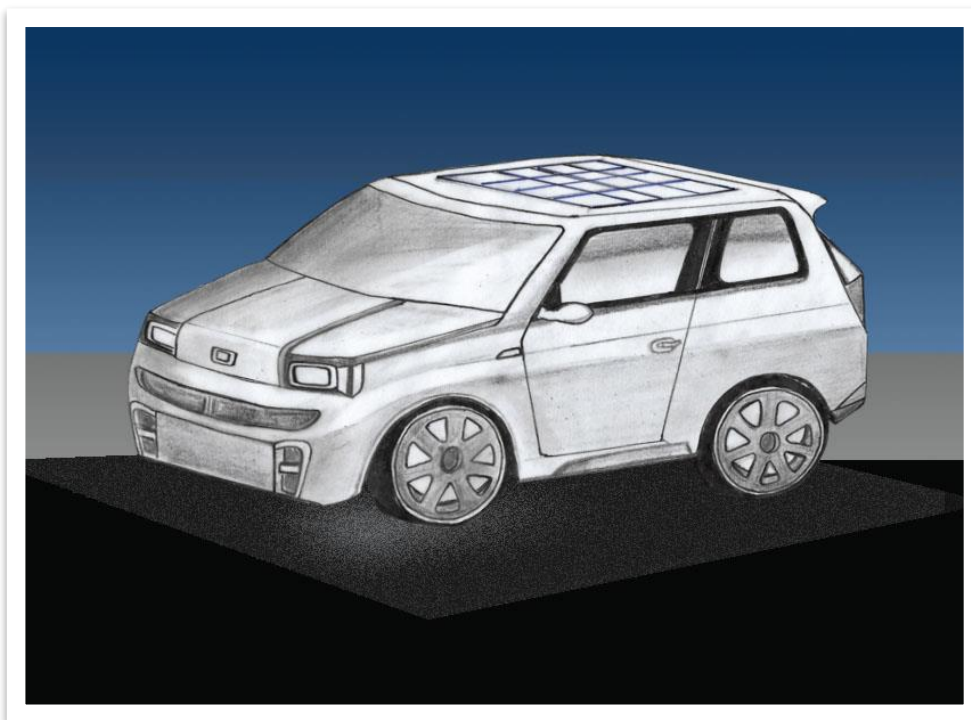
Εικόνα 71 Προσχέδια στη φάση του ιδεασμού

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω, οπτικοποιήθηκαν διάφορες ιδέες, από τις οποίες προέκυψαν και τρία (3) διαφορετικά concept. Από τα αρχικά σκίτσα, απορρίφθηκε μεγάλο μέρος, καθώς δεν ήταν πλήρως εναρμονισμένα με τις προδιαγραφές που είχαν τεθεί. Χαρακτηριστικά, απορρίφθηκαν οι ιδέες στις οποίες δεν υπήρχαν καθαρές γραμμές και απλή - τετραγωνισμένη φόρμα.

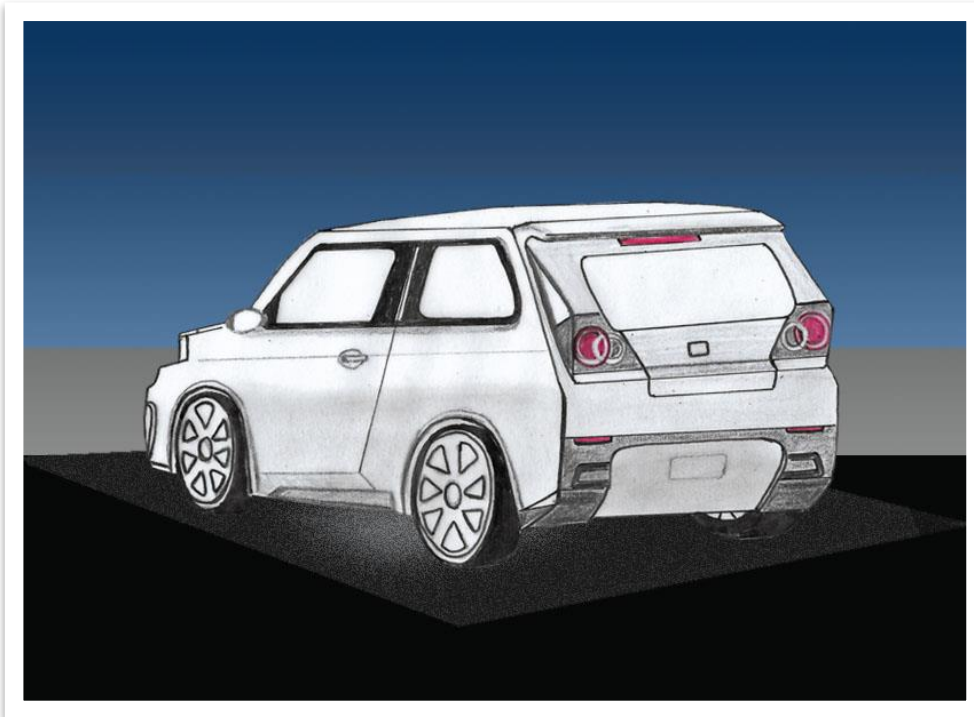
Από τα παραπάνω, επιλέχθηκαν τελικά τρία (3) προσχέδια:

7.1 1^ο Προσχέδιο

Στο εξωτερικό design η φόρμα δημιουργείται από **αυστηρές γραμμές** και δεν υπάρχει **καμπυλότητα**. Είναι τύπου hatchback, τρίθυρο (με δυο πλευρικές πόρτες και μια στο πίσω μέρος), ενώ έχουν διατηρηθεί τα ορθογώνια φανάρια ενώ τα πλαϊνά παράθυρα έχουν **τετραγωνική και τριγωνική φόρμα** αντίστοιχα. Το όχημα αν και μικρό φαίνεται επιβλητικό. Συγκριτικά με το αρχικό μοντέλο, το συγκεκριμένο είναι πιο αυστηρό. Τα φανάρια του είναι ορθογώνια, στο μπροστινό μέρος το καπό υπάρχει η θύρα φόρτισης του αυτοκίνητου. Το συγκεκριμένο concept δίνει την αίσθηση του χαριτωμένου μικρού αυτοκίνητου.



Εικόνα 72 1ο προσχέδιο (πλάγια όψη)



Εικόνα 73 1ο προσχέδιο (πίσω όψη)

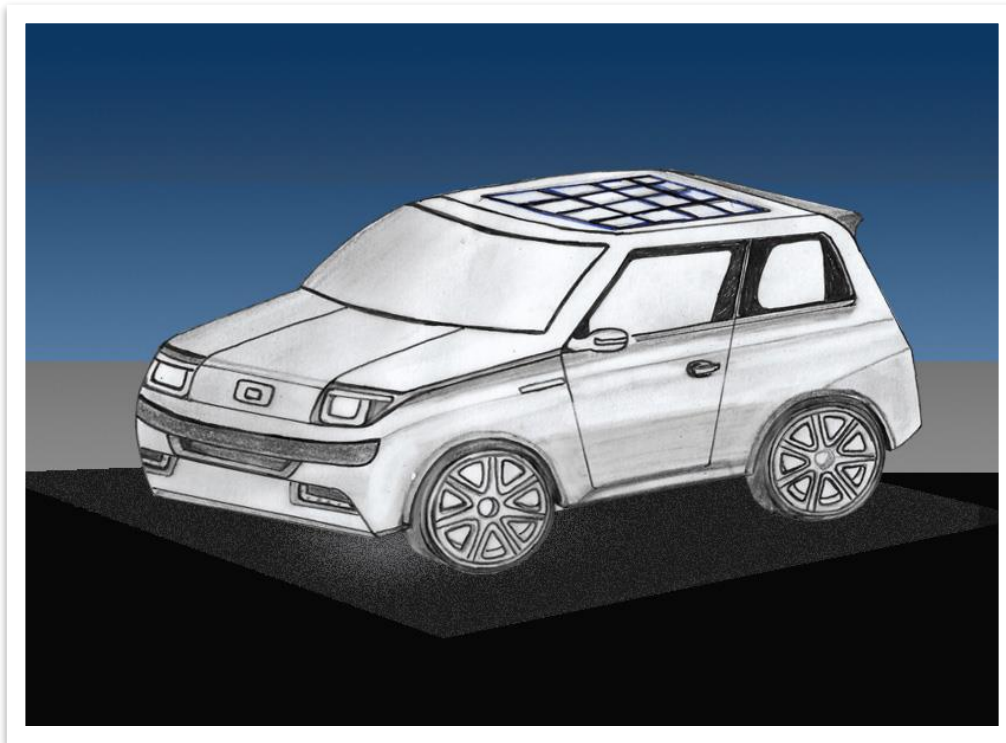
Στη νέα βελτιωμένη έκδοση συνεπώς αλλάζουν οι διαστάσεις. Το υψος του νέου οχήματος είναι 1493 mm, το πλάτος του είναι 1653mm και το μήκος 3670mm. Συνεπώς οι εξωτερικές διαστάσεις είναι μεγαλύτερες από αυτές του Enfield και απέχει από το έδαφος 180mm. Με το αεροδυναμικό βοήθημα που έχει προστεθεί στο πίσω μέρος, η αεροδυναμική αυξάνεται ενώ διαθέτει προφυλακτήρες μπροστά και πίσω, καθώς επίσης και εξωτερικού καθρέφτες. Με τα σημερινά δεδομένα οι νέες τεχνολογίες έχουν προσθέσει καινοτομίες, όπως μπαταρία ιόντων λιθίου και φωτοβολταϊκό πάνελ στην οροφή, που προσδίδουν αυτονομία, τα επιπλέον φώτα daylight, μεσαία φώτα, ψηλά φώτα, traffic light και φώτα λευκά στο πλάι, φώτα ομίχλης στο μπροστά και στο πίσω μέρος. Ο ηλεκτρικός κινητήρας θα βρίσκεται στο μπροστινό μέρος, η μετάδοση κίνησης γίνεται προς τα εμπρός και οι μπαταρίες βρίσκονται στο κέντρο του δαπέδου.

7.2 2^ο Προσχέδιο

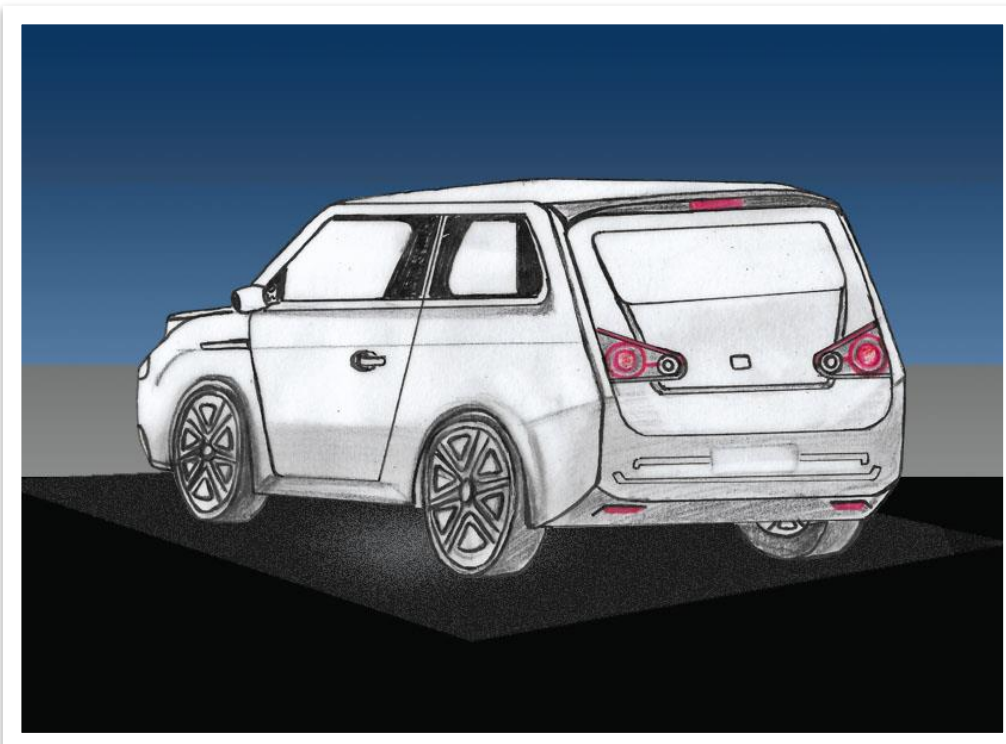
Στα συγκεκριμένα προσχέδια έχουν **μικρύνει τα φανάρια**, εικόνα που προσεγγίζει αυτή του αρχικού μοντέλου. Είναι τύπου hatchback, τρίθυρο (με δυο πλευρικές πόρτες και μια στο πίσω μέρος), ενώ στο πίσω μέρος χρησιμοποιούνται **στρογγυλά φανάρια**, ενώ έχει προστεθεί και ένα **επιπλέον κομμάτι**, χωρίς να αλλάξει συνολικά η φόρμα. Σκοπός ήταν να παραπέμπει μεν οπτικά στο αρχικό μοντέλο του Enfield, αλλά παράλληλα να δοθεί και μια πιο **μοντέρνα και σύγχρονη οπτική προσέγγιση**. Οι γραμμές είναι πιο **τετραγωνισμένες**, ενώ η συνολική **φόρμα** εξακολουθεί να παραμένει **αυστηρή**.

Στο εξωτερικό design προσπαθήσαμε να μην υπάρχουν πολλές μεταβολές, συγκριτικά με το αρχικό μοντέλο. Για τον λόγο αυτό διατηρήθηκε όσο γίνεται η φόρμα του Enfield με λίγες περισσότερες καμπύλες, τα ορθογώνια φώτα του,

στο μπροστινό μέρος το καπό υπάρχει η θύρα φόρτισης του αυτοκίνητου. Το συγκεκριμένο concept δίνει την αίσθηση του χαριτωμένου μικρού αυτοκίνητου.



Εικόνα 74 2ο προσχέδιο (πλάγια όψη)

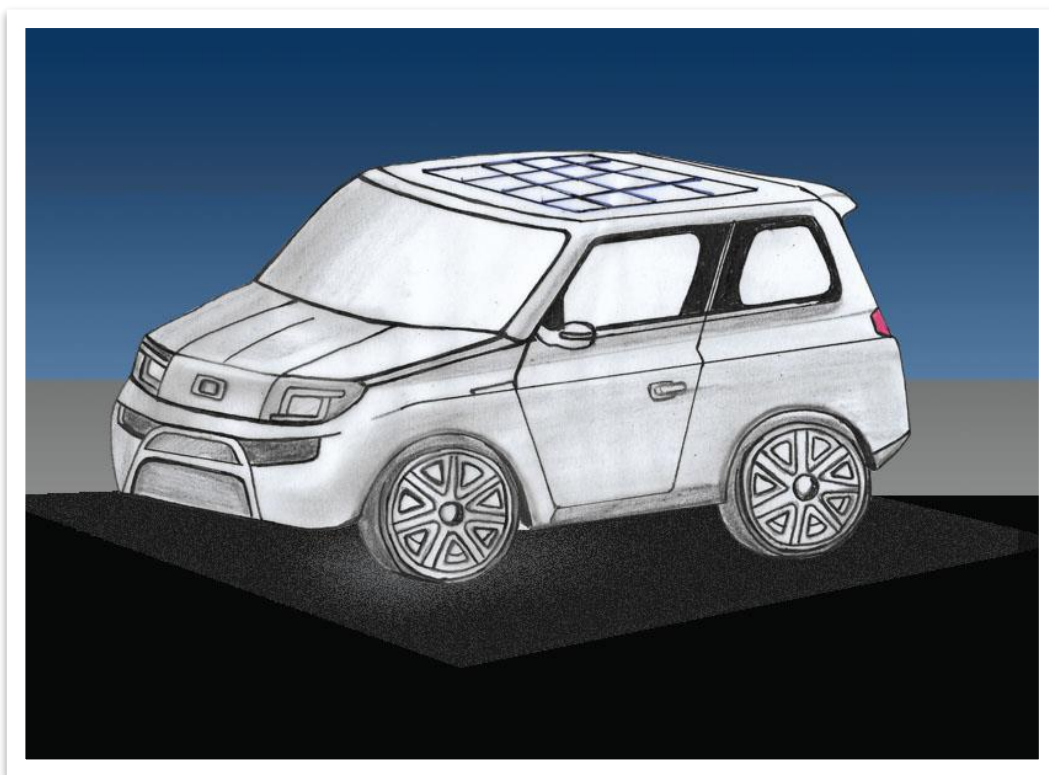


Εικόνα 75 2ο προσχέδιο (πίσω όψη)

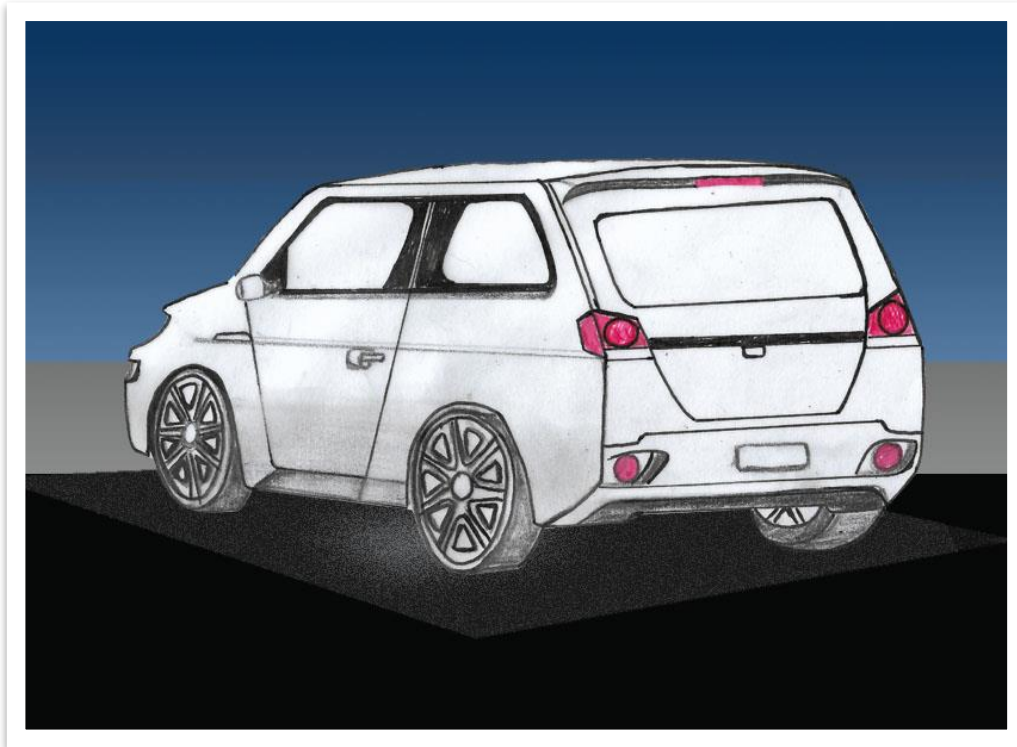
Στη νέα βελτιωμένη έκδοση συνεπώς αλλάζουν οι διαστάσεις. Το υψος του νέου οχήματος είναι 1493 mm, το πλάτος του είναι 1553mm και το μήκος 3650mm. Συνεπώς οι εξωτερικές διαστάσεις είναι μεγαλύτερες από αυτές του Enfield και απέχει από το έδαφος 180mm. Με το αεροδυναμικό βοήθημα που έχει προστεθεί στο πίσω μέρος, η αεροδυναμική αυξάνεται ενώ διαθέτει προφυλακτήρες μπροστά και πίσω, καθώς επίσης και εξωτερικού καθρέφτες. Με τα σημερινά δεδομένα οι νέες τεχνολογίες έχουν προσθέσει καινοτομίες, όπως μπαταρία ιόντων λιθίου και φωτοβολταϊκό πάνελ στην οροφή, που προσδίδουν αυτονομία, τα επιπλέον φώτα daylight, μεσαία φώτα, ψηλά φώτα, traffic light και φώτα λευκά στο πλάι, φώτα ομίχλης στο μπροστά και στο πίσω μέρος. Ο ηλεκτρικός κινητήρας θα βρίσκεται στο μπροστινό μέρος, η μετάδοση κίνησης γίνεται προς τα εμπρός και οι μπαταρίες βρίσκονται στο κέντρο του δαπέδου.

7.3 3^ο Προσχέδιο

Σε αυτή τη φάση, παρατηρείται ότι υπάρχει **μεγαλύτερη καμπυλότητα**, συγκριτικά με τα προσχέδια των προηγούμενων κατηγοριών. Είναι τύπου hatchback, τρίθυρο (με δυο πλευρικές πόρτες και μια στο πίσω μέρος), ενώ η φόρμα παραπέμπει στο αρχικό μοντέλο του Enfield και το **ύψος των παραθύρων έχει ελαττωθεί**. Τα **φανάρια** έχουν πιο **τετράγωνο σχήμα** και γενικότερα υπάρχουν **καθαρές γραμμές** (αντίστοιχα με το αρχικό μοντέλο). Στο μπροστινό μέρος το καπό υπάρχει η θύρα φόρτισης του αυτοκινήτου. Στο πίσω μέρος έχουν διατηρηθεί οι **οβάλ φόρμες**, αλλά με διαφορετική φορά (οριζόντια αντί καθέτων). Υπάρχει και ένα **μεγαλύτερο πλαίσιο**.



Εικόνα 76 3ο προσχέδιο (πλάγια όψη)

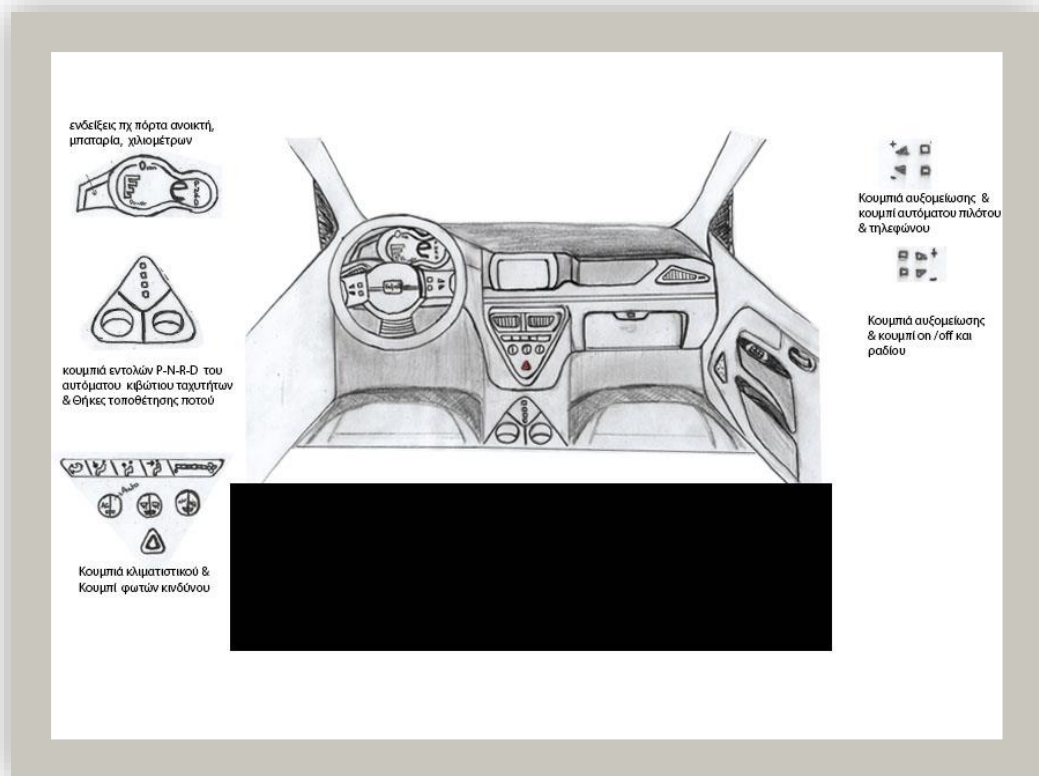


Εικόνα 77 3ο προσχέδιο (πίσω όψη)

Στη νέα βελτιωμένη έκδοση αλλάζουν οι διαστάσεις. Το υψος του νέου οχήματος είναι 1493 mm, το πλάτος του είναι 1649mm και το μήκος 3665mm. Συνεπώς οι εξωτερικές διαστάσεις είναι μεγαλύτερες από αυτές του Enfield και απέχει από το έδαφος 180mm. Με το αεροδυναμικό βοήθημα που έχει προστεθεί στο πίσω μέρος, η αεροδυναμική αυξάνεται ενώ διαθέτει προφυλακτήρες μπροστά και πίσω, καθώς επίσης και εξωτερικού καθρέφτες. Με τα σημερινά δεδομένα οι νέες τεχνολογίες έχουν προσθέσει καινοτομίες, όπως μπαταρία ιόντων λιθίου και φωτοβολταϊκό πάνελ στην οροφή, που προσδίδουν αυτονομία, τα επιπλέον φώτα daylight, μεσαία φώτα, ψηλά φώτα, traffic light και φώτα λευκά στο πλάι, φώτα ομίχλης στο μπροστά και στο πίσω μέρος. Ο ηλεκτρικός κινητήρας θα βρίσκεται στο μπροστινό μέρος, η μετάδοση κίνησης γίνεται προς τα εμπρός και οι μπαταρίες βρίσκονται στο κέντρο του δαπέδου.

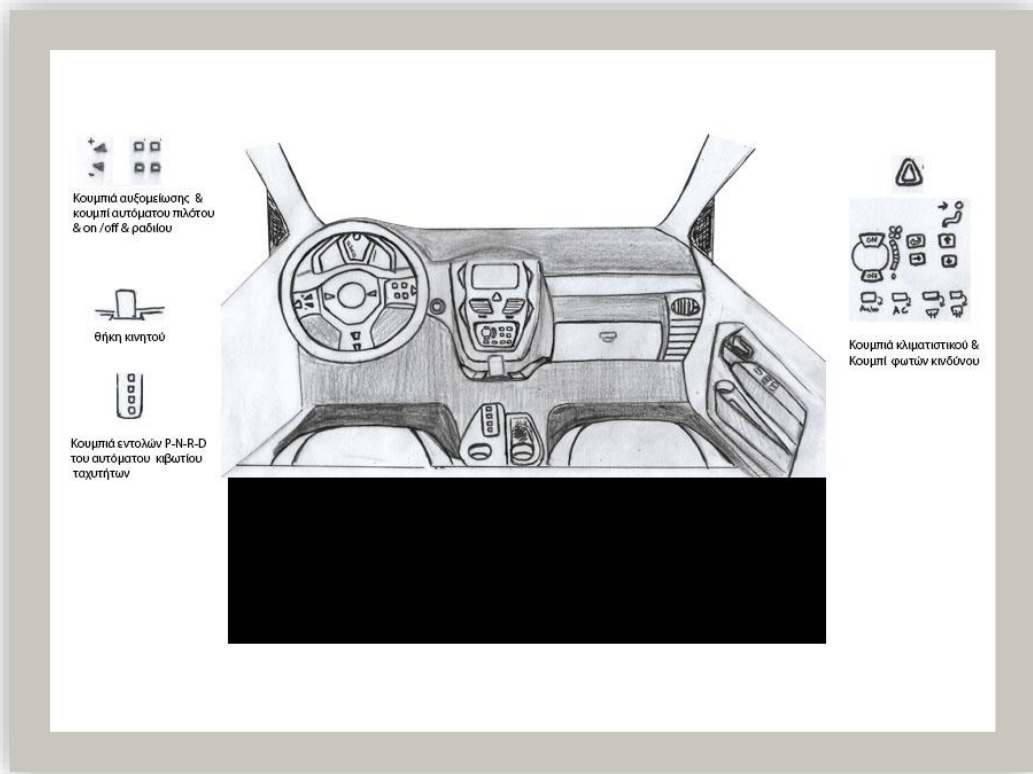
7.4 Σχεδίαση εσωτερικού αυτοκινήτου

Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται επιμέρους λύσεις για τον σχεδιασμό του εσωτερικού του οχήματος. Συγκεκριμένα, διακρίνεται η καμπίνα, όπως φαίνεται από τα πίσω καθίσματα, αλλά και οι ενδείξεις (πχ πόρτα ανοιχτή, μπαταρία, χιλιόμετρα, κουμπιά εντολών του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων, θήκες τοποθέτησης ποτού, αποθηκευτικός χώρος (ντουλαπάκι), κουμπιά κλιματιστικού και φωτών κινδύνου, κουμπιά αυτόματου πιλότου και τηλεφώνου, κουμπί ραδίου και on/off, ηχείο).

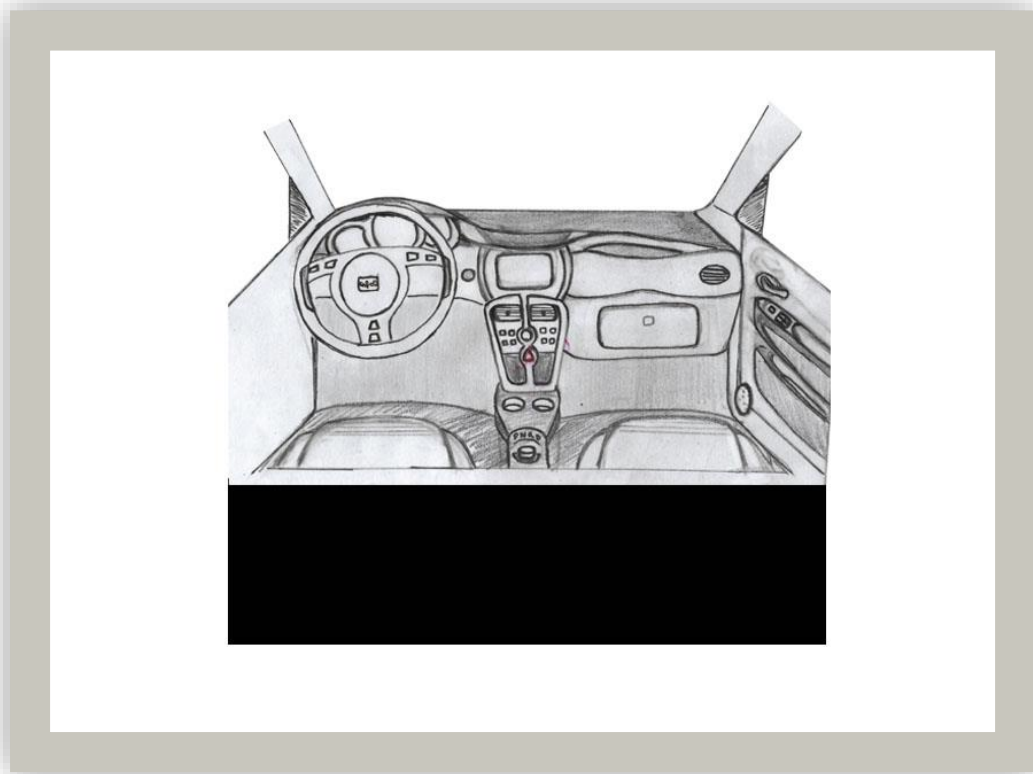


Εικόνα 78 Σχεδιασμός Εσωτερικού 1

Αντίστοιχα στην παρακάτω εικόνα διακρίνονται οι ενδείξεις για πόρτα, μπαταρία και χιλιόμετρα, κουμπιά εντολών του κιβωτίου ταχυτήτων, κουμπιά κλιματιστικού και κουμπί φωτών κινδύνου, κουμπιά αυξομείωσης, κουμπι αυτόματου πιλότου και τηλεφώνου, κουμπί on/off και ραδίου, θήκες τοποθέτησης ποτών.



Εικόνα 79 Σχεδιασμός Εσωτερικού 2

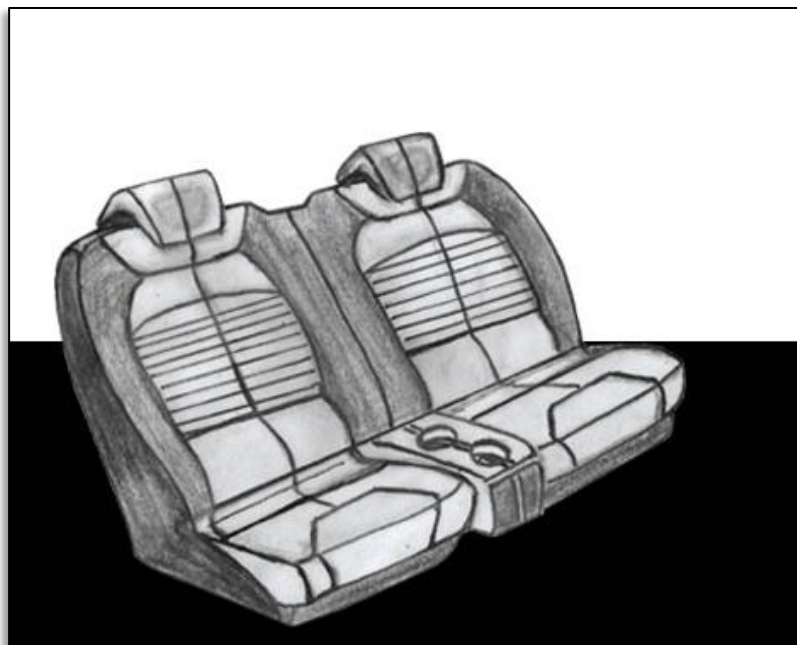


Εικόνα 80 Σχεδιασμός Εσωτερικού 3

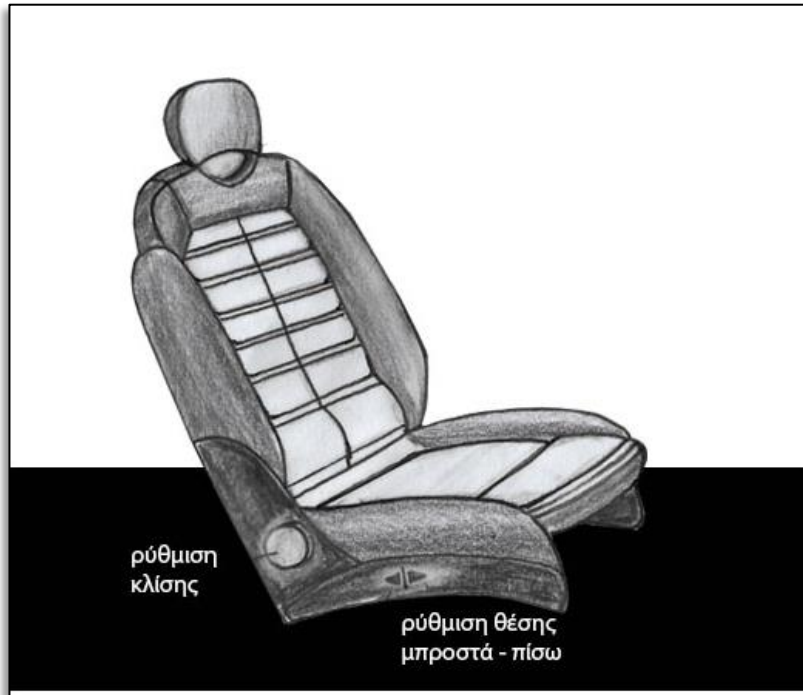
Ενδεικτικά, υπάρχουν και νέα καθίσματα, όπου ακολουθώντας τις αρχές της εργονομίας, υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της κλίσης αλλά και της θέσης εντός της καμπίνας (μπροστά - πίσω).



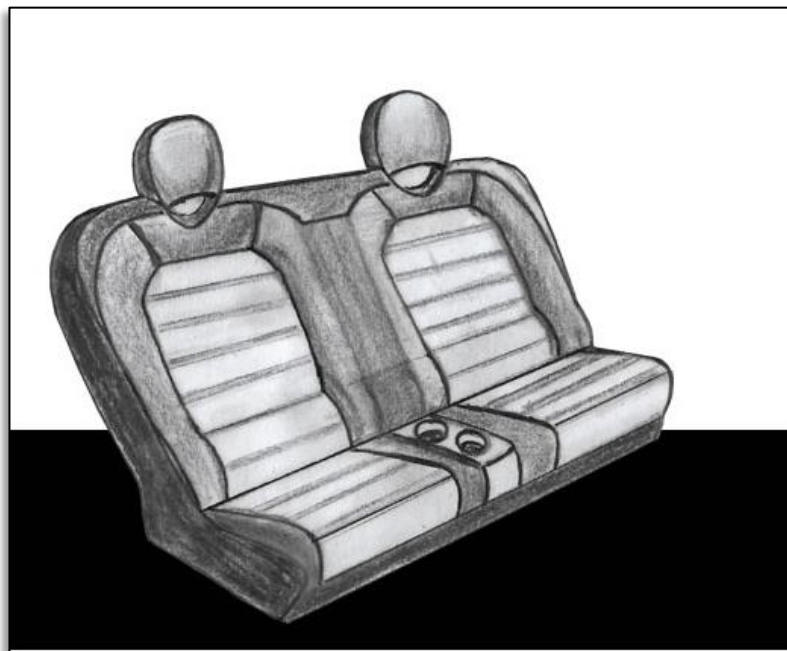
Εικόνα 81 Σχεδιασμός μπροστινού καθίσματος



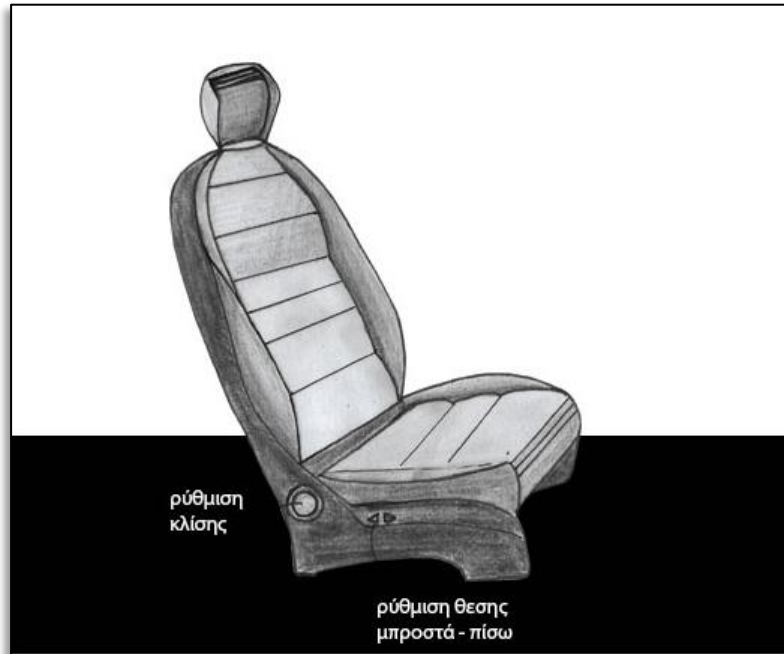
Εικόνα 82 Σχεδιασμός πίσω καθισμάτων



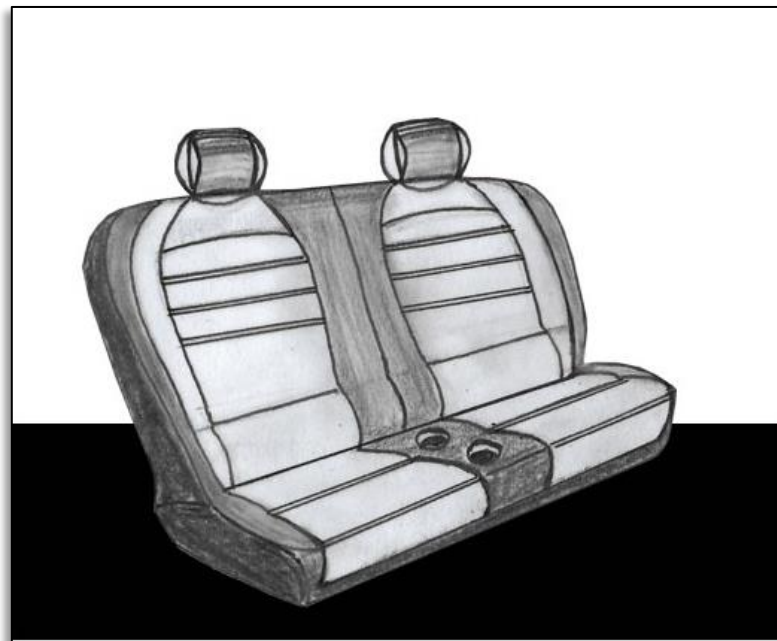
Εικόνα 83 Σχεδιασμός μπροστινού καθίσματος



Εικόνα 84 Σχεδιασμός πίσω καθισμάτων



Εικόνα 85 Σχεδιασμός μπροστινού καθίσματος

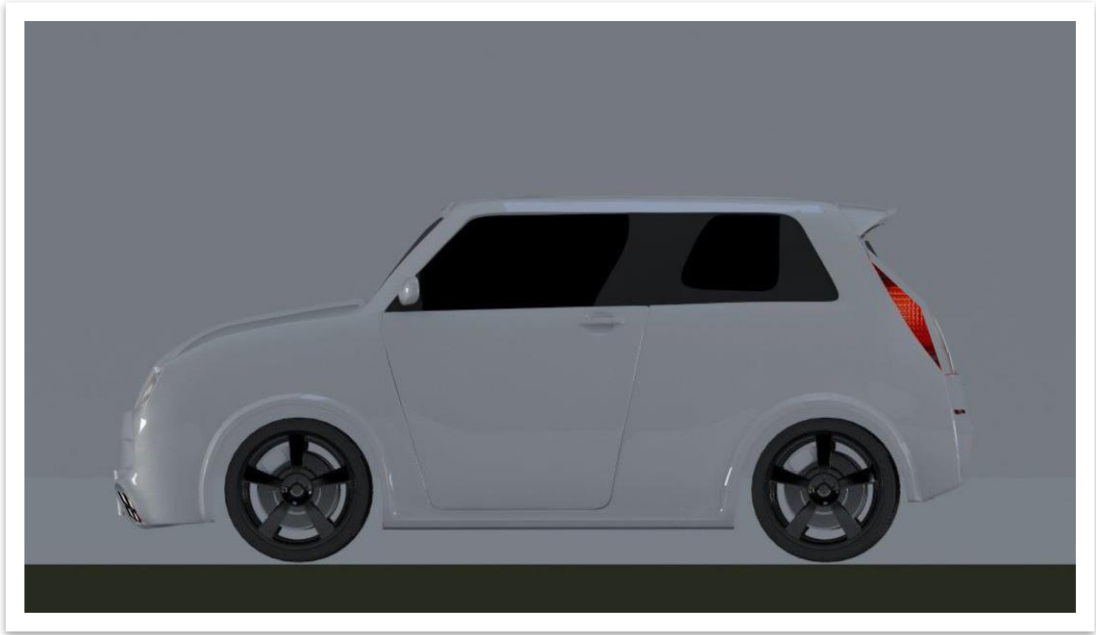


Εικόνα 86 Σχεδιασμός πίσω καθισμάτων

7.5 Προσχέδια σε 3D

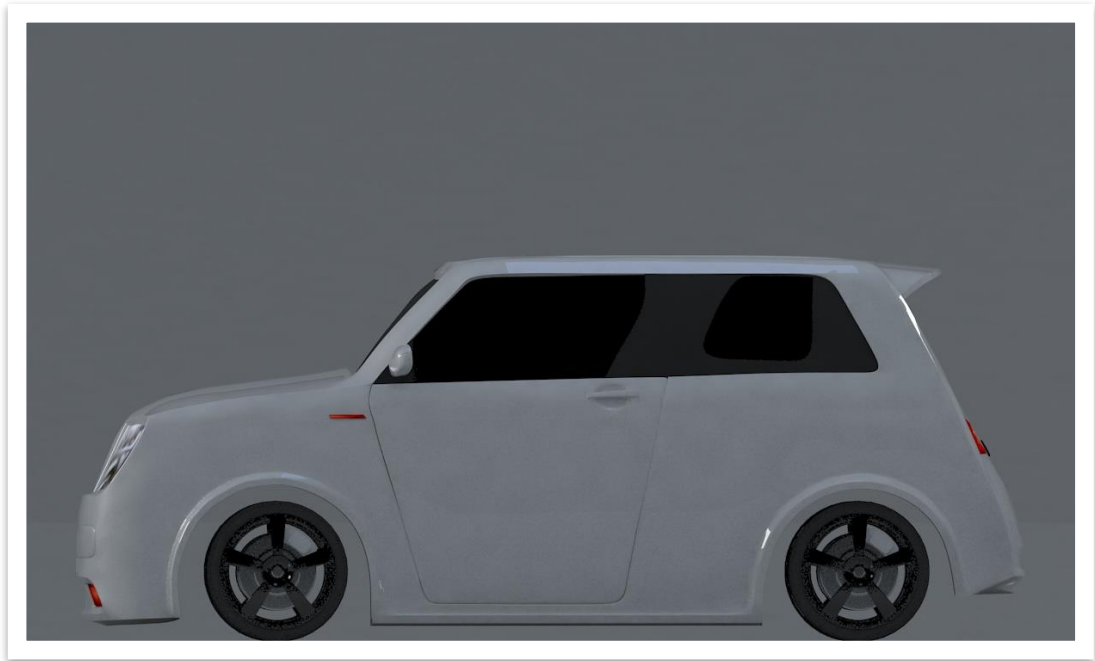
7.5.1 1ο Προσχέδιο





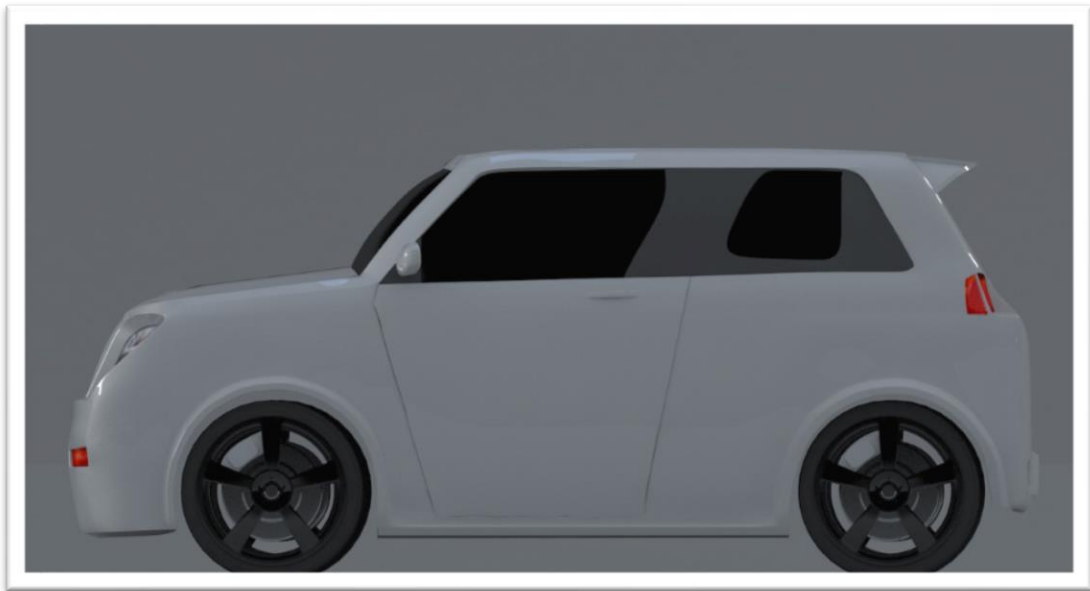
7.5.2 2ο Προσχέδιο





7.5.3 3ο Προσχέδιο





8. Αξιολόγηση Προσχεδίων

8.1 Αξιολόγηση με βάση τις προδιαγραφές

Σε αυτή τη φάση, αξιολογούνται τα τρία (3) προσχέδια με βάση τις προδιαγραφές. Η αξιολόγηση θα γίνει στην κλίμακα 1-5, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Προδιαγραφές	Προσχέδιο 1	Προσχέδιο 2	Προσχέδιο 3
Τα μπροστινά φώτα να έχουν σχήμα τετράγωνο	5	4	1
Απλή φόρμα και καθαρές γραμμές	5	5	4
Αίσθηση του χαριτωμένου και δυναμικού	4	3	4
Εξωτερικές διαστάσεις	5	4	4
Τα φωτά στο πίσω μέρος να έχουν σχήμα κύκλου	4	2	3
ο οθόνη αφής, η οποία να επιτρέπει στον οδηγό να κάνει τις ανάλογες ρυθμίσεις στο αυτοκίνητο	5	5	5
χωράει 2-4 επιβάτες	5	5	5
Σύνολο	33	28	26

Πίνακας 3 Προδιαγραφές

8.2 Επιλογή τελικού προσχεδίου

Με βάση την αξιολόγηση που προηγήθηκε και τις βαθμολογίες, προκύπτει ότι το προσχέδιο ανταποκρίνεται περισσότερο στις προδιαγραφές είναι το **1^ο Προσχέδιο** (33 βαθμοί), συγκριτικά με τα άλλα δύο. Συνεπώς το προσχέδιο έχει επιλεγεί ώστε να εξελιχθεί μερικώς στον λεπτομερή σχεδιασμό που θα ακολουθήσει. Σε κάθε περίπτωση, σημείο αναφοράς παραμένει το αρχικό μοντέλο του Enfield E8000, από το οποίο δε θέλουμε να ξεφύγουμε αισθητικά.

Το λογότυπο της εταιρίας Enfield θα παραμείνει ως έχει. Αυτό στην ουσία που αλλάζει με τα από μια νέα σχεδιαστική πρόταση είναι η ονομασία του αυτοκινήτου, αντί Enfield E8000 το νέο μοντέλο θα λέγεται *Enfield phoenix E8000* διότι μέσα από την στάχτη του ξανά γεννιέται.



phoenix E8000

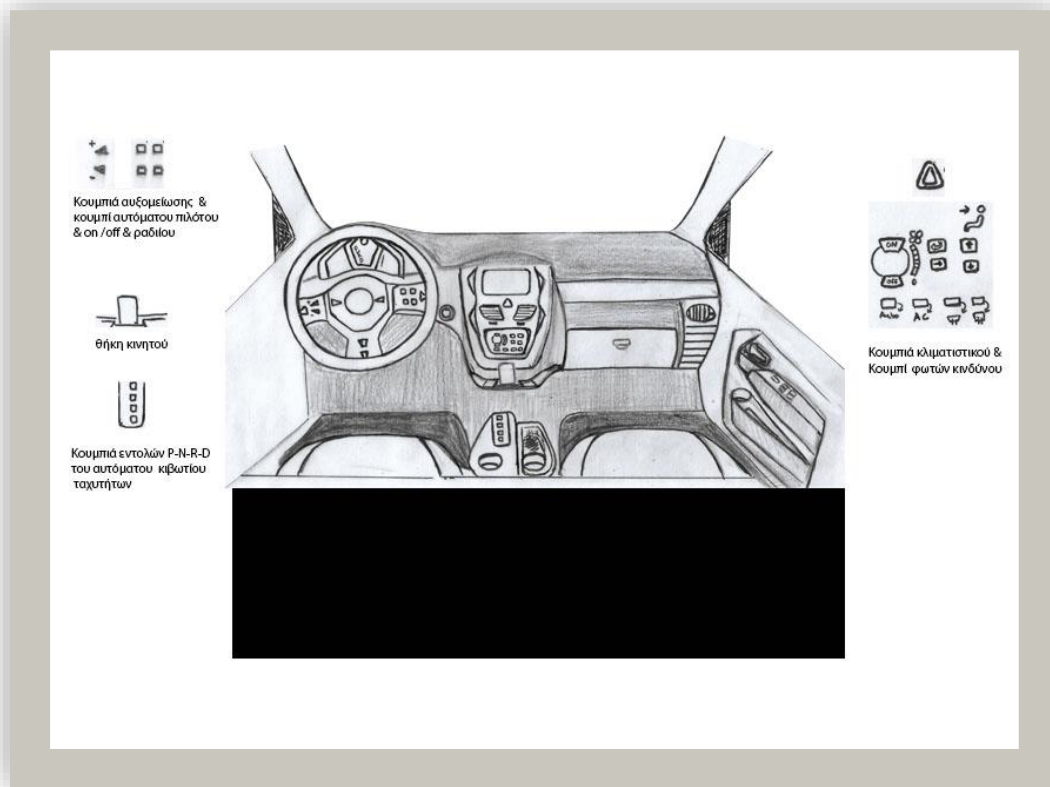
9. Τελικό Προσχέδιο

9.1 Επιλογή εξωτερικού

Στο τελικό προσχέδιο επιλέχθηκε με βάση τις αξιολογήσεις των προδιαγραφών (1^ο προσχέδιο με 33 βαθμούς). Πραγματοποιήθηκαν πολύ μικρές αλλαγές ως προς την αισθητική του οχήματος.

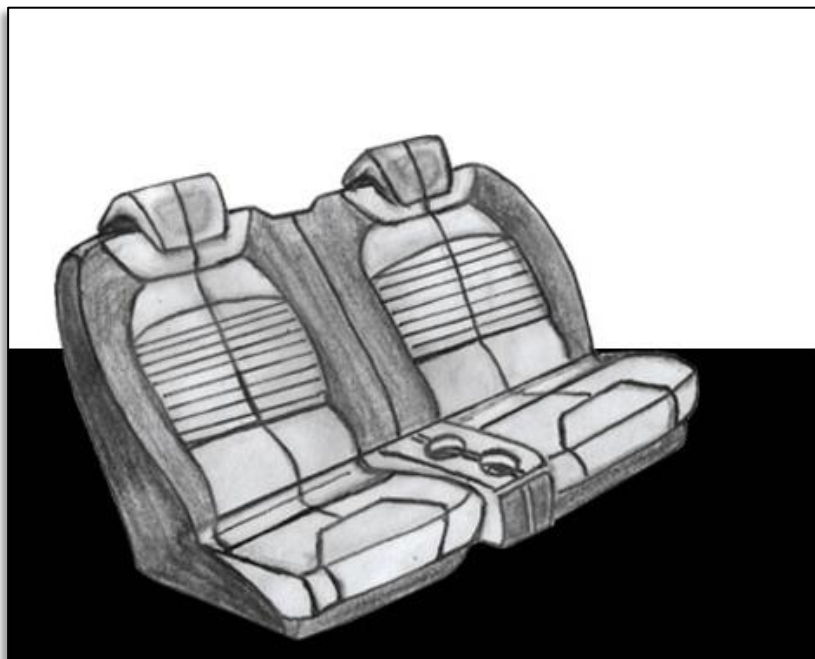


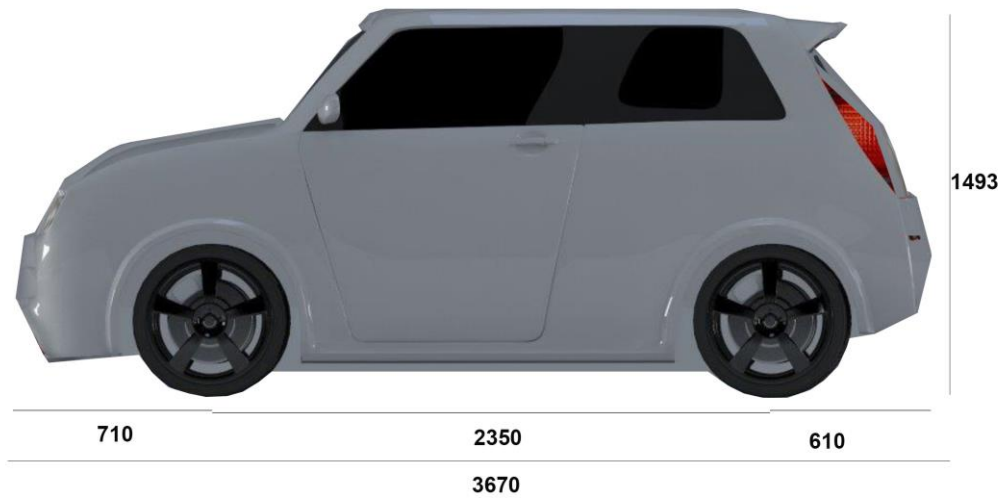
9.2 Επιλογή εσωτερικού



Το εσωτερικό επιλέχθηκε με βάση τη λειτουργικότητα και την εργόσφαιρα, όπου ο οδηγός μπορεί να κινείται σε εντός αυτής. Γενικά, σε όλα τα αυτοκίνητα (hatchback) στην καμπίνα υπάρχει αποθηκευτικός χώρος στο ταμπλό, στις πόρτες του αυτοκινήτου αλλά και στο κέντρο, όπου βρίσκονται τα κουμπιά του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων και ο χώρος για την τοποθέτηση ροφήματος. Στο τιμόνι υπάρχουν λειτουργίες για τη διευκόλυνση του οδηγού, όπως κουμπιά αυξομείωσης της έντασης της φωνής του ραδιοφώνου με σκοπό να μειώσει τις κινήσεις του κατά την οδήγηση. Επίσης είναι και το κουμπι του αυτόματου πιλότου. Ο πίνακας οργάνων με τις ενδείξεις, είναι σχεδιασμένος με σημείο αναφοράς τη διευκόλυνση του οδηγού. Βρίσκεται πίσω από το τιμόνι, σε σημείο τέτοιο ώστε οι ενδείξεις να είναι ορατές. Στην μέση του ταμπλό υπάρχουν τα κουμπιά για το κλιματιστικό, το κουμπι φωτών κινδύνου καθώς επίσης και η οθόνη αφής, όπου σε αυτή βρίσκονται διάφορες επιλογές ενεργοποίησης λειτουργιών (GPS, starter, κλπ).

9.2.1 Επιλογή εσωτερικών καθισμάτων

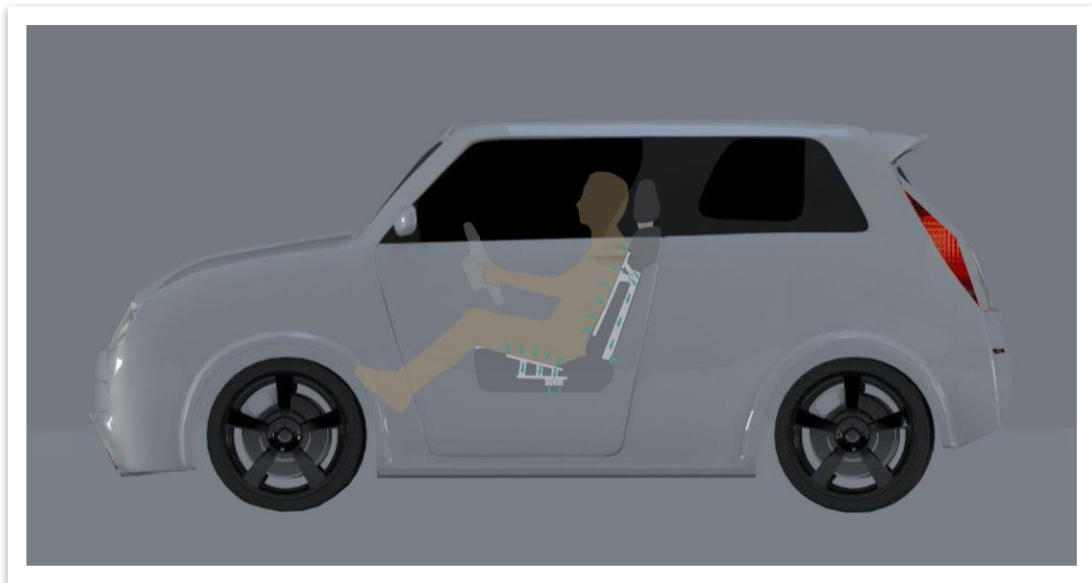




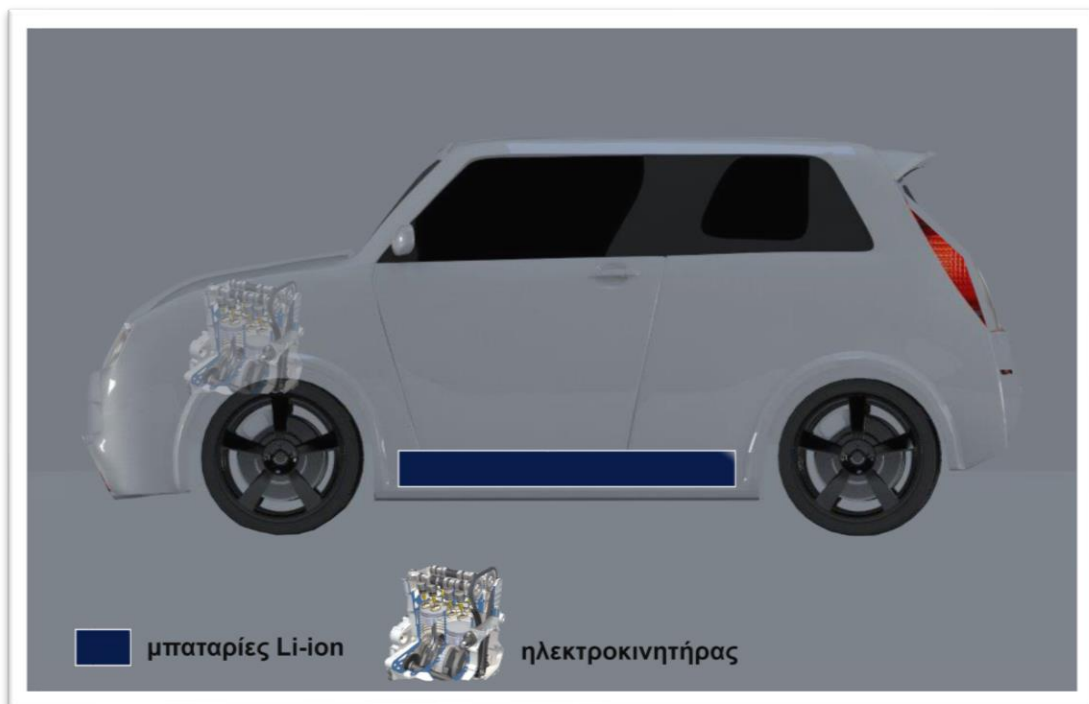
Εικόνα 86 Διαστάσεις πλαϊνής όψης σε mm



Εικόνα 87 Διαστάσεις μπροστινής και πίσω όψης σε mm



Εικόνα 88 ηλεκτρικό αυτοκίνητο σε σχέση με το ανθρώπινο σώμα, αναδεικνύοντας έτσι τη θέση του καθίσματος καθώς και τη στάση του ανθρώπινου σώματος



Εικόνα 89 Η θέση της μπαταρίας στο κέντρο του δαπέδου και ο ηλεκτροκινητήρας στο μπροστινό μέρος

9.3 Φωτορεαλιστική απεικόνιση – Ένταξη στον χώρο



10. Επίλογος

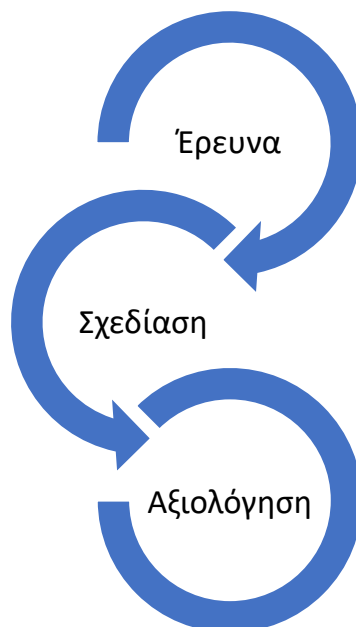
Η όλη διαδικασία απαρτίζεται από τις εξής τρεις (3) κατηγορίες: την έρευνα, τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση. Συγκεκριμένα:

Έρευνα: είναι αυτή που βοήθησε στον καθορισμό του γενικού πλαισίου. Συγκεκριμένα, διερευνήθηκαν η ιστορία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, τα σύγχρονα μοντέλα, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης του, η δομή του, οι πηγές ενέργειας που μπορούν να το τροφοδοτήσουν, η αεροδυναμική, η εργονομία, τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του. Έγινε εκτενής έρευνα για την ιστορία του Enfield E8000 (αρχική ιδέα, ιστορική ανάδειξη, τεχνική υποδομή, πωλήσεις, πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα), καθώς επίσης και χαρακτηριστικά παραδείγματα επανασχεδιασμού αυτοκινήτων, σε μια πιο μοντέρνα εκδοχή (Volkswagen Beetle, Fiat 500, Mini Cooper).

Σχεδιασμός: ξεκίνησε μελετώντας χαρακτηριστικά παραδείγματα επανασχεδιασμού αυτοκινήτων (Volkswagen Beetle, Fiat 500, Mini Cooper). Ακολούθησε η οριστική περιγραφή με τον προσδιορισμό και την ανάλυση του προβληματικού χώρου, το brief, τον προσδιορισμό του target group, το πλαίσιο χρήσης. Έγινε αναφορά στους ανταγωνιστές και στη συνέχεια, τέθηκαν περιορισμοί και προσδιορίστηκαν οι σχεδιαστικές προδιαγραφές. Έτσι, κατά τη φάση του ιδεασμού, δημιουργήθηκαν τα πρώτα προσχέδια – σκίτσα και στη συνέχεια προέκυψαν τρία (3) τελικά προσχέδια. Η σχεδιαστική διαδικασία στο σύνολό της, ακολούθησε συγκεκριμένα βήματα, ακολουθώντας βασικές αρχές.

Αξιολόγηση: ουσιαστικά ολοκλήρωσε τη σχεδιαστική διαδικασία. Κατά την αξιολόγηση, βαθμολογήθηκαν τα προσχέδια με βαθμούς 1-5, βάσει των

προδιαγραφών που είχαν τεθεί, και στη συνέχεια επελέγη ένα εξ' αυτών σαν τελικό, το οποίο μετά από μικρές αλλαγές και με σημείο αναφοράς το αρχικό Enfield E8000, εξελίχθηκε σε τελικό σχέδιο. Η αξιολόγηση ήταν αυτή που καθόρισε και ολοκλήρωσε τη σχεδιαστική διαδικασία αφού χωρίς αυτή δε υπήρχε σωστό τελικό σχεδιαστικό προϊόν.



Διάγραμμα 4 Βήματα εκπόνησης εργασίας

Με την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, προέκυψαν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά συμπεράσματα: ο σχεδιασμός είναι σε μεγάλο βαθμό αποτέλεσμα της έρευνας. Παρ' όλα αυτά δεν αρκεί μόνο ένας σχεδιαστής ώστε να βγει ένα άρτιο αποτέλεσμα. Αναμφίβολα, χρειάζεται μια ομάδα που καθένας θα ειδικεύεται σε κάποιον συγκεκριμένο τομέα (πχ εργονομία, υλικά, κλπ). Ακόμα διαπιστώνεται ότι πολλές ιδέες του παρελθόντος μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να επανατοποθετηθούν στη σύγχρονη πραγματικότητα, αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες (πχ επανασχεδιασμός παλαιών μοντέλων αυτοκινήτων σε σύγχρονα). Οι καινοτόμες ιδέες μπορούν να υλοποιηθούν πλήρως, δεδομένου ότι είναι διαθέσιμα τα μέσα και υπάρχει το κατάλληλο νομικό πλαίσιο.

11. Βιβλιογραφία

1. Europa.eu (2014) (Επίσημος ιστότοπος της Ευρωπαϊκής Ένωσης)
«Πολιτική μεταφορών της ΕΕ»
https://europa.eu/european-union/topics/transport_el
2. archive.philenews.com (ειδησεογραφικό site) (2015)
<http://archive.philenews.com/el-gr/top-stories/885/278636/ilektrika-ochimata-me-odigies-ee>
3. www.kathimerini.gr (ειδησεογραφικό site) (2012)
«Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο επιστρέφει»
<http://www.kathimerini.gr/450160/article/epikairothta/ellada/to-ilektriko-aytokinhtho-epistrefei>
4. www.plugincars.com (ιστοσελίδα για το ηλεκτρικό αυτοκίνητο) (2014)
“What Is an Electric Car?”
<http://www.plugincars.com/electric-cars>
5. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2017)
«Σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε... βενζινάδικα»
<http://www.4troxoi.gr/perivallon/eidiseis/simeia-fortisis-ilektrikon-ohimaton-se-venzinadika>
6. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2017)
«Η Κίνα και τα ηλεκτρικά της αυτοκίνητα»
<http://www.4troxoi.gr/epikairotita/kosmos/i-kina-kai-ta-ilektrika-tis-aytokinita>
7. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2017)
«Νορβηγία: Νέο ρεκόρ πωλήσεων στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα»
<http://www.4troxoi.gr/epikairotita/kosmos/norvigia-neo-rekor-poliseon-sta-ilektrika-aytokinita>
8. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2017)
«Η Ινδία θέλει να πουλά μόνο ηλεκτρικά αυτοκίνητα από το 2030 και μετά»
<http://www.4troxoi.gr/perivallon/eidiseis/i-india-thelei-na-poyla-mono-ilektrika-aytokinita-apo-2030-kai-meta>
9. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2017)

- Γιατί οι εταιρείες «αγάπησαν» ξαφνικά τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα;
<http://www.4troxoi.gr/epikairotita/kosmos/giati-oi-etairies-agapisan-xafnika-ta-ilektrika-aytokinita>
10. Santiago, J. Bernhoff, H et.al. (2012) “*Electrical Motor Drivelines in Commercial All Electric Vehicles: a Review*”, available at:
https://www.researchgate.net/publication/254062753_Electrical_Motor_Drivelines_in_Commercial_All-Electric_Vehicles_A_Review
 11. Ενεργειακό Γραφείο Αιγαίου (2011)
“*Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα*”
http://www.aegean-energy.gr/gr/academy2013/pdf/AEA_electric_cars.pdf
 13. www.electricvehiclesnews.com (ιστοσελίδα για την ιστορία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου) Early History (2017)
Electric Vehicles History Part II
<http://www.electricvehiclesnews.com/History/historyearlyII.htm>
 14. Doppelbauer, M. (2015) “*The invention of the electric motor 1856-1893*”
<https://www.eti.kit.edu/english/1376.php>
 15. Νομικός, Ν, Σ. Janocha, P, I. (2014) «*Ανάλυση δομής και λειτουργίας ηλεκτρικού οχήματος*»
http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2166/hlg_201400929.pdf?sequence=1
 16. Θανόπουλος, Α (2015) «*Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα και Συστήματα Τροφοδοσίας τους*»
<http://artemis-new.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/handle/123456789/7505>
 17. www.american-automobiles.com (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο στην Αμερική) (2017) “*The Morrison Electric Automobile & The William Morrison Co*”
<http://www.american-automobiles.com/Electric-Cars/Morrison-Electric.html>
 18. www.michelinchallengedesign.com (2010) “*Electrifying! Beautiful, Innovative & Radiant*”
<http://www.michelinchallengedesign.com/the-challenge-archives/2010-electrifying/2010-showcase-of-selected-entrants/>

19. Wakefield, EH. (1993) “*History of the electric automotive battery-only powered cars, USA: Society of Automotive Engineers*”
20. Helmers E. & P. Marx E. (2012) “*Electric cars: technical characteristics and environmental impacts, Environmental Sciences Europe 2012*”
21. www.history.com (2017) “*Model T*”
<http://www.history.com/topics/model-t>
22. Kuklinska , K . Wolska , L . Namiesnik , J . (2015) “*Air quality policy in the U.S. and the EU – a review*” Atmospheric Pollution Research, Volume 6, Issue 1, p129-137
23. <https://energy.gov> (2014) (US Department of Energy)
“*Timeline: History of the Electric Car*”
<http://energy.gov/articles/history-electric-car>
24. Garling A., Thogersen J. (2001) “*Marketing of electric vehicles*” Denmark: Business Strategy and the Environment, Vol. 10, Issue 1, pp 53-65
25. Bettye B. Burkhalter and Mitchell R. Sharpe (1995) “*Lunar Roving Vehicle: Historical Origins, Development, and Deployment*” Journal of the British Interplanetary Society, Vol. 48, pp. 199-212, available at https://www.hq.nasa.gov/alsj/lrv_historical_origins.pdf
26. www.classic-car-history.com “*Electric Car History*”
<http://www.classic-car-history.com/electric-car-history.htm>
27. www.hemmings.com (Classic car news source)
(2010) “*Early shoots of green enviro-conscious cars in 1973*”
<https://www.hemmings.com/blog/2010/04/13/early-shoots-of-green-enviro-conscious-cars-in-1973/>
28. General Motor Heritage Center (2015) “*GM Electric Vehicles*”
https://www.gmheritagecenter.com/featured/Electric_Vehicles.html
29. United States Postal Office (2017)
<http://about.usps.com/who-we-are/postal-history/electric-vehicles.pdf>
30. NREL – National Renewable Energy Laboratoty (2017)

- “Design of Electric Drive Vehicle Batteries for Long Life and Low Cost”*
- https://www.nrel.gov/transportation/assets/pdfs/48933_smith.pdf
31. www.tesla.com (2017)
- “Tesla’s mission is to accelerate the world’s transition to sustainable energy”*
- <https://www.tesla.com/about>
32. Santini .D , J . (2011) *“Electric Vehicle Waves of History: Lessons Learned about Market Deployment of Electric Vehicles”*, Electric Vehicles pp 1- 29, available at http://cdn.intechopen.com/pdfs/18663/InTech-Electric_vehicle_waves_of_history_lessons_learned_about_market_deployment_of_electric_vehicles.pdf
33. www.documentonews.gr (2017)
- «Ηλεκτρικό αυτοκίνητο: επενδύσεις 4,5 δις. δολαρίων από τη Ford μέχρι το 2020»*
- <http://www.documentonews.gr/article/hlektriko-aytokinhtho-ependyseis-45-dis-dolariwn-apo-th-ford-mexri-to-2020>
34. www.kathimerini.gr (ειδησεογραφικό site) (2017)
- «Ταξίδι στο αύριο της ηλεκτροκίνησης»*
- <http://www.kathimerini.gr/912043/gallery/aytokinhsh/aytokinshshepikairothta/ta3idi-sto-ayrio-ths-hlektrokinshs>
35. www.kathimerini.gr (ειδησεογραφικό site) (2017)
- «Το νέο Opel Ampera-e Ψηφίστηκε “Καλύτερο Προϊόν του 2017”»*
- <http://www.kathimerini.gr/909184/gallery/aytokinhsh/aytokinshshepikairothta/tono-opel-ampera-e-yhfisthke-kalytero-proion-toy-2017>
36. www.tanea.gr (ειδησεογραφικό site) (2017)
- «Renault Kangoo Z.E.: Ένα ηλεκτρικό βαν με μεγαλύτερη αυτονομία»*
- <http://www.tanea.gr/autonea/agora/article/5418668/renault-kangoo-z-eeanhlektriko-ban-me-megalyterh-aytonomia/>
37. www.renault.co.uk (2017)

- <https://www.renault.co.uk/vehicles/new-vehicles/zoe-250.html>
38. www.energia.gr (2009)
«Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων»
http://www.energia.gr/article.asp?art_id=28092
39. www.bankrate.com (2014)
“The pros and cons of electric cars”
<http://www.bankrate.com/auto/the-pros-and-cons-of-electric-cars/>
40. www.nytimes.com (2012)
“The Electric Car, Unplugged”
<http://www.nytimes.com/2012/03/25/sunday-review/the-electric-car-unplugged.html>
41. www.efficientenergysaving.co.uk (2014)
“Advantages and Disadvantages of Electric Cars”
<http://www.efficientenergysaving.co.uk/advantages-and-disadvantages-of-electric-cars.html>
42. Quiroga T. (2009) “Driving the Future” Car and Driver (Hachette Filipacchi Media U.S., Inc.): pp. 52
43. Chan C. C. (2007) “The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles” Proceedings of the IEEE, Hong Kong: Vol. 95, No. 4
44. Wolber R. (2012) “Electric Vehicle Charging & Utility Pricing Structures” available at:
<https://irps.illinoisstate.edu/downloads/research/documents/WolberECO300Paper1211912.pdf>
45. <http://vehiclestech.blogspot.com.cy> (2011)
“Ηλεκτρικό αυτοκίνητο – Electric Vehicle (EV)”
46. <http://vehiclestech.blogspot.com.cy/2011/06/ΗλεκτροαυτοκίνητοElectricvehicleEV.html>
47. <http://www.howstuffworks.com> (2002)
“How Electric Cars Work”
<http://auto.howstuffworks.com/electric-car2.htm>
48. Μανωλάς Αθ. (2013) «Προσομοίωση λειτουργίας ηλεκτροκίνητου μοντέλου οχήματος με το λογισμικό πακέτο SIMULINK/ MATLAB»

- ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης στην
<http://www.openarchives.gr/view/654545>
49. www.engineersgarage.com (2013)
“*Electric cars*”
<https://www.engineersgarage.com/articles/what-is-electric-cars-structure-working>
50. Χριστοδούλου Σ. (2009) «*Κατασκευή και προσομοίωση λειτουργίας ηλεκτροκίνητου μοντέλου οχήματος με το λογισμικό πακέτο SIMULINK/MATLAB*»
ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης στην
<http://openarchives.gr/view/48692>
51. (eclass2017)
http://eclass.sch.gr/modules/document/file.php/S104100/1_20321-380.pdf
Σύγχρονη Τεχνολογία
52. <http://www.trustedreviews.com> (2017)
“*Toyota’s battery breakthrough could change electric cars forever*”
<http://www.trustedreviews.com/news/toyotaelectriccar-battery-3153432>
53. www.michanikos-online.gr (2017)
«*Η Ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα και οι Προοπτικές*»
<http://www.michanikos-online.gr/news.php?aID=18068>
54. Block D. & Harrison J (2014) “*Electric Vehicle Sales and Future Projections*”, available at:
<http://large.stanford.edu/courses/2014/ph240/wolkoff2/docs/fsec-cr-1985-14.pdf>
55. www.forbes.com (2017)
“*US Electric Vehicle Sales Soared In 2016*”
<https://www.forbes.com/sites/rpapier/2017/02/05/uselectric-vehicle-sales-soared-in-2016/#6e88b31b217f>
56. International Energy Agency (2017)

- <https://www.iea.org/publications/freepublications/>
57. <http://media.daimler.com> (2017)
“Interview to Prof. Dr. Thomas Weber: “Electric mobility at Daimler will be in the six figures by 2020”
<http://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Interview-Prof-Dr-Thomas-Weber-Electric-mobility-at-Daimler-will-be-in-the-six-figures-by-2020.xhtml?oid=11108608>
58. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2016)
«Τα ηλεκτρικά θα φέρουν την επόμενη ενεργειακή κρίση;»
<http://www.4troxoi.gr/epikairota/kosmos/ta-ilektrika-tha-feroyntin-epomeni-energeiaki-krisi>
59. energypress.gr (ενημερωτικό portal για την ενέργεια) (2016) «Το ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο Enfield E8000: Μια ιστορία από τα τέλη της δεκαετίας του '60 ως σήμερα»
<https://energypress.gr/news/ilektrokinito-aytokinito-enfield-8000-mia-istoria-apo-ta-teli-tis-dekaetias-toy-60-os-simera>
60. www.independent.co.uk (ιστοσελίδα ηλεκτρονικής εφημερίδας) (2006) “Enfield Electric Car: The energy crisis of the 1970s spawned a dash for electricity” <http://www.independent.co.uk/life-style/motoring/features/enfield-electric-car-5531344.html>
61. <https://www.aronline.co.uk> (2016)
“The Rivals : Enfield Automotive 8000”
<http://www.aronline.co.uk/cars/enfield/8000electric/the-cars-enfield-automotive-8000/>
<http://apopsy.blogspot.gr> (Ηλεκτρονική Εφημερίδα της Σύρου) (2012)
«ΕΝΦΙΑΝΤ-ΝΕΩΡΙΟΝ: Η περιπέτεια της ηλεκτρικής αυτοκίνησης στη Σύρο τη δεκαετία του '70»
<http://apopsy.blogspot.gr/2012/08/70.html>
62. www.bbc.com (2013)
“The Enfield Thunderbolt: An electric car before its time”
<http://www.bbc.com/news/magazine-25117784>
63. news247.gr (2014)

- «*Enfield 8000: Το πρώτο σύγχρονο ηλεκτρικό I.X. στον κόσμο, ήταν ελληνικό*»
<http://news247.gr/eidiseis/syntenefxeis/enfield-8000-to-prwto-sugxrono-hlektriko-i-x-ston-kosmo-htan-ellhniko.2701531.html>
64. www.drive.gr (2014)
 «*Γνωρίζοντας το πρώτο ελληνικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο*»
<http://www.drive.gr/news/ellada/gnorizontas-proto-elliniko-ilektriko-aytokinito-video>
65. www.history.com (2017)
 “*Energy Crisis 1970s*”
<http://www.history.com/topics/energy-crisis>
66. www.kathimerini.gr (ειδησεογραφικό site) (2017)
 «*Το Opel Ampera-e εντυπωσιάζει με την προηγμένη ηλεκτρική τεχνολογία*»
<http://www.kathimerini.gr/897272/gallery/aytokinhsh/aytokinhsh-epikairothta/to-opel-ampera-e-entypwsiazai-me-thn-prohgmenh-hlektrikh-texnologia>
67. Opel Ampera (2017)
<http://www.ampera-e.com/en/>
68. reneweconomy.com.au (2014)
 “*Enfield 8000: The curious tale of SA’s oldest running EV*”
<http://reneweconomy.com.au/enfield-8000-the-curious-tale-of-sas-oldest-running-ev-68291/>
69. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2014)
<http://www.4troxoi.gr/odigoyme/paroyysiaseis/sti-syro-me-ta-ilektrika-bmw-i3-enfield-8000>
70. www.cnn.gr (2017)
 «*Γιατί η Panasonic βάζει φωτοβολταϊκά στις οροφές των αυτοκινήτων;*»
<http://www.cnn.gr/style/aytokinito/story/87407/giati-i-panasonic-vazei-fotovoltaika-stis-orofes-ton-aytokiniton>
71. Howlett P. Pudney P. (1998) “*An optimal driving strategy for a solar powered car on an undulating road*”, Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems Series A, available at:

- https://www.researchgate.net/profile/Phil_Howlett/publication/266754497_An_optimal_driving_strategy_for_a_solar_powered_car_on_an_undulating_road/links/54b892f40cf269d8cbf6e818.pdf
72. <http://batteryuniversity.com> (2011)
“*Is Li-ion the Solution for the Electric Vehicle?*”
http://batteryuniversity.com/learn/archive/is_li_ion_the_solution_for_the_electric_vehicle
73. Lowe M., Tokuoka S., Trigg T., Gereffi G, (2010) “*Lithium-ion Batteries for the Electric Vehicles: the U.S. Value Chain*”, Center on Globalization, Governance & Competitiveness Duke University, available at: [https://unstats.un.org/unsd/trade/s_geneva2011/refdocs/RDs/Lithium-Ion%20Batteries%20\(Gereffi%20-%20May%202010\).pdf](https://unstats.un.org/unsd/trade/s_geneva2011/refdocs/RDs/Lithium-Ion%20Batteries%20(Gereffi%20-%20May%202010).pdf)
74. Σελέκος Η., Δήμας Ν. (2011) «*Αεροδυναμική και Αεροδυναμικά Βοηθήματα*» Εργαστήριο ΜΕΚ και Τεχνολογίας αυτοκινήτου
<http://iceal.wikidot.com/aerodynamika-voithimata>
75. Πέτρου Α. (2011) «*Αεροδυναμική οχημάτων*» Εργαστήριο ΜΕΚ και Τεχνολογίας αυτοκινήτου
<http://iceal.wikidot.com/aerodinamiki1>
76. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (1999)
“*VW New Beetle*”
<http://www.4troxoi.gr/4tlibrary/article.php?year=1999&month=7&issue=53&cat=Δοκιμές&number=647>
77. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2015)
«*Οδηγούμε: Fiat 500 facelift*»
<http://www.4troxoi.gr/odigoyme/paroyysiaseis/odigoyme-fiat-500-facelift>
78. www.news.gr (2016)
“*Fiat 500S: Με σπορ χαρακτήρα και 500 άλογα*”
<http://www.news.gr/auto/agora/article/268513/fiat-500s-me-spor-harakthra-kai-105-aloga.html>
79. <http://www.fiat.gr> (2016)
“*Fiat 500S: Με σπορ χαρακτήρα και 500 άλογα*”
<http://www.fiat.gr/fiat500/500-sxediasmos-anesi>
80. <http://autostoria.blogspot.gr> (2012)
“*Fiat Nuova 500: Το 500άρaki της Fiat και η ιστορία του*”
<http://autostoria.blogspot.gr/2012/12/fiat-nuova-500-500-fiat.html>
81. www.autotriti.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2013)
“*Δοκιμή Mini Cooper 1,6*”
https://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/110744.asp
82. www.autotriti.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2012)
“*Νέα υλικά κατασκευής αυτοκινήτων*”
https://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/108693.asp
83. www.craftechind.com (2017)
“*13 high performance plastics used in the automotive industry*”
<http://www.craftechind.com/13-high-performance-plastics-used-in-the-automotive-industry/>
84. www.timeshighereducation.com (2005)
“*Engineer who sparked mini revolution*”
<https://www.timeshighereducation.com/books/engineer-who-sparked-mini-revolution/199697.article>

85. DK (2016) «The Classic car book: The Definitive Car History»
available at:
https://books.google.gr/books?id=L6jKDAAAQBAJ&pg=PA149&lpg=PA149&dq=mini+issigonis+characteristics+technical&source=bl&ots=ntmZ0T3X3B&sig=1G2XAX_5i5bWZ6qOvtWv-t9XpQw&hl=el&sa=X&ved=0ahUKEwjCmbDhi5rWAhVDRhQKHUYzA28Q6AEIdDAN#v=onepage&q=mini%20issigonis%20characteristics%20technical&f=false
86. Αναγνωστόπουλος Αλέξανδρος (2005)
«Διάβρωση και Προστασία στα Αυτοκίνητα»
<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/dpm/pdf-files/02-anagnostopoulos-car-corrosion-2005-6.pdf>
87. Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ
«Σύνθετα Υλικά»
http://courseware.mech.ntua.gr/ml00001/mathimata/C1_Sintheta_ilika.pdf
88. "www.autoblog.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2015)
«Ό,τι πρέπει να γνωρίζεις για τα ανθρακονήματα»
<https://www.autoblog.gr/2015/09/01/everything-you-need-to-know-about-carbon-fiber/>
89. www.4troxoi.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2017)
“FW-EVX: Το νέο ηλεκτρικό in-house δάπεδο της Williams”
<http://www.4troxoi.gr/tehnologia/eidiseis-paroysiaseis/fw-evx-neo-ilektriko-house-dapedo-tis-williams>
90. Μαυράκης Σ. (2014) «Αυτό-κινητή αρχιτεκτονική»
https://issuu.com/stavrosmavrakis/docs/auto-mobile_architecture_gr
91. www.gocar.gr (ιστοσελίδα για το αυτοκίνητο) (2012)
“MQB: Η επαναστατική πλατφόρμα από τη VW”
http://www.gocar.gr/news/newmodels/6791,MQB_Epanastatikh_platforma_apo_th_VW.html