

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΥΓΡΩΝ
ΚΑΥΣΙΜΩΝ, ΥΒΡΙΔΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΠΑΚΟΥΡΟΣ

ΤΣΩΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΕΜ : 974
ΤΣΕΛΕΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΑΡΙΟΣ ΑΕΜ : 1095

ΚΟΖΑΝΗ 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο Ενέργεια	7
1.1 Ενέργεια	7
1.2 Παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση	7
1.2.1 ενεργειακή κατανάλωση μεταφορών.....	9
1.3 Καύσιμα μηχανών εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκίνητα οχήματα	9
1.4 Επιπτώσεις από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα CO ₂	9
1.5 Πεπερασμένες πηγές ενέργειας.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο Εμβολοφόρες Παλινδρομικές Θερμικές Μηχανές Εσωτερικής Καύσης	18
2.1 Σύντομα Ιστορικά Στοιχεία	18
2.2 Θερμικές Μηχανές.....	20
2.3 Εμβολοφόρες Παλινδρομικές Θερμικές Μηχανές Εσωτερικής Καύσης	21
2.4 Βενζινοκινητήρες	21
2.5 Κινητήρας Lenoir.....	22
2.6 Βενζινοκινητήρας Otto.....	23
2.7 Πετρελαιοκινητήρας Diesel	24
2.8 Ταξινόμηση	25
2.8.1 Εφαρμογές της πίεσης	25
2.8.2 Σύγκριση με άλλους κινητήρες	25
2.8.3 Βασικοί τύποι κινητήρων	27
2.8.3.1 Τετράχρονος κινητήρας.....	27
2.8.3.2 Δίχρονος κινητήρας	28
2.8.4. Διάταξη κυλίνδρων	29
2.8.5 Περιστροφικός κινητήρας wankel.....	29
2.9 Κατασκευή και λειτουργία τετράχρονου βενζινοκινητήρα.....	31
2.9.1 Σώμα κυλίνδρων.....	31
2.9.2 Θάλαμος καύσης	32
2.9.3 Έμβολο.....	32
2.9.4 Διωστήρας (μπιέλα) και στροφαλοφόρος άξονας.....	34
2.9.5 Βαλβίδες, ωστήρια και ζύγωθρα.....	35
2.9.6 Εκκεντροφόρος άξονας.....	36
2.9.7 Σφόνδυλος.....	36
2.9.8 Τριβείς.....	37
2.9.9 Σύστημα ανάφλεξης.....	37
2.9.10 Εξαεριωτής.....	38
2.9.11 Ψεκασμός καυσίμου.....	39
2.9.12 Υπερτροφοδότης.....	40
2.9.13 Σύστημα ψύξης.....	40
2.9.14 Σύστημα λίπανσης.....	41
2.9.15 Σύστημα εξαγωγής.....	42

2.10 Απόδοση.....	42
2.11 Πετρελαιομηχανές – κινητήρες Diesel.....	43
2.12 Αναγνώριση της πετρελαιομηχανής.....	43
2.13 Ταξινόμηση των μηχανών diesel.....	44
2.14 Διατάξεις των κινητήρων diesel.....	44
2.15 Διαφορές πετρελαιομηχανής – βενζινομηχανής.....	45
2.16 Κύκλος Λειτουργίας κινητήρων Diesel.....	46
2.17 Περιγραφή των μερών της μηχανής diesel.....	48
2.18 Δίχρονες πετρελαιομηχανές.....	51
2.19 Μηχανές εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το υγραέριο.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο Υβριδική τεχνολογία και ηλεκτροκίνητα οχήματα.....	54
3.1 Μικροϋβριδική τεχνολογία.....	59
3.2 Πλήρως υβριδικά αυτοκίνητα.....	61
3.3 Υβριδικά αυτοκίνητα με δυνατότητα φόρτισης των συσσωρευτών τους από το δίκτυο.....	63
3.4 Υπολογισμός της ισχύος των υβριδικών αυτοκινήτων.....	65
3.5 Ηλεκτροκίνηση.....	65
3.5.1 Ταξινόμηση ηλεκτροκίνητων οχημάτων.....	66
3.5.2 Ταξινόμηση αυτόνομων ηλεκτροκίνητων οχημάτων.....	67
3.6 Αναδρομή στις νέες τεχνολογίες ηλεκτροκίνητων.....	68
3.7 Αναδρομή στις τεχνολογίες ηλεκτροχημικών συσσωρευτών.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο Τεχνικοοικονομική ανάλυση.....	73
4.1 Κόστος αγοράς αυτοκινήτου.....	73
4.2 Κόστος λειτουργίας.....	81
4.3 Κόστος λειτουργίας όλων των τύπων σε μια περίοδο 1 έτους συμπεριλαμβανομένου του κόστους αγοράς.....	87
4.4 Κόστος λειτουργίας όλων των τύπων σε μια περίοδο 6 ετών συμπεριλαμβανομένου του κόστους αγοράς.....	92
4.5 Κόστος λειτουργίας όλων των τύπων σε μια περίοδο 15 ετών.....	98
4.6 Μεταβολή του λειτουργικού κόστους από απρόβλεπτους παράγοντες.....	102
4.7 Συνολικό κόστος λειτουργίας μαζί με το κόστος αγοράς στα 15 χρόνια και απόσβεση αυτοκινήτων...123	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο Προτεινόμενες λύσεις για την εφαρμογή της ηλεκτροκίνησης και εταιρίες που πρωτοπορούν στον συγκεκριμένο τομέα.....	128
5.1 Εταιρίες που προωθούν την ηλεκτροκίνηση αλλά και εταιρίες με καινοτομίες και πρωτότυπες ιδέες που δίνουν λύσεις στο πρόβλημα της αυτοκίνησης.....	129
5.2 Τα προβλήματα της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα.....	132
5.3 Αργή/Οικιακή Φόρτιση.....	132
5.4 Ημιταχεία/Κοινόχρηστη φόρτιση.....	133
5.5 Ταχεία φόρτιση.....	133
Βιβλιογραφία.....	135

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η τεχνοοικονομική μελέτη των μηχανών εσωτερικής καύσης όλων των υγρών καυσίμων (βενζίνης,diesel,υγραερίου), υβριδικής τεχνολογίας και ηλεκτροκίνητων οχημάτων.

Η προσέγγιση αυτού του θέματος δομείται σε τέσσερα κεφάλαια. Αρχικά σκιαγραφείται το θεωρητικό πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσονται γενικές έννοιες σχετικά με την ενέργεια και τις επιπτώσεις της μη ορθολογικής της χρήσης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται όλες οι τεχνολογίες και όλοι οι τύποι κινητήρων και οχημάτων που χρησιμοποιούνται.

Σε διαφορετικό κεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι κυριότερες τεχνολογίες και τύποι κινητήρων που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή παγκοσμίως και θα εξεταστούν ως προς το κόστος αγοράς τους, το κόστος λειτουργίας καθώς και τον χρόνο απόσβεσης. Στο τέλος πραγματοποιείται μια προσπάθεια ερμηνείας των δεδομένων καθώς παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα από την επεξεργασία τους.

Στο σημείο αυτό θεωρώ σκόπιμο να επισημάνω ότι η εργασία μου δεν θα είχε εκπληρωθεί χωρίς τη συμπαράσταση ,συνεργασία και βοήθεια πολλών ανθρώπων. Για αυτό ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ.Ιωάννη Μπακούρο, αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών και επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής εργασίας για την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσέφερε σε όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου, καθώς και τα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Γεώργιο Νενέ και τον κ. Δημήτριο Κολοκοτρώνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 Ενέργεια

Η ενέργεια είναι ίσως από τα σημαντικότερα πράγματα τα οποία χρησιμοποιούμε στη καθημερινή μας ζωή. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τις καθημερινές δραστηριότητες που συνδέονται με την κατανάλωση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας. Η σημαντικότητα της υποτιμήθηκε αρκετά τα τελευταία χρόνια καθώς βρισκόταν σε αφθονία, όμως αυτό πρόκειται να αλλάξει καθώς πλέον έχει τεθεί ως προτεραιότητα η προστασία του περιβάλλοντος και η ορθολογική χρήση της ενέργειας.

Ιστορικά η χρήση της ενέργειας και της τεχνολογίας σηματοδότησε τη μετάβαση στη βιομηχανική εποχή. Σχεδόν οι περισσότερες ανθρώπινες ή ζωτικές δραστηριότητες των εργασιών αντικαταστάθηκαν από τα μηχανήματα. Η ταχύτερη ανάπτυξη των τελευταίων αιώνων στα βιομηχανοποιημένα κράτη οφειλόταν κυρίως στην απεριόριστη χρήση κάρβουνου, αερίου και πετρελαίου, δηλαδή στην φθηνή ενέργεια.

Τα τελευταία χρόνια όμως παρατηρείται μια τάση για αύξηση του κόστους της ενέργειας. Αυτό οφείλεται κυρίως στο πετρέλαιο, τα αποθέματα του οποίου εντοπίζονται σε όλο και μεγαλύτερο βάθος, γεγονός που καθιστά ακριβότερη την εξόρυξη του. Επίσης, ένας ακόμη λόγος είναι η ταχύτερη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου χαρακτηριστικό παράδειγμα του οποίου είναι η μαζική χρήση του αυτοκινήτου, κάτι που έχει οδηγήσει σε απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Προκειμένου λοιπόν ο άνθρωπος να ανταπεξέλθει στις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες που προκύπτουν καλείται να κάνει ανακαλύψει αποτελεσματικότερους τρόπους διαχείρισης και κατανάλωσης της ενέργειας που χρησιμοποιεί.

(Πηγή: Διπλωματική Εργασία-Τσιπούρης Γιώργος)

1.2 Παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση

Η ενέργεια που καταναλώνεται παγκοσμίως αναφέρεται στην συνολική ενέργεια που καταναλώνεται από τον ανθρώπινο πολιτισμό. Τυπικά μετρείται ανά έτος, περιέχει την συνολική ενέργεια που αξιοποιούμε από κάθε ενεργειακή πηγή, από την κάλυψη καθημερινών ανθρώπινων δραστηριοτήτων έως τον βιομηχανικό και τεχνολογικό τομέα, σε κάθε χώρα. Διάφορα ινστιτούτα (International Energy Agency, Energy Information Administration) καταγράφουν και δημοσιοποιούν τα στοιχεία που σχετίζονται με την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Σύμφωνα με

τα στοιχεία του Διεθνούς Πρακτορείου Ενέργειας από το 1990 έως το 2008, η μέση ενέργεια που χρησιμοποιείται ανά άνθρωπο αυξήθηκε κατά 10% ενώ ο ανθρώπινος πληθυσμός αυξήθηκε κατά 27%.

Η μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης για την κάθε περιοχή από το 1990 έως το 2008 παρουσιάζεται ως εξής: Στη Μέση Ανατολή παρουσιάζεται αύξηση 170%, στη Κίνα 146%, στην Ινδία 91%, στην Αφρική 70%, την Λατινική Αμερική 66%, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής 20%, στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 μείωση κατά 7% και συνολικά στον κόσμο παρουσιάζεται αύξηση κατά 39%. Το 2008, η συνολική ενεργειακή κατανάλωση ήταν 474 exajoules (474×10^{18} J). Οι δυνατότητες παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι : Ηλιακή Ενέργεια 1600 EJ, Αιολική Ενέργεια 600 EJ, Γεωθερμική Ενέργεια 500 EJ, Βιομάζα 250 EJ, Υδροηλεκτρική Ενέργεια 50 EJ και Ωκεάνια Ενέργεια 1EJ. Η ενεργειακή κατανάλωση των G20 αυξήθηκε περισσότερο από 5% το 2010 μετά από μία μικρή μείωση το 2009, όπου η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση μειώθηκε για πρώτη φορά μετά από 30 χρόνια κατά 1.1% εξαιτίας της οικονομικής κρίσης. Αυτή η εξέλιξη είναι το αποτέλεσμα δύο αντίθετων τάσεων. Η αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης παραμένει έντονη σε διάφορες αναπτυσσόμενες ηπείρους, κυρίως στην Ασία (+4%). Στην Βόρεια Αμερική, την Ευρώπη και την Κοινοπολιτεία Ανεξάρτητων Κρατών, η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 4.5%, 5% και 8.5% αντίστοιχα εξαιτίας της μειωμένης οικονομικής δραστηριότητας. Η Κίνα έγινε ο μεγαλύτερος ενεργειακός καταναλωτής (18% της συνολικής κατανάλωσης) καθώς το 2009 αυξήθηκε κατά 8%. Το πετρέλαιο παραμένει η μεγαλύτερη ενεργειακή πηγή (33%) παρόλο που η τιμή του αυξήθηκε στην πάροδο του χρόνου. Οι γαιάνθρακες έπαιξαν μεγάλο ρόλο στην παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση καθώς το 2009 αντιστοιχούσαν στο 27% της συνολικής παραγωγής.

Η μελέτη της ενεργειακής κατανάλωσης ανάλογα με τον τομέα μας δίνει τα εξής αποτελέσματα: Βιομηχανικοί χρήστες (γεωργία, ορυχεία, βιομηχανία και κατασκευή) καταναλώνουν περίπου το 28% της συνολικής ενέργειας παγκοσμίως. Οι συγκοινωνίες αντιστοιχούν στο 27% ενώ η ενέργεια που καταναλώνεται στα σπίτια και στις υπηρεσίες αντιστοιχεί στο 36%. Η ενέργεια που δεν χρησιμοποιείται λόγω των απωλειών εκτιμάται στο 9%.

(Πηγή: Διπλωματική Εργασία-Τσιπούρης Γιώργος)



Εικόνα 1.1.1: Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης ως προς τον τομέ (Πηγή: Διεθνές Πρακτορείο Ενέργειας-International Energy Agency)

1.2.1 Ενεργειακή κατανάλωση μεταφορών

Όπως μπορούμε να δούμε στο παραπάνω διάγραμμα το 27% της ενεργειακής κατανάλωσης αφορά τις μεταφορές. Στα ίδια ποσοστά βρίσκεται και η βιομηχανία με ποσοστό 28%. Όμως για τις αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον ευθύνονται κυρίως τα μεταφορικά μέσα κάθε είδους. Τα μέσα αυτά αποτελούν κινούμενες πηγές ρυπαντικών ουσιών. Όμως ρύποι παράγονται και σε όλα τα στάδια παραγωγής των υγρών καυσίμων, απ'την εξόρυξη μέχρι την αποθήκευσή τους στις δεξαμενές αποθήκευσης πάνω στα οχήματα. Ομοίως, ρύποι παράγονται και στις βιομηχανίες κατασκευής των υλικών, απ'τα οποία δημιουργούνται όλα τα μέσα μεταφορών και απ'τα οποία τα κυριότερα είναι τα μεταλλικά και τα πλαστικά υλικά. Αλλά πρέπει να επισημανθεί ότι στις βιομηχανικές μονάδες της παραγωγής των υλικών, της διαμόρφωσης αυτών και της συναρμολόγησής τους μέχρι την τελική δημιουργία των μέσων μεταφοράς, υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής διαφόρων τεχνολογιών για την κατακράτηση ορισμένων ρύπων. Αυτό είναι πολύ δύσκολο ή σχεδόν αδύνατο να εφαρμοστεί στα μεμονωμένα οχήματα. Ο αριθμός των μεταφορικών μέσων σε όλα τα μέρη του πλανήτη αυξάνεται διαρκώς ανάλογα με την πληθυσμιακή αύξηση και την και τους στόχους ευημερίας και βελτίωσης του επιπέδου ζωής. Υπάρχουν στατιστικά στοιχεία για διάφορες χρονικές περιόδους, χωρίς να είναι εύκολος ο ακριβής προσδιορισμός του αριθμού των μεταφορικών μέσων. Απ'τα στοιχεία που προέκυψαν απ'την αναζήτηση μέσω του διαδικτύου, μπορούν προσεγγιστικά να δοθούν τα ακόλουθα μεγέθη:

1996 : Σε παγκόσμιο επίπεδο ο συνολικός αριθμός των αυτοκινήτων ήταν 671.358.000.

Για σύγκριση με προηγούμενα έτη αυτοί οι αριθμοί ήταν : 1970 : 216.608.470

1985 : 484.000.000

1996 : 671.358.000

Κατ'εκτίμηση σήμερα (2013) ο συνολικός αριθμός αυτοκινήτων είναι της τάξεως των 900.000.000.Εαν παραμείνει ο σημερινός ρυθμός ανάπτυξης,όπως επίσης και η γρήγορη οικονομική ανάπτυξη πολυπληθών χωρών (κίνα,ινδία) θα οδηγήσουν σε μεγαλύτερους αριθμούς.

1.3 Καύσιμα μηχανών εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκίνητα οχήματα.

Όλες οι μηχανές εσωτερικής καύσης χρησιμοποιούν ως καύσιμο οργανικές ενώσεις(ενώσεις που αποτελούνται από άνθρακα, δηλαδή βενζίνη, μαζούτ,

ντήζελ,βιοαιθανόλη,υραέριο) ενώ τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν ως πηγή ενέργειας το ηλεκτρικό ρεύμα. Αν και η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος για την παραγωγή έργου δεν εκλύει ουσίες στο περιβάλλον, σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα προκύπτει απ'τον τρόπο με τον οποίο το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται. Ο τρόπος αυτός είναι σε μεγάλο ποσοστό η καύση υδρογονανθράκων.



Εικόνα 1.3.1: Κατανομή παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ανάλογα με το καύσιμο (Πηγή:Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης-ΟΕCD)

Όπως παρατηρούμε από το παραπάνω διάγραμμα το σύνολο των οργανικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ανέρχεται στο 68%.Πρόβλημα αποτελεί το γεγονός ότι και στις δύο περιπτώσεις καυσίμων, οργανικών ή ηλεκτρικού ρεύματος, εκλύονται μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο είναι υπεύθυνο για μια πληθώρα περιβαλλοντικών προβλημάτων ,όπως θα δούμε στη συνέχεια.

(Πηγή: Διπλωματική Εργασία-Τσιπούρης Γιώργος)

1.4 Επιπτώσεις από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα CO₂

Η τροπόσφαιρα είναι το χαμηλότερο κομμάτι της ατμόσφαιρας, περίπου 10-15 χιλιόμετρα πάχος. Μέσα στην τροπόσφαιρα υπάρχουν αέρια τα οποία ονομάζονται αέρια θερμοκηπίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία φτάσει στη Γη, ένα μέρος της μετατρέπεται σε θερμότητα. Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν ένα μέρος της

ακτινοβολίας και την εγκλωβίζουν κοντά στην επιφάνεια της Γης, έτσι ώστε να θερμαίνεται. Αυτή η διαδικασία, γνωστή και ως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, έχει ανακαλυφθεί πολλά χρόνια πριν και επιβεβαιώθηκε αργότερα μέσα από εργαστηριακά πειράματα και ατμοσφαιρικές μετρήσεις.











Η ζωή όπως την γνωρίζουμε σήμερα υπάρχει μόνο και μόνο εξ'αιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς μέσα από αυτόν τον μηχανισμό ρυθμίζεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Σε περίπτωση που δεν υπήρχε το φαινόμενο του θερμοκηπίου ολόκληρη η επιφάνεια της Γης θα καλυπτόταν με πάγο. Η ποσότητα της θερμότητας που εγκλωβίζεται στην τροπόσφαιρα καθορίζει την θερμοκρασία της Γης. Η ποσότητα της θερμότητας στην τροπόσφαιρα εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις των διάφορων αερίων του θερμοκηπίου και από την διάρκεια που αυτά τα αέρια παραμένουν στην ατμόσφαιρα. Το πιο σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, οι χλωροφθοράνθρακες, τα οξείδια του νατρίου και το μεθάνιο.

Από τότε που ξεκίνησε η βιομηχανική επανάσταση το 1850, οι ανθρώπινες δραστηριότητες προκάλεσαν την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, όπως οι χλωροφθοράνθρακες και το διοξείδιο του άνθρακα. Αυτό προκάλεσε ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα : οι ποσότητες των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου αυξήθηκαν τόσο πολύ, προκλήθηκε αύξηση της θερμοκρασίας και το κλίμα άρχισε να αλλάζει. Αυτή η μη φυσιολογική αύξηση της θερμοκρασίας σε όλο τον πλανήτη εξ'αιτίας των αερίων του θερμοκηπίου ονομάστηκε είναι γνωστή και ως υπερθέρμανση. Είναι πιθανό η υπερθέρμανση να ευθύνεται για την αύξηση της έντασης των καταιγίδων και για το λιώσιμο των πάγων στους πόλους, το οποίο θα προκαλέσει την αύξηση της στάθμης της θάλασσας πλημμυρίζοντας έτσι κατοικημένες περιοχές και δημιουργώντας και άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Μαζί με το υδρογόνο, το διοξείδιο του άνθρακα είναι το κύριο αέριο του θερμοκηπίου. Ωστόσο το υδρογόνο δεν εκλύεται κατά τις βιομηχανικές διαδικασίες. Οι άνθρωποι δεν συμβάλλουν στην ποσότητα του υδρογόνου που υπάρχει στον αέρα. Η μόνη μεταβολή που πραγματοποιείται οφείλεται στην αλλαγή φάσης του κατά τον υδρογονικό κύκλο, με αποτέλεσμα να μην σχετίζεται με την παγκόσμια υπερθέρμανση. Στην αύξηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται το 50-60% της παγκόσμιας υπερθέρμανσης. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα αυξήθηκαν από 280 ppm το 1850 σε 364 το 1990. Με άλλα λόγια αυξήθηκαν κατά 30%. Την δεκαετία 1990-2000 τετραπλασιάστηκαν και συνεχίζουν να αυξάνονται με ακόμη μεγαλύτερο ρυθμό.

Οι αιτίες του φαινομένου είναι οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, η καύση οργανικών καυσίμων για την παραγωγή ρεύματος προκαλεί το 70-75% των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και είναι ο κύρια πηγή εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα. Το υπόλοιπο 20-25% των εκπομπών προκαλείται από την αποψίλλωση των δασών και τις πυρκαγιές και τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι περισσότερες εκπομπές που οφείλονται στον βιομηχανικό τομέα προέρχονται από

κυρίως από ανεπτυγμένες χώρες όπως η Κίνα, η Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και η Ευρώπη των 27. Παρακάτω φαίνονται οι δέκα πρώτες χώρες που συμβάλλουν στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα.

Χώρα	Ετήσιες εκπομπές CO ₂ (σε χιλιάδες τόνους)	Ποσοστό των παγκόσμιων εκπομπών
 Κίνα	7,031,916	23.53%
 Η.Π.Α	5,461,014	18.27%
 Ευρωπαϊκή Ένωση	4,177,817	13.98%
 Ινδία	1,742,698	5.83%
 Ρωσία	1,708,653	5.72%
 Ιαπωνία	1,208,163	4.04%
 Γερμανία	786,66	2.63%
 Καναδάς	544,091	1.82%
 Ιράν	538,404	1.8%
 Ηνωμένο Βασίλειο	522,856	1.75%

Εικόνα 1.4.1: Ετήσιες εκπομπές CO₂ για τις πρώτες δέκα χώρες (Πηγή: Wikipedia)

Οι προβλέψεις για αυτόν τον αιώνα δείχνουν ότι οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα θα συνεχίσουν να αυξάνονται με μεγαλύτερο ρυθμό συνεχίζοντας να προκαλούν ακόμη πιο έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η λήψη μέτρων για περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα είναι πλέον επιτακτική ανάγκη καθώς πρέπει να λάβουμε υπόψη και το γεγονός ότι το διοξείδιο του άνθρακα παραμένει στην ατμόσφαιρα από 50 έως 200 χρόνια. Ένα ακόμη περιβαλλοντικό πρόβλημα που έχει την ρίζα του στις αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι τα ακραία καιρικά φαινόμενα με την διαρκώς αυξημένη συχνότητα εμφάνισής τους. Ένα παράδειγμα είναι οι τυφώνες που πολλές φορές εκτός από τις τεράστιες υλικές ζημιές που προκαλούν στοιχίζουν και ανθρώπινες ζωές.

(Πηγή: Διπλωματική Εργασία-Παναγιώτης Ασημακόπουλος)

1.5 Πεπερασμένες πηγές ενέργειας

Τα ορυκτά καύσιμα χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια για να δημιουργηθούν. Η αλόγιστη χρήση και σπατάλη τους αποτελεί ανευθυνότητα στις επόμενες γενιές και

συνεπάγεται μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος. Η συγκέντρωση του κόσμου στα μεγάλα αστικά κέντρα, η ένταση των δραστηριοτήτων, τα μέσα μεταφοράς και γενικότερα ο τρόπος ζωής οδήγησαν στην αύξηση των ενεργειακών αναγκών με αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Από τα μέσα του 18ου αιώνα όταν κατασκευάστηκε η πρώτη ατμομηχανή σηματοδοτήθηκε η έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης. Έκτοτε, με ταχύτετους ρυθμούς περνώντας από διάφορα στάδια (ηλεκτρισμός, ανάπτυξη των συγκοινωνιών, κλπ) φτάσαμε στη σημερινή εποχή, την εποχή των τεχνολογικών αλμάτων και της ενεργειακής πρόκλησης.

Η ουσία του ενεργειακού προβλήματος βρίσκεται στην συσχέτιση των ενεργειακών αποθεμάτων που τείνουν να μειώνονται με τις απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας που διαρκώς αυξάνονται, καθώς και με τις εκπομπές αέριων ρύπων που εκλύονται στην ατμόσφαιρα κατά την κατανάλωση ενέργειας. Είναι αρκετά εύκολο να κατανοήσουμε τι σημαίνει αύξηση της ενέργειας που καταναλώνεται αν αναλογιστούμε το πλήθος των ηλεκτρικών συσκευών που έχουμε σήμερα στο σπίτι μας σε σχέση με τις συσκευές που είχαμε, ας πούμε, πριν 30 χρόνια, ή τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν τώρα στους δρόμους σε σχέση με τότε.

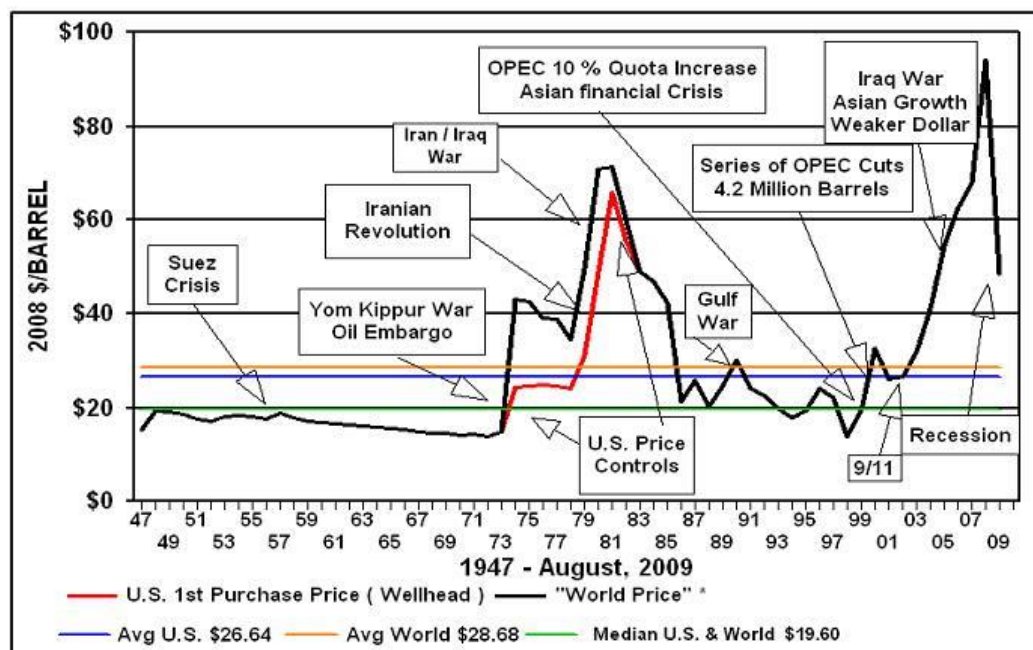
- Το 1929 ο πληθυσμός της γης ήταν 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι και κάθε ένας, κατά μέσο όρο, δαπανούσε ενέργεια 12 ανθρώπων της προβιομηχανικής εποχής
- Το 1979 ο πληθυσμός της γης ήταν 4 δισεκατομμύρια και κατά μέσο όρο κάθε άνθρωπος δαπανούσε ενέργεια 27 προβιομηχανικών ανθρώπων
- Το 2020 ο πληθυσμός της γης προβλέπεται να είναι 9 δισεκατομμύρια περίπου και κάθε άνθρωπος θα καταναλώνει ενέργεια 43 προβιομηχανικών ανθρώπων

Το 1973, όταν εκδηλώθηκε η πρώτη ενεργειακή κρίση όταν η τιμή του πετρελαίου πενταπλασιάστηκε μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα, διαπιστώνεται η άμεση σχέση της ενεργειακής πολιτικής και της εθνικής ανεξαρτησίας μιας χώρας και συνειδητοποιείται το γενικότερο πρόβλημα του εξαντλήσιμου των ενεργειακών αποθεμάτων. Κατά την περίοδο αυτή εξαγγέλλονται για πρώτη φορά προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας και αναζητούνται εναλλακτικές πηγές αντί τα ορυκτά καύσιμα..

Η εξάντληση ενεργειακών πόρων επιφέρει ενεργειακές κρίσεις λόγω της γεωγραφικά άνιση κατανομής τους και αποτελεί μια από τις αιτίες γεωπολιτικών και οικονομικών κρίσεων. Για λόγους γεωστρατηγικής και γεωοικονομίας δεν υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία για τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου,

είναι όμως βέβαιο ότι υπάρχουν ακόμη περιοχές του πλανήτη όπου κοιτάσματα υδρογονανθράκων δεν έχουν εντοπισθεί.

Η ενέργεια ως εμπορικό αγαθό με ανταλλακτική αξία αποτελεί μέχρι σήμερα αντικείμενο ανταγωνισμού επιχειρήσεων και κερδοσκοπίας με αποτέλεσμα οι συνεχείς διακυμάνσεις των τιμών των πετρελαιοειδών να μην οφείλονται σε ομαλή εφαρμογή της προσφοράς και της ζήτησης. Σε διεθνές επίπεδο οι τιμές του πετρελαίου φαίνεται να επηρεάζονται σημαντικά από στρατιωτικά, πολιτικά και οικονομικά συμφέροντα.



Εικόνα 1.5.1: Πορεία της τιμής της τιμής του πετρελαίου με βάση συγκεκριμένα ιστορικά γεγονότα
Πηγή: WTRG Economics

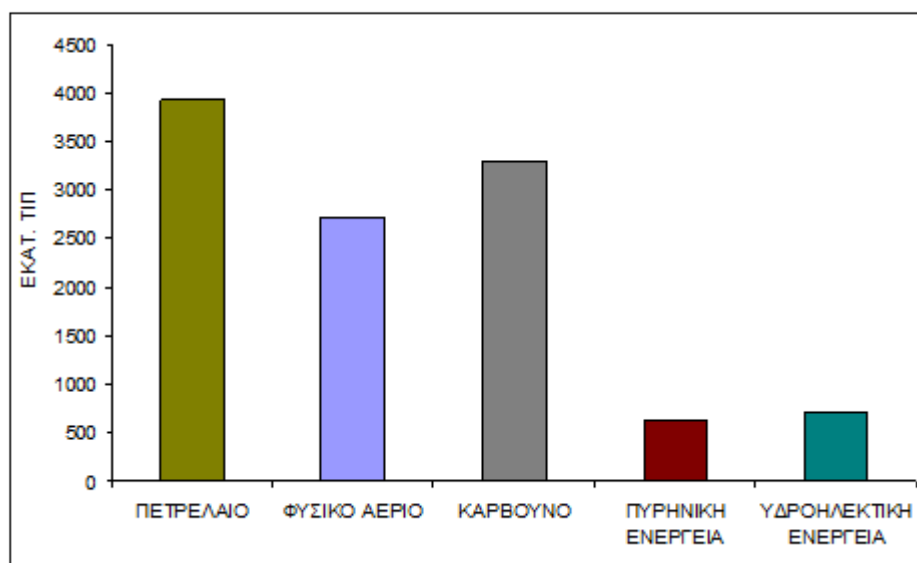
Η αστάθεια στις τιμές των πετρελαιοειδών τα τελευταία χρόνια, η ανάγκη για διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού των χωρών, η αλλαγή των κλιματικών συνθηκών του πλανήτη, η αύξηση της ενεργειακής εξάρτησης από τις εισαγωγές σε συνδυασμό με την έκρηξη της ενεργειακής ζήτησης των αναδυόμενων οικονομιών, ιδίως της Κίνας και της Ινδίας, κάνει ολοένα και επιτακτικότερη την ανάγκη καθιέρωσης ενός νέου σχεδίου δράσης σε τοπικό και διεθνές επίπεδο, για να επιτευχθεί επίλυση του προβλήματος.

Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι είναι ιδιαίτερα δύσκολο να εκτιμηθούν με ικανοποιητική ακρίβεια οι ενεργειακές εξελίξεις τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Σε κάθε περίπτωση όμως η ενέργεια στο μέλλον θα καθορισθεί από την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, τις περιβαλλοντικές μεταβολές και την ωρίμανση των νέων τεχνολογιών.

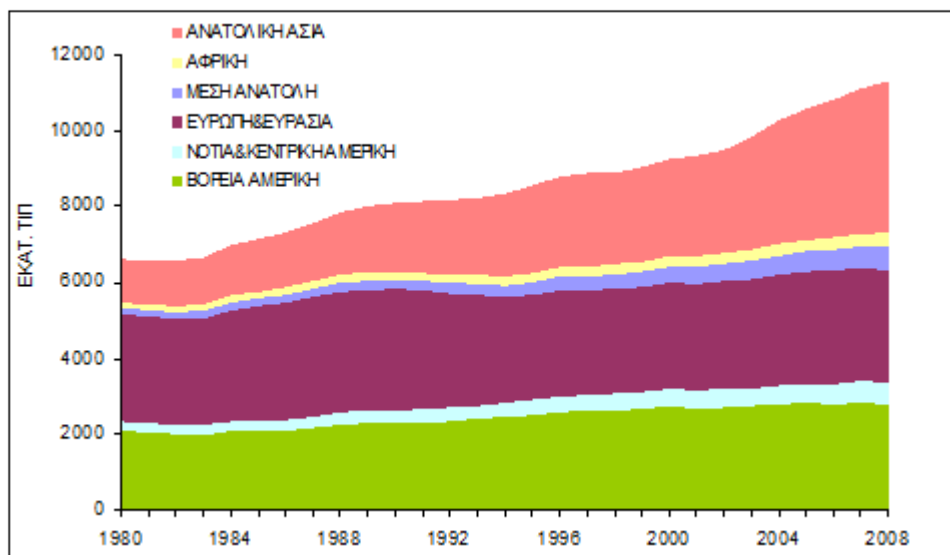
Με τα μέχρις στιγμής γνωστά στοιχεία τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου είναι συγκεντρωμένα σε λίγες μόνον χώρες. Η Μέση Ανατολή προμηθεύει σήμερα το 30% της παγκόσμιας αγοράς σε πετρέλαιο, ενώ διαθέτει περισσότερο από τα μισά

αποθέματα. Παράλληλα, τα μισά από τα συνολικά αποθέματα φυσικού αερίου ανήκουν σε δύο μόνο χώρες, τη Ρωσία και το Ιράν. Σήμερα, το 50% των ενεργειακών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλύπτονται από εισαγωγές, ενώ περίπου 70% των αναγκών της αναμένεται να καλύπτονται επίσης με εισαγωγές το 2030, αν βεβαίως οι σημερινές τάσεις συνεχιστούν.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις αναλυτών, μέχρι το 2020 η παγκόσμια πρωτογενή ενέργεια θα καλύπτεται σε ποσοστό 90% από τα ορυκτά καύσιμα. Η αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αλλά και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο δεν αφήνουν περιθώριο εφησυχασμού. Τέλος, οι νέες τεχνολογίες στον ενεργειακό τομέα βασίζονται κυρίως στις καθαρές τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων και στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα θα πρέπει να επιλύσουν ζητήματα όπως για παράδειγμα την πιθανή αύξηση του pH των ωκεανών από την έκχυση του CO₂ στα βάθη της θάλασσας, ή το κόστος εφαρμογής της τεχνολογίας αυτής. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σαφώς μπορούν να συνεισφέρουν ως ένα βαθμό τόσο στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος, εμφανίζουν όμως σημαντικές τεχνολογικές αδυναμίες και απαιτούν τεράστιες επενδύσεις.



Εικόνα 1.5.2: Παγκόσμια Ενεργειακή Κατανάλωση ανά Τύπο Καυσίμου (2008) Πηγή: BP. *Statistical Review of World Energy (Jun. 2009)*



Εικόνα 1.5.2: Ενεργειακή Κατανάλωση ανά Γεωγραφική Περιοχή Πηγή: BP. Statistical Review of World Energy (Jun. 2009)

Μείωση της κατανάλωσης καυσίμων κατά 50% μέχρι το 2030

Στο μεταξύ δυο νέες έρευνες της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας (IEA) με έδρα το Παρίσι υποστηρίζουν ότι με την υιοθέτηση συγκεκριμένων πολιτικών και τεχνολογιών η κατανάλωση καυσίμων στα αυτοκίνητα θα μπορούσε να μειωθεί κατά το ήμισυ μέχρι το 2030.

Και οι δυο έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι πολλές «πράσινες» τεχνολογίες, ικανές να βελτιώσουν την αποδοτικότητα των καυσίμων στον τομέα της αυτοκίνησης, είναι σήμερα εμπορικά βιώσιμες, ωστόσο παρουσιάζουν χαμηλή διείσδυση στην αγορά.

Εναλλακτικά καύσιμα θα μπορούν να βρίσκουν οι οδηγοί στα περισσότερα πρατήρια της ΕΕ ως το 2020.

Αν οι καταναλωτές στραφούν περισσότερο στα αυτοκίνητα που κινούνται με ηλεκτρισμό, υδρογόνο και φυσικό αέριο -αντί για πετρέλαιο και βενζίνη- η ΕΕ θα επιτύχει να ανεξαρτητοποιηθεί από τις εισαγωγές πετρελαίου καθώς και να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Ωστόσο, η εκτεταμένη χρήση εναλλακτικών καυσίμων καθυστερεί λόγω του υψηλού κόστους των κατάλληλων οχημάτων, του χαμηλού επιπέδου αποδοχής από τους καταναλωτές και την έλλειψη πρατηρίων επαναφόρτισης και ανεφοδιασμού.

Για να εξαλείψει αυτά τα εμπόδια, η Επιτροπή σχεδιάζει να θεσπίσει δεσμευτικούς στόχους και κοινά πρότυπα. Τα κύρια προτεινόμενα μέτρα είναι τα εξής:

*ηλεκτρική ενέργεια: θα υπάρξει ένας ελάχιστος αριθμός σημείων επαναφόρτισης ανά χώρα και θα καθιερωθεί ένα κοινό βύσμα, ώστε οι οδηγοί να μπορούν να επαναφορτίσουν τα οχήματά τους οπουδήποτε στην ΕΕ

*υδρογόνο: θα θεσπιστούν κοινά πρότυπα για σωληνώσεις και άλλα στοιχεία σε πρατήρια ανεφοδιασμού σε 14 χώρες της ΕΕ

υγροποιημένο φυσικό αέριο (ΥΦΑ): θα υπάρξουν πρατήρια ανεφοδιασμού για τα φορτηγά ανά 400 χλμ στο προτεινόμενο ενοποιημένο διευρωπαϊκό δίκτυο • θα χρειαστούν επίσης πρατήρια για τον ανεφοδιασμό σκαφών και στους 139 λιμένες θαλάσσιας και εσωτερικής ναυσιπλοΐας σε όλο το δίκτυο

*πεπιεσμένο φυσικό αέριο: θα προβλεφθούν σημεία ανεφοδιασμού προσπελάσιμα σε όλους, εξοπλισμένα με κοινά πρότυπα, σε όλη την Ευρώπη, με μέγιστη απόσταση 150 χιλιομέτρων μεταξύ τους, έως το 2020.

Τα κράτη μέλη της ΕΕ θα είναι σε θέση να υλοποιήσουν αυτές τις αλλαγές τροποποιώντας την εθνική νομοθεσία και φορολογία για να ενθαρρύνουν τις ιδιωτικές επενδύσεις σ' αυτόν τον τομέα. Η ΕΕ διαθέτει ήδη χρηματοδοτικούς πόρους για τέτοιες αλλαγές.

Οι προτάσεις δεν αφορούν άλλα εναλλακτικά καύσιμα για τα οποία είτε χρησιμοποιούνται οι υπάρχουσες υποδομές (βιοκαύσιμα και συνθετικά καύσιμα) είτε έχουν ήδη κατασκευαστεί βασικές υποδομές (υγραέριο).

—Ανάπτυξη ενός σύγχρονου δικτύου

Το 84% περίπου του πετρελαίου που χρησιμοποιείται για όλα τα μεταφορικά μέσα (αξίας 1 δις ευρώ περίπου την ημέρα το 2011) προέρχεται από εισαγωγές και μάλιστα, κατά κύριο λόγο, από ασταθείς περιοχές του κόσμου και συνεπώς δημιουργεί ανασφάλεια όσον αφορά τον ανεφοδιασμό.

Η στροφή προς καθαρότερα καύσιμα είναι ένας σαφής τρόπος για μεγαλύτερη ανεξαρτητοποίηση της ευρωπαϊκής οικονομίας όσον αφορά την ενέργεια, αλλά και προστασίας του περιβάλλοντος.

Η προσέγγιση αυτή είναι εναρμονισμένη με τον χάρτη πορείας της Επιτροπής για τις μεταφορές, ο οποίος θέτει στόχους τόσο για την αύξηση της κινητικότητας όσο και για περαιτέρω ολοκλήρωση των δικτύων μεταφορών της ΕΕ μέχρι το 2050 με ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Οι μελέτες μάλιστα υποστηρίζουν ότι με την εφαρμογή καινοτόμων πολιτικών η ζήτηση για πετρέλαιο μπορεί να παραμένει σταθερή μέχρι το 2050 ακόμα και αν ο αριθμός των αυτοκινήτων στους δρόμους διπλασιαστεί.

Τη μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση στο μέσο όρο εκπομπών άνθρακα σε ολόκληρη την Ευρώπη παρουσίασαν τα Ι.Χ. που πωλήθηκαν στην Ελλάδα το 2011, σύμφωνα με τα πρώτα στοιχεία έρευνας της εταιρείας JATO, της μεγαλύτερης εταιρείας έρευνας αγοράς αυτοκινήτου παγκοσμίως.

Από τα 142,5 g/km το 2010, ο μέσος όρος εκπομπών άνθρακα των μοντέλων που πωλήθηκαν το 2011 έπεσε στα 132,5 g/km, σημειώνοντας πτώση της τάξεως του 9,9%.

Η Πορτογαλία διατηρεί την πρωτιά στη λίστα των αγορών «καθαρότερων» αυτοκινήτων, ενώ η Ελβετία παραμένει η μόνη χώρα με μέσο όρο εκπομπών άνω των 150 g/km. Από τις λεγόμενες Πέντε Μεγάλες αγορές της Ευρώπης, η Γαλλία και

η Ιταλία κατάφεραν να διαμορφώσουν μέσους όρους εκπομπών κάτω των 130 g/km, ενώ η Γερμανία συνεχίζει να υπολείπεται όλων των Ευρωπαϊκών χωρών, πλην της Ελβετίας.

Τέλος θα αναφέρουμε και δυο λόγια για το υγραέριο και τα υγραεριοκίνητα οχήματα τα οποία έχουν αρχίσει και μπαίνουν για τα καλά στην ευρωπαϊκή και στις διεθνείς αγορές.

Αναζητώντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υγραεριοκίνησης στο αυτοκίνητο, η αποστολή του ερευνητή είναι μια εύκολη υπόθεση και ξεκινά από το φλέγον τα τελευταία χρόνια θέμα: το περιβάλλον!

Υγραεριοκίνηση = Λιγότεροι ρύποι στο περιβάλλον.

Αναμφισβήτητα το υγραέριο είναι περιβαλλοντικά μακράν προτιμότερο από οποιοδήποτε άλλο ορυκτό καύσιμο.

Είναι χαρακτηριστικό πως οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυτοκινήτων με υγραέριο, συγκρινόμενες με αυτές από βενζινοκίνητα (αμόλυβδης) οχήματα, είναι μειωμένες κατά τουλάχιστον 20%.

Όσο, δε, για τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα που επίσης εκπέμπουν εξίσου χαμηλά ποσοστά διοξειδίου του άνθρακα, η μεγάλη διαφορά είναι πως αφενός ο κινητήρας που καίει υγραέριο είναι πολύ πιο ήσυχος από αυτόν τον σούπερ θορυβώδη του πετρελαίου.

Ωστόσο το κυριότερο πλεονέκτημα είναι πως ενώ το υγραέριο εξατμίζεται άμεσα εκτός των δεξαμενών φύλαξής του, το πετρέλαιο είναι εξαιρετικά επιβαρυντικό αν χυθεί στο περιβάλλον. Και επίσης είναι και πολύ πιο ασφαλές από την εύλεκτη βενζίνη.

Συγκριτικά, τέλος, το υγραέριο παράγει πολύ λιγότερο διοξείδιο του αζώτου από ό,τι το πετρέλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΕΣ-ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

2.1 ΣΥΝΤΟΜΑ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Την αρχή έκανε στην Γαλλία, το έτος 1769, ο Νικολά Κουνιό (Nicolas Joseph Cugnot), δημιουργώντας το πρώτο αυτοκίνητο όχημα, ένα ατμοκινούμενο αμάξι, το *fardier*. Το ασταθές αυτό όχημα ανετράπη και χτύπησε σε ένα τοίχο, αποτελώντας έτσι και το πρώτο ατύχημα με αυτοκινούμενο όχημα στην ιστορία.

Το έτος 1770, ο Γερμανο-Αυστριακός εφευρέτης Ζίγκφριντ Μάρκους (Siegfried Marcus) συναρμολόγησε ένα αμαξίδιο. Το όχημα του Marcus έχει ήδη ξεπεράσει το μηχανικό κινητήρα του Κουνιό σε μηχανική ενέργεια.

Το έτος 1862, 92 χρόνια αργότερα, ο Ετιέν Λενουάρ (Etienne Lenoir) έφτιαξε το πρώτο αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης και ένα χρόνο αργότερα, το 1863 ο Λενουάρ πραγματοποίησε το 1ο ταξίδι με στον κόσμο καλύπτοντας κυκλική διαδρομή 19,3 χλμ. με μέση ταχύτητα 6,4 χλμ/ώρα και ισχύ μόλις 0,5 ίππους.

Το έτος 1885 παρήχθη στη Γερμανία αυτοκίνητο με κινητήρα εσωτερικής καύσης και καύσιμο τη βενζίνη, του Νικολάους Όττο (Nikolaus Otto) από τον Καρλ Μπεντς (Karl Benz). Ο Μπεντς κατέθεσε τα σχέδια αυτού του αυτοκινήτου στο Μάνχαϊμ (Mannheim) της Γερμανίας. Παρότι στον Μπεντς αποδόθηκε η εφεύρεση του αυτοκινήτου (κακώς αφού ο Λενουάρ το είχε εφεύρει), αρκετοί άλλοι Γερμανοί, Γάλλοι και άλλων εθνικοτήτων μηχανικοί προσπαθούσαν να κατασκευάσουν παρόμοια οχήματα την ίδια εποχή.

Το 1886 οι Γκότλιμπ Ντάιμλερ (Gottlieb Daimler) και Βίλχελμ Μάιμπαχ (Wilhelm Maybach) στην Στουτγκάρδη κατέθεσαν αίτηση για δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για την μοτοσυκλέτα, κατασκευασμένη και δοκιμασμένη επίσης το 1885. Αργότερα, τα αυτοκίνητα εξελίχτηκαν και πλέον μπορούσαν να καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις σε λιγότερο χρόνο.

Αυτοκίνητα με μηχανές εσωτερικής καύσης παράχθηκαν για πρώτη φορά από τον Καρλ Μπεντς (Karl Benz) το 1885 - 1886 και τον Γκότλιμπ Νταίμλερ (Gottlieb Daimler) ανάμεσα στο 1886 και το 1889. Ο Μπεντς ξεκίνησε να δουλεύει πάνω στα σχέδια ενός νέου κινητήρα το 1878. Στην αρχή επικεντρώθηκε στην κατασκευή ενός αξιόπιστου δίχρονου βενζινοκινητήρα, βασισμένος στα σχέδια του τετράχρονου κινητήρα του Όττο. Τα σχέδια του Όττο απορρίφθηκαν, ενώ ο Μπεντς είχε έτοιμο τον κινητήρα του την Πρωτοχρονιά και πήρε άδεια ευρεσιτεχνίας το 1879. Ο Μπεντς κατασκεύασε τα πρώτα τρίκυκλα αυτοκίνητα το 1885 και πήρε άδεια ευρεσιτεχνίας από την πόλη του Μάνχαϊμ τον Ιανουάριο του 1886. Αυτό ήταν το πρώτο όχημα εξ ολοκλήρου σχεδιασμένο και κατασκευασμένο ως αυτοκίνητο ..και όχι ως μετατροπή μιας άμαξας ή ενός κάρου. Μεταξύ άλλων, ο Μπεντς εφηύρε ένα σύστημα ρύθμισης της ταχύτητας γνωστό ως επιταχυντή, την ανάφλεξη, χρησιμοποιώντας

σπινθήρα από μπαταρία, τον αναφλεκτήρα (μπουζί), τον συμπλέκτη, το σύστημα επιλογής ταχυτήτων και το ψυγείο νερού.

Κατασκεύασε βελτιωμένες εκδόσεις το 1886 και το 1887. Άρχισε την παραγωγή το 1888, την πρώτη παραγωγή αυτοκινήτου στην ιστορία, στηριζόμενος στην εταιρεία "Benz & Sie" που ο ίδιος είχε ιδρύσει. Η σύζυγος του Μπέρτα (Bertha) έκανε σημαντικές υποδείξεις για καινοτομίες, τις οποίες ο Μπεντς συμπεριέλαβε στο καινούργιο μοντέλο, το οποίο ήταν ακόμη τρίτροχο. Κατασκευάστηκαν 25 οχήματα μέχρι το 1893, οπότε και παρουσίασε το πρώτο τετράτροχο αυτοκίνητο, το οποίο κινούνταν από έναν τετράχρονο κινητήρα, που είχε σχεδιάσει ο ίδιος. Το ίδιο διάστημα, ο Εμίλ Ροζέ (Emile Roger) στη Γαλλία κατασκεύαζε κινητήρες του Μπεντς με την άδεια του σχεδιαστή, αρχίζοντας και την κατασκευή ολόκληρων αυτοκινήτων. Καθώς η Γαλλία της εποχής ήταν πιο προοδευτική, δέχτηκε πιο εύκολα τη νέα αυτή δημιουργία: περισσότερα οχήματα κατασκευάστηκαν και πουλήθηκαν στην Γαλλία, παρά στην πατρίδα του εφευρέτη, την Γερμανία. Στη Γαλλία, επίσης, εμφανίζονται ακόμη οι κατασκευαστές Πανάρ και Λεβασόρ (Panhard & Levassor) και Αρμάν Πεζό (Armand Peugeot). Οι δύο πρώτοι κατασκεύασαν το όχημά τους το 1891 σε από κοινού εγχείρημα με τον Εντουάρ Σαραζέν (Edouard Sarazin), ο οποίος είχε τα δικαιώματα κατασκευής του κινητήρα Μπεντς στη Γαλλία και ακολούθησε ο Πεζό. Οι Πανάρ και Λεβασόρ ήταν οι δημιουργοί του πρώτου συστήματος μετάδοσης όπως το γνωρίζουμε σήμερα. Το τοποθέτησαν στο μοντέλο Πανάρ του 1895. Ο Αρμάν Πεζό ήταν, παράλληλα, ο κατασκευαστής που κέρδισε τον πρώτο αγώνα αυτοκινήτου στη Γαλλία το 1895.

Ένας ακόμη σταθμός στην ιστορία της αυτοκίνησης σημειώνεται το 1892. Είναι το έτος που ο Ρούντολφ Ντίζελ (Rudolf Diesel) κατασκευάζει τον πρώτο κινητήρα εσωτερικής καύσης με καύσιμο το πετρέλαιο. Αρχικά ο κινητήρας του δεν χρησιμοποιήθηκε στα αυτοκίνητα, καθώς ήταν αρκετά βαρύς, αλλά το 1898 κινητήρες ντίζελ χρησιμοποιούνταν σε εργοστάσια, για να κινούν αντλίες σε υδρευτικά και αρδευτικά δίκτυα, σε θαλάσσια οχήματα κτλ. Με τη συνεχή βελτίωσή του, ο κινητήρας ντίζελ άρχισε να χρησιμοποιείται σε φορτηγά αυτοκίνητα και, αργότερα, σε λεωφορεία.

Η παραγωγή επιβατικών αυτοκινήτων συνεχίστηκε και διαδόθηκε και σε άλλες χώρες. Το 1891 τα πρώτα αυτοκίνητα στις ΗΠΑ κατασκευάστηκαν από τον Τζον Λάμπερτ (John Lambert). Ήταν τρίτροχα με οροφή δανεισμένη - ως κατασκευή - από τις άμαξες, ενώ το 1895 ο ίδιος παρουσίασε και τετράτροχη έκδοση. Η κατασκευή παρέμεινε σε επίπεδο βιοτεχνίας, όταν οι αδελφοί Τσαρλς και Φρανκ Ντάρια (Duryea), μετά την πρώτη κατασκευή και επιτυχείς δοκιμές του δικού τους οχήματος (1893), ίδρυσαν την εταιρεία "Duryea Motor Wagon Company" το 1896.^[1] Αυτή ήταν η πρώτη εταιρεία βιομηχανικής κατασκευής αυτοκινήτων στις ΗΠΑ, ενώ ο Φρανκ, οδηγώντας το δικό τους αυτοκίνητο, ήταν ο νικητής του πρώτου αγώνα αυτοκινήτου στις ΗΠΑ το 1895.^[2]

Η κατασκευή αυτοκινήτων αυξανόταν με ταχείς ρυθμούς, ωστόσο το υψηλό κόστος και οι δυσκολίες ένταξης του στην πραγματικότητα της εποχής, δεν επέτρεψαν τη διάδοση του προϊόντος στις ευρείες λαϊκές μάζες, μολονότι είχε αρχίσει η κατασκευή του σε βιομηχανική κλίμακα από τον Ράνσομ Ολντς (Ransome E. Olds) και την εταιρεία του Oldsmobile το 1897. Ωστόσο, το κόστος παρέμενε πάντα πρόβλημα. Αυτό ίσχυε μέχρι το 1908, οπότε και σημειώνεται ο πρώτος

μεγάλος σταθμός στην ιστορία του αυτοκινήτου: Ο Χένρι Φορντ (Henry Ford), έχοντας δημιουργήσει από το 1903 τη δική του ομώνυμη εταιρεία κατασκευής αυτοκινήτων, πήρε μια σημαντική απόφαση: Να δημιουργήσει ένα αυτοκίνητο, που ο μέσος πολίτης θα μπορούσε να αποκτήσει και να χρησιμοποιήσει σε καθημερινή βάση. Το 1908 παράγεται και διοχετεύεται στην αγορά το αυτοκίνητο - ιστορικός σταθμός της αυτοκίνησης: Είναι το Ford Model T, το οποίο στοιχίζει μόλις 950 δολάρια. Το όχημα έγινε ανάρπαστο, ενώ η τιμή του μειωνόταν συνεχώς. Στα 19 χρόνια που παρέμεινε στην αγορά (έως το 1927) πουλήθηκαν 15.500.000 αντίτυπα, ενώ η τιμή του είχε πέσει στα 280 δολάρια. Το Model T είναι το δεύτερο σε αριθμό πωληθέντων τεμαχίων αυτοκίνητο στον κόσμο. Ο Φορντ πέτυχε αυτό το εγχείρημα οργανώνοντας την κατασκευή σε γραμμή παραγωγής και καθεστρωπιώνοντας την εταιρεία του.

2.2 Θερμικές μηχανές

Θερμικές μηχανές ή θερμοκινητήρες ονομάζονται οι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την θερμότητα που παράγεται από την χημική ενέργεια της καύσης, σε μηχανικό έργο. Ανάλογα με τον τρόπο πραγματοποίησης της καύσης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: - στις μηχανές εσωτερικής καύσεως (Μ.Ε.Κ.) και - στις μηχανές εξωτερικής καύσεως ή ατμομηχανές.

Εσωτερικής καύσεως ονομάζονται οι μηχανές που ως μέσο για την παραγωγή έργου (εργαζόμενο μέσο) χρησιμοποιούν τον αέρα και κατά κάποιο τρόπο το ίδιο το καύσιμο, δηλαδή καυσαέρια π.χ. εμβολοφόρος κινητήρας αυτοκινήτου, αεροστρόβιλος αεροπλάνου. **Εξωτερικής καύσεως** ονομάζονται οι μηχανές όπου η καύση δεν λαμβάνει μέρος στο χώρο παραγωγής έργου αλλά έξω από αυτόν και στις οποίες το μέσο παραγωγής έργου δεν είναι το καυσαέριο αλλά κάποιο άλλο στοιχείο όπως π.χ. νερό. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι ατμοστρόβιλοι, οι ατμομηχανές. Ανάλογα με τον τρόπο μετατροπής της θερμικής ενέργειας σε μηχανικό έργο οι θερμικές μηχανές διακρίνονται σε: - *εμβολοφόρες ή παλινδρομικές* (ισχύουν τόσο για τις μηχανές εσωτερικής καύσεως όσο και για τις εξωτερικής καύσεως) και σε - *περιστροφικές ή στροβίλους* (στις μηχανές εσωτερικής καύσεως ονομάζονται ατμοστρόβιλοι και στις εξωτερικής καύσεως αεριοστρόβιλοι). Ειδικότερα στις εμβολοφόρες - παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσεως η έναυση στον κύλινδρο μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους: α. με τη βοήθεια εξωτερικού μέσου π.χ. σπινθήρα, σε αυτή περίπτωση υπάγονται οι "κινητήρες Όττο" (βενζινοκινητήρες) β. αυτόματα, λόγω μεγάλης θέρμανσης του καυσίμου, περίπτωση όπου υπάγονται οι μηχανές Ντήζελ πετρελαιοκινητήρες. Στην εργασία αυτή θα ασχοληθούμε με τις Εμβολοφόρες - παλινδρομικές θερμικές μηχανές εσωτερικής καύσεως.

2.3 Εμβολοφόρες-παλινδρομικές θερμικές μηχανές εσωτερικής καύσεως.

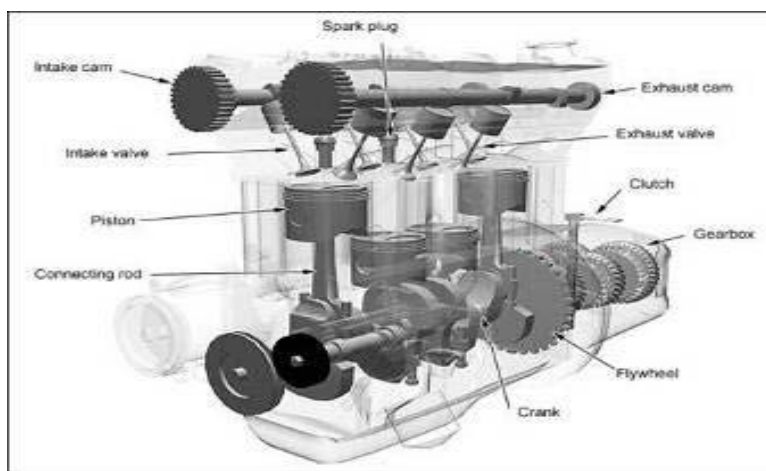
Η λειτουργία των μηχανών αυτών στηρίζεται στην παραγωγή μηχανικού έργου από τη χημική ενέργεια των καυσίμων και συγκεκριμένα της καύσης τους. Καύση είναι η χημική αντίδραση όπου η καύσιμος ύλη ενώνεται με το οξυγόνο του αέρα για να δώσει νέα συστατικά (διοξείδιο του άνθρακα, νερό κ.ά.) Επειδή η ενέργεια που χρειάζεται για να σχηματιστούν τα νέα αυτά μόρια είναι μικρότερη από αυτή που είχαν τα αρχικά μόρια, μένει ελεύθερο ένα σημαντικό ποσό ενέργειας με την μορφή της θερμότητας (εξώθερμη αντίδραση, αποδιδόμενη ενέργεια). Η θερμότητα δεν είναι ακριβώς αυτό που ζητάμε, την εκμεταλλευόμαστε όμως για να πετύχουμε τον σκοπό μας. Μέρος λοιπόν αυτής της θερμότητας ανεβάζει την θερμοκρασία των αερίων προϊόντων της καύσης και αυξάνει την πίεσή τους. Τα υπερσυμπιεσμένα αέρια σπρώχνουν προς όλες τις κατευθύνσεις και φυσικά και την επιφάνεια του εμβόλου που αρχίζει να κινείται. Με αυτόν τον τρόπο μετατρέπουμε την θερμότητα σε κινητική ενέργεια. Η κίνηση είναι αυτό που ζητάμε. Δυστυχώς δεν μπορούμε να μετατρέψουμε όλο το ποσό της εκλυόμενης ενέργειας του καυσίμου σε κινητική. Έτσι λοιπόν η μόνιμη πρόκληση των σχεδιαστών είναι να προσπαθήσουν να μειώσουν τις απώλειες και να παρουσιάσουν κινητήρες με τον καλύτερο βαθμό μετατροπής, της προσφερόμενης ενέργειας σε αποδιδόμενη. Αυτό ονομάζεται θερμοδυναμική απόδοση των κινητήρων. Ο λόγος, δηλαδή, ανάμεσα στη θερμότητα που αξιοποιείται (μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια) και στη θεωρητικά διαθέσιμη ενέργεια. Όσο πιο υψηλή είναι αυτή η απόδοση τόσο πιο αποδοτικός είναι ο κινητήρας. Βελτίωση της θερμοδυναμικής απόδοσης ενός κινητήρα σημαίνει αύξηση της αποδιδόμενης ισχύος για την ίδια κατανάλωση καυσίμων, ή μείωση της κατανάλωσης για την ίδια απόδοση ισχύος. Οι πιο γνωστοί τύποι κινητήρα που λειτουργούν με αυτό τον τρόπο είναι ο τετράχρονος βενζινοκινητήρας εσωτερικής καύσης και ο πετρελαιοκινητήρας. Παλαιότερα χρησιμοποιούταν και ο δίχρονος βενζινοκινητήρας εσωτερικής καύσης όμως σήμερα η χρήση του έχει περιοριστεί σε μικρές μηχανές (μηχανές κουρέματος του γκαζόν, αλυσοπρίονα, κ.α.) και μικρού κυβισμού μοτοσικλέτες.

2.4 Βενζινοκινητήρες

Ο βενζινοκινητήρας είναι μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) στην οποία η ισχύς παράγεται με την καύση του μίγματος βενζίνης και αέρα. Οι περισσότεροι βενζινοκινητήρες ανήκουν στην κατηγορία των παλινδρομικών μηχανών, οι πρόσφατες όμως τεχνολογικές εξελίξεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο τύπος στρεφόμενου εμβόλου ή ο τύπος στροβίλου υπερέχουν λειτουργικά από ορισμένη άποψη. Οι βενζινοκινητήρες είναι οι πιο διαδεδομένες μηχανές εσωτερικής καύσης.

Το μέγεθος και η ισχύς τους ποικίλλουν από λιγότερο από έναν ίππο για χρήση σε μικρές φορητές συσκευές, μέχρι 35.000 ίππους για αεροπλάνα. Μολονότι οι περισσότεροι βενζινοκινητήρες χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα, αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το μισό του συνολικού αριθμού που είναι σε χρήση, σε παγκόσμια κλίμακα.

(Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)



Εικόνα 2.4.1: Βενζινοκινητήρας

2.5 Κινητήρας Lenoir

Η πρώτη επιτυχής από τις πολλές παράλληλες προσπάθειες που γίνονταν για την κατασκευή μιας μηχανής εσωτερικής καύσης ήταν αυτή του Γαλλοβέλγου Jean-Josef Etienne Lenoire (Λενουάρ, 1822-1900). Ο Λενουάρ παρουσίασε το έτος 1860 ένα μικρό όχημα, το οποίο εκκινείτο, ικανοποιητικά για εκείνη την εποχή, με τον κινητήρα του. Μέχρι τότε είχαν παρουσιαστεί μόνο οχήματα με ογκώδη ατμομηχανή, η οποία τα έκανε δυσκίνητα. Ο κινητήρας Λενουάρ αξιοποιούσε ως καύσιμο το φωταέριο, το οποίο εισάγεται στον κύλινδρο αναμεμειγμένο με αέρα στο πρώτο στάδιο λειτουργίας, κατά το πρώτο μισό της διαδρομής του εμβόλου. Το μίγμα αυτό πυροδοτείται με ηλεκτρικό σπινθήρα και ωθεί το έμβολο στο υπόλοιπο κομμάτι της διαδρομής του. Κατά την επιστροφή του εμβόλου, στη μία πλευρά του απωθούνται τα καυσαέρια, ενώ στην άλλη πλευρά επαναλαμβάνεται η διαδικασία εισαγωγής του μίγματος φωταέριο-αέρας. Ο βαθμός αποδόσεως του κινητήρα Λενουάρ ήταν όμως πολύ χαμηλός, πράγμα που δυσκόλεψε την οικονομική αξιοποίησή της.

2.6 Βενζινοκινητήρας Otto

Από τη μηχανή του Λενουάρ ξεκίνησε ο Γερμανός Nikolaus Augustus Otto (Ότο, 1832-1891), με σπουδές σε εμπορικά θέματα, και κατασκεύασε το έτος 1876 ένα τετράχρονο βενζινοκινητήρα. Προηγουμένως, είχε κατασκευάσει ο Ότο με οικονομική στήριξη του E. Langen (Λάνγκεν) ένα λεγόμενο ατμοσφαιρικό κινητήρα με ελεύθερο έμβολο. Το έτος 1867 παρουσιάστηκε αυτός ο κινητήρας στην παγκόσμια έκθεση του Παρισιού και, παρά τη θορυβώδη λειτουργία του, πήρε ένα χρυσό βραβείο, γιατί είχε κατά 60% μειωμένη κατανάλωση καυσίμου. Έτσι απέκτησε ο Ότο τη φήμη να έχει κατασκευάσει τον πρώτο κινητήρα με ικανοποιητικό βαθμό αποδόσεως. Επιβεβαιώθηκε δε άλλη μια φορά η «αρχή», όπως με την ατμομηχανή κ.ά., να εφευρίσκει ένας Γάλλος μία μηχανή, η οποία να βελτιώνεται και τελειοποιείται από Άγγλους και Γερμανούς. Η μεγάλη ζήτηση για τους κινητήρες του Ότο οδήγησε στην ίδρυση από τον Λάνγκεν της ανώνυμης εταιρίας Deutz AG στην Κολωνία, το έτος 1872, η οποία είχε στόχο τη μαζική παραγωγή κινητήρων. Σήμερα αυτή η εταιρία έχει εξελιχθεί σε πρωτοπόρο κατασκευαστή μηχανών κάθε μεγέθους και λειτουργικής αρχής! Υπεύθυνος για τη σχεδίαση ήταν ο Wilhelm Maybach (Μάιμπαχ,) και για την παραγωγή ο Gottlieb Daimler (Ντάιμλερ, 1834-1900). Το έτος 1874 έφτασε η μηνιαία παραγωγή τους 80 κινητήρες, αλλά στο τέλος του ίδιου έτους προέκυψε εμπορικό πρόβλημα: αυτοί οι κινητήρες με ισχύ περί τα 2 kW (~2,7 PS) δεν ήταν σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες των βιοτεχνιών και μικρών βιομηχανιών. Παράλληλα κυκλοφορούσαν δε κινητήρες Sterling (υπέρθερμου αέρα) οι οποίοι, αν και είχαν μικρότερο βαθμό αποδόσεως, είχαν υψηλότερη σταθερή ισχύ. Αυτοί δε οι κινητήρες δέχονταν ως καύσιμο ξύλα, τύρφη ή κάρβουνο και δεν είχαν εξάρτηση από το φωταέριο. Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα, έπρεπε να βελτιωθεί ο κινητήρας του εργοστασίου Deutz και για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένα «Τμήμα Ερευνών», του οποίου τη λειτουργία ανέλαβε ο Ότο.

Έτσι έγινε δυνατή η μελέτη για την κατασκευή κινητήρων που είχε διακοπεί από το 1862. Ήδη το έτος 1876 παρουσίασε ο Ότο το «νέο κινητήρα», Τετράχρονη Λειτουργία **Μηχανές Εσωτερικής Καύσης** [11]

όπως ονομαζόταν για πολύ καιρό ο τετράχρονος βενζινοκινητήρας, με τον οποίο έκλεισε οριστικά η εποχή των πρώιμων κινητήρων. Κύριο πλεονέκτημα του νέου αυτού κινητήρα ήταν η συμπίεση του μίγματος καύσιμο-αέρας, μια αρχή που δεν άλλαξε μέχρι των ημερών μας, παρά τις πάμπολλες τροποποιήσεις και βελτιώσεις. Η περιοδικά επαναλαμβανόμενη διεργασία στον τετράχρονο κινητήρα Ότο είναι η ακόλουθη: Ο κύλινδρος γεμίζει με καύσιμο και αέρα, το έμβολο συμπιέζει το μίγμα, το συμπιεσμένο μίγμα πυροδοτείται (ηλεκτρικός σπινθηριστής, μπουζί), οπότε διαστέλλεται το καιγόμενο μίγμα και απωθεί το έμβολο, παράγοντας έργο, τα καυσαέρια εξάγονται από τον κύλινδρο.

2.7 Πετρελαιοκινητήρας DIESEL

Στον κινητήρα diesel δεν εισάγεται εύφλεκτο μίγμα καυσίμου-αέρα, το οποίο πυροδοτείται, αλλά διαχέεται το καύσιμο με ισχυρό περίσσειμα αέρα, το οποίο συμπυκνώνεται με μια σχέση 25:1 και αυταναφλέγεται στη θερμοκρασία των 700-900° C. Είναι προφανές ότι οι κινητήρες αυτοί πρέπει να αντέχουν σε πολύ υψηλές πιέσεις, πράγμα που στη δεκαετία του 1890 δεν ήταν εύκολο να υλοποιηθεί. Αυτός ο κινητήρας () ανακοινώθηκε ως ευρεσιτεχνία το έτος 1892 από το Γερμανό μηχανικό Rudolf Diesel (Ντήζελ, 1858-1913) και μελετήθηκε στα έτη 1893-1897 με χρηματική υποστήριξη της εταιρίας Friedrich Krupp AG. Το 1893 εξερράγη ένας κινητήρας στο εργαστήριο, λόγω των πολύ υψηλών πιέσεων λειτουργίας και μόνο τυχαία γλύτωσε ο Ντήζελ το θάνατο.

Το πρώτο λειτουργικά ολοκληρωμένο δείγμα με καλό βαθμό αποδόσεως και εξοικονόμηση καυσίμου, κατασκευάστηκε στο εργοστάσιο της εταιρίας MAN στην πόλη Augsburg της Βαυαρίας.

Αργότερα ιδρύθηκαν εργοστάσια σε διάφορες ευρωπαϊκές πόλεις για τη μαζική παραγωγή κινητήρων diesel. Το έτος 1908 κατασκευάστηκαν, αφενός ο πρώτος μικρού μεγέθους κινητήρας για ελαφριά οχήματα, αφετέρου το πρώτο όχημα βαρέων μεταφορών και η πρώτη σιδηροδρομική μηχανή έλξης με κινητήρα diesel. Έκτοτε περιορίστηκε η ατμομηχανή σταδιακά σχεδόν αποκλειστικά σε παλιές μονάδες παραγωγής και σε λίγα πλοία. Στο λιμάνι της Νέας Υόρκης ήταν το έτος 1920 μόνο οι μαούνες ακόμα ατμοκίνητες, όλα τα εμπορικά πλοία διέθεταν ήδη κινητήρες diesel. Κύρια χαρακτηριστικά της λειτουργίας του κινητήρα Ντήζελ είναι:

Το καύσιμο και ο αέρας αναμιγνύονται στον κύλινδρο, λόγω της υψηλής συμπύεσης υπερθερμαίνεται το καύσιμο μίγμα και αυταναφλέγεται. Η ισχύς του κινητήρα ρυθμίζεται με την ποσότητα του εισερχόμενου καυσίμου. Ο Ντήζελ είχε δοκιμάσει κατά τη φάση ανάπτυξης του κινητήρα του διάφορα υγρά καύσιμα, είχε όμως προβλήματα με τις αντλίες που θα διεκπεραίωναν την έκχυση του καυσίμου. Τελικά κατέληξε σε ένα κλάσμα αποστάξεως ορυκτού πετρελαίου, το οποίο ονομάστηκε επίσης diesel, όπως και ο κινητήρας. Με κατάλληλες μετατροπές, ο κινητήρας αυτός είναι δυνατόν να λειτουργήσει και με άλλα υγρά και αέρια καύσιμα, π.χ. με φυτικά έλαια.

Σήμερα χρησιμοποιείται για την εκκίνηση των πετρελαιοκινητήρων, ιδίως σε ψυχρό περιβάλλον, ένα ηλεκτρικά πυρακτωμένο τύλιγμα (περίπου όπως ο αναπτήρας στο αυτοκίνητο) για την εύκολη έναυση και την αποφυγή καυσαερίων. Σε σύγχρονους κινητήρες diesel κυμαίνεται ο βαθμός αποδόσεως (χημική σε μηχανική ενέργεια) στην περιοχή τιμών 15-50%, όπου οι μεγάλες τιμές αφορούν κινητήρες μεγάλης ισχύος (πλοία, τρένα κλπ.) και οι μικρές τιμές κινητήρες μικρών οχημάτων.

(Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)

2.8 Ταξινόμηση

Οι διάφοροι τύποι ΜΕΚ μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τις μεταξύ τους ομοιότητες. Οι σπουδαιότερες ταξινομήσεις αναφέρονται στην τελική εφαρμογή, στο είδος του καυσίμου και στον τρόπο εισαγωγής του, στην ανάφλεξη, στη χρήση εμβόλων ή περιστροφέα, στη διάταξη των κυλίνδρων, στους χρόνους λειτουργίας, στο σύστημα ψύξης και τέλος στον τύπο και στη θέση των βαλβίδων. Οι ταξινομήσεις αυτές εξετάζονται αναλυτικότερα στην περιγραφή των διαφόρων τύπων κινητήρων.

(Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)

2.8.1 Εφαρμογές της πίεσης

Ορισμένες μηχανές ισχύος χρησιμοποιούν την ίδια αρχή όσον αφορά την καύση, αλλά αξιοποιούν την πίεση από αυτήν σε διαφορετικά μηχανικά στοιχεία. Υπάρχουν, λ.χ., αεροστρόβιλοι στους οποίους τα καυσαέρια οδηγούνται μέσα από ακροφύσια προς τα πτερύγια του στροβίλου, κάνοντάς τον να περιστρέφεται. Στους κινητήρες αεριοθούμενων, εξάλλου, τα καυσαέρια ρέουν μέσα από ακροφύσιο, ενώ η δύναμη της αντίδρασης τείνει να κινήσει το ακροφύσιο προς την αντίθετη κατεύθυνση.

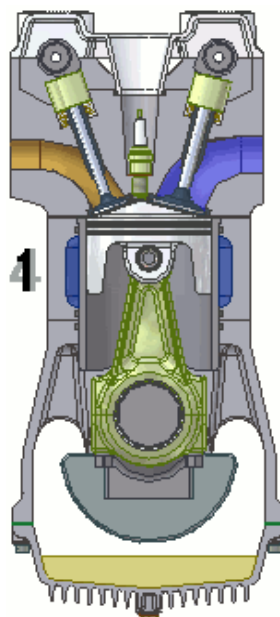
Στους κινητήρες Βάνκελ κινητήρες το καύσιμο καίγεται μέσα στον κινητήρα. Οι κινητήρες αυτοί είναι περιστροφικοί, χωρίς κυλίνδρους και έμβολα. Η πίεση των αερίων δρα πάνω σε κατάλληλα διαμορφωμένες επιφάνειες.

2.8.2 Σύγκριση με άλλους κινητήρες

Ο βενζινοκινητήρας μπορεί να οριστεί ως κινητήρας σχεδιασμένος να καίει πτητικό υγρό καύσιμο με ανάφλεξη που προκαλείται με ηλεκτρικό σπινθήρα. Σύγκρισή του με άλλους τύπους αποκαλύπτει αρκετές ομοιότητες και διαφορές, καθώς επίσης και ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ο πετρελαιοκινητήρας και ο κινητήρας υγραερίου έχουν αρκετά κοινά σημεία με τον βενζινοκινητήρα.

Μια μηχανή εσωτερικής καύσης είναι ένας κινητήρας στον οποίο η καύση του καυσίμου γίνεται σε ένα θάλαμο καύσης που βρίσκεται ολόκληρος μέσα στο κινητήρα. Με τον όρο μηχανές εσωτερικής καύσης συνήθως εννοούνται κυρίως οι παλινδρομικές-εμβολοφόρες μηχανές και οι κινητήρες Βάνκελ (Wankel). Μια δεύτερη κατηγορία των κινητήρων εσωτερικής καύσης είναι οι κινητήρες τζετ , κάποιοι πύραυλοι και ορισμένες τουρμπίνες ώσης και ισχύος που κάνουν χρήση συνεχούς καύσης .

Σύμφωνα με ένα γενικό ορισμό, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης είναι μια θερμική μηχανή, στην οποία καίγεται ένα καύσιμο παρουσία αέρα μέσα σε ένα θάλαμο (θάλαμος καύσης) και από την εξώθερμη αντίδραση του καυσίμου με τον οξειδωτή(θερμική καύση ελεύθερης φλόγας σε αέρια κατάσταση), που είναι το οξυγόνο του αέρα, δημιουργώντας θερμά αέρια. Στον κινητήρα εσωτερικής καύσης είναι πάντα η εκτόνωση της πίεσης των αερίων που παράγονται όπου εφαρμόζουν δύναμη στο κινητό μέρος του κινητήρα, όπως τα έμβολα ή πτερύγια.



Εικόνα 2.8.2.1 : Τομή θαλάμου καύσης βενζινοκινητήρα

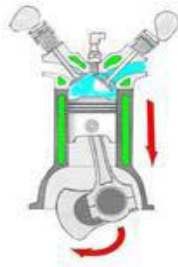
Η μηχανή εσωτερικής καύσης (ή ΜΕΚ) διαφοροποιείται με την μηχανή εξωτερικής καύσης, όπως με ατμό ή κινητήρα Stirling, στις οποίες η ενέργεια μεταφέρεται από ένα υγρό το οποίο θερμαίνεται σε ένα λέβητα(ο οποίος βρίσκεται εκτός του κινητήρα) από ορυκτά καύσιμα ή καύση ξύλου, πυρηνική ενέργεια, ηλιακή κ.λ.π. Ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών σχεδίων για τις ΜΕΚ έχουν αναπτυχθεί και κατασκευαστεί, με ποικιλία διαφορετικών πλεονεκτημάτων και αδυναμιών. Αν και υπήρξαν και εξακολουθούν να είναι πολλές οι στατικές εφαρμογές, μεγάλη χρήση των κινητήρων εσωτερικής καύσης είναι σε κινητές εφαρμογές και κυριαρχούν στα αυτοκίνητα, αεροσκάφη και πλοία, από το μικρότερο έως το μεγαλύτερο.

2.8.3 Βασικοί τύποι κινητήρων

2.8.3.1 Τετράχρονος κινητήρας

Στον τετράχρονο κινητήρα η λειτουργία του αποτελείται από 4 στάδια.

1. Με ανοιχτή την βαλβίδα εισόδου το έμβολο κατέρχεται, κατά τον χρόνο εισαγωγής. Το κενό που δημιουργείται προκαλεί αναρρόφηση μίγματος ατμών βενζίνης και αέρα.



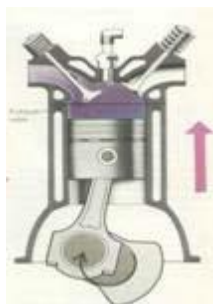
2. Το μίγμα συμπιέζεται καθώς το έμβολο ανέρχεται κατά τον χρόνο συμπίεσης με κλειστές βαλβίδες. Με το τέλος του χρόνου αυτού, το μίγμα αναφλέγεται με τη βοήθεια ηλεκτρικού σπινθήρα.



3. Κατά τον χρόνο ισχύος οι βαλβίδες παραμένουν κλειστές ενώ η πίεση από την καύση πιέζει την κεφαλή του εμβόλου.



4. Κατά τον χρόνο εξαγωγής, το ανερχόμενο έμβολο αναγκάζει τα προϊόντα της καύσης να εξέλθουν από την ανοιχτή βαλβίδα εξόδου.



2.8.3.2 Δίχρονος κινητήρας

Αναπτύχθηκε το 1878. Σ' αυτόν οι χρόνοι εισαγωγής, συμπίεσης, ισχύος και εξαγωγής συντελούνται μόνο σε μία περιστροφή του στροφαλοφόρου. Στον δίχρονο κινητήρα το μίγμα οδηγείται στον κύλινδρο μέσα από περιμετρικές θυρίδες με τη βοήθεια περιστροφικού φυσητήρα. Τα καυσαέρια περνούν μέσα από μικροειδείς βαλβίδες που βρίσκονται πάνω στην κεφαλή του κυλίνδρου.

Το 1891 παρουσιάστηκε μια απλουστευμένη παραλλαγή του δίχρονου κινητήρα, με προσυμπύεση στον στροφαλοθάλαμο για την προώθηση του νωπού μίγματος στον κύλινδρο.

1. Ο κινητήρας γυρίζει με εξωτερική βοήθεια και το έμβολο ανεβαίνει. Η πίεση στην βάση πέφτει και αναρροφάται μίγμα από την ανοικτή βαλβίδα.
2. Το έμβολο αρχίζει να κατεβαίνει. Η βαλβίδα εισαγωγής έχει κλείσει. Το μίγμα στην βάση συμπιέζεται.
3. Το έμβολο έχει φθάσει στο κατώτατο σημείο (με εξωτερική βοήθεια) και έχει αποκαλύψει (έχουν δηλαδή ανοίξει) τις δύο πόρτες της bypass και εξαγωγής (εξάτμιση). Λόγω της διαφοράς πίεσης, το μίγμα ανεβαίνει από τον πλάγιο διάδρομο μεταφοράς και εισχωρεί στον ελεύθερο χώρο του κυλίνδρου, επάνω από το έμβολο. Επειδή είναι ανοικτή η πόρτα εξαγωγής, μικρό μέρος του μίγματος αρχίζει να εξέρχεται.
4. Ο στρόφαλος συνεχίζει την αδρανή περιστροφή του και το έμβολο ανεβαίνει κλείνοντας την πόρτα μεταφοράς και την πόρτα εξαγωγής και στο υπόλοιπο της διαδρομής του συμπιέζει το μίγμα. (Επαναλαμβάνεται ταυτόχρονα η φάση 1).
5. Πλησιάζοντας το ανώτατο σημείο της διαδρομής το μίγμα αναφλέγεται.
6. Τα αέρια εκτονώνονται και σπρώχνουν το έμβολο προς τα κάτω. Από το σημείο αυτό ο κινητήρας έχει εκκινήσει και μπορεί να επαναλάβει μόνος του τον επόμενο κύκλο με την προϋπόθεση φυσικά ότι όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι σωστά ρυθμισμένοι (Επαναλαμβάνεται ταυτόχρονα η φάση 2).
7. Καθώς το έμβολο κατέρχεται σε κάποιο σημείο ανοίγει η πόρτα εξαγωγής και τα καυσαέρια αρχίζουν να εξέρχονται. Η μεγάλη πίεση που εξασκούσαν στο έμβολο μειώνεται. Σε ελάχιστο χρόνο αργότερα ανοίγει η πόρτα μεταφοράς, και επαναλαμβάνεται η φάση 3, αλλά τώρα το φρέσκο μίγμα θα

καταλάβει μόνο τον χώρο που ελευθερώνουν τα καυσαέρια, και θα αναμιχθεί με την ποσότητα των καυσαερίων που μένει στον κύλινδρο.

2.8.4 Διάταξη κυλίνδρων

I) Κινητήρες σειράς

- **Κατακόρυφος κινητήρας σειράς**
- **Οριζόντιος κινητήρας σειράς**

Η κατακόρυφη διάταξη εξασφαλίζει περιορισμένο πλάτος κινητήρα ενώ το ύψος του είναι σχετικά αυξημένο. Αντίθετα η οριζόντια διάταξη εξασφαλίζει μικρό ύψος ενώ αυξάνει το πλάτος.

II) Κινητήρες τύπου V

Οι οποίοι έχουν δυο σειρές κυλίνδρων που ενώνονται υπό γωνία. Η γωνία αυτή ονομάζεται «περιεχόμενη γωνία κυλίνδρων» και η συνηθέστερες τιμές της είναι στην περιοχή από 45-120°. Έχουν κυκλοφορήσει και κινητήρες τύπου W ,που στην ουσία είναι δυο κινητήρες τύπου V ενωμένοι.

III) Οριζόντιοι κινητήρες (κινητήρες boxer)

Οι οποίοι εκ πρώτης όψεως πρόκειται για κινητήρες τύπου V-180,με την μόνη διαφορά ότι οι ομόλογοι(απέναντι) κύλινδροι ΔΕΝ συνδέονται στο ίδιο στρόφαλο. Ουσιαστικά δηλαδή πρόκειται για έναν συμβατικό κατακόρυφο κινητήρα σειράς του οποίου οι κύλινδροι με άρτιο αριθμό έχουν περιστραφεί κατά 90° και οι κύλινδροι με περιττό αριθμό κατά -90°. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι το μικρό ύψος του κινητήρα και το ότι η κατανομή βάρους του είναι συμμετρική. Τα πλεονεκτήματα αυτά τον κάνουν ελκυστικό για αυτοκίνητα επιδόσεων, δεδομένου ότι κρατούν χαμηλά το κέντρο βάρους του οχήματος, συντελώντας έτσι στην καλύτερη οδική συμπεριφορά του αυτοκινήτου σε υψηλές ταχύτητες.

IV) Ένας άλλος τύπος κινητήρα που χρησιμοποιήθηκε σε ορισμένες ναυτικές εφαρμογές είναι ο 24-κύλινδρος τύπου H.

Οι κατακόρυφες πλευρές του H είναι από ένας 12-κύλινδρος μπόξερ, με τη στροφαλοφόρο του στη μέση και οι δυο στροφαλοφόροι ενώνονται με σύστημα οδοντωτών τροχών στο κέντρο του H , δίνοντας την έξοδο ισχύος του κινητήρα. Ακόμα σπανιότερες είναι διατάξεις τύπου ισοσκελούς τριγώνου και τύπου τετραγώνου. Μια τελευταία διάταξη κινητήρα που χρησιμοποιούνταν κυρίως σε αεροπορικές εφαρμογές είναι ο αστεροειδής κινητήρας.

2.8.5 Περιστροφικός κινητήρας Wankel

Κλείνοντας την κατάταξη των μηχανών εσωτερικής καύσης, θα πρέπει να αναφερθεί ο περιστροφικός κινητήρας, ή κινητήρας Wankel, η βασική ιδέα

κατασκευής του οποίου τον διαφοροποιεί σημαντικά από τις υπόλοιπες εμβολοφόρες μηχανές που παρουσιάστηκαν εδώ.

Ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης με περιστροφικό έμβολο που αναπτύχθηκε στη Γερμανία είναι διαφορετικός σε δομή από τους συμβατικούς κινητήρες με παλινδρομικά έμβολα. Ο κινητήρας επινοήθηκε από τον Φέλιξ Βάνκελ και η κατασκευή του άρχισε το 1956. Αντί για έμβολο ο κινητήρας Βάνκελ έχει έναν τροχιακό ρότορα, ισόπλευρο και περίπου τριγωνικό, που στρέφεται μέσα σ' έναν κλειστό θάλαμο, ενώ οι τρεις κορυφές του εφάπτονται συνεχώς πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του κελύφους. Μεταξύ του ρότορα και του κελύφους σχηματίζονται τρεις ημισεληνοειδείς θάλαμοι, ο όγκος των οποίων μεταβάλλεται με την κίνηση του ρότορα. Ο όγκος αυτός μεγιστοποιείται όταν η πλευρά του ρότορα που σχηματίζει τον θάλαμο είναι παράλληλη προς τη δευτερεύουσα διάμετρο του κελύφους, ενώ ελαχιστοποιείται όταν η ίδια πλευρά του ρότορα καθορίζουν το σχήμα των θαλάμων καύσης και τον λόγο συμπίεσης.

Το καύσιμο μίγμα, προερχόμενο από έναν εξαεριοτήρα, εισέρχεται στους θαλάμους καύσης από μια θυρίδα εισαγωγής σε μία από τις ακραίες πλάκες του κελύφους. Σε μία από τις ακραίες πλάκες του κελύφους. Σε μία από τις επίπεδες πλευρές του κελύφους σχηματίζεται μια θυρίδα εξαγωγής. Ο σπινθηριστής βρίσκεται σε εσοχή που επικοινωνεί με τους θαλάμους μέσα από ένα στένωμα, στην απέναντι πλευρά του κελύφους. Βασικό πρόβλημα στο σχεδιασμό είναι η στεγανοποίηση στις κορυφές και τις παρειές του ρότορα.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του κινητήρα Βάνκελ είναι ο μικρός χώρος και το μικρό βάρος ανά μονάδα ισχύος, η στρωτή, χωρίς κραδασμούς αθόρυβη λειτουργία του καθώς και το χαμηλό κόστος κατασκευής του, αποτέλεσμα της μηχανικής του απλότητας.

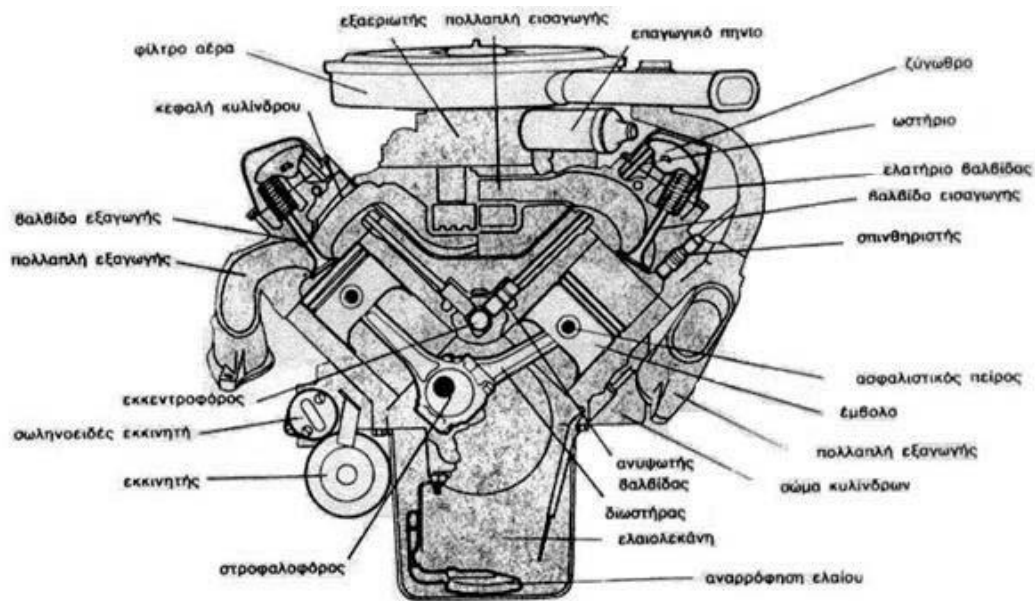
Η απουσία αδρανειακών δυνάμεων από τα μέρη που παλινδρομούν και η κατάργηση των μυκητοειδών βαλβίδων επιτρέπουν λειτουργία σε πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από ό,τι στους παλινδρομικούς κινητήρες. Η εισαγωγή νωπού μίγματος καυσίμων και η εξαγωγή των καυσαερίων είναι αποτελεσματικότερες, γιατί οι θυρίδες του ανοιγοκλείνουν ταχύτερα από ότι με μυκητοειδείς βαλβίδες, ενώ η ροή μέσα από αυτές είναι σχεδόν συνεχής.

Η οικονομία σε καύσιμο είναι εφάμιλλη με εκείνη στις συμβατικές μηχανές, επιτρέποντας αθόρυβη καύση και μεγαλύτερη ποικιλία καυσίμων. Η μικρότερη μάζα και η χαμηλότερη θέση του κέντρου βάρους καθιστούν τον κινητήρα αυτόν ασφαλέστερο για αυτοκίνητα. Τα κινούμενα μέρη ενός κινητήρα Βάνκελ ανέρχονται στο ένα τρίτο περίπου από ότι σε τυπικό εξακύλινδρο κινητήρα.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα του κινητήρα είναι οι αυξημένες δυσκολίες στεγανοποίησης των θαλάμων καύσης, που προέρχονται από την γεωμετρία τους και οι αυξημένες θερμικές απώλειες των θαλάμων καύσης λόγω της μεγαλύτερης εξωτερικής τους επιφάνειας σε σχέση με τους κυλινδρικούς θαλάμους καύσης.

2.9 Κατασκευή και λειτουργία τετράχρονου βενζινοκινητήρα

Η γενική περιγραφή της κατασκευής του κινητήρα που ακολουθεί δείχνει τα κυριότερα μέρη και εισάγει την ονοματολογία τους σε ένα τετράχρονο κινητήρα αυτοκινήτου.



Εικόνα 2.9.1 :Τετράχρονος Βενζινοκινητήρας

2.9.1 Σώμα κυλίνδρων

Το κύριο δομικό στοιχείο των κινητήρων είναι το σώμα κυλίνδρων. Το σώμα αυτό αποτελεί τον σκελετό και ταυτόχρονα φέρει την πλάκα με την οποία ο κινητήρας στηρίζεται στο πλαίσιο.

Το σώμα των κυλίνδρων είναι συνήθως από χυτοσίδηρο. Ο στροφαλοθάλαμος σχηματίζεται από το κάτω μέρος του σώματος και από την ελαιολεκάνη, που περικλείει το κάτω μέρος του κινητήρα και χρησιμεύει ως δεξαμενή του λιπαντικού ελαίου. Η διάταξη των κυλίνδρων είναι δύο ειδών-κατακόρυφη ή ευθύγραμμη ή σχήματος V.Ο ευθύγραμμος κινητήρας έχει μια σειρά κυλίνδρων τοποθετημένων κατακόρυφα και ευθυγραμμισμένων με τους τριβείς του στροφαλοφόρου. Ο κινητήρας τύπου V έχει δύο σειρές κυλίνδρων, οι άξονες των οποίων σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 60 ή 90 μοιρών.Οι κινητήρες V-8 (οκτώ κύλινδροι) είναι συνήθως 90 μοιρών. Ορισμένοι μικροί εξακύλινδροι κινητήρες αεροπλάνων, τέλος, έχουν οριζόντιους και αντίθετα τοποθετημένους κυλίνδρους.

Σε χώρο κατά μήκος του σώματος των κυλίνδρων βρίσκεται ο εκκεντροφόρος άξονας, που ενεργοποιεί τις βαλβίδες. Κατάλληλη διάταξη συνδέει τον εκκεντροφόρο με τον στροφαλοφόρο άξονα. Το κωνοειδές κέλυφος που περικλείει

τον σφόνδυλο και στον οποίο προσαρμόζεται το κιβώτιο ταχυτήτων σχηματίζεται στο πίσω άκρο του σώματος. Γύρω από τους κυλίνδρους διαμορφώνονται κατάλληλοι χώροι για την κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού.
(Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)

2.9.2 Θάλαμος καύσης

Ο όγκος του θαλάμου καύσης σε σχέση προς τον όγκο εκτόπισης του εμβόλου καθορίζει τον λόγο συμπίεσης του κινητήρα. Ο όγκος εκτόπισης του εμβόλου είναι αυτός που σαρώνεται σε μία διαδρομή. Ο λόγος του μεγαλύτερου δυνατού όγκου – με το έμβολο στο χαμηλότερο σημείο του- προς τον μικρότερο δυνατό όγκο-με το έμβολο στο ανώτερο σημείο- ονομάζεται λόγος συμπίεσης.
Ο λόγος συμπίεσης είναι ο σημαντικότερος παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η θεωρητική απόδοση του κύκλου του κινητήρα.

2.9.3 Εμβολα

Η ονομασία «εμβολοφόρος κινητήρας» δείχνει τη σημασία που έχει το έμβολο στη λειτουργία του, ενώ άνετα μπορούμε να το παρομοιάσουμε με την καρδιά ενός ζωντανού οργανισμού.



Εικόνα 2.9.3.1 : Παραδείγματα εμβόλων

Ο χαρακτηρισμός «καρδιά» είναι μάλλον ο ακριβέστερος που μπορεί να δοθεί για να δείξει τη δουλειά του εμβόλου. Το έμβολο είναι αυτό που έρχεται σε άμεση επαφή με τη φωτιά στον κύλινδρο, δέχεται ολόκληρη την πίεση που αναπτύσσεται εκεί, και την μετατρέπει σε κίνηση σπρώχνοντας τον διωστήρα (μπιέλα). Ολη αυτή τη διαδικασία, την επαναλαμβάνει πολλές φορές μέσα σε ένα δευτερόλεπτο, επιταχύνοντας και επιβραδύνοντας συνεχώς ανάμεσα στα δύο Νεκρά Σημεία (Ανω Ν.Σ. και Κάτω Ν.Σ.). Από τα παραπάνω, γίνονται φανερές οι μηχανικές απαιτήσεις που πρέπει να έχει ένα έμβολο: Αρχικά, πρέπει να αντέχει στις τεράστιες πιέσεις που δέχεται από τα αέρια, αλλά και στις μεγάλες αδρανειακές δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την παλινδρόμηση. Ταυτόχρονα, πρέπει να είναι ελαφρύ, ώστε οι τελευταίες να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες, αλλά και για να εμφανίζονται όσο γίνεται χαμηλότερες απώλειες ισχύος από την αδράνεια των μηχανικών μερών.

Η λύση στο πρόβλημα εύρεσης κατάλληλου υλικού για αυτή τη δουλειά, βρέθηκε στο αλουμίνιο. Ειδικά στους σύγχρονους κινητήρες μοτοσικλετών και αυτοκινήτων, τα έμβολα είναι αποκλειστικά αλουμινένια.

Τα πλεονεκτήματα του αλουμινίου είναι η μεγάλη αντοχή και το χαμηλό βάρος, καθιστώντας το ιδανικό για την περίπτωση. Ταυτόχρονα, αποβάλλει πολύ γρήγορα τη θερμότητα, οπότε καταπονείται ελάχιστα θερμικά. Αυτός είναι και ο λόγος που τα έμβολα των σύγχρονων κινητήρων αντέχουν για εκατοντάδες χιλιόμετρα, παρά το γεγονός ότι οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος στις οποίες λειτουργούν, βρίσκονται κοντά στο σημείο τήξης τους! Το αλουμίνιο όμως έχει κι ένα βασικό μειονέκτημα: μεγάλο συντελεστή διαστολής (μεγαλώνουν πολύ οι διαστάσεις του με την αύξηση της θερμοκρασίας). Για αυτό και η ανοχή (τζόγος, κενό) ανάμεσα σε αυτό και τον κύλινδρο είναι αρκετά μεγάλη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ώστε με την αύξηση της θερμοκρασίας, όταν ο κινητήρας αρχίσει να λειτουργεί, αυτό το κενό να μικραίνει. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίον οι κινητήρες χρειάζονται προθέρμανση, δηλαδή λειτουργία με χαμηλό φορτίο και στροφές, μέχρι να φτάσουν σε κανονική θερμοκρασία λειτουργίας. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν ο κινητήρας δεχθεί μεγάλο φορτίο ή πολλές στροφές όσο είναι κρύος, τα έμβολα κινούνται έκκεντρα μέσα στον κύλινδρο, αυξάνοντας τη φθορά στα τοιχώματα. Η μεγάλη διαστολή του αλουμινίου υποχρεώνει τους κατασκευαστές να σχεδιάζουν τα έμβολα κωνικά και με ελλειψοειδή διατομή. Παρά το φαινομενικά κυλινδρικό σχήμα τους, λοιπόν, τα έμβολα έχουν στην πραγματικότητα τέτοια μορφή. Η διάμετρος στην κεφαλή του εμβόλου είναι μικρότερη από αυτήν στην ποδιά, δημιουργώντας έτσι ένα κωνικό σχήμα! Λόγω του ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε αυτά τα δύο σημεία (η κεφαλή έρχεται σε άμεση επαφή με τη φλόγα, ενώ η ποδιά όχι), η κεφαλή διαστέλλεται περισσότερο από την ποδιά, οπότε σε θερμοκρασία λειτουργίας, το κωνικό γίνεται κυλινδρικό. Κατά ανάλογο τρόπο, η διατομή είναι ελλειψοειδής και όχι στρογγυλή. Η μάζα του εμβόλου στη διάμετρο που βρίσκεται ο πίσος, είναι μεγαλύτερη από την κάθετη της, οπότε σε αυτή τη διάμετρο το έμβολο διαστέλλεται περισσότερο. Κάνοντας αυτή τη διάμετρο μικρότερη από την κάθετη της (έλλειψη), σε θερμοκρασία λειτουργίας το έμβολο αποκτά κυκλική διατομή.

Τα έμβολα έχουν μορφή ανεστραμμένου κυπέλου και είναι από χάλυβα ή κράμα αλουμινίου. Το επάνω άκρο τους (κεφαλή) σχηματίζει την κατώτερη επιφάνεια του θαλάμου καύσης και δέχεται τη δύναμη από τα καυσαέρια. Η εξωτερική επιφάνεια εφαρμόζει στο εσωτερικό του κυλίνδρου, ενώ ειδικοί δακτύλιοι, τοποθετημένοι σε αύλακες της επιφάνειας αυτής, στεγανοποιούν τον υπερκείμενο χώρο. Σε ειδικές ενισχυμένες υποδοχές στα πλευρά του εμβόλου προσαρμόζεται πείρος από σκληρυμένο χάλυβα, που διαπερνά το ένα άκρο του διωστήρα.

(Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)

2.9.4 Διωστήρας (μπιέλα) και στροφαλοφόρος άξονας

Ο κατασκευασμένος από σφυρήλατο χάλυβα διωστήρας συνδέει το έμβολο με τον αντίστοιχο στρόφαλο της ατράκτου, μετατρέποντας έτσι την παλινδρομική κίνηση του εμβόλου σε περιστροφική του στροφάλου.



Εικόνα 2.9.4.1: Παράδειγμα διωστήρα συνδεδεμένου με το έμβολο

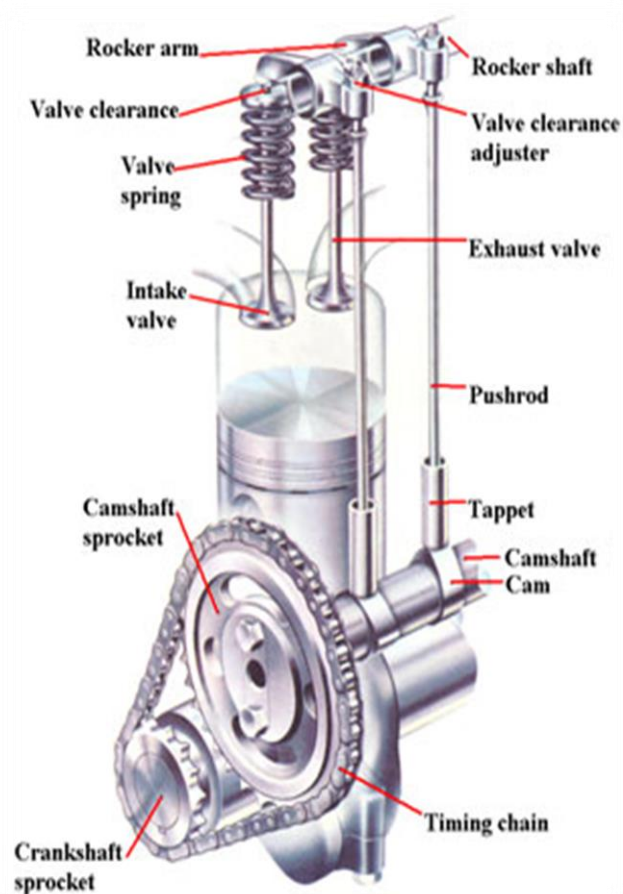
Κάθε διωστήρας στον ευθύγραμμο κινητήρα, ή κάθε ζεύγος διωστήρων στον κινητήρα τύπου V, συνδέεται με έναν στρόφαλο της ατράκτου. Κάθε στρόφαλος αποτελείται από έναν πείρο, που συνδέεται με τον αντίστοιχο διωστήρα και από δύο ακτινικές μάζες, εκατέρωθεν του στροφαλοφόρου άξονα, που στρέφονται γύρω από κύριους τριβείς, ή τριβείς βάσης. Η θέση κάθε στρόφαλου κατά μήκος του στροφαλοφόρου εξαρτάται από τη σειρά ανάφλεξης των κυλίνδρων.

Η σειρά ανάφλεξης υπαγορεύεται από την ανάγκη κατανομής των ώσεων έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι κραδασμοί.

Η τυπική σειρά ανάφλεξης κατά τον τετρακύλινδρο κινητήρα είναι: 1-3-2-4 και για τον εξακύλινδρο 1-5-3-6-2-4, που δείχνει την πρακτική της εναλλαγής διαδοχικών ώσεων. Η ευστάθεια του στροφαλοφόρου βελτιώνεται με την προσθήκη αντιβάρων.

Ο σχεδιασμός του στροφαλοφόρου καθορίζει και το μήκος διαδρομής του εμβόλου. Ο λόγος της διαδρομής του εμβόλου προς τη διάμετρο του κυλίνδρου αποτελεί σημαντική παράμετρο σχεδιασμού. Στα πρώτα χρόνια του αυτοκινήτου, οι κατασκευαστές χρησιμοποιούσαν τιμές μεταξύ 1 και 1.5. Καθώς όμως οι ταχύτητες αύξαναν και έγινε αντιληπτό ότι οι απώλειες λόγω τριβών μεγάλωναν με την παλινδρομική κίνηση των εμβόλων, παρά με την ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου, η διαδρομή του εμβόλου μίκραινε και σε ορισμένες περιπτώσεις έφθασε να γίνει κατά 20% μικρότερη της διαμέτρου του.

2.9.5 Βαλβίδες, ωστήρια και ζύγωθρα



Εικόνα 2.9.5.1: Τμήμα κινητήρα όπου διακρίνονται τα βασικά εξαρτήματα λειτουργίας

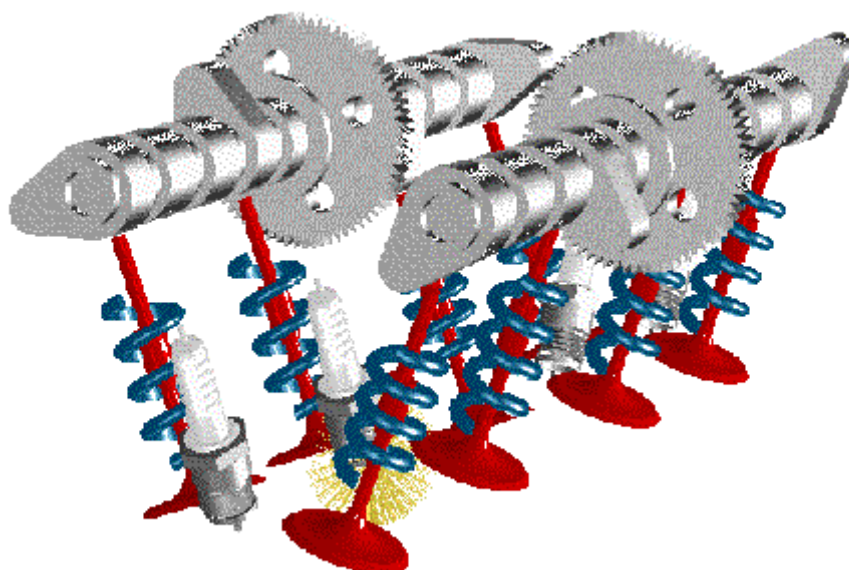
Στον κινητήρα με βαλβίδες στην κεφαλή, τα ωστήρια που συνδέονται με τα αντίστοιχα έκκεντρα κινούνται κατακόρυφα μέχρι να συναντήσουν τα ζύγωθρα, που είναι πάνω στην κεφαλή των κυλίνδρων. Τα τελευταία συνδέονται στο άλλο άκρο τους με τα στελέχη των βαλβίδων και μεταδίδουν σε αυτές την κίνηση από το αντίστοιχο έκκεντρο. Ανάμεσα στο στέλεχος και στο ζύγωθρο προβλέπεται διάκενο, για το κατάλληλο κλείσιμο των βαλβίδων, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία του κινητήρα.

Η βαλβίδα εισαγωγής πρέπει να είναι ανοιχτή όταν το έμβολο κατέρχεται κατά τον χρόνο εισαγωγής και η βαλβίδα εξαγωγής να είναι ανοιχτή όταν το έμβολο ανέρχεται κατά τον χρόνο εξαγωγής. Θα φαινόταν φυσικό επομένως το ανοιγοκλείσιμο να γίνεται στα κατάλληλα άνω και κάτω νεκρά σημεία. Ο χρόνος όμως για το ανοιγοκλείσιμο των βαλβίδων καθώς και η υψηλή ταχύτητα στην έναρξη και τη λήξη της ροής των αερίων απαιτούν οι διαδικασίες του ανοίγματος να προηγούνται ελαφρώς του άνω νεκρού σημείου, ενώ οι αντίστοιχες του κλεισίματος να έπονται του κάτω νεκρού σημείου. Έτσι, οι φάσεις ανοίγματος γίνονται νωρίτερα και οι αντίστοιχες του κλεισίματος καθυστερούν λίγο, ώστε με κατάλληλη διαμόρφωση το έκκεντρο να επιτρέπει προοδευτικό αρχικό άνοιγμα και το τελικό

κλείσιμο. Άλλος λόγος που επιβάλλει το πρωθύστερο του ανοίγματος και κλεισίματος είναι η αρτιότερη πλήρωση και εκκένωση των κυλίνδρων.

2.9.6 Εκκεντροφόρος άξονας

Ο εκκεντροφόρος που ανοιγοκλείνει τις βαλβίδες παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο. Το ανοιγοκλείσιμο των βαλβίδων συμπληρώνεται σε μια περιστροφή του εκκεντροφόρου.



Εικόνα 2.9.6.1: Εκκεντροφόρος άξονας συνδεδεμένος με τις βαλβίδες εισόδου-εξόδου

Επιπλέον, ο θερμοδυναμικός κύκλος λειτουργίας μιας εμβολοφόρου ΜΕΚ είναι ανοικτός, με συνεχή ροή αέρα μέσα από το θάλαμο καύσης. Η ροή αυτή εξασφαλίζεται με το άνοιγμα και κλείσιμο των λεγόμενων βαλβίδων, σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ώστε να εξασφαλίζεται η διαδοχική εναλλαγή των μεταβολών του θερμοδυναμικού κύκλου. Η κατάλληλη χρονική στιγμή ανοίγματος και κλεισίματος των βαλβίδων εξασφαλίζεται με τον εκκεντροφόρο άξονα, ο οποίος παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα σε συγκεκριμένη σχέση μετάδοσης.

2.9.7 Σφόνδυλος

Σε κάθε παλινδρομικό κινητήρα η ροπή (δύναμη περιστροφής) εξασκείται διακεκομμένα κάθε φορά που γίνεται κάπου έναυση. Στα ενδιάμεσα διαστήματα, το ανερχόμενο κατά τη συμπίεση έμβολο και η αντίσταση του φορτίου ασκούν αρνητική ροπή. Η εναλλάξ επιτάχυνση από τις ώσεις ισχύος και στη συνέχεια η επιβράδυνση που οφείλεται στη συμπίεση, έχουν ως αποτέλεσμα ανομοιόμορφη περιστροφή. Ο ρόλος του σφονδύλου που είναι προσαρμοσμένος στο άκρο του

στροφαλοφόρου, είναι να εξουδετερώνει την ανομοιομορφία της κίνησης. Ο σφόνδυλος είναι ένας βαρύς χυτοσίδηρος τροχός. Η μάζα του έχει αρκετή αδρανειακή ορμή, ώστε να ανθίσταται στις μεταβολές της ταχύτητας περιστροφής του, αναγκάζοντας έτσι τον στροφαλοφόρο να στρέφεται με σταθερή ταχύτητα.

2.9.8 Τριβείς

Ο στροφαλοφόρος άξονας έχει επιφάνειες τριβής σε κάθε πείρο του στροφάλου και στα έδρανα. Τα έδρανα υπόκεινται σε μεγάλα φορτία λόγω των δυνάμεων που ασκούνται από τα έμβολα καθώς και λόγω του βάρους του στροφαλοφόρου και του σφονδύλου. Ένα πολύ μικρό διάκενο ανάμεσα στις επιφάνειες τριβής επιτρέπει την παρουσία ενός λεπτού στρώματος από λιπαντικό έλαιο.

2.9.9 Σύστημα ανάφλεξης

Τα ηλεκτρικά συστήματα ανάφλεξης είναι μαγνητικά ή συστήματα συσσωρευτή και πηνίου. Το μαγνητικό σύστημα είναι αυτοδύναμο και χρειάζεται μόνο τους σπινθηριστές και την καλωδίωση, ενώ το σύστημα συσσωρευτή και πηνίου συνεπάγεται χρήση πολλών εξαρτημάτων. Το κύκλωμα περιλαμβάνει τον συσσωρευτή, ένας πόλος του οποίου γειώνεται, ενώ ο άλλος οδηγεί μέσω διακόπτη στην πρωτεύουσα περιέλιξη του πηνίου και σε έναν αυτόματο διακόπτη.



Εικόνα 2.9.9.1: Μπουζί

Ο σπινθηριστής λειτουργεί κάτω από αντίξοες συνθήκες. Είναι εκτεθειμένος στις υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις του θαλάμου καύσης καθώς και στις ρυπαντικές ιδιότητες των προϊόντων της καύσης. Απαιτεί επομένως μεγαλύτερη συντήρηση και είναι συνήθως το πλέον βραχύβιο εξάρτημα του βενζινοκινητήρα.

Το σύστημα έναυσης με πυκνωτή παρέχει σπινθήρα με μεγάλη ένταση, καθιστώντας έτσι ευκολότερη την έναυση ενός ψυχρού ή υπερπληρωμένου με καύσιμο κυλίνδρου. Συνεχίζει να προκαλεί σπινθήρα ακόμη και όταν στα ηλεκτρόδια του σπινθηριστή υπάρχουν αποθέσεις ή έχει μεγαλώσει το διάκενο. Άλλα πλεονεκτήματα είναι ο μεγαλύτερος χρόνος ζωής του σπινθηριστή, καλύτερη έναυση για μεγαλύτερη περιοχή ταχυτήτων και μεγαλύτερη αντοχή στην υγρασία.

Το μαγνητικό σύστημα είναι μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος με μόνιμο μαγνήτη, για τη λειτουργία των σπινθηριστών. Το σύστημα αυτό απαιτεί μόνο σπινθηριστές, καλώδια και διακόπτες.

2.9.10 Εξαεριωτής

Ο εξαεριωτής της βενζίνης είναι διάταξη που εισάγει καύσιμο σε ρεύμα αέρα, καθώς αυτός εισρέει στον κινητήρα. Ο πλωτήρας, που ενεργοποιεί την βαλβίδα, διατηρεί τη στάθμη της βενζίνης σε κατάλληλο επίπεδο. Ο αέρας που εισρέει προσπερνά τη βαλβίδα ρύθμισης της παροχής- τύπου πεταλούδας- και προωθείται προς τους κυλίνδρους.

Οι εξαεριωτήρες λειτουργούν με έναν από τους ακόλουθους δύο τρόπους ως εξής:

- Σταθερό venturi, στο οποίο η ταχύτητα αέρα venturi αλλάζει τη ροή καυσίμων. Αυτή η αρχιτεκτονική υιοθετείται στους περισσότερους εξαεριωτήρες καθοδικής φοράς που βρίσκονται σε συνήθως αμερικάνικα αυτοκίνητα και μερικά από τα ιαπωνικά αυτοκίνητα.

- Μεταβλητό venturi και στο οποίο το αεριωθούμενο άνοιγμα καυσίμων ποικίλλει. Είναι αξιοσημείωτο πως στους εξαεριωτήρες «σταθερής κατάθλιψης», κάτι τέτοιο διενεργείται από ένα κενό χρησιμοποιημένο έμβολο που συνδέεται με μια εκλεπτυσμένη βελόνα που γλιστρά μέσα στο σωλήνα καυσίμων. Βέβαια μια απλούστερη έκδοση υπάρχει, όπου τον συναντά κανείς και συνηθέστερα στις μικρές μοτοσυκλέτες και τα μοτοποδήλατα, όπου η βελόνα ελέγχεται άμεσα από τη θέση ρυθμιστικών βαλβίδων. Αυτοί βέβαια οι τύποι εξαεριωτήρων ή διαφορετικά γνωστοί ως καρμπυρατέρ είναι συνήθως εξοπλισμένοι με αντλίες επιτάχυνσης με σκοπό να αποκαταστήσουν μια τυχούσα ανεπάρκεια του συστήματος. Ο πιο κοινός βέβαια εξαεριωτήρας μεταβλητού venturi (σταθερής κατάθλιψης) είναι ο εξαεριωτήρας SU πλάγιας φοράς και τα παρόμοια πρότυπα που παράγονται από την Hitachi, την Zenith -Stromberg καθώς και άλλους κατασκευαστές στην αγορά του αυτοκινήτου. Μια σχετική ενδιαφέρουσα παραλλαγή ήταν βέβαια ο εξαεριωτήρας VV της Ford και με μεταβλητό venturi ο οποίος ήταν ουσιαστικά ένας σταθερού venturi εξαεριωτήρας και χωρίς βελονοειδή βαλβίδα αλλά ουσιαστικά με μια αρθρωμένη και μια κινητή πλευρά venturi για να προκαλεί στένωση στο λαϊμό στις χαμηλές στροφές και διεύρυνση του στις υψηλές στροφές. Αυτό το γεγονός εξασφάλισε την καλή μίξη και τη ροή αέρος ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής της μηχανής. Μερικά μοντέλα της Ford εξοπλίστηκαν με VV εξαεριωτήρες.

Είναι αναγκαίο στο σημείο αυτό να σημειωθεί πως ο εξαεριωτήρας πρέπει κάτω από όλες τις συνθήκες λειτουργίας της μηχανής να:

- μετρά τη ροή αέρος στη μηχανής
- παραδίδει τη σωστή ποσότητα καυσίμου για να κρατηθεί το μίγμα καυσίμου / αέρα στο κατάλληλο επίπεδο (ρυθμιζόμενο για παράγοντες όπως η θερμοκρασία)
- αναμιγνύει και τα δύο ομοιόμορφα

Αυτή η συγκεκριμένη εργασία θα ήταν απλή εάν ο αέρας και η βενζίνη χαρακτηρίζονταν ως ιδανικά ρευστά. Στην πράξη, εντούτοις, οι αποκλίσεις τους από την ιδανική συμπεριφορά λόγω του ιξώδους, της ρευστής έλξης, και της αδράνειας, απαιτούν πολύπλοκες ρυθμίσεις για να αντισταθμίσουν τις εξαιρετικά υψηλές ή χαμηλές ταχύτητες μηχανών.

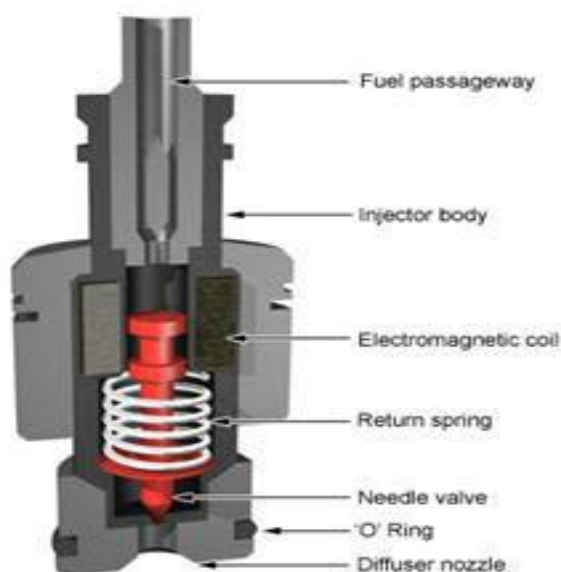
Ένας εξαεριωτήρας πρέπει να παρέχει το κατάλληλο μίγμα καυσίμου - αέρα ανεξάρτητα από ένα ευρύ φάσμα των περιβαλλοντικών θερμοκρασιών,

ατμοσφαιρικών πιέσεων, ταχυτήτων μηχανών και φορτίων και φυγοκεντρικών δυνάμεων σε διάφορες καταστάσεις όπως:

- ψυχρή εκκίνηση
- θερμή εκκίνηση
- χαμηλή ταχύτητα
- επιτάχυνση
- υψηλή ταχύτητα (υψηλή δύναμη με πλήρως ανοιχτή τη ρυθμιστική βαλβίδα)
- με μερικώς ανοιχτή τη ρυθμιστική βαλβίδα

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί πως οι σύγχρονοι εξαερωτήρες απαιτούνται να το κάνουν αυτό διατηρώντας τα ποσοστά εκπομπών ρύπων χαμηλά. Για να λειτουργήσουν όμως σωστά υπό όλους αυτούς τους όρους και για να υποστηρίξουν διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας στα διάφορα αυτοκίνητα οι περισσότεροι εξαερωτήρες περιέχουν ένα σύνθετο σύνολο μηχανισμών (Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)

2.9.11 Ψεκασμός καυσίμου



Εικόνα 2.9.11.1: Διάταξη ψεκασμού καυσίμου

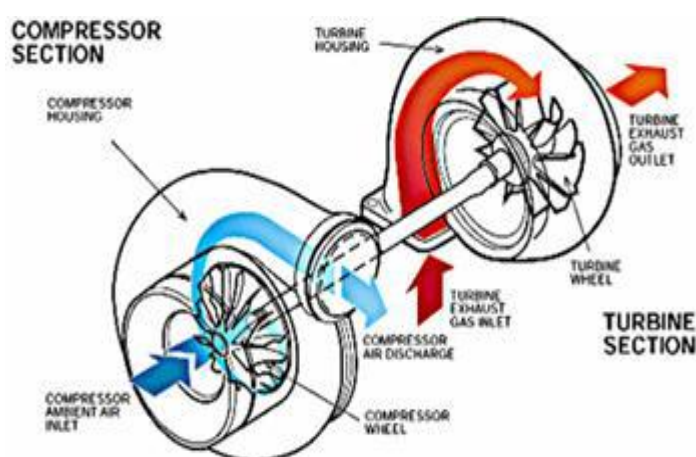
Συστήματα με ψεκασμό βενζίνης, στα οποία το καύσιμο προωθείται με αντλία και ψεκάζεται κατ' ευθείαν στον κύλινδρο, είχαν χρησιμοποιηθεί σε μηχανές αεροπλάνων πριν από τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο. Η απόδοση των κινητήρων αυτών ήταν εξαιρετική, αλλά το μεγάλο κόστος τους, σε σχέση με τον κινητήρα με εξαερωτήρα, περιόρισε τη διάδοσή τους. Ένα σύγχρονο σύστημα ψεκασμού μπορεί να αποτελείται από μια απλή αντλία με ανάλογο σύστημα διανομής ή από πολλαπλές αντλίες.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα ψεκασμού της βενζίνης είναι: οικονομία καυσίμου λόγω ακριβέστερης αναλογίας καυσίμου προς αέρα, περισσότερη ισχύς λόγω της μη θέρμανσης του καυσίμου, αποφυγή τυχόν στερεών αποθέσεων και, τέλος, πιο ομοιόμορφη και άμεση τροφοδοσία καυσίμου μίγματος στους κυλίνδρους.

2.9.12 Υπερτροφοδότης

Ο βαθμός πλήρωσης με αέρα σε έναν κινητήρα αυτοκινήτου φθάνει στο μέγιστο-λίγο παραπάνω από 80%- όταν η ταχύτητα του είναι η μισή περίπου της μέγιστης δυνατής, ενώ μειώνεται σημαντικά σε μεγαλύτερες ταχύτητες. Η μείωση αυτή του εισαγόμενου αέρα, με την αύξηση της ταχύτητας, έχει ως αποτέλεσμα ανάλογες μεταβολές στη ροπή στρέψης στον στροφαλοφόρο άξονα. Έτσι η ισχύς φθάνει σε μια μέγιστη τιμή καθώς η ταχύτητα του κινητήρα αυξάνει.

Σε ταχύτητες πάνω από την οριακή, η ανά κύκλο τροφοδοσία με αέρα ελαττώνεται τόσο γρήγορα ώστε η αποδιδόμενη ισχύς να είναι μικρότερη από τη αντίστοιχη σε χαμηλότερες ταχύτητες. Η ανικανότητα του κινητήρα να δεχθεί την απαραίτητη ποσότητα αέρα στις υψηλές ταχύτητες περιορίζει την απόδοσή του.



Εικόνα 2.9.12.1: Διάταξη υπερτροφοδότησης (Turbo)

Το μειονέκτημα αυτό παρακάμπτεται με τη βοήθεια του λεγόμενου υπερτροφοδότη, δηλαδή μιας αεραντλίας, ή ενός φυσητήρα που αυξάνει την πίεση του αέρα ο οποίος εισέρχεται στους κυλίνδρους, επομένως και την ποσότητά του. Ο στροβιλοτροφοδότης χρησιμοποιεί έναν αεριοστρόβιλο, που λειτουργεί με τα καυσαέρια, για να κινήσει έναν φυγοκεντρικό φυσητήρα. Ο κινητήρας με υπερτροφοδότη αποκτά μεγαλύτερη ισχύ και λειτουργεί με μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου. Οι κινητήρες των αεροπλάνων υπερτροφοδοτούνται συνήθως και με κοινούς φυσητήρες και με στροβιλοτροφοδότες, για να εξασφαλίζουν ομαλή λειτουργία στα μεγάλα ύψη.

2.9.13 Σύστημα ψύξης

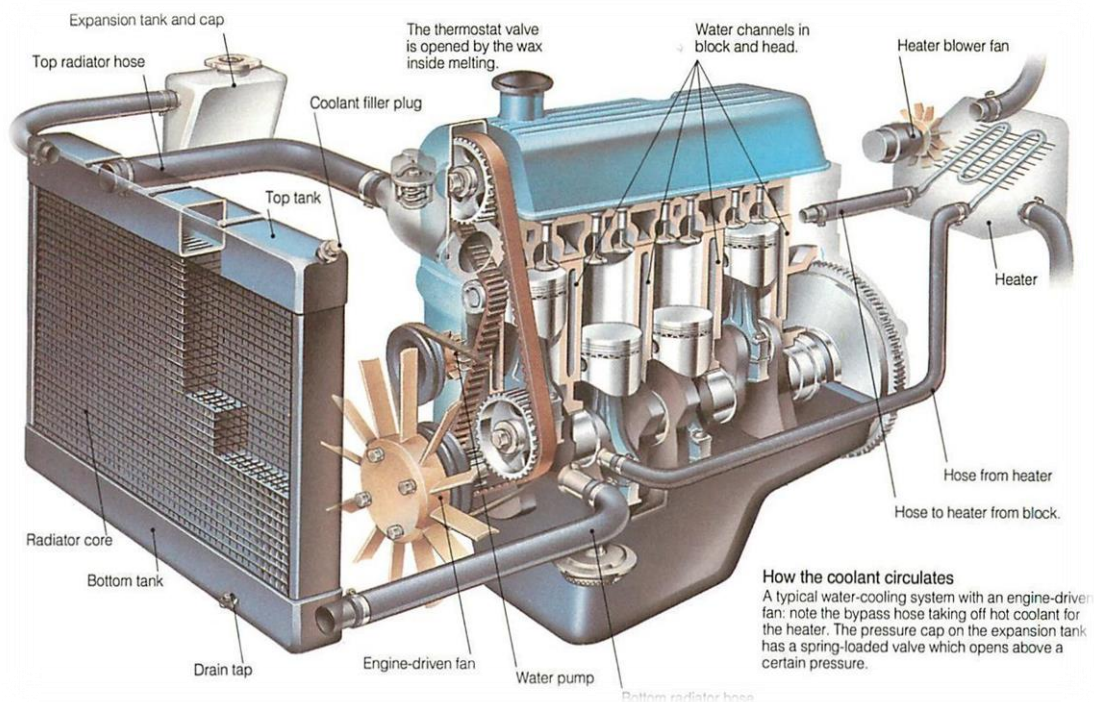
Οι κύλινδροι των ΜΕΚ χρειάζονται ψύξη. Οι περισσότεροι βενζινοκινητήρες είναι υγρόψυκτοι. Το υγρό κυκλοφορεί γύρω από τους κυλίνδρους απάγοντας θερμότητα, την οποία αποδίδει στο ψυγείο του κινητήρα. Το κύκλωμα περιλαμβάνει συνήθως θερμοστάτη για να κρατά τη θερμοκρασία στα χιτώνια των

κυλίνδρων σταθερή. Στο σύστημα ψύξης επικρατεί συνήθως υπερπίεση για να ανυψώνει το σημείο ζέσης του ψυκτικού μέσου, έτσι ώστε το τελευταίο να διατηρείται σε υγρή κατάσταση και να διευκολύνεται η μεταφορά θερμότητας στο ψυγείο.

Ορισμένοι κινητήρες, κυρίως μικρών μονάδων, όπως χορτοκοπτικές ή αλυσοπρίονα, είναι αερόψυκτοι. Η ψύξη με αέρα επιτυγχάνεται με τη διαμόρφωση λεπτών πτερυγίων στις εξωτερικές επιφάνειες των κυλίνδρων.

Ο αέρας κυκλοφορεί ανάμεσα στα πτερύγια με τη βοήθεια φυσητήρων ή ανεμιστήρων. Οι κινητήρες των ελικοφόρων αεροπλάνων προσφέρονται ιδιαίτερα για ψύξη με αέρα από τις έλικες.

(Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)



Εικόνα 2.9.13.1: Βενζινοκινητήρας όπου διακρίνεται η διάταξη του συστήματος ψύξης

2.9.14 Σύστημα λίπανσης

Η λίπανση, που αποσκοπεί στη μείωση των τριβών, επιτυγχάνεται με παρεμβολή ενός υμένα ελαίου ανάμεσα στα τριβόμενα εξαρτήματα. Σημαντικό ρόλο στην συμπεριφορά των λιπαντικών ελαίων παίζει το ιξώδες, που όπως είναι γνωστό εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία.

Το σύστημα λίπανσης τροφοδοτείται από την ελαιολεκάνη που βρίσκεται στη χαμηλότερη στάθμη του κινητήρα. Το λιπαντικό προωθείται με αντλία συνήθως οδοντωτή, υπό πίεση, σε σύστημα αγωγών ή διαύλων.

Το έλαιο προωθείται υπό πίεση στον στροφαλοφόρο και στους κύριους τριβείς του. Οι στρόφαλοι φέρουν ειδικές οπές που διευκολύνουν να φθάσει το έλαιο μέχρι τον πείρο κάθε στροφάλου. Καθώς το έλαιο εξέρχεται από τις οπές των στροφάλων εκτινάσσεται και διαβρέχει τα τοιχώματα των κυλίνδρων, τα έκκεντρα και τα έμβολα, φθάνοντας μέχρι και τους πείρους των διωστήρων. Πρόσθετα ανοίγματα

στα στελέχη των εκκέντρων τροφοδοτούν με έλαιο τους υδραυλικούς μηχανισμούς ανύψωσης των ωστηρίων των βαλβίδων, αν υπάρχουν. Η πίεση του ελαίου στους υδραυλικούς αυτούς ανυψωτές διατηρείται στην επιθυμητή στάθμη με ρυθμιστικές βαλβίδες.

2.9.15 Σύστημα εξαγωγής



Εικόνα 2.9.15.1: Παράδειγμα συστήματος εξαγωγής καυσαερίων (εξάτμιση)

Τα καυσαέρια περνούν μέσα από τον σιγαστήρα που περιορίζει τις ηχητικές ταλαντώσεις. Ο σιγαστήρας αποσβένει τις ταλαντώσεις αυτές έτσι ώστε τα καυσαέρια να εξέρχονται σχετικά ομαλά και χωρίς μεγάλο θόρυβο.

Οι συνηθέστεροι σήμερα σιγαστήρες χρησιμοποιούν θαλάμους συντονισμού που επικοινωνούν με τους χώρους διέλευσης των καυσαερίων. Από κάθε θάλαμο ξεκινούν ταλαντώσεις σε συχνότητα που καθορίζεται από τις διαστάσεις του. Οι ταλαντώσεις αυτές εξουδετερώνουν ή απορροφούν τις ταλαντώσεις του διερχόμενου ρεύματος των καυσαερίων, που έχουν την ίδια περίπου συχνότητα. Αρκετοί τέτοιοι θάλαμοι, ένας για κάθε μία από τις επικρατέστερες συχνότητες στο ρεύμα των καυσαερίων μειώνουν αποτελεσματικά τον θόρυβο. Στο σύστημα εξαγωγής προστίθενται συχνά συσκευές ελέγχου των καυσαερίων, με σκοπό τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μέσα στο σιγαστήρα τοποθετούνται κατάλληλοι καταλύτες (υλικά που διευκολύνουν επιλεκτικά επιθυμητές χημικές αντιδράσεις), έτσι ώστε να μειώνεται η εκπομπή άκαυστων υδρογονανθράκων ή μονοξειδίου του άνθρακα.

2.10 Απόδοση

Ένα μέγεθος, που ονομάζεται μέση πίεση πέδησης λαμβάνεται με πολλαπλασιασμό της μέσης πίεσης ενός κινητήρα επί την μηχανική του απόδοση. Πρόκειται για έναν δείκτη που χρησιμοποιείται συχνά και εκφράζει την ικανότητα του κινητήρα να αναπτύξει χρήσιμη πίεση στους κυλίνδρους και επομένως να αποδώσει ισχύ.

Οι κινητήρες των αυτοκινήτων ποικίλλουν σε αριθμό κυλίνδρων και ιπποδύναμη από μικρούς τετρακύλινδρους κινητήρες με ιπποδύναμη μικρότερη από 100 ίππους

έως κινητήρες των 8.000 και πλέον κυβικών εκατοστομέτρων με υποδύναμη μεγαλύτερη από 400 ίππους. Οι κινητήρες αυτοί ικανοποιούν τις ανάγκες της αυτοκινητοβιομηχανίας σε τέτοιο βαθμό ώστε μέχρι πρότινος, τουλάχιστον, δεν είχαν κανέναν συναγωνισμό.

2.11 Πετρελαιομηχανές – κινητήρες Diesel

Η πετρελαιομηχανή είναι μια μηχανή εσωτερικής καύσης που μετατρέπει τη θερμική ενέργεια του πετρελαίου σε κινητική ενέργεια. Μοιάζει στα κύρια μέρη της με τη βενζινομηχανή με την οποία κυρίως διαφέρει στον τρόπο ανάμειξης του αέρα με το καύσιμο καθώς και στον τρόπο ανάφλεξης του μίγματος.



Εικόνα 2.11.1: Πετρελαιοκινητήρας

Κατά τη σύγκρισή της με τη βενζινομηχανή, η μηχανή Diesel παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα. Λόγω των πλεονεκτημάτων της αυτών χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κίνηση πλοίων, τρένων, βαρέων οχημάτων, γεωργικών μηχανών, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στην κίνηση βιομηχανικών εγκαταστάσεων. (Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)

2.12 Αναγνώριση της πετρελαιομηχανής

Η πετρελαιομηχανή ξεχωρίζεται εύκολα από την βενζινομηχανή με απλή εξέταση των εξωτερικών μερών τους ή με την παρακολούθηση της λειτουργίας τους. Οι βασικές τους διαφορές είναι:

1. Η μηχανή Diesel δεν έχει εξαερωτήρα και πάνω στην πολλαπλή εισαγωγής είναι τοποθετημένο μόνο το φίλτρο αέρα, αντίθετα η βενζινομηχανή έχει εξαερωτήρα τοποθετημένο πάνω στην πολλαπλή εισαγωγή.

2. Η μηχανή Diesel δεν έχει σύστημα ανάφλεξης διότι το πετρέλαιο αναφλέγεται στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του συμπιεσμένου αέρα.

3. Η μηχανή Diesel έχει στο πλευρό της μια αντλία έγχυσης καυσίμου και έναν ψεκαστήρα σε κάθε κύλινδρο. Επίσης διαθέτει μεταλλικούς σωλήνες οι οποίοι συνδέουν την αντλία με τους ψεκαστήρες.

4. Η μηχανή Diesel έχει μεγαλύτερο εξωτερικό όγκο και μεγαλύτερο κυβισμό από μια βενζινομηχανή της ίδιας ισχύος.

5. Η μηχανή Diesel κατά τη λειτουργία της στις χαμηλές στροφές προκαλεί ισχυρούς και χαρακτηριστικούς κτύπους ενώ η βενζινομηχανή στις ίδιες στροφές λειτουργεί στρωτά και χωρίς θόρυβο.

2.13 Ταξινόμηση των μηχανών Diesel

Ανάλογα με το μέγιστο αριθμό στροφών που αναπτύσσουν ανά λεπτό, διακρίνονται σε αργόστροφες (μέχρι 350 σ.α.λ), σε μεσαίων στροφών (μέχρι 1200 σ.α.λ) και σε πολύστροφες που φτάνουν τις 5000 σ.α.λ. Ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν στις κανονικές στροφές λειτουργίας τους τις διακρίνουμε σε: μηχανές μικρής ισχύος (μέχρι 25 ίππους ανά κύλινδρο), σε μηχανές μέσης ισχύος (από 25 - 200 ίππους ανά κύλινδρο) και σε μηχανές υψηλής ισχύος πάνω από 200 ίππους ανά κύλινδρο). Ανάλογα με τον αριθμό των κυλίνδρων διακρίνονται σε μηχανές μονοκύλινδρες μέχρι και 24 κύλινδρες. Ανάλογα με τον αριθμό των χρόνων του κύκλου λειτουργίας τους χωρίζονται σε τετράχρονες και σε δίχρονες.

2.14 Διατάξεις κινητήρων Diesel

- **Μηχανές σειράς:** Έχουν μέχρι και 12 κατακόρυφους κυλίνδρους σε μια γραμμή και είναι οι πιο συνηθισμένες στις εφαρμογές
- **Μηχανές τύπου V:** Οι κύλινδροι βρίσκονται συνήθως υπό γωνία 45, 50, 55, 60 ή 90 μ Η γωνία των κυλίνδρων εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων και από την κατασκευή του στροφαλοφόρου άξονα.
- **Μηχανές επίπεδες:** Έχουν τους κυλίνδρους τους στη μία πλευρά ή σε γωνία 180ο και χρησιμοποιούνται λόγω του μικρού τους ύψους στα φορτηγά, τα λεωφορεία και στις μηχανές τρένων.
- **Μηχανές αστεροειδούς τύπου:** Έχουν τους κυλίνδρους στις ακτίνες ενός κύκλου, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται ο στροφαλοφόρος άξονας. Λόγω του μικρού τους όγκου από τη σύνδεση όλων των διωστήρων σε ένα μόνο στρόφαλο, χρησιμοποιούνται αρκετά στις μεγάλες ηλεκτρογεννήτριες.

- Μηχανές με ειδική διάταξη κυλίνδρων: Οι μηχανές αυτές που έχουν τους κυλίνδρους σε σχήμα "X", "W" ή και "Δ" χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.

2.15 Διαφορές πετρελαιομηχανής – βενζινομηχανής

α) Διαφορές στον κύκλο λειτουργίας

Η μηχανή Diesel ακολουθεί κατά τη λειτουργία της το θερμικό κύκλο του Diesel, ενώ η βενζινομηχανή τον κύκλο του Otto. Ο θερμικός λοιπόν κύκλος του Diesel χρειάζεται τέσσερις ή δυο χρόνους για την ολοκλήρωσή του και την επιτυχία μιας εκτόνωσης, όπως συμβαίνει και στις βενζινομηχανές. Έχουμε λοιπόν τις φάσεις της: Εισαγωγής - Συμπίεσης - Εκτόνωσης - Εξαγωγής στις τετράχρονες Diesel ενώ στις δίχρονες έχουν τις φάσεις της: Εισαγωγής - Συμπίεσης και Εκτόνωσης - Εξαγωγής. Οι διαφορές παρατηρούνται στους χρόνους της εισαγωγής και εκτόνωσης. Στη μηχανή Diesel εισέρχεται ατμοσφαιρικός αέρας στον χρόνο εισαγωγής του κύκλου ενώ στη βενζινομηχανή εισέρχεται μίγμα αέρα - βενζίνης. Επίσης κατά το χρόνο της εκτόνωσης στη μηχανή Diesel η καύση του μίγματος πετρελαίου - αέρα γίνεται με σταθερή πίεση, ενώ στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, η καύση του μίγματος βενζίνης – αέρα γίνεται υπό σταθερό όγκο.

β) Διαφορές στη σχέση συμπίεσης

Η σχέση συμπίεσης στους κυλίνδρους της μηχανής Diesel είναι συνήθως 17:1 έως και 24:1, ενώ στους κυλίνδρους της βενζινομηχανής η σχέση συμπίεσης κυμαίνεται από 6:1 έως και 12:1. Από την υψηλή σχέση συμπίεσης, η πίεση στο χώρο καύσης των κυλίνδρων της μηχανής Diesel φτάνει τις 30-50 ατμόσφαιρες ενώ η θερμοκρασία στους 700^ο - 900^οC αντίστοιχα. Στη βενζινομηχανή, η τιμή της πίεσης δεν ξεπερνά τις 15 ατμόσφαιρες ενώ η θερμοκρασία δεν είναι μεγαλύτερη από 400^οC. Από την υψηλή πίεση του αέρα στους κυλίνδρους, αυξάνεται η ισχύς του κινητήρα Diesel ενώ από την υψηλή θερμοκρασία, αναφλέγεται το μίγμα αέρα - καυσίμου.

γ) Διαφορές στη σχέση βάρους ισχύος

Η μηχανή Diesel έχει μεγαλύτερο βάρος από τη βενζινομηχανή της ίδιας ισχύος. Στην πρώτη η αναλογία βάρους είναι περίπου 2,8 - 3 κιλά / ίππο, ενώ στη δεύτερη είναι περίπου 1,3 κιλά / ίππο. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην αναγκαία αύξηση του κυβισμού της μηχανής Diesel και στη μεγαλύτερη αντοχή των μερών της στις υψηλές πιέσεις των κυλίνδρων της.

δ) Διαφορές στο μέγιστο αριθμό στροφών

Η μηχανή Diesel φτάνει σε αριθμό στροφών ίσο με τα 5/8 περίπου της βενζινομηχανής. Η μεγάλη διαφορά αυτή οφείλεται στη μικρή μέση ταχύτητα των εμβόλων της μηχανής Diesel. Σε περίπτωση όμως αύξησης της μέσης αυτής ταχύτητας για μεγάλο χρονικό διάστημα, παρατηρείται υπερφόρτιση των κινητών μερών του κινητήρα και τελικά θραύση αυτών, από τη μεγάλη ροπή αδράνειας η οποία είναι ανάλογη της ταχύτητας.

ε) Διαφορές στα κύρια μέρη

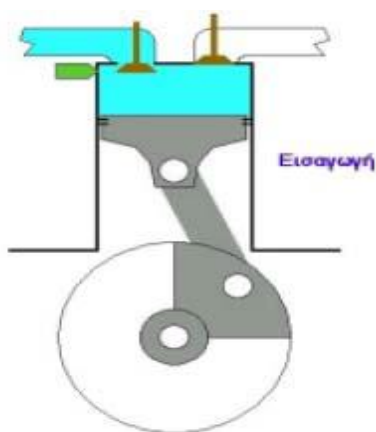
Όπως φαίνεται και στην εικόνα, η πετρελαιομηχανή έχει τα ίδια μέρη με τη βενζινομηχανή, με ελάχιστες διαφορές στη σχεδίαση και τις διαστάσεις της. Τα κύρια στατικά μέρη τους είναι η κυλινδροκεφαλή, ο κορμός και η ελαιολεκάνη (κάρτερ) που είναι σχεδόν όμοια. Μια διαφορά παρατηρείται στις μεγαλύτερες διαστάσεις και στο μεγαλύτερο βάρος των μερών αυτών στις μηχανές Diesel έναντι των βενζινομηχανών. Επίσης άλλη μια διαφορά παρατηρείται στη διαμόρφωση του κάτω μέρους της κυλινδροκεφαλής, πάνω από τους κυλίνδρους, στο χώρο σχηματισμού των χώρων καύσης. Στα κινητά μέρη των δυο ειδών κινητήρων, παρατηρούνται ελάχιστες διαφορές οι οποίες σχετίζονται με τη διαφορά βάρους και αντοχής. Έτσι τα κινούμενα μέρη των μηχανών Diesel είναι βαρύτερα μεγαλύτερα και πιο ανθεκτικά από τα αντίστοιχα των βενζινομηχανών.

στ) Διαφορές στην ανάφλεξη

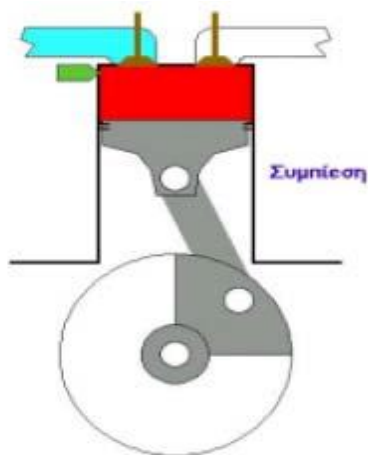
Η ανάφλεξη του μίγματος αέρα - καυσίμου στις δυο μηχανές είναι διαφορετική. Στη βενζινομηχανή, η ανάφλεξη του μίγματος γίνεται από τον ηλεκτρικό σπινθήρα των αναφλεκτήρων, που δημιουργείται από την αύξηση της τάσης από το ηλεκτρικό σύστημα του κινητήρα. Αντίθετα στη μηχανή Diesel το καύσιμο αυταναφλέγεται κατά τον ψεκάσμο του στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του πεπιεσμένου αέρα, χωρίς τη βοήθεια σπινθήρα.

(Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)

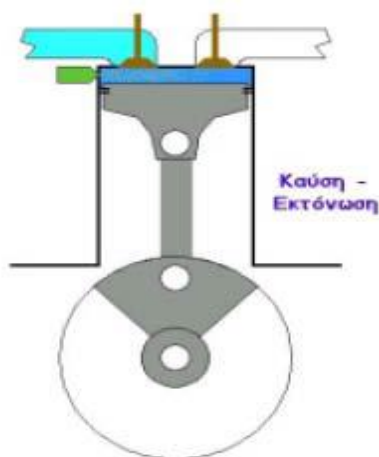
2.16 Ο κύκλος λειτουργίας των κινητήρων Diesel



1ος Χρόνος (Εισαγωγή): Στο χρόνο αυτό η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει πριν το ΑΝΣ και κλείνει μετά το ΚΝΣ, κατά μια ορισμένη γωνία που είναι ανάλογη της κατασκευής του κινητήρα. Με το κατέβασμα του εμβόλου από το ΑΝΣ στο ΚΝΣ εισέρχεται στον κύλινδρο αέρας με πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής. Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, στον κύλινδρο εισέρχεται μίγμα αέρα - καυσίμου.

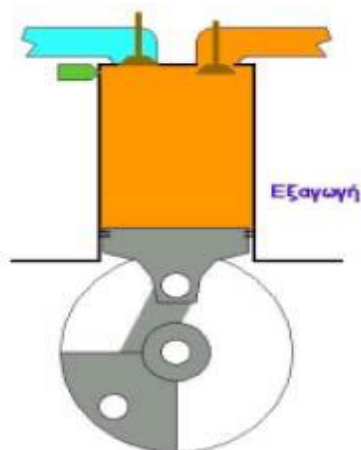


2ος Χρόνος (Συμπίεση του αέρα): Στο χρόνο αυτό το έμβολο κινείται από το ΚΝΣ προς το ΑΝΣ. Η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει και ο παγιδευμένος στον κύλινδρο αέρας συμπιέζεται μέχρι τις 30 – 50 ατμόσφαιρες. Από τη συμπίεση αυτή, ο αέρας θερμαίνεται στους 600 - 900 βαθμούς Κελσίου, όμως ένα ποσό της θερμότητας αυτής διαφεύγει από τα τοιχώματα των κυλίνδρων. Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, το μίγμα συμπιέζεται σε μικρότερη πίεση και αποκτά μικρότερη θερμοκρασία.



3ος Χρόνος (Καύση-Εκτόνωση): Στο χρόνο αυτό γίνεται ο ψεκασμός του καυσίμου στον υπέρθερμο αέρα του χώρου καύσης, η καύση του καυσίμου και η ενεργητική μετακίνηση του εμβόλου προς τα κάτω από την εκτόνωση των αερίων. Η καύση του πετρελαίου στον κύλινδρο δεν είναι απότομη, αλλά προοδευτική. Πραγματοποιείται σε τρία χαρακτηριστικά στάδια, των οποίων ο διαχωρισμός εξαρτάται από την κατασκευή της μηχανής. Ο χρόνος λοιπόν της καύσης αρχίζει όταν το έμβολο βρίσκεται λίγες μοίρες προ του ΑΝΣ της συμπίεσης. Τότε εισάγεται το πετρέλαιο στο χώρο καύσης με μορφή σταγονιδίων τα οποία ψεκάζονται από τον ψεκαστήρα. Τα μικρά σταγονίδια εισερχόμενα στον πυκνό υπέρθερμο αέρα ατμοποιούνται και αφού έλθουν σε επαφή με το οξυγόνο αναφλέγονται χωρίς την παραγωγή θερμότητας. Η διάρκεια αυτή της ανάμειξης του καυσίμου με το οξυγόνο, ονομάζεται *χρόνος καθυστέρησης της ανάφλεξης*. Στη συνέχεια και ενώ ο ψεκασμός συνεχίζεται, αρχίζει η καύση με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και την αύξηση της πίεσης των αερίων στις 50 - 70 ατμόσφαιρες. Από την πίεση αυτή, το έμβολο μετακινείται προς τα κάτω. Κατά την

κίνηση του εμβόλου προς το ΚΝΣ διακόπτεται ο ψεκασμός καυσίμου και μειώνεται ομαλά η πίεση του κυλίνδρου λόγω της αύξησης του όγκου του. μετά την καύση και των τελευταίων σταγονιδίων, ο χρόνος τελειώνει. Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, δίνεται ο ηλεκτρικός σπινθήρας και το μίγμα αναφλέγεται απότομα, ωθώντας το έμβολο προς τα κάτω.



4ος Χρόνος (Εξαγωγή): Περίπου στο τέλος της εκτόνωσης και προτού το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και βγαίνουν τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα. Η πίεση στον κύλινδρο κατεβαίνει απότομα στις 3-4 ατμόσφαιρες και μετά φτάνει προοδευτικά στη 1 ατμόσφαιρα. Το έμβολο πλέον ανεβαίνει προς το ΑΝΣ για τον καθαρισμό του κυλίνδρου από τα καυσαέρια.

(Πηγή: «ΜΕΚ-Τετράχρονη Λειτουργία», 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας)

2.17 Περιγραφή των μερών της μηχανής Diesel

Όπως σημειώθηκε παραπάνω, τα περισσότερα κινούμενα μέρη των μηχανών Diesel είναι όμοια με τα αντίστοιχα των βενζινομηχανών. Έτσι, στην παράγραφο αυτή θα επιχειρηθεί μια περιγραφή, μόνο των μερών που παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις δυο μηχανές.

Εμβολα



Εικόνα 2.17.1: Έμβολα

Τα έμβολα στις μηχανές Diesel καταπονούνται πολύ περισσότερο από τα έμβολα των βενζινομηχανών. Οι εφαρμοζόμενες σε αυτά κάθετες και πλευρικές πιέσεις κυμαίνονται μεταξύ 35 και 42 Kg/cm² και στις διάφορες φάσεις η θερμοκρασία

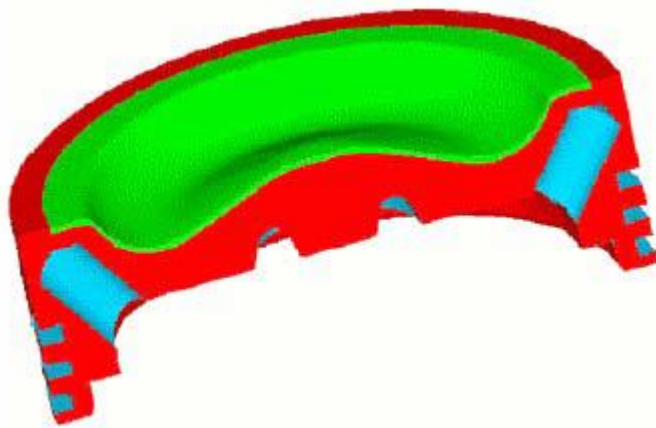
φτάνει στους 2000ο Κελσίου περίπου. Έτσι λοιπόν, τα έμβολα των πετρελαιομηχανών είναι πολύ ισχυρότερα από αυτά των βενζινομηχανών, αλλά και αρκετά βαρύτερα, με αποτέλεσμα τη μείωση της ευστροφίας του κινητήρα.

Θάλαμοι καύσης



Εικόνα 2.17.2: Τομή κελύφους θαλάμου καύσης

Στις μηχανές Diesel, η ανάμειξη του αέρα και του καυσίμου γίνεται μέσα στο χώρο των κυλίνδρων. Για το λόγο αυτό τα έμβολα στις περισσότερες πετρελαιομηχανές έχουν ειδική διαμόρφωση στην άνω πλευρά τους. η διαμόρφωση αυτή, βοηθά στον στροβιλισμό του αέρα και του καυσίμου έτσι ώστε να επιτευχθεί καλύτερη ανάμειξη, άρα και καλύτερη καύση. Οι διαμορφώσεις αυτές των εμβόλων λειτουργούν όπως οι θάλαμοι καύσης στην κεφαλή της βενζινομηχανής και ονομάζονται θάλαμοι άμεσης έγχυσης. Οι κυριότεροι θάλαμοι αυτού του τύπου είναι ο θάλαμος M της MAN και ο SL της Perkins. Ωστόσο ορισμένοι κινητήρες, κυρίως μεγάλου κυβισμού, χρησιμοποιούν πιο απλούς, ανοικτούς θαλάμους καύσης όπως αυτός που παρουσιάζεται στο σχήμα. Έτσι περιορίζεται το κόστος κατασκευής, χωρίς πολύ μεγάλη μείωση στην απόδοση του κινητήρα.



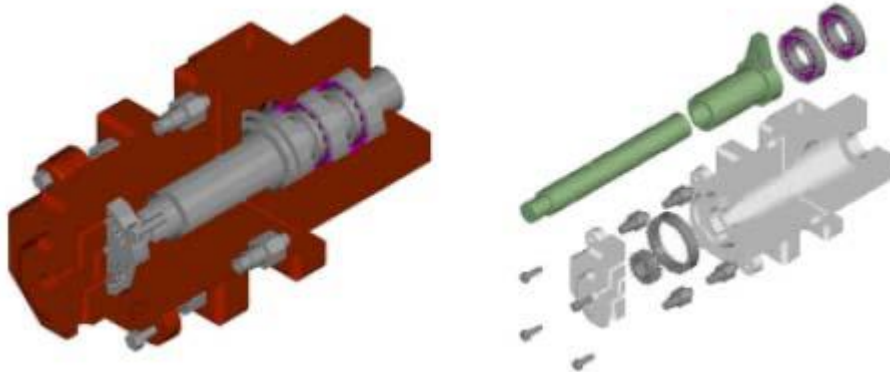
Εικόνα 2.17.3: Άνω μέρος του εμβόλου

Βοηθητικοί προθάλαμοι καύσης

Σε ορισμένους κινητήρες χρησιμοποιούνται βοηθητικοί θάλαμοι κατασκευασμένοι μέσα στην κυλινδροκεφαλή, οι οποίοι επικοινωνούν με τους κυλίνδρους μέσω αγωγών. Έτσι λοιπόν κατά τη φάση της συμπίεσης, ο συμπιεζόμενος αέρας συγκεντρώνεται στον προθάλαμο. Στη συνέχεια γίνεται ο ψεκασμός του πετρελαίου μέσα στον προθάλαμο, όπου και αυτό- αναφλέγεται. Η αύξηση της πίεσης μέσα στον προθάλαμο, ωθεί το έμβολο προς το ΚΝΣ. Οι προθάλαμοι καύσης χρησιμοποιούνται αρκετά στους πετρελαιοκινητήρες, γιατί έχουν τέτοια διαμόρφωση η οποία επιτρέπει την πολύ καλή ανάμειξη του καυσίμου με τον αέρα. Οι πιο διαδεδομένοι βοηθητικοί προθάλαμοι καύσης είναι οι: Lanova, Perkins, Caterpillar, Ramsey και Deutz.

Σύστημα τροφοδοσίας

Όπως είναι γνωστό, οι μηχανές Diesel έχουν ένα ιδιαίτερο σύστημα τροφοδοσίας το οποίο ψεκάζει με πίεση το καύσιμο μέσα στους κυλίνδρους. Τα βασικά μέρη του συστήματος αυτού είναι οι ψεκαστήρες και η αντλία καυσίμου υψηλής πίεσης. Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται είναι είτε υδραυλικές είτε μηχανικές, και μπορούν να συμπιέσουν το καύσιμο έως και 200atm. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζεται μια μηχανική αντλία ψεκασμού πετρελαίου, καθώς και τα επιμέρους τμήματά της. Όπως φαίνεται και στα σχήματα, η μηχανική αντλία αποτελείται από έναν άξονα ο οποίος περιστρέφεται παίρνοντας κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα.

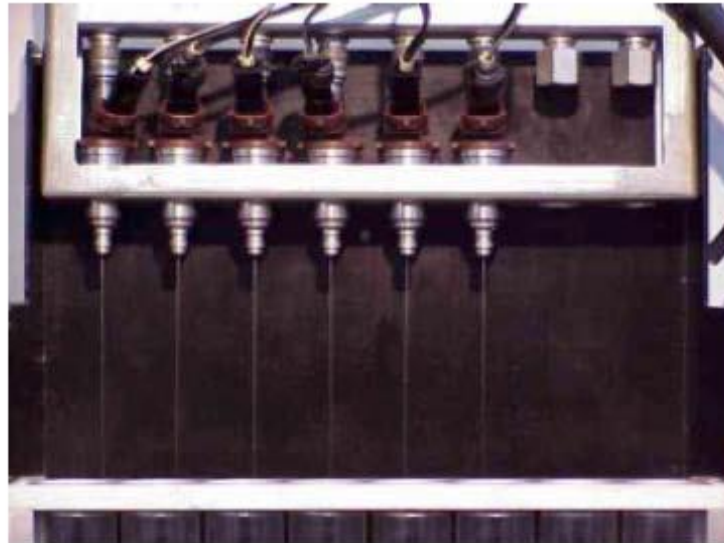


Εικόνα 2.16.4: Τρισδιάστατη προσομοίωση ψεκαστήρα

Ο χρονισμός και η διάρκεια του ψεκασμού καθορίζονται από τους ψεκαστήρες οι οποίοι μπορεί να είναι μηχανικοί ή ηλεκτρομαγνητικοί. Οι μηχανικοί ψεκαστήρες χρησιμοποιούνται από την αρχή της λειτουργίας των κινητήρων Diesel και η λειτουργία τους βασίζεται σε ένα προφορτισμένο σπειροειδές ελατήριο στο εσωτερικό του ψεκαστήρα. Το ελατήριο, πιέζει ένα πώμα (ακίδα) κλείνοντας την οπή του ψεκαστήρα. Όταν όμως η πίεση του καυσίμου γίνει πολύ μεγάλη, το ελατήριο συμπιέζεται από το καύσιμο και διαφεύγει η απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου από την οπή, στον κύλινδρο του κινητήρα. Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται και ελέγχεται ηλεκτρονικά στους ηλεκτρομαγνητικούς ψεκαστήρες. Εδώ τη θέση του ελατηρίου παίρνει ένας ισχυρός ηλεκτρομαγνήτης ο οποίος ανοίγει και κλείνει την οπή του ψεκαστήρα. Στην φωτογραφία που

ακολουθεί, παρουσιάζεται ο έλεγχος της λειτουργίας ηλεκτρομαγνητικών ψεκαστήρων.

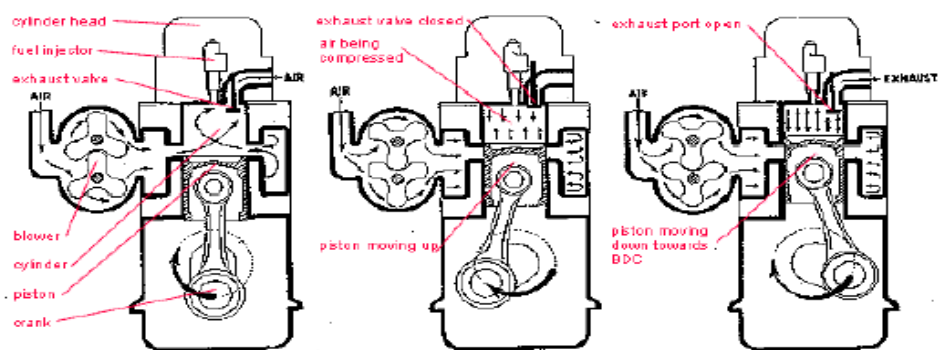
(Πηγή: «Σημειώσεις ΜΕΚ»-Πεχλιβάνογλου Γιώργος)



Εικόνα 2.16.5: Ηλεκτρομαγνητικοί ψεκαστήρες σε λειτουργία

2.18 Δίχρονες πετρελαιομηχανές

Οι πολύ μεγάλες μηχανές Diesel οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κίνηση πλοίων ή μεγάλων βιομηχανικών μονάδων, πολλές φορές είναι κατασκευασμένες για να λειτουργούν σύμφωνα με τον δίχρονο κύκλο λειτουργίας. Αυτό γίνεται για τη μείωση του αριθμού των κινούμενων μερών το οποίο έχει ως συνέπεια τη μείωση του βάρους και την αύξηση της αξιοπιστίας. Στους κινητήρες αυτούς, η εισαγωγή του αέρα γίνεται από θυρίδες στο πλάι του κυλίνδρου, ενώ η εξαγωγή γίνεται από 2 βαλβίδες στην κεφαλή. Ωστόσο η πλήρωση των κυλίνδρων με αέρα είναι αδύνατον να γίνει με αναρρόφηση από την κίνηση του εμβόλου, έτσι τοποθετείται μηχανικός υπερσυμπιεστής ο οποίος ωθεί με πίεση τον αέρα στον κύλινδρο μέσα από τις θυρίδες καθαρίζοντας ταυτόχρονα και τον κύλινδρο από τα καυσαέρια της προηγούμενης καύσης. Στα σχήματα φαίνεται η λειτουργία του δίχρονου κινητήρα Diesel καθώς και η λειτουργία του μηχανικού υπερσυμπιεστή.



Εικόνα 2.18.1: Λειτουργία δίχρονου κινητήρα Diesel

2.19 Μηχανές εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το υγραέριο.

Οι μηχανές εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το υγραέριο δεν διαφέρουν σχεδόν καθόλου από τους βενζινοκινητήρες. Οι μοναδική τους διαφορά είναι σε κάποια μηχανικά μέρη που προστίθενται πάνω στον κινητήρα προκειμένου να τον καταστήσουν ικανό να μπορεί να χρησιμοποιήσει ως καύσιμο το υγραέριο.

Επιγραμματικά, ένα **τυπικό σύστημα υγραερίου** περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέρη:

- Τις διάφορες **σωληνώσεις** παροχής καυσίμου
- Τη **δεξαμενή** αποθήκευσης υγραερίου.
- Τα **μπέκ** ψεκασμού υγραερίου.
- Την **ηλεκτρομαγνητική** βαλβίδα παροχής υγραερίου.
- Τον **πνεύμονα**, δηλαδή το μέρος αεριοποίησης υγραερίου που εξαερώνει και ρυθμίζει την παροχή **υγραερίου** ανάλογα με το φορτίο του κινητήρα.

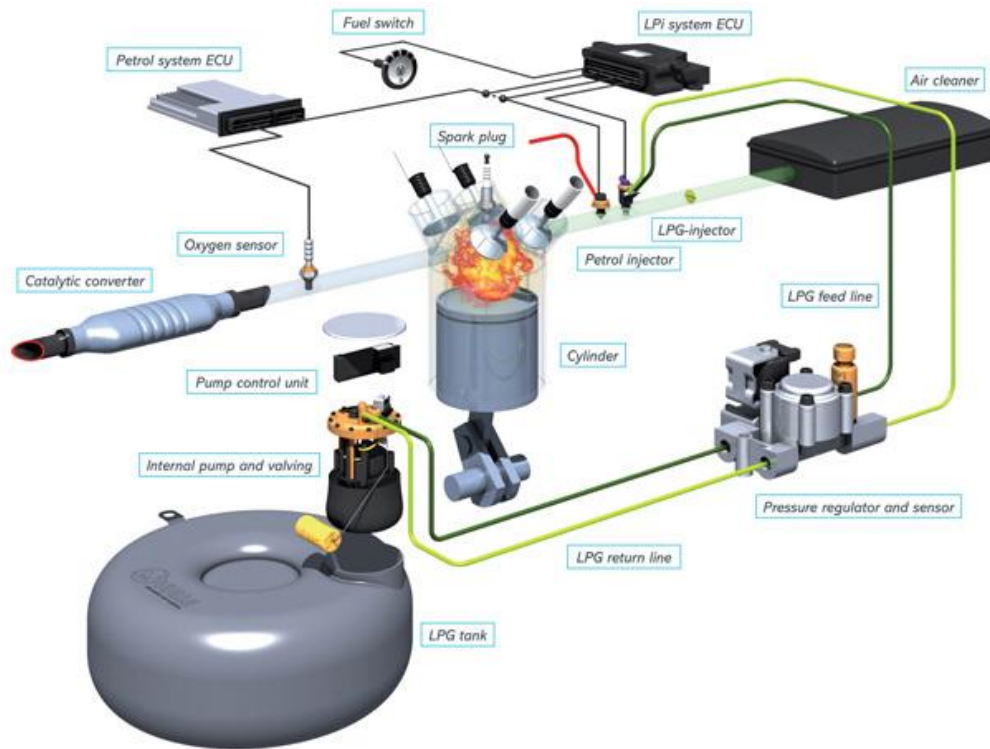
Πως λειτουργεί

Η πίεση στην οποία βρίσκεται το υγραέριο στο ρεζερβουάρ αρκεί προκειμένου αυτό να φτάνει στο ρυθμιστή πίεσης ή εξαεριστή που βρίσκεται στο χώρο του κινητήρα. Εκεί, το υγραέριο μετατρέπεται **από υγρή σε αέρια μορφή**. Στη συνέχεια, διοχετεύεται μέσω ενός σωλήνα στο φίλτρο υγραερίου και έπειτα στη μπεκιέρα, προκειμένου να ψεκαστεί στον κινητήρα για να γίνει η **καύση**. Για τον έλεγχο των λειτουργιών αυτών, υπεύθυνος είναι ένας **ηλεκτρονικός εγκέφαλος** που, εφόσον τεθεί σε λειτουργία, παρακάμπτει το βασικό εγκέφαλο του αυτοκινήτου λειτουργώντας όμως, σε σχέση με τη μπεκιέρα, στους ίδιους παλμούς. Αυτό σημαίνει ότι, δεν πρέπει να μπερδεύει τον εργοστασιακό εγκέφαλο για να μη φθείρονται τα εσωτερικά μέρη του κινητήρα. Κατά την εκκίνηση του κινητήρα λοιπόν, η λειτουργία γίνεται με βενζίνη και περιμένουμε ώσπου ο δείκτης της θερμοκρασίας του κινητήρα να φτάσει τους 30 με 40 βαθμούς Κελσίου, προκειμένου, είτε μέσω του σχετικού διακόπτη είτε αυτόματα, να επιλεγεί το υγραέριο για καύσιμο.

Τα πάντα στο αυτοκίνητο παραμένουν ίδια, αλλά γίνεται μια μετατροπή που ουσιαστικά προσθέτει ένα επιπλέον σύστημα καυσίμου με τις δικές του σωληνώσεις, δεξαμενή και εγκέφαλο.

Τα τροποποιημένα υγραεριοκίνητα αυτοκίνητα χρησιμοποιούν δυο είδη καυσίμων εναλλάξ, μπορούν δηλαδή να εναλλάσσουν τη χρήση βενζίνης και υγραερίου με το πάτημα ενός διακόπτη, ακόμα και σε κίνηση.

Το υγραέριο είναι ένα καθαρό καύσιμο σε σχέση με τη βενζίνη, επομένως υπάρχει λιγότερη φθορά στη μηχανή και τα μέρη της, άρα η ζωή της παρατείνεται. Το υγραέριο επίσης δεν περιέχει μόλυβδο και απελευθερώνει λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα.



Εικόνα 2.19.1: Λειτουργία ΜΕΚ υγραερίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΥΒΡΙΔΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.

Τα σύγχρονα ενεργειακά προβλήματα και τα προβλήματα ρύπανσης και κλιματικών αλλαγών που απειλούν τον πλανήτη μας επανέφεραν επιτακτικά το ζήτημα της ριζικής αναθεώρησης της τεχνολογίας των αυτοκινήτων και ειδικότερα της αντικατάστασης των θερμικών κινητήρων από ηλεκτροκινητήρες.

Η αντικατάσταση των χαμηλής απόδοσης κινητήρων εσωτερικής καύσης οι οποίοι ρυπαίνουν και παράγουν μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου με ηλεκτροκινητήρες υψηλής ενεργειακής απόδοσης, καθαρούς στη λειτουργία τους, απλούς στην κατασκευή τους και εύκολους στη συντήρησή τους, οι οποίοι κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια η οποία μπορεί να παραχθεί από διάφορα καύσιμα, από ανανεώσιμες πηγές η ακόμα και από υδρογόνο, αποτελεί μονόδρομο ανεξαρτήτως της χρονικής διάρκειας των ενδιάμεσων φάσεων που θα απαιτηθούν μέχρι των τελικό στόχο.

Η υβριδική τεχνολογία γεφυρώνει με τον καλύτερο τρόπο το χάσμα που χωρίζει το σημερινό τεχνολογικό επίπεδο των εξελιγμένων θερμικών κινητήρων από το μελλοντικό της πλήρους επικράτησης της ηλεκτροκίνησης για τα αυτοκίνητα.

Η ηλεκτροκίνηση των αυτοκινήτων δεν αποτελεί βέβαια νεωτερισμό αφού τα πρώτα αυτοκίνητα που κατασκευάστηκαν ήταν ηλεκτροκίνητα. Σε αυτό το σημείο θα κάνουμε μια σύντομη ιστορική αναδρομή στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και θα δούμε και την πορεία της ηλεκτροκίνησης τα τελευταία 115 χρόνια.

1896: Τα πρώτα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα

Η εταιρεία Electric Car Co. παρουσιάζει ηλεκτροκίνητα ταξί στους δρόμους της Νέας Υόρκης το 1896 και μέσα σε τρία χρόνια κυκλοφορούν περισσότερα από 60. Τα ηλεκτρικά ταξί προορίζονταν για την αντιμετώπιση του προβλήματος συσσώρευσης όγκων καβαλίνας που άφηναν πίσω τους τα ιππήλατα οχήματα. Οι εταιρείες ταξί πίστευαν ότι δεν υπήρχε αγορά ιδιωτικών αυτοκινήτων διότι θα απαιτούσε τεχνικές γνώσεις για τον ηλεκτρισμό. Φυσικά διαψεύστηκαν καθώς τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα της εποχής ήταν εύκολα στη χρήση.

1900: τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Το 1900 κυκλοφορούσαν περισσότερα από 4000 αυτοκίνητα στους δρόμους- με κάθε τεχνολογία (ηλεκτρικά, εσωτερικής καύσης, ατμοκίνητα) να κατέχει ίσο μερίδιο αγοράς. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ξεκινούσαν γρηγορότερα από τα ατμοκίνητα και ήταν καθαρότερα από τα βενζινοκίνητα. Επίσης, τα κατάφερναν καλύτερα στο χιόνι, αλλά το κρύο εξαντλούσε γρηγορότερα την μπαταρία τους. Η μέση αυτονομία ήταν 56 χιλιόμετρα.

1908: η άνοδος των μηχανών εσωτερικής καύσης

Το 1908 ο Χένρυ Φορντ παρουσίασε το θρυλικό Model T με κόστος 850 δολάρια. Για να έχετε ένα μέτρο σύγκρισης, τα αυτοκίνητα της Anderson Electric, ενός από τους πλέον γνωστούς κατασκευαστές της εποχής κόστιζαν περί τα 2000 δολάρια. Οι

μέθοδοι μαζικής παραγωγής που εφαρμόστηκαν στο φορντικό εργοστάσιο σηματοδότησαν την αρχή του τέλους της ηλεκτροκίνησης. Ακόμα και τότε η γυναίκα του Χένρυ, Κλάρα Φορντ χρησιμοποιούσε ηλεκτρικό αυτοκίνητο ως καθαρότερο και ευκολότερο στη χρήση μέσο.

1910: το ζήτημα της μπαταρίας

Εξαρχής το ζήτημα της μπαταρίας ήταν κομβικής σημασίας για την ηλεκτροκίνηση. Το 1910 η εταιρεία Edison διαφήμιζε “μπαταρίες με διάρκεια ζωής μεγαλύτερη του αυτοκινήτου”. Η μπαταρία νικελίου-σιδήρου της εταιρείας αντικατέστησε την μπαταρία μολύβδου, αυξάνοντας την αυτονομία από τα 100 χιλιόμετρα στα 160 χιλιόμετρα. Ωστόσο το άγχος της επαναφόρτισης και της συγκριτικά περιορισμένης αυτονομίας ήταν υπαρκτό.

1920: η “κατηφόρα” της ηλεκτροκίνησης

Η διάνοιξη δρόμων δημιούργησε την ανάγκη διανύσματος αποστάσεων μεγαλύτερων απ’ όσο επέτρεπαν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Σε πολλές αγροτικές περιοχές οι κάτοικοι είχαν πρόσβαση σε φτηνή βενζίνη από τα άρτι εξορυχθέντα κοιτάσματα του Τέξας, αλλά λίγοι είχαν ηλεκτρισμό. Ως το 1920, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είχαν σχεδόν εξαφανισθεί από την αγορά.

1973: ο “Μεσαίωνας” της ηλεκτροκίνησης

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1920 ως εκείνη του 1990 δεν υπήρξε αξιοσημείωτη παραγωγή ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε μεγάλη κλίμακα. Τα περισσότερα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ήταν concept cars, πρωτότυπου σχεδιασμού ή πειραματικά και γίνονταν δημοφιλή μόνο σε εξαιρετικές περιστάσεις. Για παράδειγμα χρησιμοποιήθηκαν στην Αγγλία για μεταφορές και στους δύο Παγκόσμιους Πολέμους ώστε να εξοικονομηθούν καύσιμα.

1996: η επιστροφή του ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Το 1996 η General Motors αποκάλυψε το μοντέλο EV1, ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με αυτονομία 130 χλμ. Η εταιρεία κατασκεύασε το αυτοκίνητο, εν μέρει για να συμμορφωθεί με την οδηγία της αρμόδιας αρχής της Πολιτείας της Καλιφόρνια που απαιτούσε το 10% των οχημάτων στους δρόμους να έχει μηδενικές εκπομπές ως το 2003, μια οδηγία που στη συνέχεια αποσύρθηκε.

2006: μια αγορά πολυτελείας

Το 2006 η Tesla Motors, εταιρεία που πήρε το όνομά της από τον διάσημο Σέρβο εφευρέτη και συνεργάτη του Τόμας Έντισον, Νικόλα Τέσλα, παρουσίασε το Tesla Roadster. Με τιμή που ξεπερνούσε στην εποχή τα 100.000 δολάρια, το όχημα της Tesla στόχευε στα μεγάλα πορτοφόλια και ουσιαστικά αποτελούσε απόδειξη των δυνατοτήτων ενός ηλεκτροκίνητου μοτέρ.

2010: η νέα γενιά ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Το αμιγώς ηλεκτρικό όχημα Nissan Leaf βγήκε στην αγορά το φθινόπωρο του 2010. Έχει αυτονομία 160 χιλιομέτρων και κοστίζει περίπου 35.000 δολάρια. Μέχρι στιγμής η εταιρεία έχει διαθέσει πάνω από 10.000 οχήματα, ωστόσο το πρόβλημα παραμένει το ίδιο με τις αρχές του 20ου αιώνα: μικρή αυτονομία και σχετικά υψηλό κόστος.

Ακριβώς οι ίδιοι λόγοι που επιβάλλουν σήμερα την επιστροφή της τεχνολογίας των αυτοκινήτων στην ηλεκτροκίνηση, με την σύγχρονη όμως μορφή της που σχεδόν σε τίποτα δεν μοιάζει με εκείνη που χρησιμοποιήθηκε στις αρχές του περασμένου αιώνα, είναι εκείνοι που οδήγησαν και τότε στην χρήση του ηλεκτροκινητήρα. Η απλότητα της κατασκευής του, ο μικρός όγκος του, η άμεση εκκίνηση και ανταπόκριση στις απαιτήσεις του οδηγού, η μεγάλη ροπή κ.τ.λ. Όπως άλλωστε και οι ίδιοι λόγοι που δεν επέτρεψαν και τότε την επικράτηση της ηλεκτροκίνησης είναι εκείνοι που ακόμα αντιστέκονται στην επιστροφή της παρά τη μεγάλη πρόοδο που σημειώθηκε εντωμεταξύ σε όλους τους τομείς.

Ο σημαντικότερος από αυτούς είναι το προτέρημα της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας των υγρών καυσίμων και η ταχύτητα ανεφοδιασμού που επιτρέπουν. Χρησιμοποιώντας υγρά καύσιμα μπορούμε σε δυο λεπτά να γεμίσουμε την δεξαμενή του αυτοκινήτου μας με ενέργεια ικανή να το κινήσει σε απόσταση πολλών εκατοντάδων χιλιομέτρων. Για να φορτίσουμε την ηλεκτροχημική αποθήκη ενός ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου με ηλεκτρική ενέργεια που να έχει ισοδύναμο αποτέλεσμα χρειαζόμαστε χρόνο αρκετών ωρών, η ίδια δε η αποθήκη είναι πανάκριβη και έχει μεγάλο βάρος και όγκο.

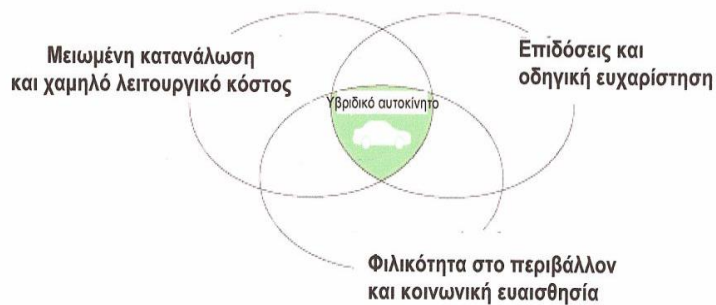
Η επιστημονική έρευνα εργάζεται ακατάπαυστα για την επίλυση αυτού του προβλήματος και έχει μέχρι τώρα επιτύχει τόσο σημαντικά αποτελέσματα ώστε να διαγράφεται πλέον με σαφήνεια στον ορίζοντα η ευρεία εφαρμογή της ηλεκτροκίνησης. Αυτή η τεχνολογική επανάσταση όχι μόνο χρειάστηκε πολύ χρόνο για να κάνει αισθητή την παρουσία της αλλά είναι βέβαιο ότι θα δημιουργήσει μεγάλες ανακατατάξεις στο τεχνολογικό και οικονομικό οικοδόμημα της αυτοκινητοβιομηχανίας, του μεγαλύτερου ίσως βιομηχανικού κλάδου της παγκόσμιας οικονομίας. Στο κρίσιμο σημείο αυτής της εξέλιξης κάνει την εμφάνιση της η υβριδική τεχνολογία.

Η υβριδική τεχνολογία συνεχίζει να χρησιμοποιεί το τεράστιο πλεονέκτημα της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας των υγρών καυσίμων ενώ ταυτόχρονα ανοίγει διάπλατα το πεδίο της ηλεκτροκίνησης και των αναγκών για αυτήν συστημάτων διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας, των συστημάτων αποθήκευσης της και των συστημάτων ανάκτησης των ενεργειακών απωλειών της κίνησης του αυτοκινήτου. Τέλος προσφέρει άμεσα μια συνδυασμένη ενεργειακή απόδοση του ηλεκτροκινητήρα σε συνεργασία με τον θερμικό κινητήρα η οποία υπερτερεί σημαντικά εκείνης του θερμικού κινητήρα.

Στα παρακάτω σχήματα δίνεται μια οπτική απεικόνιση της βασικής ιδέας πάνω στην οποία στηρίχθηκε η υβριδική λύση όπως και της φιλοσοφίας σχεδιασμού της που προσβλέπει στο συνδυασμό τριών απαιτήσεων :

- μειωμένης κατανάλωσης και χαμηλού λειτουργικού κόστους

- επιδόσεων και οδηγικής ευχαρίστησης
- φιλικότητας στο περιβάλλον και κοινωνικής ευαισθησίας



Εκκίνηση	Οδήγηση	Προσπέραση	Φρενάρισμα	Τέρμα
Κινητήρας κλειστός EV drive	Κινητήρας ή EV drive ή Κινητήρας + Ηλεκ/τήρας	Κινητήρας + Ηλεκ/τήρας	Κινητήρας κλειστός + Ανα-παραγωγικό φρένο	Κινητήρας κλειστός
Μηδενική κατανάλωση	Καλύτερη θερμική απόδοση της μηχανής	Ενεργειακή ανάκτηση	Μηδενική κατανάλωση	



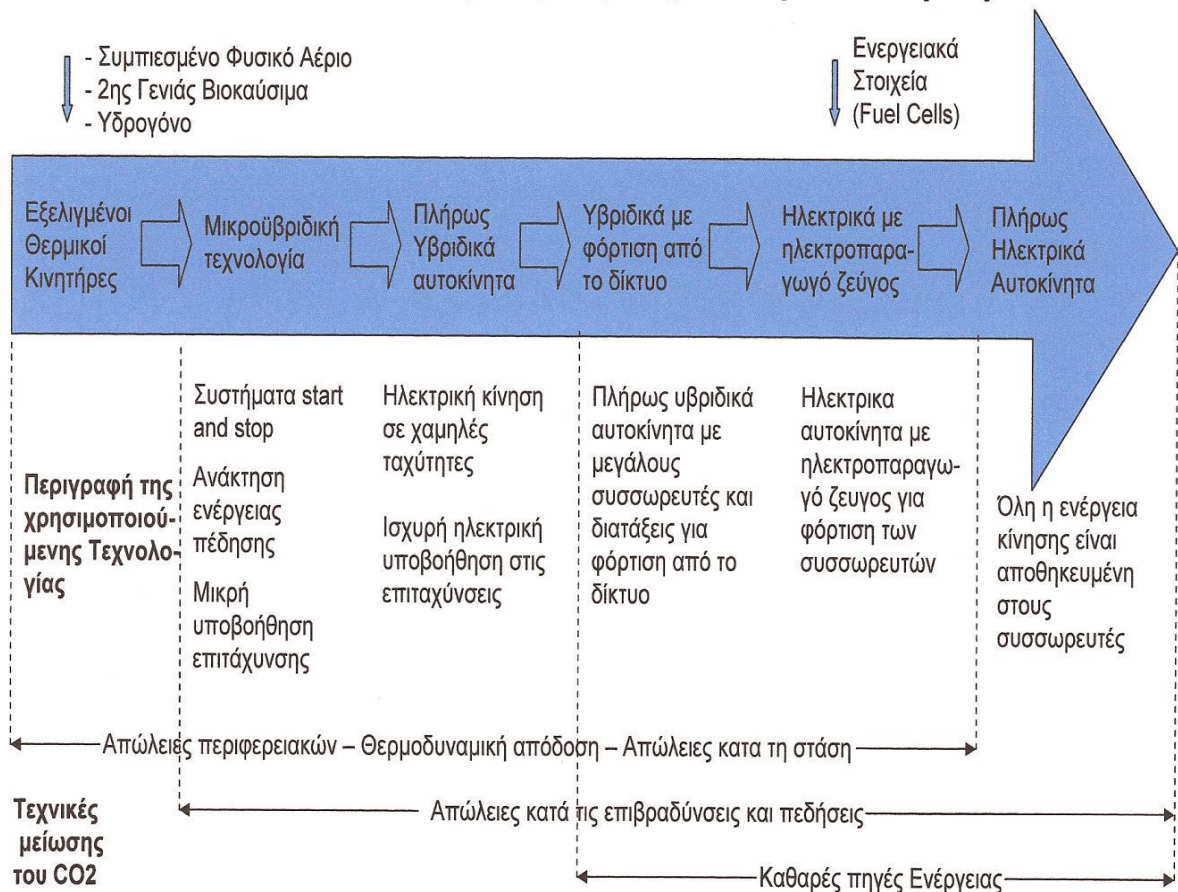
Εικόνα 3.1: Βασικές ιδέες ανάπτυξης της υβριδικής τεχνολογίας

Παρακάτω διακρίνονται τέσσερα σημαντικά στάδια τα οποία ανήκουν όλα στην υβριδική τεχνολογία:

- Μικροϋβριδική τεχνολογία
- Πλήρως υβριδικά αυτοκίνητα
- Πλήρως υβριδικά αυτοκίνητα τα οποία προσλαμβάνουν και αποθηκεύουν ηλεκτρική ενέργεια από το ηλεκτρικό δίκτυο.
- Ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα με πρόσθετο ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος για την επαύξηση της αυτονομίας τους, τα οποία επίσης είναι υβριδικά και στο μέλλον θα μπορούν αντί του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους που κινείται από θερμικό κινητήρα να κινούνται από μια συστοιχία ενεργειακών στοιχείων που θα λειτουργεί με υδρογόνο και θα παράγει καθαρή ηλεκτρική ενέργεια.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε σύντομες περιγραφές των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών κάθε μιας από αυτές τις φάσεις όπως και τις αντίστοιχες τεχνικές με τις οποίες επιδιώκεται ο περιορισμός των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.

(Πηγή: Ημερίδα «Ανεργία Περιβάλλον και Οικολογικές Μεταφορές»-Ξάνθη 16/5/2009)



Εικόνα 3.2: Περιγραφή της ήδη χρησιμοποιούμενης υβριδικής τεχνολογίας

3.1 Μικροϋβριδική τεχνολογία

Συνήθως ονομάζονται μικροϋβριδικές οι εφαρμογές εκείνες με τις οποίες ένα συμβατικό αυτοκίνητο προσλαμβάνει μερικά χαρακτηριστικά από εκείνα των πλήρως υβριδικών αυτοκινήτων χωρίς όμως να καθίσταται το ίδιο πλήρως υβριδικό αφού δεν έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τον ηλεκτροκινητήρα του για να κινηθεί, έστω και με μικρές ταχύτητες.

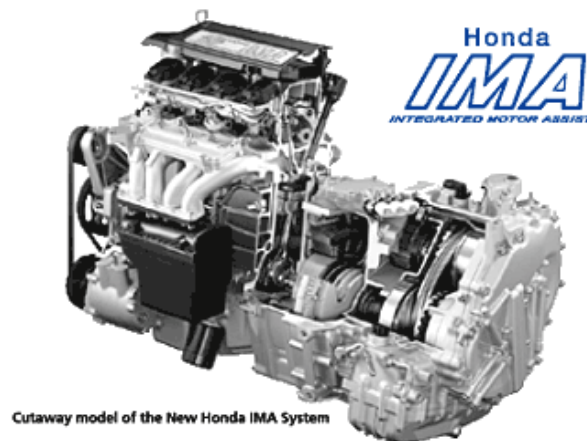
Τέτοιες εφαρμογές είναι :

- Διάφορα συστήματα τα οποία του επιτρέπουν να διακόπτει την λειτουργία του θερμικού κινητήρα όταν βρίσκεται σε στάση στους σηματοδότες ή όταν η πορεία του παρακωλύεται για οποιοδήποτε άλλο λόγο και το υποχρεώνει να σταθεί. Μετά από ορισμένα δευτερόλεπτα ο θερμικός κινητήρας σβήνει αυτόματα και όταν ο οδηγός αφήσει το φρένο και πατήσει πάλι το γκάζι ο κινητήρας ξεκινάει αυτόματα. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται Stop and Start και σε συνθήκες κυκλοφορίας μεγάλων αστικών κέντρων μπορούν να επιφέρουν εξοικονόμηση καυσίμου σε ποσοστό μέχρι και 5%. Αποτελούνται από μια ενισχυμένη μονάδα εκκινητή-ηλεκτρογεννήτριας και από συσσωρευτή μεγαλύτερης της συνήθους χωρητικότητας.



Εικόνα 3.1.1: Σύστημα Stop and Start

- Σύστημα ανάκτησης της αδρανειακής ενέργειας της μάζας του αυτοκινήτου τα οποία κατά τις πεδησεις ή/και κατά τις επιβραδύνσεις παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, χωρίς να καταναλώνουν καύσιμο, και την αποθηκεύουν στον συσσωρευτή. Τα συστήματα αυτά συνδυαζόμενα και με συστήματα Stop and Start ανεβάζουν το ποσοστό εξοικονόμησης καυσίμου σε 10-15%.
- Συστήματα υποβοήθησης του θερμικού κινητήρα στις φάσεις των επιταχύνσεων ή των πολύ χαμηλών στροφών λειτουργίας από έναν ενσωματωμένο ηλεκτροκινητήρα μικρής ισχύος. Το πιο γνωστό και πολύ επιτυχημένο σύστημα αυτής της κατηγορίας είναι το IMA (Integrated Motor Assist) της Honda. Ο εξοπλισμός του αυτοκινήτου με τέτοιο σύστημα σε συνδυασμό και με τα άλλα προαναφερθέντα συστήματα μπορεί να ανεβάσει την εξοικονόμηση καυσίμου σε ποσοστό 20%.



Cutaway model of the New Honda IMA System

Εικόνα 3.1.2: IMA (Integrated Motor Assist) της Honda

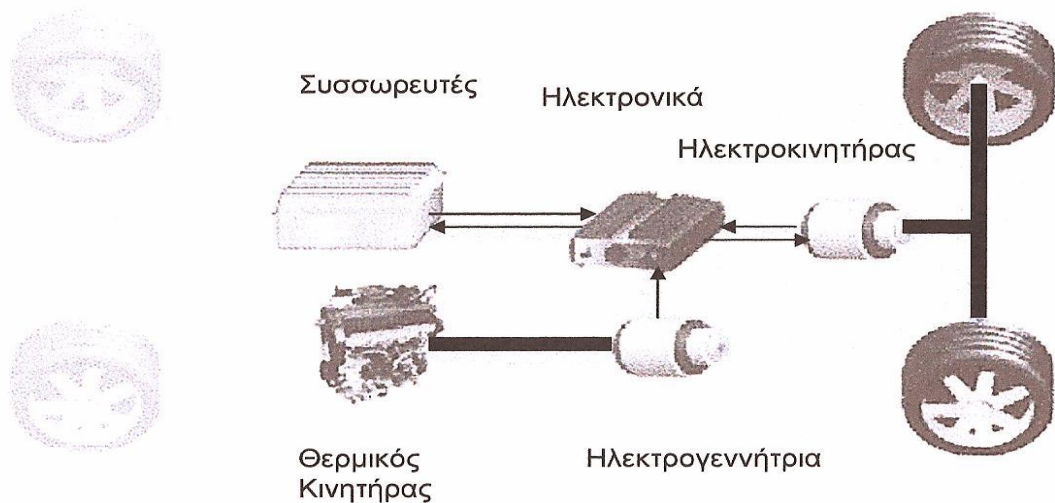
3.2 Πλήρως υβριδικά αυτοκίνητα

Χαρακτηρίζουμε ως πλήρως υβριδικά τα αυτοκίνητα εκείνα που έχουν τη δυνατότητα να κινηθούν όχι μόνο με το συνδυασμό του θερμικού κινητήρα και του ηλεκτροκινητήρα αλλά και με κάθε έναν από αυτούς τους κινητήρες ξεχωριστά. Στην ουσία το κύριο χαρακτηριστικό ενός πλήρως υβριδικού αυτοκινήτου είναι η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα σε συνδυασμό με την χωρητικότητα και την ισχύ της συστοιχίας των συσσωρευτών, αφού αυτά είναι τα στοιχεία από τα οποία εξαρτάται η ικανότητα της κίνησης του μόνο με τον ηλεκτροκινητήρα, έστω με χαμηλές ταχύτητες και σε μικρές αποστάσεις. Για τον θερμικό κινητήρα δεν τίθεται βέβαια τέτοιο ζήτημα αφού στην πράξη αυτός αποτελεί την κύρια μονάδα πρόωσης που εξασφαλίζει και την μεγάλη αυτονομία. Προδιαγραφές των ορίων της πλήρους υβριδοποίησης δεν έχουν τεθεί επίσημα και επομένως επικρατεί σχετική ασάφεια στον χαρακτηρισμό των διαφόρων μοντέλων που διατίθενται στην αγορά, πάντως η βασική αρχή που προαναφέρθηκε χρησιμοποιείται σε ευρεία βάση. Ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται οι δυο προωστήριες μονάδες (θερμικός κινητήρας-ηλεκτροκινητήρας) στους προωστήριους τροχούς του αυτοκινήτου δεν είναι μονοσήμαντος. Διακρίνονται οι παρακάτω τρεις κύριες κατηγορίες αρχιτεκτονικής σχεδίασης ενός υβριδικού προωστήριου συστήματος χωρίς να αποκλείονται και κάποιες άλλες ακόμα επιλογές.

- I) Εν σειρά διάταξη
- II) Παράλληλη διάταξη
- III) Μικτή διάταξη

I) Διάταξη εν σειρά θερμικού κινητήρα με ηλεκτροκινητήρα

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η εν σειρά διάταξη ενός υβριδικού αυτοκινήτου. Όπως φαίνεται στο σχήμα, μηχανική σύνδεση με τους κινητήριους τροχούς του αυτοκινήτου υπάρχει μόνο με τον ηλεκτροκινητήρα. Στην ουσία πρόκειται για ένα ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο το οποίο όμως την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται για την κίνηση του την παίρνει από ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος θερμικού κινητήρα/ηλεκτρογεννήτριας και επικουρικά μόνο από τους συσσωρευτές του. Φυσικά υπάρχουν και όλες οι άλλες λειτουργίες ενός υβριδικού αυτοκινήτου όπως είναι η ανάκτηση ενέργειας και η φόρτιση των και η φόρτιση των συσσωρευτών από την ανακτώμενη ενέργεια ή/και από το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος. Το γεγονός ότι στην προκειμένη περίπτωση δεν υπάρχει η δυνατότητα της κίνησης του υβριδικού αυτοκινήτου σειράς μόνο με τον θερμικό του κινητήρα διαφοροποίησε σε πολλές περιπτώσεις και την ονομασία του έτσι ώστε αντί να ονομάζεται «υβριδικό» να ονομάζεται «ηλεκτρικό με σύστημα επέκτασης της αυτονομίας» (Electric Vehicle with Range Extender)

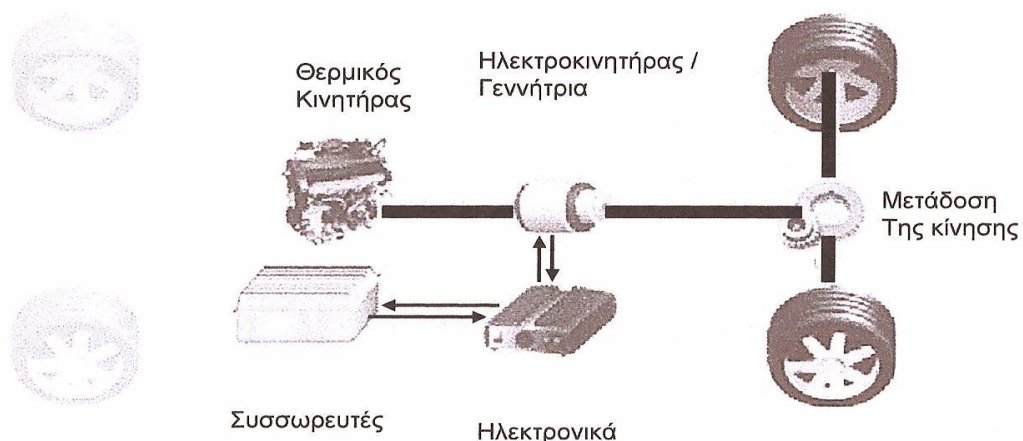


Διάταξη εν σειρά Θερμικού κινητήρα με Ηλεκτροκινητήρα (Τεχνολογία GM Volt – Opel Ampera κλπ)

Εικόνα 3.2.1: Διάταξη εν σειρά θερμικού κινητήρα με ηλεκτροκινητήρα

II) Παράλληλη διάταξη θερμικού κινητήρα με ηλεκτροκινητήρα

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η παράλληλη διάταξη θερμικού κινητήρα με ηλεκτροκινητήρα. Στη διάταξη αυτή τόσο ο θερμικός κινητήρας όσο και ο ηλεκτροκινητήρας συνδέονται μηχανικά με τους προωστήριους τροχούς του αυτοκινήτου. Ο ηλεκτροκινητήρας λειτουργεί και ανάστροφα ως ηλεκτρογεννήτρια τόσο κατά τις φάσεις ανάκτησης της κινητικής ενέργειας όσο και στις περιπτώσεις που απαιτείται η φόρτιση των συσσωρευτών από το πλεόνασμα της ισχύος του θερμικού κινητήρα. Η διάταξη αυτή αποτελεί την απλούστερη μορφή υβριδικής λύσης και εφαρμόζεται σε πολλά αυτοκίνητα που διατίθενται σήμερα στην αγορά.

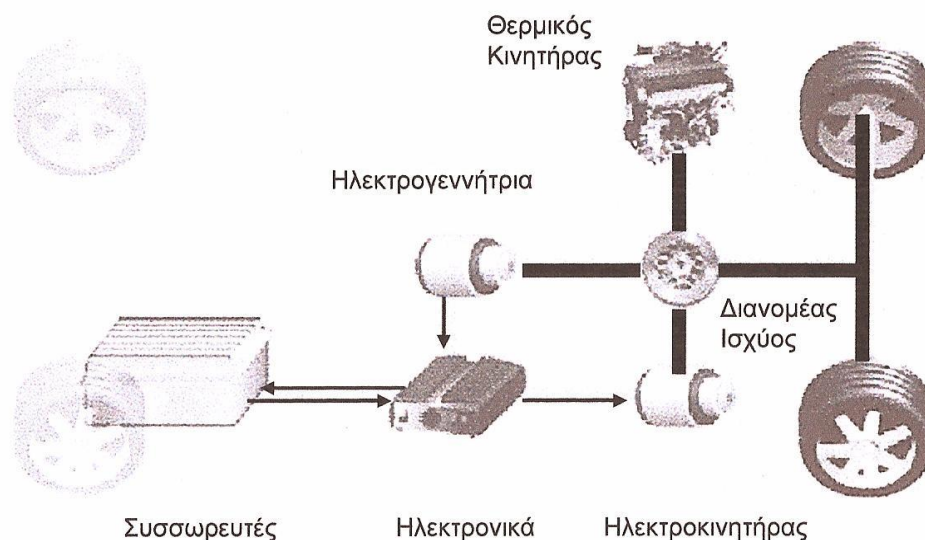


Παράλληλη Διάταξη Θερμικού κινητήρα με Ηλεκτροκινητήρα (Τεχνολογία Honda – Integrated Motor Assist)

Εικόνα 3.2.2: Παράλληλη διάταξη θερμικού κινητήρα με ηλεκτροκινητήρα

III) Μικτή διάταξη θερμικού κινητήρα και ηλεκτροκινητήρα

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η μικτή διάταξη θερμικού κινητήρα και ηλεκτροκινητήρα η οποία θεωρείται ως η πληρέστερη και δυνάμενη να ικανοποιήσει πολλές λειτουργικές απαιτήσεις κατά τον καλύτερο τρόπο. Η διάταξη αυτή λειτουργεί αυτόματα και κατά λειτουργική απαίτηση πότε ως εν σειρά, χρησιμοποιώντας μόνο τον ηλεκτροκινητήρα για την κίνηση του αυτοκινήτου και πότε εν παραλλήλω για την κίνηση του αυτοκινήτου μόνο με τον θερμικό κινητήρα ή με συνδυασμό θερμικού κινητήρα και ηλεκτροκινητήρα. Το σημαντικότερο δομικό στοιχείο αυτής της αρχιτεκτονικής είναι η μονάδα του Διανομέα Ισχύος (Power Splitter) η οποία συνδέει και αποσυνδέει αυτόματα όλους τους συνδεδεμένους με αυτή επιμέρους μηχανισμούς όπως είναι ο θερμικός κινητήρας, ο ηλεκτροκινητήρας, η ηλεκτρογεννήτρια και το σύστημα των προωστηρίων τροχών. Οι λειτουργίες της ανάκτησης ενέργειας και της φόρτισης των συσσωρευτών από τον θερμικό κινητήρα εξυπηρετούνται πληρέστερα από την ανεξάρτητη ηλεκτρογεννήτρια του συστήματος αφήνοντας τον ηλεκτροκινητήρα ανεξάρτητο ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες της κίνησης κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο.



**Μικτή διάταξη Θερμικού κινητήρα και Ηλεκτροκινητήρα
(Τεχνολογία Toyota Prius, Ford Escape Hybrid κλπ)**

Εικόνα 3.2.3: Μικτή διάταξη θερμικού κινητήρα και ηλεκτροκινητήρα

3.3 Υβριδικά αυτοκίνητα με δυνατότητα φόρτισης των συσσωρευτών τους από το δίκτυο

Όλοι οι τύποι των πλήρως υβριδικών αυτοκινήτων που διαθέτουν ηλεκτροκινητήρα με ισχύ ικανή να καλύψει τις ανάγκες κίνησης τους θα μπορούσαν βεβαίως να λειτουργούν για κάποιες αποστάσεις και ως αμιγώς ηλεκτροκίνητα υπό

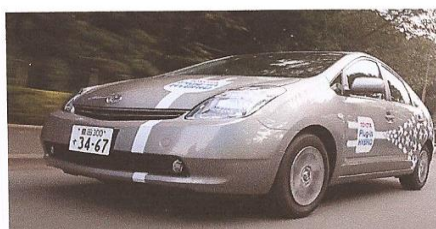
την προϋπόθεση ότι οι συσσωρευτές τους θα είχαν την ικανότητα να αποθηκεύσουν την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια. Με το σκεπτικό αυτό και με στόχο την εκμετάλλευση του πολύ χαμηλού λειτουργικού κόστους ενός ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου σε συνδυασμό με τη μηδενική ρύπανση που προκαλεί στο χώρο κίνησης του σχεδιάστηκαν υβριδικά αυτοκίνητα τα οποία εφοδιάστηκαν με μεγάλης χωρητικότητας και αντίστοιχης ισχύος συσσωρευτές. Τα αυτοκίνητα αυτά, μέσω μιας συσκευής φόρτισης, την οποία επίσης διαθέτουν, μπορούν να συνδέονται με το δίκτυο ηλεκτροπαραγωγής και να φορτίζονται για κάποιες ώρες τους συσσωρευτές τους με ηλεκτρική ενέργεια την οποία στη συνέχεια να χρησιμοποιούν για να κινηθούν ως αμιγώς ηλεκτροκίνητα. Όταν η ενέργεια αυτή τείνει να εξαντληθεί τα αυτοκίνητα συνεχίζουν απρόσκοπτα να λειτουργούν ως υβριδικά χρησιμοποιώντας την ενέργεια των υγρών ή αερίων καυσίμων της δεξαμενής τους μέχρι να τους ξαναδωθεί η δυνατότητα να ξαναφορτίσουν τους συσσωρευτές τους από το δίκτυο και να αρχίσει ένας νέος κύκλος λειτουργίας από ηλεκτροκίνητο σε υβριδικό. Τα αυτοκίνητα αυτά αποτελούν ιδανική λύση γιατί παρέχουν πλήρη ασφάλεια επάρκειας ενέργειας στους ιδιοκτήτες τους για οποιουδήποτε είδους ταξίδια όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα συμβατικά αυτοκίνητα ενώ στην καθημερινή τους χρήση λειτουργούν ως αμιγώς ηλεκτρικά με πολύ χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, με επίσης πολύ χαμηλό λειτουργικό κόστος, με μηδενική ρύπανση και με έμμεσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας του δικτύου ηλεκτροπαραγωγής θα κυμαίνονται μειωμένες σε σχέση με τα συμβατικά από 50 έως 100%.

Παρακάτω εικονίζονται μερικά μοντέλα τέτοιων αυτοκινήτων τα οποία κυκλοφορούν ήδη στην αγορά.

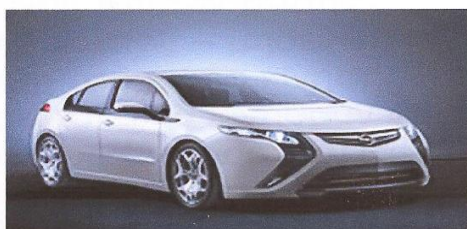
(Πηγή: Ημερίδα «Ανεργία Περιβάλλον και Οικολογικές Μεταφορές»-Ξάνθη 16/5/2009)



Fisker Karma
Υβριδικό σε εν σειρά διάταξη με
δυνατότητα Plug-in



Toyota Prius
Υβριδικό σε μικτή διάταξη με
δυνατότητα Plug-in



Opel Ampera
Υβριδικό σε εν σειρά διάταξη
με δυνατότητα Plug-in



Chevrolet Volt
Υβριδικό σε εν σειρά διάταξη με
δυνατότητα Plug-in

Εικόνα 3.3.1: Μοντέλα Υβριδικών αυτοκινήτων με δυνατότητα φόρτισης των συσσωρευτών τους από το δίκτυο

3.4 Υπολογισμός της ισχύος των υβριδικών αυτοκινήτων

Η ονομαστική ισχύς των υβριδικών αυτοκινήτων εξαρτάται από την αρχιτεκτονική του πρωτοκινήριου συστήματος, την ισχύ του θερμικού κινητήρα, την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα και την χωρητικότητα και την ισχύ της συστοιχίας των συσσωρευτών του σε συνδυασμό με την ισχύ του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους (για την περίπτωση της εν σειρά αρχιτεκτονικής).

3.5 Ηλεκτροκίνηση

Όπως ήδη αναφέραμε και πιο πάνω το **Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο** (HA) χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται σε επαναφορτιζόμενες συστοιχίες συσσωρευτών. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κινητήρες αντί των μηχανών εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ).

Αντιθέτως, τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν και τα δύο (ηλεκτρικές μηχανές και ΜΕΚ) καλούνται υβριδικά αυτοκίνητα και συνήθως δεν θεωρούνται καθαρά HA. Τα αυτοκίνητα με τις μπαταρίες που μπορούν να φορτιστούν και να χρησιμοποιηθούν χωρίς ΜΕΚ καλούνται «βυσματωτά» ηλεκτρικά οχήματα, και είναι καθαρά HA, ενώ δεν καταναλώνουν καύσιμα.

Τα HA είναι συνήθως αυτοκίνητα, ελαφριά φορτηγά, ποδήλατα, ηλεκτρικά μηχανικά δίκυκλα, μικρά οχήματα γκολφ, ανυψωτικά (forklifts) και παρόμοια. Τα HA ήταν μεταξύ των αυτοκινήτων που εμφανίστηκαν από τις πρώτες μέρες της αυτοκίνησης και έχουν υψηλότερο συντελεστή ενεργειακής απόδοσης από όλα τα αυτοκίνητα με μηχανές εσωτερικής καύσης, σχεδόν 90%

(Πηγή: «Ηλεκτροκίνητα Οχήματα στην Ελλάδα-Δυνατότητες και Προοπτικές, Καθηγητής Κων/νος Σπέντζας)

Πλεονεκτήματα

1. Δεν παράγουν κανενός είδους ρύπους εξάτμισης.
2. Προκαλούν την ελάχιστη δυνατή ρύπανση σε μακροχρόνια βάση, υπό τον όρο ότι χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Υπό αυτή την προϋπόθεση, μπορούν να μετριάσουν την παγκόσμια θέρμανση που προκαλείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να μειώσουν την εξάρτηση από το πετρέλαιο.
3. Είναι πιο αθόρυβα από τα αυτοκίνητα εσωτερικής καύσης.
4. Επιτυγχάνουν σχεδόν σταθερή ροπή από την ακινησία έως το μέγιστο όριο στροφών λειτουργίας.
5. Έχουν ευχέρεια να λειτουργούν σε πιο υψηλές στροφές από τους βενζινοκινητήρες, συχνά ακόμα και ως τις 14.000 στροφές / λεπτό.
6. Έχουν χαμηλότερο κόστος σε βάθος χρόνου, καθώς δεν επηρεάζονται από την κάθε τόσο αύξηση της τιμής της βενζίνης, αλλά και λόγω του χαμηλότερου κόστους σέρβις και συντήρησης.

Τα ΗΑ χρειάζονται πολύ λιγότερο σέρβις και συντήρηση, καθώς:

- Δεν απαιτούν τις τακτικές αλλαγές λαδιών.
- Καθώς δεν εκπέμπουν ρύπους, δεν έχουν σύστημα εξαγωγής καυσαερίων και διάταξη εξάτμισης, ούτε σιγαστήρα (σιλανσιέ) προ της εξάτμισης, ούτε καταλύτη ή φίλτρο καπνού.
- Δεν απαιτούν αντικατάσταση ή έστω συντήρηση σε μηχανικά μέρη, όπως σύστημα ανάφλεξης, πιστόνια, βαλβίδες ή εκκεντροφόρους, διότι στα ΗΑ δεν υπάρχουν, ενώ οι μηχανές εσωτερικής καύσης έχουν πάνω από 100 κινούμενα μέρη.
- Μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να αυτο-φορτίζονται κατά τις επιβραδύνσεις του οχήματος (regenerative braking), βελτιώνοντας έτσι τον δείκτη κατανάλωσης.

Μειονεκτήματα

1. Υψηλές δαπάνες κατασκευής, με αποτέλεσμα την υψηλή τιμή πώλησης.
2. Περιορισμένη απόσταση ταξιδιού μεταξύ κάθε επαναφόρτισης της μπαταρίας. Στο παρελθόν κάθε 60 χιλιόμετρα χρειαζόνταν επαναφόρτιση. Ωστόσο, τα πιο σύγχρονα μοντέλα επιτυγχάνουν αυτονομίες που ξεκινούν από 100 έως 120 χιλιόμετρα στα αυτοκίνητα πόλης και φτάνουν στα 250 - 300 χιλιόμετρα ή και παραπάνω, σε αυτοκίνητα μεγάλης ισχύος. Το σημερινό ρεκόρ ανήκει σε ένα σπορ ηλεκτροκίνητο Tesla Roadster, που κατάφερε να διανύσει 504 χιλιόμετρα (313 μίλια) με μία μόνο φόρτιση, με μέση ταχύτητα 56 χιλιόμετρα/ώρα (35 μίλια/ώρα) και είχε 5 χιλιόμετρα (3 μίλια) ακόμα αυτονομία όταν έφτασε στον τερματισμό. Το ρεκόρ επετεύχθη στις 27 Οκτωβρίου 2009, κατά τη διάρκεια του παγκόσμιου οικολογικού διαγωνισμού Global Green Challenge, στην Αυστραλία.
3. Μεγάλος χρόνος επαναφόρτισης, συνήθως 6 ώρες για πλήρη επαναφόρτιση. Ωστόσο, αρκετά σύγχρονα μοντέλα μπορούν να φορτιστούν κατά 80% σε χρόνο λιγότερο της 1 ώρας.
4. Περιορισμένη διάρκεια ζωής μπαταριών, συνήθως 3 - 5 χρόνια. Παρ' όλα αυτά, για το Chevrolet Volt, η General Motors δίνει εγγύηση 8 έτη ή 100.000 μίλια (160.000 χιλιόμετρα) για τις μπαταρίες.

3.5.1 Ταξινόμηση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα ταξινομούνται σε δυο μεγάλες κατηγορίες :

1. Οχήματα συνδεδεμένα με επίγειο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (τρόλει, τράμ, ηλεκτροκίνητα σιδηροδρομικά οχήματα)
2. Αυτόνομα ηλεκτροκίνητα οχήματα (διαθέτουν αποθήκη ηλεκτρικής ή/και άλλης μορφής ενέργειας)

3.5.2 Ταξινόμηση των αυτόνομων ηλεκτροκίνητων οχημάτων

Τα αυτόνομα ηλεκτροκίνητα οχήματα ταξινομούνται συνήθως στις ακόλουθες κατηγορίες :

1. Οχήματα με ηλεκτροχημικούς συσσωρευτές (BEV = Battery Electric Vehicles), με ηλεκτρικό υπερπυκνωτή ή με συνδυασμό των ανωτέρω συστημάτων αποθηκείωσης (συνήθως ονομάζονται ηλεκτρικά οχήματα)
2. Ηλιακά οχήματα (SEV = Solar Electric Vehicles)
3. Υβριδικά οχήματα (HEV = Hybrid Electric Vehicles)
4. Οχήματα με ενεργειακή συστοιχία (FCEV = Fuel cell Electric Vehicles)

Μιας και αναφερθήκαμε στα υβριδικά οχήματα παραπάνω, θα αναλύσουμε τις υπόλοιπες τρεις κατηγορίες οχημάτων

Ηλεκτρικά οχήματα (BEV = Battery Electric Vehicles)

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα με ηλεκτροχημικούς συσσωρευτές χρησιμοποιούν για την κίνηση τους μόνον ηλεκτρική ενέργεια την οποία αποθηκεύουν σε επαναφορτιζόμενους ηλεκτροχημικούς συσσωρευτές ή/και σε υπερπυκνωτές. Έναντι των συσσωρευτών, οι υπερπυκνωτές έχουν το προτέρημα της παροχής σταθερής ηλεκτρικής ενέργειας κατά την εκφόρτισή τους.

(Πηγή: «Ηλεκτροκίνητα Οχήματα στην Ελλάδα-Δυνατότητες και Προοπτικές, Καθηγητής Κων/νος Σπέντζας)

Ηλιακά οχήματα

Διαθέτουν φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική την οποία αποθηκεύουν σε ηλεκτροχημικούς συσσωρευτές , ώστε να είναι εφικτή η κίνηση τους ακόμα και όταν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια.



Εικόνα 3.5.2.1: Ηλιακά οχήματα

Ηλεκτροκίνητα οχήματα με ενεργειακή συστοιχία (Fuel cells Stacker) γνωστά ως FCEV = Fuel cell Electric Vehicles

1. Χρησιμοποιούν ενεργειακές συστοιχίες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδρογόνο το οποίο ή είναι αποθηκευμένο σε κατάλληλο δοχείο, ή παράγεται επί του οχήματος από νερό ή ορυκτό καύσιμο (μέσω αναμορφωτή = reformer)
2. Διαθέτουν συσσωρευτές ή/και υπερπυκνωτές για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας.

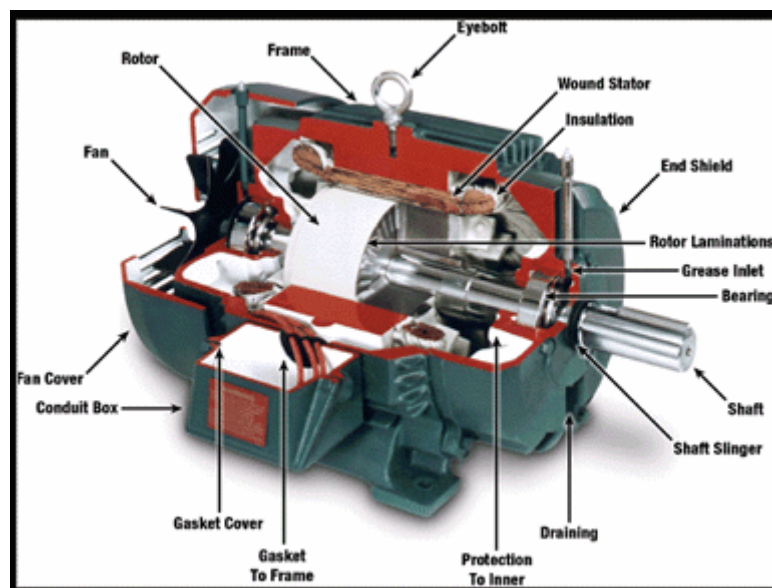
3.6 Αναδρομή στις νέες τεχνολογίες ηλεκτροκινητήρων

Οι ηλεκτροκινητήρες αποτελούν σημαντικό υποσύστημα κάθε ηλεκτροκίνητου οχήματος. Οι σημαντικότεροι τύποι ηλεκτροκινητήρων για ΗΟ είναι :

- Κινητήρες μόνιμου μαγνήτη
- Επαγωγικοί τριφασικοί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος
- Επαγωγικοί πολυφασικοί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος (chorus motors)

Ηλεκτροκινητήρες με μόνιμο μαγνήτη

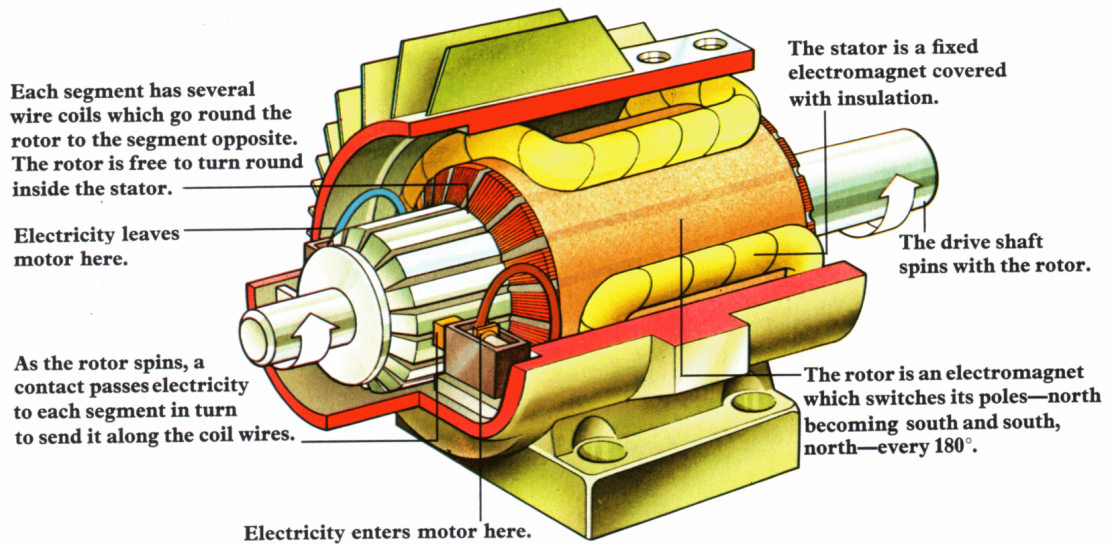
- Έχουν ανάγκη δραστικής ψύξεως (συνήθως υδρόψυκτοι), αλλά μειώνεται η επίδοσή τους.
- Επιτρέπουν την αποτελεσματική ανάκτηση ενέργειας κατά την πέδηση
- Οι μόνιμοι μαγνήτες κατασκευάζονται από σπάνιες γαίες → υψηλό κόστος



Εικόνα 3.6.1: Ηλεκτροκινητήρας με μόνιμο μαγνήτη

Επαγωγικοί τριφασικοί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος

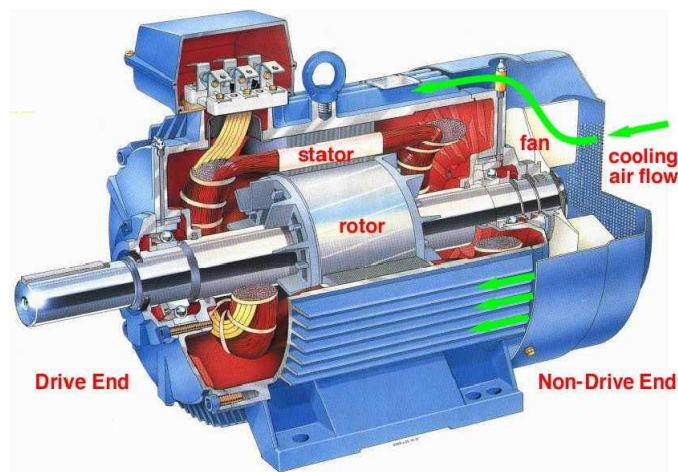
- Έχουν μικρότερη συγκέντρωση ισχύος από αυτούς με μόνιμο μαγνήτη.
- Μικρότερες απαιτήσεις ψύξεως (αερόψυκτοι)
- Ανάγκη χρήσεως μειωτήρα (διότι δύνανται είτε να δίνουν υψηλή ροπή στις χαμηλές ταχύτητες περιστροφής, είτε χαμηλή ροπή στις υψηλές ταχύτητες, όχι όμως και τα δυο.



Εικόνα 3.6.2: Επαγωγικός τριφασικός κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος

Επαγωγικοί πολυφασικοί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος

Έχουν την δυνατότητα μεταβάσεως από συνθήκες λειτουργίας υψηλής ροπής σε χαμηλές ταχύτητες περιστροφής, σε συνθήκες χαμηλής ροπής σε υψηλές ταχύτητες περιστροφής → δεν απαιτείται η χρήση πολύπλοκου μειωτήρα, όπως στους τριφασικούς.



Εικόνα 3.6.3: Επαγωγικός πολυφασικός κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος

3.7 Αναδρομή στις τεχνολογίες ηλεκτροχημικών συσσωρευτών

Οι συσσωρευτές είναι το κλειδί κάθε επιτυχούς ΗΟ. Οι τεχνολογίες βιομηχανικώς παραγόμενων ηλεκτροχημικών συσσωρευτών οι οποίες συγκεντρώνουν τις περισσότερες ελπίδες επιτυχούς χρήσεως σε ΗΟ σήμερα είναι :

- Συσσωρευτές μολύβδου-οξέως νέου τύπου (από την firefly energy στις ΗΠΑ)
- Συσσωρευτές νικελίου-μεταλλικού υδριδίου
- Συσσωρευτές λιθίου-ιόντων και λιθίου-πολυμερούς

Συσσωρευτές μολύβδου-οξέως

Ώριμη τεχνολογία με αρκετά μειονεκτήματα, όπως μικρή συγκέντρωση ενέργειας (30-40 Wh/kg), μεγάλο βάρος (αποτελούν το 25-50% του βάρους του ηλεκτροκίνητου οχήματος). Τα ελαττώματα αυτά συνεπάγονται μέτρια αυτονομία κινήσεως του ΗΟ. Επίσης έχουν φτωχές επιδόσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες και εκπέμπουν υδρογόνο, οξυγόνο και θείο κατά την φόρτιση. Τελευταίως η εταιρία firefly energy στις ΗΠΑ τελειοποίησε τους συσσωρευτές αυτούς χρησιμοποιώντας αρνητικό ηλεκτρόδιο από σπογγώδη άνθρακα. Τα προτερήματα αυτών των παραγόμενων ηλεκτροχημικών συσσωρευτών είναι τα ακόλουθα :

- Δεν υφίστανται θειείωση
- Σημαντική βελτίωση της διάρκειας ζωής και της συγκεντρώσεως ισχύος
- Μικρή βελτίωση της συγκεντρώσεως ενέργειας

Συσσωρευτές νικελίου-μεταλλικού υδριδίου

Τα χαρακτηριστικά τους είναι τα ακόλουθα :

- Συγκέντρωση ενέργειας (40-80 Wh/kg)
- Μεγάλη διάρκεια χρήσεως (>160000 km)
- Φτωχές επιδόσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες
- Υψηλή αυτοεκφόρτιση
- Πολύπλοκος κύκλος φορτίσεως
- Χαμηλός βαθμός αποδόσεως

Συσσωρευτές λιθίου-ιόντων και λιθίου-πολυμερούς

Οι συσσωρευτές κλασικού τύπου έχουν κάθοδο από κράμα λιθίου-οξειδίου του κοβαλτίου και άνοδο από γραφίτη. Τα χαρακτηριστικά αυτών των συσσωρευτών είναι :

- Υψηλή πυκνότητα ενέργειας : 160 Wh/kg
- Κύκλος φορτίσεως/εκφορτίσεως με ελάχιστες απώλειες
- Μικρή διάρκεια ζωής
- Κίνδυνος αναφλέξεως, κυρίως κατά την φόρτιση
- Πτώση των επιδόσεων με την γήρανση

Βεβαίως υπάρχουν και πολλοί άλλοι συσσωρευτές οι οποίοι όμως βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο (**λιθίου-οξειδίου του βαναδίου, τεχνολογία Li-S, συσσωρευτές νατρίου-ιόντων, συσσωρευτές βασισμένοι στην νανοτεχνολογία κ.α.**) που υπόσχονται όμως μεγαλύτερες πυκνότητες ενέργειας και διάρκεια ζωής από τους συσσωρευτές που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά. Μέχρι να κυκλοφορήσουν όμως, οι επικρατέστεροι τύποι ηλεκτροκίνητων οχημάτων αυτή την στιγμή στην αγορά είναι τα υβριδικά οχήματα.



Εικόνα 3.7.1: Συσσωρευτές μέσα σε ηλιακό αυτοκίνητο

Βέβαια τα τεχνολογικά άλματα στον τομέα της επιστήμης είναι τεράστια. Τα νέα που έρχονται από τις ΗΠΑ είναι ότι την ώρα που οι μπαταρίες λιθίου προβάλλουν ως η βέλτιστη λύση στην ηλεκτροκίνηση, στο πανεπιστήμιο του πρίνστον ερευνητές προσπαθούν να αναπτύξουν μια οικονομικά βιώσιμη αλκαλική μπαταρία για ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Παρότι οι αλκαλικές μπαταρίες, που εμφανίστηκαν στο εμπόριο το 1958, μπορεί να προβάλλουν ως πισωγύρισμα, ίσως αποτελούν μια πολύ οικονομικότερη λύση για τον κλάδο των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο μέσο-μακροπρόθεσμο διάστημα.

Τις εξελίξεις στην τεχνολογία των μπαταριών αποδεικνύει περίτρανα η κατάρρευση του κόστους παραγωγής ανά Κιλοβατώρα που από 700 δολάρια ανά Κιλοβατώρα το 2012 αναμένεται να διαμορφωθεί στα 250 δολάρια ανά Κιλοβατώρα το 2015.

Οι μπαταρίες αποτελούν ένα βασικό στοιχείο του συνολικού κόστους των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, ενώ οι τεχνολογικές εξελίξεις στον κλάδο είναι ραγδαίες.

Μετά τις μπαταρίες ιόντων λιθίου που εκτιμάται ότι έχουν φτάσει στα όριά τους, μια νέα μπαταρία αλουμινίου/αέρα υπόσχεται αυτονομία της τάξης των 1600 χιλιομέτρων.

Οι εταιρείες που αναπτύσσουν μπαταρίες επιδιώκουν τη χρυσή τομή ανάμεσα στην αποδοτικότητα, το κόστος και τον δυνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο των προϊόντων τους.

Τέλος χαμηλό κόστος και μεγάλη αποδοτικότητα υπόσχεται μια νέα τεχνολογία μπαταρίας ιόντων λιθίου, γεννώντας ελπίδες για μαζικές πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων τα επόμενα χρόνια.

Πιο συγκεκριμένα, η εταιρεία A123 Systems ανακοίνωσε ότι ανέπτυξε μια κυψέλη που παρέχει 20% περισσότερη ενέργεια, δουλεύει σε εξαιρετικά χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες (από -30 μέχρι 60 βαθμούς Κελσίου), και κατασκευάζεται με μεγάλη ευκολία, όπως οι μπαταρίες που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά.

Από τις ελάχιστες πληροφορίες που έχει αποκαλύψει η εταιρεία, η νέα μπαταρία, γνωστή ως Nanophosphate EXT, δεν διαφοροποιείται από τις άλλες μπαταρίες ως προς τη χημεία, αλλά έχει βελτιωμένες ιδιότητες. Η βελτιωμένη ισχύς και η μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες συνεπάγεται ότι οι επιστήμονες της εταιρείας A123 κατάφεραν να βελτιώσουν τον τρόπο με τον οποίο τα ηλεκτρόνια και τα ιόντα κινούνται στη μπαταρία. Σε ότι αφορά τα μυστικά της νέας τεχνολογίας, σημαντικό ρόλο ενδέχεται να έπαιξαν επίσης κάποιες κατασκευαστικές καινοτομίες.

Τέλος ακόμη ένα τεχνολογικό επίτευγμα που φαίνεται ως λύση για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι το «αθάνατο» ηλεκτρόδιο. Ένα ηλεκτρόδιο για επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, που διαρκεί 100 φορές περισσότερο από μια μπαταρία ιόντων λιθίου, ανέπτυξαν ερευνητές του πανεπιστημίου Stanford.

Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι το ηλεκτρόδιό τους, που είναι οικονομικό και κατασκευάζεται από κρυστάλλους σιδηροκυανιούχου χαλκού, ενδέχεται να είναι η λύση για αποδοτικές, υψηλής ποιότητας μπαταρίες, ικανές να αποθηκεύσουν ενέργεια παραγόμενη από ΑΠΕ.

Στις εργαστηριακές δοκιμές το πρωτοποριακό ηλεκτρόδιο άντεξε 40.000 κύκλους φόρτισης και αποφόρτισης, διατηρώντας την αρχική ικανότητα φόρτισης σε ποσοστό 80%.

Με ρυθμό αρκετών κύκλων ημερησίως, αυτό το ηλεκτρόδιο έχει 30 χρόνια ζωής στο ηλεκτρικό δίκτυο. Σε αντίθεση με το νέο ηλεκτρόδιο, οι μπαταρίες ιόντων λιθίου αντέχουν μόνο 400 κύκλους φόρτισης και αποφόρτισης πριν η απόδοσή τους αρχίσει να φθίνει.

Για να φορτιστεί και να αποφορτιστεί η μπαταρία, ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια, που αποκαλούνται ιόντα, μετακινούνται από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο.

Η διαδικασία αυτή με την πάροδο του χρόνου καταστρέφει το υλικό των ηλεκτροδίων.

Η ανθεκτικότητα του κρυσταλλικού σιδηροκυανιούχου χαλκού όμως δίνει νέες προοπτικές, καθώς τα ιόντα περνούν εύκολα μέσα από τα ηλεκτρόδια, ελαχιστοποιώντας τις ζημιές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Σε αυτή την ενότητα θα μελετηθούν το κόστος αγοράς αυτοκινήτου για κάθε τύπο καυσίμου (βενζίνη,diesel,υγραέριο) καθώς και υβριδικής τεχνολογίας, το κόστος λειτουργίας για κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες και θα πραγματοποιηθεί και μελέτη σχετικά με τα χρόνια απόσβεσης της κάθε τεχνολογίας και θα προκύψουν και τα σχετικά συμπεράσματα για την κάθε κατηγορία.

Προκειμένου να εκπονηθεί η τεchnοοικονομική ανάλυση χρησιμοποιήσαμε στοιχεία από διάφορες αντιπροσωπίες αυτοκινήτων καθώς και από περιοδικά από τον χώρο της αυτοκίνησης.

4.1 Κόστος αγοράς αυτοκινήτου

Παρακάτω θα παραθέσουμε πίνακες σχετικά με το κόστος αγοράς αυτοκινήτου ανάλογα με το καύσιμο που χρησιμοποιεί και ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιεί, όπως επίσης και πίνακες σχετικά με την κατανάλωση τους και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΤΙΜΗ BENZΙΝΗΣ	ΤΙΜΗ DIESEL	ΜΟΝΤΕΛΟ-CC BENZΙΝΗΣ	ΜΟΝΤΕΛΟ-CC DIESEL
FORD FIESTA	12560 €	14430 €	1.0 EcoBoost	1.6 TDCI Econetic
KIA RIO	12390 €	14490 €	1.3	1.1 CRDI
VW POLO	12980 €	13870 €	1.2 TSI	1.2 TDI
RENAULT CLIO	14480 €	17210 €	0.9 TCE	1.5 Energy dci
FIAT PANDA	11790 €	12990 €	0.9 TwinAir	1.3 MTJ
AUDI A1	16400 €	18900 €	1.2 TFSI	1.6 TDI
SMART FORTWO	12250 €	12950 €	1.0	0.8 cdi
CHEVROLET AVEO	14480 €	16480 €	1.4	1.3
CITROEN C3	13660 €	15390 €	1.4 VTI	1.4 HDI
HYUNDAI i20	11940 €	14150 €	1.3	1.1 CRDI
LANCIA YPSILON	13788 €	15188 €	0.9 TwinAir	1.3 JTD
MINI ONE	18300 €	20600 €	1.6	1.6 D
OPEL CORSA	12750 €	15000 €	1.4 Ecotec	1.3 DTE
SKODA FABIA	12990 €	14990 €	1.2 TSI	1.2 TDI
TOYOTA YARIS	13090 €	15060 €	1.33	1.4 D-4D
OPEL MERIVA	16150 €	18370 €	1.4 T	1.3 DTEecoflex
AUDI A3	20750 €	23800 €	1.2 TFSI	1.6 TDI
CITROEN C4	15740 €	18350 €	1.4 VTI	1.6 HDI
BMW 116	23100 €	24700 €	116 i	116 d
FORD FOCUS	15515 €	19065 €	1.0 EcoBoost	1.6 TDCI

HONDA CIVIC	20200 €	23400 €	1.8 i-VTEC	1.6 i-DTEC
HYUNDAI i30	15450 €	17450 €	1.4	1.4 CRDI
KIA CEED	15300 €	17380 €	1.4	1.4 CRDI
MERCEDES A 180	23915 €	26505 €	1.6	1.5 CDI
OPEL ASTRA	16970 €	18820 €	1.4 T	1.3 CDTI
SKODA RAPID	14750 €	17590 €	1.2 TSI	1.6 TDI
TOYOTA AURIS	15950 €	18950 €	1.33	1.4 D-4D
VW GOLF	16950 €	19500 €	1.2 TSI	1.6 TDI
OPEL INSIGNIA	19970 €	25970 €	1.4 T	2.0 CDI
SKODA OCTAVIA 5	18390 €	20790 €	1.4 TSI	1.6 TDI
VW PASSAT	21270 €	23830 €	1.4 TSI	1.6 TDI
MITSUBISHI ASX	22920 €	26860 €	1.6 MIVEC	1.8 DI-D
RENAULT MEGANE	16050 €	19250 €	1.2 TCE	1.5 dci
NISSAN JUKE	17110 €	19130 €	1.6	1.5 d
PEUGEOT 208	15440 €	20300 €	1.4 VTI	1.6 e-HDI
NISSAN QASHQAI	19960 €	21860 €	1.6	1.5 dci
OPEL MOKKA	23370 €	26570 €	1.4 T	1.7 CDTI
SKODA YETI	19190 €	21990 €	1.4 TSI	1.6 TDI
SEAT IBIZA	13790 €	18050 €	1.2 TSI	1.6 CR
SEAT LEON	16700 €	19600 €	1.2 TSI	1.6 TDI

Πίνακας 4.1.1: Κόστος τιμών αυτοκινήτων ανάλογα με το καύσιμο που χρησιμοποιούν.

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ DIESEL lt/100km	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ BENZINΗ lt/100km	ΕΚΠΟΜΠΕΣ DIESEL CO2 gr/km	ΕΚΠΟΜΠΕΣ BENZINΗΣ CO2 gr/km
FORD FIESTA	3.3	4.3	87	99
KIA RIO	3.6	5	94	114
VW POLO	3.8	5.1	99	119
RENAULT CLIO	3.5	4.5	90	105
FIAT PANDA	3.9	4.2	104	99
AUDI A1	3.8	5.1	99	118
SMART FORTWO	3.4	4.2	88	97
CHEVROLET AVEO	3.6	5.3	95	125
CITROEN C3	3.8	5.8	99	134
HYUNDAI i20	3.8	4.9	99	114
LANCIA YPSILON	3.8	4.7	99	99
MINI ONE	3.8	5.4	99	127
OPEL CORSA	3.3	5.7	88	134
SKODA FABIA	3.8	5.2	99	121
TOYOTA YARIS	3.9	5.4	104	123
OPEL MERIVA	4.5	6.4	119	151
AUDI A3	3.8	4.9	99	114
CITROEN C4	4.2	6.1	110	140
BMW 116	3.8	5.4	99	125
FORD FOCUS	4.2	5	109	114
HONDA CIVIC	3.6	5.8	94	137
HYUNDAI i30	4.1	6	109	139
KIA CEED	4.3	5.8	109	139

MERCEDES A 180	3.8	5.5	98	128
OPEL ASTRA	3.9	5.9	104	138
SKODA RAPID	4.4	5.4	114	125
TOYOTA AURIS	4.2	5.5	109	128
VW GOLF	3.8	4.9	99	114
OPEL INSIGNIA	4.3	5.4	114	126
SKODA OCTAVIA 5	4.5	6.3	119	148
VW PASSAT	4.3	5.9	114	138
MITSUBISHI ASX	5.4	5.9	142	135
RENAULT MEGANE	3.5	5.3	90	119
NISSAN JUKE	5.1	6.4	134	147
PEUGEOT 208	3.8	5.6	98	129
NISSAN QASHQAI	5.2	6.2	137	144
OPEL MOKKA	5.1	6.4	134	149
SKODA YETI	4.6	6.8	119	159
SEAT IBIZA	4.2	5.2	109	119
SEAT LEON	4.4	5.3	110	121

Πίνακας 4.1.2: Καταναλώσεις ανάλογα με το καύσιμο και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

Παρακάτω θα παραθέσουμε ένα πίνακα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά (κυβισμό,κατανάλωση,εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα) καθώς και τις τιμές εργοστασιακών υγραεριοκίνητων αυτοκινήτων. Οι καταναλώσεις σε Lt/100 km που χρησιμοποιήσαμε και που θα χρησιμοποιήσουμε και στην συνέχεια και σε άλλους πίνακες αναφέρεται στον **μικτό κύκλο**.

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ lt/100km	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2 gr/km	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΤΙΜΗ
VW POLO	7.6	123	1.6 Bi-Fuel	17625 €
VW GOLF	9.8	159	1.6 Bi-Fuel	25200 €
VW PASSAT	6.6	157	1.4 TSI Ecofuel	26500 €
SKODA CITIGO	4.4	79	1.0 CNG Green Tec	13640
SEAT Mii	4.4	79	1.0 Ecofuel	13460 €
KIA PICANTO	5.8	100	1.0 LPG	13090 €
LANCIA YPSILON	6.8	110	1.2 Bi-Fuel	14850 €
LANCIA DELTA	8.1	131	1.4 T-Jet LPG	20388 €
OPEL ADAM	6.9	112	1.4 LPG	17750 €
OPEL CORSA	7.1	110	1.2 LPG	14250 €
OPEL ASTRA	7.9	129	1.4 T LPG	20570 €
OPEL MERIVA	7.6	124	1.4 T LPG	19050 €
OPEL ZAFIRA	8.6	139	1.4 T LPG	23920 €
OPEL INSIGNIA	7.6	124	1.4 T LPG	22070 €
FIAT PUNDO	7	114	1.4 LPG	14500 €
ALFA ROMEO MiTo	8.1	131	1.4 LPG	19800 €
DACIA DUSTER	9	145	1.6 LPG	15090 €
DACIA	7.5	120	1.2 LPG	10490 €

SANDERO				
FIAT PANDA	6.6	107	1.2 LPG	12890 €

Πίνακας 4.1.3: Χαρακτηριστικά-Τιμές υγραεριοκίνητων αυτοκινήτων

Δυστυχώς όμως ελάχιστα είναι τα αυτοκίνητα που παράγονται υγραεριοκίνητα. Μπορεί όμως να εγκατασταθεί σε όλα τα μοντέλα αυτοκινήτων σύστημα υγραεριοκίνησης. **Ο μέσος όρος κόστους της εγκατάστασης του συστήματος υγραεριοκίνησης είναι 1400 €.** Ο μέσος όρος κατανάλωσης υγραερίου είναι 20% υψηλότερος σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα οχήματα και 30% υψηλότερος σε σύγκριση με τα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Όσον αφορά στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα τα ποσοστά είναι χαμηλότερα. Συγκεκριμένα οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στα υγραεριοκίνητα οχήματα είναι 10% χαμηλότερα από αυτά στα βενζινοκίνητα και περίπου στα ίδια επίπεδα με αυτά στα πετρελαιοκίνητα. **Τέλος η ισχύς και η ροπή στα υγραεριοκίνητα οχήματα είναι περίπου 10% χαμηλότερη από τα αντίστοιχα βενζινοκίνητα.** Έτσι θα φτιάξουμε ακόμα έναν πίνακα με όλα τα παραπάνω μοντέλα βενζίνης, έχοντας τα μετατρέψει σε υγραεριοκίνητα, χρησιμοποιώντας τους μέσους όρους κόστους, κατανάλωσης και εκπομπών CO₂ που αναφέραμε στην παράγραφο.

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ lt/100 km	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ gr/km	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΤΙΜΗ(συμπεριλαμβανομένης της μετατροπής)
FORD FIESTA	5.2	87	1.0 EcoBoost LPG	13960 €
KIA RIO	6	94	1.3 LPG	13790 €
VW POLO	6.1	99	1.2 TSI LPG	14380 €
RENAULT CLIO	5.4	90	0.9 TCE LPG	15880 €
FIAT PANDA	5.1	104	0.9 TwinAir LPG	13190 €
AUDI A1	6.1	99	1.2 TFSI LPG	17800 €
SMART FORTWO	5.1	88	1.0 LPG	13650 €
CHEVROLET AVEO	6.4	95	1.4 LPG	15880 €
CITROEN C3	7	99	1.4 VTI LPG	15060 €
HYUNDAI i20	6	99	1.3 LPG	13340 €
LANCIA YPSILON	5.7	99	0.9 TwinAir LPG	15188 €
MINI ONE	6.5	99	1.6 LPG	19700 €
OPEL CORSA	6.8	88	1.4 Ecotec LPG	14150 €
SKODA FABIA	6.3	99	1.2 TSI LPG	14390 €
TOYOTA YARIS	6.5	104	1.33 LPG	14490 €
OPEL MERIVA	7.7	119	1.4 T LPG	17550 €
AUDI A3	5.9	99	1.2 TFSI LPG	22150 €
CITROEN C4	7.3	110	1.4 VTI LPG	17140 €
BMW 116	6.5	99	116 I LPG	24500 €

FORD FOCUS	6	109	1.0EcoBoost LPG	16915 €
HONDA CIVIC	7	94	1.8 i-VTEC LPG	21600 €
HYUNDAI i30	7.2	109	1.4 LPG	16850 €
KIA CEED	7	109	1.4 LPG	16700 €
MERCEDES A 180	6.6	98	1.6 LPG	25315 €
OPEL ASTRA	7.1	104	1.4 T LPG	18370 €
SKODA RAPID	6.5	114	1.2 TSI LPG	16150 €
TOYOTA AURIS	6.6	109	1.33 LPG	17350 €
VW GOLF	5.9	99	1.2 TSI LPG	18350 €
OPEL INSIGNIA	6.5	114	1.4 T LPG	21370 €
SKODA OCTAVIA 5	7.6	119	1.4 TSI LPG	19790 €
VW PASSAT	7.1	114	1.4 TSI LPG	22670 €
MITSUBISHI ASX	7.1	142	1.6 MIVEC LPG	24320 €
RENAULT MEGANE	6.4	90	1.2 TCE LPG	17450 €
NISSAN JUKE	7.7	134	1.6 LPG	18510 €
PEUGEOT 208	6.7	98	1.4 VTI LPG	16840 €
NISSAN QASHQAI	7.4	137	1.6 LPG	21360 €
OPEL MOKKA	7.7	134	1.4 T LPG	24770 €
SKODA YETI	8.2	119	1.4 TSI LPG	20590 €
SEAT IBIZA	6.3	109	1.2 TSI LPG	15190 €
SEAT LEON	6.4	110	1.2 TSI LPG	18100 €

Πίνακας 4.1.4: Μέσος όρος χαρακτηριστικών-Τιμών

Τέλος θα παραθέσουμε έναν πίνακα με το κόστος αγοράς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά υβριδικών μοντέλων αυτοκινήτων καθώς και δύο τελευταίους πίνακες με τα ακριβή τεχνικά χαρακτηριστικά (κυβισμά ,ισχύ ,ροπή) όλων των παραπάνω βενζινοκίνητων, πετρελαιοκίνητων, υγραεριοκίνητων και υβριδικών οχημάτων με σκοπό να βρούμε τον μέσο όρο αυτών και να τα κατηγοριοποιήσουμε ανάλογα με τον κυβισμό τους.

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ lt/100km	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2 gr/km	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΤΙΜΗ
HONDA JAZZ	4.5	104	Hybrid 1.4	17890 €
HONDA CR-Z	5	117	1.5	23370 €
HONDA CIVIC	4.6	109	1.3 Hybrid	24840 €
HONDA INSIGHT	4.4	101	1.4	19900 €
TOYOTA AURIS	3.8	89	1.8 HSD	22980 €
TOYOTA PRIUS	3.9	89	1.8	28360 €
LEXUS	3.8	87	CT 200h 1.8	28500 €

Πίνακας 4.1.5: Κόστος αγοράς υβριδικών μοντέλων και τεχνικών χαρακτηριστικών

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤ ΟΥ	ΚΥΒΙΣΜ ΟΣ cc diesel	ΚΥΒΙΣΜΟΣ cc BENZINOKINHT ΩΝ	ΡΟΠ Η DIES EL	ΡΟΠΗ BENZINOKINHT ΩΝ NM	ΙΣΧΥΣ DIES EL PS	ΙΣΧΥΣ BENZINOKINHT ΩΝ PS
FORD FIESTA	1560	999	200	170	95	100
KIA RIO	1120	1248	170	121	75	85
VW POLO	1199	1197	180	160	75	90
RENAULT CLIO	1461	898	220	135	90	90
FIAT PANDA	1248	875	190	145	75	85
AUDI A1	1598	1197	230	160	90	86
SMART FORTWO	799	999	130	92	54	71
CHEVROLET AVEO	1248	1398	190	130	95	100
CITROEN C3	1398	1397	160	136	68	95
HYUNDAI i20	1120	1248	180	121	75	85
LANCIA YPSILON	1248	875	200	145	95	85
MINI ONE	1598	1598	215	153	90	98
OPEL CORSA	1248	1398	190	130	95	100
SKODA FABIA	1190	1197	180	160	75	86
TOYOTA YARIS	1364	1329	205	125	90	99
OPEL MERIVA	1248	1364	180	175	95	120
AUDI A3	1598	1197	250	175	105	105
CITROEN C4	1560	1397	230	135	92	95
BMW 116	1598	1598	260	220	116	136
FORD FOCUS	1560	999	270	170	115	125
HONDA CIVIC	1597	1798	300	174	120	142
HYUNDAI i30	1396	1396	220	137	90	100
KIA CEED	1396	1396	220	137	90	100
MERCEDES A 180	1461	1595	260	200	109	122
OPEL ASTRA	1248	1362	190	200	95	120
SKODA RAPID	1598	1197	250	175	105	105
TOYOTA AURIS	1364	1329	205	128	90	99
VW GOLF	1598	1197	250	175	105	105

OPEL INSIGNIA	1956	1364	300	200	130	140
SKODA OCTAVIA 5	1598	1390	250	200	105	122
VW PASSAT	1598	1390	250	200	105	122
MITSUBISHI ASX	1798	1590	300	154	150	117
RENAULT MEGANE	1461	1198	260	190	110	115
NISSAN JUKE	1461	1598	240	158	110	117
PEUGEOT 208	1560	1397	230	136	92	95
NISSAN QASHQAI	1461	1598	240	158	110	117
OPEL MOKKA	1686	1364	300	200	130	140
SKODA YETI	1598	1390	250	200	105	122
SEAT IBIZA	1598	1197	250	175	105	105
SEAT LEON	1598	1197	250	175	105	105

Πίνακας 4.1.6: Τεχνικά χαρακτηριστικά πετρελαιοκίνητων και βενζινοκίνητων οχημάτων

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΥΒΙΣΜΟΣ cc ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΩΝ	ΡΟΠΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΩΝ NM	ΙΣΧΥΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΩΝ PS
FORD FIESTA	999	153	90
KIA RIO	1248	109	76
VW POLO	1197	144	81
RENAULT CLIO	898	121	81
FIAT PANDA	875	130	76
AUDI A1	1197	144	77
SMART FORTWO	999	83	64
CHEVROLET AVEO	1398	117	90
CITROEN C3	1397	136	85
HYUNDAI i20	1248	109	76
LANCIA YPSILON	875	130	76
MINI ONE	1598	138	88
OPEL CORSA	1398	117	90
SKODA FABIA	1197	144	77
TOYOTA YARIS	1329	112	89
OPEL MERIVA	1364	157	108
AUDI A3	1197	157	94
CITROEN C4	1397	121	85
BMW 116	1598	198	122
FORD FOCUS	999	153	112

HONDA CIVIC	1798	157	128
HYUNDAI i30	1396	123	90
KIA CEED	1396	123	90
MERCEDES A 180	1595	180	110
OPEL ASTRA	1362	180	108
SKODA RAPID	1197	157	94
TOYOTA AURIS	1329	115	89
VW GOLF	1197	157	94
OPEL INSIGNIA	1364	180	126
SKODA OCTAVIA 5	1390	180	110
VW PASSAT	1390	180	110
MITSUBISHI ASX	1590	139	99
RENAULT MEGANE	1198	171	99
NISSAN JUKE	1598	142	99
PEUGEOT 208	1397	122	85
NISSAN QASHQAI	1598	142	99
OPEL MOKKA	1364	180	126
SKODA YETI	1390	180	110
SEAT IBIZA	1197	157	94
SEAT LEON	1197	157	94

Πίνακας 4.1.7: Τεχνικά χαρακτηριστικά υγραεριοκίνητων οχημάτων

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΥΒΙΣΜΟΣ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ cc	ΡΟΠΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ NM	ΙΣΧΥΣ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ PS
HONDA JAZZ Hybrid	1339	121	88
HONDA CR-Z	1497	145	84
HONDA CIVIC Hybrid	1339	123	88
HONDA INSIGHT	1339	121	102
TOYOTA AURIS	1798	142	99
TOYOTA PRIUS	1798	142	99
LEXUS CT 200h	1798	142	99

Πίνακας 4.1.8: Τεχνικών χαρακτηριστικών υβριδικών οχημάτων

Δυστυχώς όσον αφορά στα **ηλεκτροκίνητα οχήματα**, οι αυτοκινητοβιομηχανίες δεν έχουν προβεί ακόμα σε μαζική παραγωγή διότι το κόστος κατασκευής είναι ακόμη αρκετά υψηλό, τα αυτοκίνητα **δεν έχουν μεγάλη αυτονομία κίνησης λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των μπαταριών σε χημική ενέργεια** και όσες προσπάθειες έχουν γίνει για την αύξηση της περιεκτικότητας των μπαταριών σε χημική ενέργεια και κατεπέκταση σε μεγαλύτερη αυτονομία κίνησης του αυτοκινήτου, οδηγούν σε μεγαλύτερο όγκο μπαταριών που έχουν ως συνέπεια

μεγαλύτερο βάρος των μπαταριών και κατεπέκταση μεγαλύτερο βάρος αυτοκινήτου και αύξησης του συνολικότερου κόστους κατασκευής. **Κάποιες αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν κατασκευάσει ηλεκτρικά αυτοκίνητα αλλά το κόστος αγοράς τους είναι σχεδόν το πενταπλάσιο από το μέσο κόστος ενός αυτοκινήτου με συμβατικά καύσιμα.** Και δυστυχώς κανένα από αυτά τα μοντέλα δεν διατίθεται στην ελληνική αγορά. Οπότε δεν θα συμπεριλάβουμε τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα στην τεχνοοικονομική μελέτη διότι δεν έχουμε επαρκή στοιχεία. Είναι όμως η τεχνολογία του μέλλοντος πάνω στην αυτοκίνηση διότι είναι η λιγότερο ρυπογόνος τεχνολογία και η φιλικότερη προς το περιβάλλον καθώς και η ασφαλέστερη. Στο τέλος της μελέτης θα προτείνουμε κάποιες λύσεις και θα αναφέρουμε κάποιες εταιρίες οι οποίες πρωτοπορούν στον τομέα της εφαρμογής της ηλεκτροκίνησης σε ολόκληρη την Ευρώπη.

4.2 Κόστος Λειτουργίας

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα μελετηθεί το κόστος λειτουργίας της κάθε τεχνολογίας ξεχωριστά καθώς και σε σχέση με τις υπόλοιπες. Το κόστος λειτουργίας θα γίνει αρχικά για 1 χρόνο, δηλαδή για 15000 Km κατά μέσο όρο και στη συνέχεια θα επεκταθεί σε βάθος 15 χρόνων, δηλαδή για 240000 km καθώς είναι μία μέση τιμή για την διάρκεια ζωής των σύγχρονων βενζινοκινητήρων, υγραεριοκίνητων αυτοκινήτων και υβριδικής τεχνολογίας αυτοκινήτων. Η μέση τιμή διάρκειας ζωής των πετρελαιοκινητήρων είναι διπλάσια από αυτή των υπολοίπων κινητήρων αλλά στην συγκεκριμένη ενότητα θα μελετηθούν και αυτοί σε βάθος 15 χρόνων. Η ανάλυση που θα γίνει θα αφορά επίσης και διάφορες περιπτώσεις όπου οι τιμές των καυσίμων θα μεταβάλλονται για απρόβλεπτους λόγους προς τα πάνω.

Μεταξύ των παγίων εξόδων ενός αυτοκινήτου είναι, εκτός από τα τέλη κυκλοφορίας, τα ασφάλιστρα και το φόρο πολυτελούς διαβίωσης (για κινητήρες από 1.929 κ.εκ. και άνω) και τα service. Τα διαστήματα που γίνονται ποικίλουν ανά μοντέλο αφού σε κάποια γίνονται κάθε 10.000 χλμ. σε άλλα μέχρι και κάθε 35.000 χλμ., ανά έτος ή δύο έτη κ.ο.κ. Σε αυτή την έρευνα λοιπόν επικεντρωθήκαμε στο κόστος service πολλών δημοφιλών μοντέλων στην βετία με κινητήρες βενζίνης και πετρελαίου.

- Όλες οι τιμές είναι με εργασία και Φ.Π.Α. και είναι αυτές που ανακοινώνουν οι επίσημοι αντιπρόσωποι.
- Δεν περιλαμβάνονται τυχόν εκπτώσεις που μπορεί να έχουν οι εξουσιοδοτημένοι έμποροι.
- Οι τιμές είναι σύμφωνες με τις εργασίες που προβλέπει ο κατασκευαστής και δεν περιλαμβάνουν τυχόν πρόσθετες από ενδεχόμενες βλάβες.

- Σε συνθήκες πιο σκληρής χρήσης (π.χ. συνέχεια στην πόλη) τα διαστήματα service και αλλαγής λαδιών γίνονται σε πιο τακτικά διαστήματα.
- Τα περισσότερα πλέον σύγχρονα μοντέλα εφοδιάζονται με σύστημα υπενθύμισης service, που υπολογίζει πότε πρέπει να γίνεται η τακτική συντήρηση ανάλογα με τις συνθήκες κίνησης.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρακάτω αφορά στο κόστος service σε μία περίοδο 6 ετών, αλλά κατασκευάσαμε και τον πίνακα με το ποσό του service που χρειάζεται κατά μέσο όρο για ένα έτος κάθε κινητήρα. **Να σημειώσουμε ότι το κόστος service ενός υγραεριοκίνητου οχήματος είναι το ίδιο με εκείνο ενός βενζινοκίνητου, απλά σε μία περίοδο 6 ετών όπως μελετάμε τώρα έχουμε μία επιπλέον επιβάρυνση της τάξης περίπου των 120€ για αλλαγές φίλτρου υγραερίου και καθαρισμό των μπέκ, οπότε για το ποσό του service που χρειάζεται κατά μέσο όρο για ένα έτος θα προσθέσουμε 20 €.** Επίσης στο κόστος service ενός υβριδικού δεν συμπεριλαμβάνονται τυχόν προβλήματα με την μπαταρία στην περίοδο των 6 ετών που μελετάμε. **Αν και όλες οι αυτοκινητοβιομηχανίες που παράγουν υβριδικά δίνουν εγγύηση 8-9 χρόνια στην μπαταρία. Και τέλος στους πετρελαιοκινητήρες καινούριας τεχνολογίας το service γίνεται πλέον κάθε 15000-20000 km όπως και στους βενζινοκινητήρες, σε σχέση με τους πετρελαιοκινητήρες παλαιότερης τεχνολογίας που το service γινόταν περίπου κάθε 35000 km, δηλαδή στα διπλάσια km.**

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΟΣΤΟΣ SERVICE 6ΕΤΙΑΣ diesel €	ΚΟΣΤΟΣ SERVICE 6ΕΤΙΑΣ βενζινης €	ΚΟΣΤΟΣ SERVICE 6ΕΤΙΑΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΣΗΣ €
FORD FIESTA	835	912	1032
KIA RIO	876	893	1013
VW POLO	1742	1693	1813
RENAULT CLIO	1187	756	876
FIAT PANDA	476	704	824
AUDI A1	1279	1537	1657
SMART FORTWO	1633	1275	1395
CHEVROLET AVEO	987	770	890
CITROEN C3	1018	880	1000
HYUNDAI i20	1437	1302	1422
LANCIA YPSILON	596	788	908
MINI ONE	826	735	855
OPEL CORSA	1456	1060	1180
SKODA FABIA	1761	1246	1366
TOYOTA YARIS	1248	1154	1274
OPEL MERIVA	1148	1158	1278
AUDI A3	1164	1092	1212
CITROEN C4	1025	895	1015
BMW 116	920	872	992

FORD FOCUS	744	782	902
HONDA CIVIC	920	603	723
HYUNDAI i30	876	671	791
KIA CEED	1217	923	1043
MERCEDES A 180	1677	1662	1782
OPEL ASTRA	1463	1461	1581
SKODA RAPID	1156	889	1009
TOYOTAAURIS	1236	1257	1377
VW GOLF	1790	1720	1840
OPEL INSIGNIA	1161	1092	1212
SKODA OCTAVIA 5	1762	1256	1376
VW PASSAT	1044	917	1037
MITSUBISHI ASX	1540	1380	1500
RENAULT MEGANE	1187	1176	1296
NISSAN JUKE	1093	1057	1177
PEUGEOT 208	1143	1068	1188
NISSAN QASHQAI	1516	1140	1260
OPEL MOKKA	999	1010	1130
SKODA YETI	1762	1246	1366
SEAT IBIZA	1429	986	1006
SEAT LEON	1429	986	1006

Πίνακας 4.2.1: Κόστος service βετίας

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΟΣΤΟΣ SERVICE DIESEL 1 ΕΤΟΥΣ €	ΚΟΣΤΟΣ SERVICE BENZINHS 1 ΕΤΟΥΣ €	ΚΟΣΤΟΣ SERVICE ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΣΗΣ €
FORD FIESTA	78	86	106
KIA RIO	91	96	116
VW POLO	179	152	172
RENAULT CLIO	78	84	104
FIAT PANDA	129	122	142
AUDI A1	74	74	94
SMART FORTWO	60	50	70
CHEVROLET AVEO	102	86	106
CITROEN C3	80	90	110
HYUNDAI i20	173	151	171
LANCIA YPSILON	108	119	139
MINI ONE	96	104	124
OPEL CORSA	60	50	70
SKODA FABIA	192	131	151
TOYOTA YARIS	135	130	150
OPEL MERIVA	65	59	79
AUDI A3	183	137	157
CITROEN C4	80	80	100
BMW 116	138	138	158
FORD FOCUS	78	86	106
HONDA CIVIC	163	129	149

HYUNDAI i30	125	86	106
KIA CEED	132	101	121
MERCEDES A 180	190	175	195
OPEL ASTRA	60	50	70
SKODA RAPID	176	154	174
TOYOTAAURIS	140	136	156
VW GOLF	179	152	172
OPEL INSIGNIA	61	52	72
SKODA OCTAVIA 5	192	131	151
VW PASSAT	137	104	124
MITSUBISHI ASX	175	165	185
RENAULT MEGANE	98	91	111
NISSAN JUKE	82	82	102
PEUGEOT 208	107	99	119
NISSAN QASHQAI	96	70	90
OPEL MOKKA	62	53	73
SKODA YETI	192	131	151
SEAT IBIZA	156	140	160
SEAT LEON	156	140	160

Πίνακας 4.2.2: Κόστος service 1 έτους

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	ΚΟΣΤΟΣ SERVICE 6ΕΤΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ €	ΚΟΣΤΟΣ SERVICE 1 ΕΤΟΥΣ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ €
HONDA JAZZ Hybrid	1080	180
HONDA CR-Z	1080	180
HONDA CIVIC Hybrid	1080	180
HONDA INSIGHT	1080	180
TOYOTA AURIS	1050	175
TOYOTA PRIUS	1050	175
LEXUS CT 200h	1050	175

Πίνακας 4.2.3: Κόστος service βετίας και 1 έτους υβριδικών

Παρακάτω θα παραθέσουμε ακόμα ένα πίνακα **με τα τέλη κυκλοφορίας για κάθε τύπο κινητήρα**. Ο υπολογισμός θα γίνει βάσει των κυβικών των κινητήρων και βάσει των εκπομπών CO2. Τα υγραεριοκίνητα έχουν ακριβώς τα ίδια τέλη κυκλοφορίας με τα βενζινοκίνητα.

ΜΑΡΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	Τέλη κυκλοφορίας βενζινοκίνητων €	Τέλη κυκλοφορίας πετρελαιοκίνητων €	Τέλη κυκλοφορίας υγραεριοκίνητων €
FORD FIESTA	0	0	0
KIA RIO	135	0	135
VW POLO	135	0	135
RENAULT CLIO	120	0	120
FIAT PANDA	0	93.6	0
AUDI A1	135	0	135
SMART FORTWO	0	0	0

CHEVROLET AVEO	240	0	240
CITROEN C3	240	0	240
HYUNDAI i20	135	0	135
LANCIA YPSILON	0	0	0
MINI ONE	265	0	265
OPEL CORSA	240	0	240
SKODA FABIA	135	0	135
TOYOTA YARIS	135	93.6	135
OPEL MERIVA	240	107.1	240
AUDI A3	135	0	135
CITROEN C4	240	99	240
BMW 116	265	0	265
FORD FOCUS	120	98.1	120
HONDA CIVIC	300	0	300
HYUNDAI i30	240	98.1	240
KIA CEED	240	98.1	240
MERCEDES A 180	265	0	265
OPEL ASTRA	240	93.6	240
SKODA RAPID	135	102.6	135
TOYOTA AURIS	135	98.1	135
VW GOLF	135	0	135
OPEL INSIGNIA	240	102.6	240
SKODA OCTAVIA 5	240	107.1	240
VW PASSAT	240	102.6	240
MITSUBISHI ASX	265	241.4	265
RENAULT MEGANE	135	0	135
NISSAN JUKE	265	147.4	265
PEUGEOT 208	240	0	240
NISSAN QASHQAI	265	150.7	265
OPEL MOKKA	240	147.4	240
SKODA YETI	240	107.1	240
SEAT IBIZA	135	98.1	135
SEAT LEON	135	98.1	135

Πίνακας 4.2.4: Τέλη κυκλοφορίας για κάθε τύπο κινητήρα

Μαρκα αυτοκινητου	Τέλη κυκλοφορίας υβριδικών €
HONDA JAZZ Hybrid	83.2
HONDA CR-Z	93.6
HONDA CIVIC Hybrid	87.2
HONDA INSIGHT	80.8
TOYOTA AURIS	0
TOYOTA PRIUS	0
LEXUS CT 200h	0

Πίνακας 4.2.5: Τέλη κυκλοφορίας υβριδικών

Παρακάτω θα γίνει μία κατηγοριοποίηση ανάλογα με τα κυβικά και τον τύπο κινητήρα για όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα κοστη για να διευκολυνθούμε αργότερα στις συγκρίσεις μεταξύ των λειτουργικών κοστών των διαφόρων τύπων κινητήρων.

Βενζινοκινητήρες

Κυβισμός	Κατανάλωση lt/100 km	Εκπομπές co2 gr/km	Ισχύς ps	Ροπή NM	Τέλη κυκλοφορίας €	Κόστος αγοράς €	Κόστος service 1έτους €
900-1200 cc	4.9	112.2	97.2	160.13	97	15260.3	114.53
1200- 1400 cc	5.8	134.89	107.72	156.17	216.7	16194.45	93.65
1400- 1600 cc	5.8	134.33	117.83	173.83	265	20884.17	122.33
1600- 1800 cc	5.8	137	142	174	300	20200	129

Πίνακας 4.2.6: Βενζινοκινητήρες

Πετρελαιοκινητήρες

Κυβισμός	Κατανάλωση lt/100 km	Εκπομπές co2 gr/km	Ισχύς ps	Ροπή NM	Τέλη κυκλοφορίας €	Κόστος αγοράς €	Κόστος service 1έτους €
900-1200 cc	3.7	95.8	70.8	168	0	14090	139
1200- 1400 cc	3.94	128.1	88.9	190.67	45.5	16461.64	129.95
1400- 1600 cc	4.08	124.95	103.77	245.48	52.94	20421.43	103.3
1600- 2000 cc	4.93	130	136.7	300	163.8	26466.7	99.33

Πίνακας 4.2.7: Πετρελαιοκινητήρες

Υγραεριοκινητήρες

Κυβισμός	Κατανάλωση lt/100 km	Εκπομπές co2 gr/km	Ισχύς ps	Ροπή NM	Τέλη κυκλοφορίας €	Κόστος αγοράς €	Κόστος service 1έτους €
900-1200 cc	5.9	96	87.5	144.12	97	16660.3	134.53
1200- 1400 cc	6.96	128	96.95	140.55	216.7	17594.45	113.65
1400- 1600 cc	6.96	125	106.05	156.45	265	22284.17	142.33
1600- 1800 cc	7	130	127.8	156.6	300	22600	149

Πίνακας 4.2.8: Υγραεριοκινητήρες

Υβριδικά οχήματα

κυβισμός	Κατανάλωση lt/100 km	Εκπομπές co2 gr/km	Ισχύς ps	Ροπή NM	Τέλη κυκλοφορίας €	Κόστος αγοράς €	Κόστος service 1έτους
1400-1600 cc	4.625	107.75	90.5	127.5	86.2	21500	180
1600-1800 cc	3.9	88.3	99	142	0	26613.3	175

Πίνακας 4.2.9: Υβριδικά οχήματα

4.3 Κόστος λειτουργίας όλων των τύπων κινητήρων σε μία περίοδο 1 έτους συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς

Έχοντας κατηγοριοποιήσει ανα κυβισμό τους διαφόρους τύπους κινητήρων **θα ξεκινήσουμε την μελέτη του λειτουργικού κόστους αρχικά για την περίοδο 1 έτους, δηλαδή 15000 Km κατά μέσο όρο.** Οι τιμές των καυσίμων που θα πάρουμε είναι οι επίσημες μέσες τιμές του ΥΠΕΚΑ και είναι 1.67€ για την βενζίνη, 1.38€ για το πετρέλαιο κίνησης και 0.87€ για το υγραέριο.

i) Έτσι το λειτουργικό κόστος 1 έτους για την κατηγορία **900-1200 cc** θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος αγοράς=15260.3 €	+	
Κόστος service=114.53 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=97 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km=735 lt)		
Κόστος βενζίνης στα 15000 km=1227.45 €	+	
Σύνολο		=

16699.28 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος αγοράς=14090 €	+	
Κόστος service=139 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=0 €	+	

(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 Km=555 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 15000 Km=765.9 € +
Σύνολο =

14994.9 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος αγοράς (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μετατροπής)=16660.3 € +
Κόστος service=134.53 € +
Τέλη κυκλοφορίας=97 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km=885 lt)
Κόστος υγραερίου στα 15000 km=769.95 € +
Σύνολο =

17661.78 €

Όπως παρατηρούμε στην συγκεκριμένη κατηγορία **το πιο υψηλό κόστος λειτουργίας το έχουν τα υγραεριοκίνητα οχήματα ενώ το πιο χαμηλό τα πετρελαιοκίνητα**. Λόγο της αρκετά χαμηλότερης κατανάλωσης τους αλλά και λόγω των μηδενικών τελών κυκλοφορίας τους. Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τα υβριδικά γιατί δεν έχουμε στην συγκεκριμένη κατηγορία.

ii) Το λειτουργικό κόστος 1 έτους για την κατηγορία 1200-1400 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος αγοράς=16194.45 € +
Κόστος service=93.65 € +
Τέλη κυκλοφορίας=216.7 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km=870 lt)
Κόστος βενζίνης στα 15000 km=1452.9 €
Σύνολο =

17957.7 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος αγοράς=16461.64 €	+	
Κόστος service=129.95 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=45.5 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 Km=591 lt)		
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 15000 Km=815.6 €	+	
Σύνολο		=

17452.7 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος αγοράς (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μετατροπής)=17594.45 €	+	
Κόστος service=113.65 €		+
Τέλη κυκλοφορίας=216.7 €		+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km=1044 lt)		
Κόστος υγραερίου στα 15000 km=908.3 €		+
Σύνολο		=

18831.1 €

Στη συγκεκριμένη κατηγορία παρατηρούμε ότι και πάλι τα υγραεριοκίνητα οχήματα έχουν υψηλότερο κόστος αλλά βλέπουμε ότι το κόστος των βενζινοκίνητων και των πετρελαιοκίνητων είναι περίπου το ίδιο.

iii) Το λειτουργικό κόστος 1 έτους για την κατηγορία 1400-1600 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος αγοράς=20884.17 €	+	
Κόστος service=122.33 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=265 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km=870 lt)		
Κόστος βενζίνης στα 15000 km=1452.9 €	+	
Σύνολο		=

22724.4 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος αγοράς=20421.43 €	+	
Κόστος service=103.3 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=52.94 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 Km=612 lt)		
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 15000 Km=844.56 €	+	
Σύνολο	=	

21422.23 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος αγοράς (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μετατροπής)=22284.17 €	+	
Κόστος service=142.33 €		+
Τέλη κυκλοφορίας=265 €		+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km=1044 lt)		
Κόστος υγραερίου στα 15000 km=908.3 €		+
Σύνολο		=

23599.8 €

Υβριδικά

Κόστος αγοράς = 21500 €	+	
Κόστος service = 180 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας = 86.2 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km = 693.75 lt)		
Κόστος βενζίνης στα 15000 km = 1158.56 €	+	
Σύνολο	=	

22924.76 €

Στην συγκεκριμένη κατηγορία παρατηρούμε και πάλι ότι τα υγραεριοκίνητα είναι ακριβότερα αλλά βλέπουμε ότι και στα βενζινοκίνητα και στα πετρελαιοκίνητα έχει αρχίσει να αυξάνεται το συνολικό κόστος. Τέλος σε αυτή την κατηγορία παρατηρούμε ότι έχουν αρχίσει να μπαίνουν και τα υβριδικά, όμως παρά το υψηλό τους κόστος αγοράς βλέπουμε ότι έχουν αρκετά χαμηλά τέλη κυκλοφορίας και αρκετά χαμηλότερο συνολικό κόστος βενζίνης από ότι τα αντίστοιχα βενζινοκίνητα.

iv) Το λειτουργικό κόστος 1 έτους για την κατηγορία 1600-1800 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος αγοράς=20200 € +
Κόστος service=129 € +
Τέλη κυκλοφορίας=300 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km=870 lt)
Κόστος βενζίνης στα 15000 km=1452.9 €
Σύνολο =

22081.9 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος αγοράς=26466.7 € +
Κόστος service=99.33 € +
Τέλη κυκλοφορίας=163.8 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 Km=739.5 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 15000 Km=1020.51 € +
Σύνολο =

27750.34 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος αγοράς (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μετατροπής)=22600 € +
Κόστος service=149 € +
Τέλη κυκλοφορίας=300 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 15000 km=1050 lt)
Κόστος υγραερίου στα 15000 km=913.5 € +
Σύνολο =

23962.5 €

Υβριδικά

Κόστος αγοράς = 26613.3 € +
Κόστος service = 175 € +
Τέλη κυκλοφορίας = 0 € +

επίσημες μέσες τιμές του ΥΠΕΚΑ και είναι 1.67€ για την βενζίνη, 1.38€ για το πετρέλαιο κίνησης και 0.87€ για το υγραέριο.

i) Έτσι το λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 6 ετών για την κατηγορία 900-1200 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος αγοράς=15260.3 € +
Κόστος service=697 € +
Τέλη κυκλοφορίας=582 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km=4410 lt)
Κόστος βενζίνης στα 90000 km=7364.7 €
Σύνολο =

23904 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος αγοράς=14090 € +
Κόστος service=834 € +
Τέλη κυκλοφορίας=0 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 Km=3330 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 90000 Km=4595.4 € +
Σύνολο =

19519.4 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος αγοράς (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μετατροπής)=16660.3 € +
Κόστος service=817 € +
Τέλη κυκλοφορίας=582 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km=5310 lt)
Κόστος υγραερίου στα 90000 km=4619.7 € +
Σύνολο =

22679 €

Όντως παρατηρούμε ότι για την κατηγορία 900-1200 cc, έχουμε κάνει απόσβεση των χρημάτων μας για την αγορά ενός πετρελαιοκίνητου και λόγω των μηδενικών

τελών κυκλοφορίας αλλά και λόγω της χαμηλότερης κατανάλωσης καυσίμου και της χαμηλότερης τιμής του πετρελαίου κίνησης σε σχέση με τους βενζινοκινητήρες. Επίσης έχουμε κάνει απόσβεση των χρημάτων μας και για την αγορά ενός υγραεριοκίνητου αυτοκινήτου λόγω της πολύ χαμηλότερης τιμής του υγραερίου σε σύγκριση με την βενζίνη.

ii) Το λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 6 ετών για την κατηγορία 1200-1400 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος αγοράς=16194.45 € +
Κόστος service=573 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1300.2 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km=5220 lt)
Κόστος βενζίνης στα 90000 km=8717.4 €
Σύνολο =

26785 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος αγοράς=16461.64 € +
Κόστος service=790 € +
Τέλη κυκλοφορίας=273 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 Km=3546 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 90000 Km=4893.5 € +
Σύνολο =

22418.14 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος αγοράς (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μετατροπής)=17594.45 € +
Κόστος service=683 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1300.2 €
+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km=6264 lt)
Κόστος υγραερίου στα 90000 km=5449.68 € +
Σύνολο =

25027.33 €

Και σε αυτή την κατηγορία παρατηρούμε ότι κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας για την αγορά ενός πετρελαιοκίνητου ή ενός υγραεριοκίνητου οχήματος σε σύγκριση με ένα βενζινοκίνητο, όμως στην περίπτωση του πετρελαιοκίνητου το όφελος είναι ακόμα μεγαλύτερο κυρίως γιατί έχει σχεδόν την μισή κατανάλωση και από τα βενζινοκίνητα και από τα υγραεριοκίνητα όπως και γιατί τα τέλη κυκλοφορίας του είναι πέντε φορές λιγότερα από τα άλλα δύο.

iii) Το λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 6 ετών για την κατηγορία 1400-1600 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος αγοράς=20884.17 € +
Κόστος service=754 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1590 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km=5220 lt)
Κόστος βενζίνης στα 90000 km=8717.4 €
Σύνολο =

31945.57 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος αγοράς=20421.43 € +
Κόστος service=640 € +
Τέλη κυκλοφορίας=317.64 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 Km=3672 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 90000 Km=5067.36 € +
Σύνολο =

26446.43 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος αγοράς (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μετατροπής)=22284.17 € +
Κόστος service=874 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1590 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km=6264 lt)
Κόστος υγραερίου στα 90000 km=5449.68 € +

Σύνολο =

30197.85 €

Υβριδικά

Κόστος αγοράς = 21500 €	+
Κόστος service = 1080 €	+
Τέλη κυκλοφορίας = 517.2 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km = 4162.5 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 90000 km = 6951.375 €	+
Σύνολο	=

30048.6 €

Στην συγκεκριμένη κατηγορία εισέρχονται και τα υβριδικά και παρατηρούμε ότι η απόσβεση των χρημάτων μας για την αγορά ενός υγραεριοκίνητου ή ενός υβριδικού οχήματος είναι οριακή σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο αυξημένο κόστος service αλλά και στην αυξημένη κατανάλωση των υγραεριοκίνητων παρόλη την χαμηλότερη τιμή του υγραερίου, όπως και στο υψηλό κόστος αγοράς που έχουν. Εκεί όμως που η διαφορά στο κόστος είναι αρκετά μεγάλη και η απόσβεση των χρημάτων αγγίζει τα 6000 € είναι στα πετρελαιοκίνητα οχήματα.

iv) Το λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 6 ετών για την κατηγορία 1600-1800 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος αγοράς=20200 €	+
Κόστος service=780 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=1800 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km=5220 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 90000 km=8717.4 €	
Σύνολο	=

31497.4 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος αγοράς=26466.7 €	+
-------------------------	---

Κόστος service=700 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=982.8 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 Km=4437 lt)		
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 90000 Km=6123.06 €	+	
Σύνολο	=	

34272.56 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος αγοράς (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους μετατροπής)=22600 €	+	
Κόστος service=900 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=1800 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km=6300 lt)		
Κόστος υγραερίου στα 90000 km=5481 €	+	
Σύνολο	=	

30781 €

Υβριδικά

Κόστος αγοράς = 26613.3 €	+	
Κόστος service = 1050 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας = 0 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 90000 km = 3510 lt)		
Κόστος βενζίνης στα 90000 km = 5861.7 €	+	
Σύνολο	=	

33525 €

Στην συγκεκριμένη και τελευταία κατηγορία παρατηρούμε ότι το κόστος των πετρελαιοκίνητων και των υβριδικών οχημάτων εκτοξεύεται κυρίως λόγω του κόστους αγοράς τους. Δηλαδή ενώ έχουν χαμηλότερη κατανάλωση και τέλη κυκλοφορίας σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα εν τούτοις δεν κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας από την αγορά τους σε μια περίοδο 6 ετών όπως στις άλλες κατηγορίες. Βέβαια σε ένα βάθος χρόνου 15 ετών τελικά κάνουμε απόσβεση. Σε αντίθεση οι υγραεριοκινητήρες στην συγκεκριμένη κατηγορία συμφέρουν περισσότερο και παρατηρούμε ότι κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας μέσα στην πρώτη πενταετία.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΜΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟ 6 ΕΤΩΝ ΣΕ €				
	900-1200 cc	1200-1400 cc	1400-1600 cc	1600-1800 cc
ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	23904	26785	31945.57	31497.4
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	19519.4	22418.14	26446.43	34272.56
ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	22679	25027.33	30197.85	30781
ΥΒΡΙΔΙΚΑ	—	—	30048.6	33525

Πίνακας 4.4.1: Λειτουργικό κόστος όλων των τύπων κινητήρων σε μια περίοδο 6 ετών συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς

4.5 Συνολικό λειτουργικό κόστος για όλους τους τύπους κινητήρων για μια περίοδο 15 ετών

Η ανάλυση που ακολουθεί αφορά στο συνολικό κόστος στα 15 χρόνια που πήραμε σαν τον μέσο χρόνο ζωής των κινητήρων.

Έχοντας κατηγοριοποιήσει ανα κυβισμό τους διαφόρους τύπους κινητήρων θα ξεκινήσουμε την μελέτη του συνολικού λειτουργικού κόστους για περίοδο 15 ετών, δηλαδή 240000 Km κατά μέσο όρο. Οι τιμές των καυσίμων που θα πάρουμε είναι οι επίσημες μέσες τιμές του ΥΠΕΚΑ και είναι 1.67€ για την βενζίνη, 1.38€ για το πετρέλαιο κίνησης και 0.87€ για το υγραέριο.

i) Έτσι το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 900-1200 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1742.5 € +
 Τέλη κυκλοφορίας=1455 € +
 (Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=11025 lt)
 Κόστος βενζίνης στα 240000 km=18411.75 €
 Σύνολο =

21609.25 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=2085 € +
 Τέλη κυκλοφορίας=0 € +
 (Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=8325 lt)

Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=11488.5 € +
Σύνολο =

13573.5 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2042.5 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1455 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13275 lt)
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=11549.25 € +
Σύνολο =

15046.75 €

ii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 1200-1400 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1432.5 € +
Τέλη κυκλοφορίας=3250.5 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=21793.5 €
Σύνολο =

26476.5 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1975 € +
Τέλη κυκλοφορίας=682.5 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=8865 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=12233.7 € +
Σύνολο =

14891.2 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=1707.5 € +

Τέλη κυκλοφορίας=3250.5 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15660 lt)	
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=13624.2 €	+
Σύνολο	=

18582.2 €

iii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 1400-1600 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1885 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=3975 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=21793.5 €	
Σύνολο	=

27653.5 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1600 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=794.1 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=9180 lt)	
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=12668.4 €	+
Σύνολο	=

15062.5 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2185 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=3975 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15660)	
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=13624.2 €	+
Σύνολο	=

19784.2 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2700 €	+
Τέλη κυκλοφορίας = 1293 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 10406.25 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 17378.45 €	+
Σύνολο	=

21371.4 €

iv) Το λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία **1600-1800 cc** θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1950 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=4500 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=21793.5 €	
Σύνολο	=

28243.5 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1750 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=2457 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=11092.5 lt)	
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=15307.65 €	+
Σύνολο	=

19514.65 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2250 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=4500 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15750 lt)	
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=13702.5 €	+

Σύνολο =

20452.5 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2625 € +

Τέλη κυκλοφορίας = 0 € +

(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 8775 lt)

Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 14654.25 € +

Σύνολο =

17279.25 €

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΕ ΜΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟ 15 ΕΤΩΝ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ				
	900-1200 cc	1200-1400 cc	1400-1600 cc	1600-1800 cc
BENZINOKΙΝΗΤΗΡΕΣ	21609.25	26476.5	27653.5	28243.5
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	13573.5	14891.2	15062.5	19514.65
ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	15046.75	18582.2	19784.2	20452.5
ΥΒΡΙΔΙΚΑ	—	—	21371.4	17279.25

Πίνακας 4.5.1: Λειτουργικό κόστος όλων των τύπων κινητήρων σε μια περίοδο 15 ετών συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών, δηλαδή ένα μέσο χρόνο διάρκειας ζωής των κινητήρων, το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος το έχουν οι πετρελαιοκινητήρες σε όλες τις κατηγορίες εκτός από την τελευταία δηλαδή 1600-1800 cc, όπου σε αυτή το χαμηλότερο το έχουν τα υβριδικά. Το αμέσως επόμενο χαμηλότερο λειτουργικό κόστος το έχουν οι υγραεριοκινητήρες. Γενικά παρατηρούμε ότι το χαμηλότερο συνολικό λειτουργικό κόστος το έχουν οι πετρελαιοκινητήρες και οι υγραεριοκινητήρες και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στους μεν πετρελαιοκινητήρες έχουμε χαμηλότερη κατανάλωση αλλά και χαμηλότερη τιμή πετρελαίου κίνησης σε σύγκριση με την βενζίνη και στους δε υγραεριοκινητήρες παρόλη την αυξημένη τους κατανάλωση έχουμε πολύ χαμηλότερη τιμή υγραερίου σε σύγκριση με την βενζίνη αλλά και το πετρέλαιο κίνησης.

4.6 Μεταβολή του λειτουργικού κόστους από απρόβλεπτους παράγοντες

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει ανάλυση του λειτουργικού κόστους για μια περίοδο 15 ετών, δηλαδή τον μέσο χρόνο διάρκειας ζωής των κινητήρων με βάση την αύξηση του κόστους των διαφόρων καυσίμων από απρόβλεπτους παράγοντες. Οι επίσημες μέσες τιμές του ΥΠΕΚΑ για το λίτρο είναι 1,67 € για την βενζίνη, 1,38 € για το πετρέλαιο κίνησης και 0,87 € για το υγραέριο. Οι αυξήσεις θα ξεκινάνε για το λίτρο από 1,70 € για την βενζίνη, από 1,40 € για το πετρέλαιο κίνησης και από 0,90 € για το υγραέριο και θα φτάνουν έως τα 2 € για την βενζίνη, έως 1,70 € για το πετρέλαιο κίνησης και έως 1,20 € για το υγραέριο. Η αύξηση θα γίνεται ανά 0,1 € για όλα τα καύσιμα ταυτόχρονα. Για τον σκοπό της ανάλυσης θα χρησιμοποιήσουμε τις παραπάνω κατηγοριοποιήσεις οι οποίες είναι οι εξής.

- 900-1200 cc
- 1200-1400 cc
- 1400-1600 cc
- 1600-1800 cc

Έτσι σε κάθε μια κατηγορία κυβικών θα μελετήσουμε την μεταβολή του λειτουργικού κόστους λόγω της αύξησης στις τιμές των καυσίμων σε όλους τους τύπους κινητήρων ταυτόχρονα.

Περίπτωση 1η: Αύξηση τιμών καυσίμων στην κατηγορία 900-1200 cc κατά 0,1, 0,2 και 0,3 €

Έστω ότι για άγνωστο λόγο αυξάνονται οι τιμές στα καύσιμα της κατηγορίας 900-1200 cc. Εξετάζονται τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου έχουμε αύξηση κατά 0,1, 0,2 και 0,3 €. Οι τιμές από τις οποίες θα ξεκινήσουμε είναι : 1,70 € για την βενζίνη, 1,40 € για το πετρέλαιο κίνησης και 0,90 € για το υγραέριο.

i) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 900-1200 cc θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1742.5 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1455 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=11025 lt)

Κόστος βενζίνης στα 240000 km=18742.5 €
Σύνολο =

21940 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=2085 € +
Τέλη κυκλοφορίας=0 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=8325 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=11655 € +
Σύνολο =

13740 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2042.5 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1455 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13275 lt)
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=11947.5 € +
Σύνολο =

15445 €

ii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 900-1200 cc και για τιμές λίτρου : 1,8 για την βενζίνη , 1,5 για το πετρέλαιο κίνησης και 1 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1742.5 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1455 € +
)Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=11025 lt)
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=19845 €
Σύνολο =

23042.5 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=2085 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=0 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=8325 lt)		
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=12487.5 €	+	
Σύνολο	=	

14572.5 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2042.5 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=1455 €		+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13275 lt)		
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=13275 €	+	
Σύνολο	=	

16772.5 €

iii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 900-1200 cc και για τιμές λίτρου : 1,9 για την βενζίνη , 1,6 για το πετρέλαιο κίνησης και 1,1 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1742.5 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=1455 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=1102)		
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=20947.5 €		
Σύνολο	=	

24145 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=2085 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=0 €	+	

(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=8325 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=13320 € +
Σύνολο =

15405 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2042.5 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1455 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13275 lt)
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=14602.5 € +
Σύνολο =

18100 €

iv) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 900-1200 cc και για τιμές λίτρου : 2 για την βενζίνη , 1,7 για το πετρέλαιο κίνησης και 1,2 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1742.5 € +
Τέλη κυκλοφορίας=1455 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=11025 lt)
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=22050 €
Σύνολο =

25247.5 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=2085 € +
Τέλη κυκλοφορίας=0 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=8325 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=14152.5 € +
Σύνολο =

16237.5 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2042.5 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=1455 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13275 lt)	
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=15930 €	+
Σύνολο	=
19427.5 €	

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΑ 15 ΧΡΟΝΙΑ ΖΩΗΣ ΜΕ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΤΑ 0,1 , 0,2 ΚΑΙ 0,3 €					
900-1200 cc		900-1200 cc		900-1200 cc	
ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ €		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΑ €		ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΑ €	
ΤΙΜΕΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ €		ΤΙΜΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ €		ΤΙΜΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ €	
1,70 €	21940 €	1,40 €	13740 €	0,90 €	15445 €
1,80 €	23042.5 €	1,50 €	14572.5 €	1,00 €	16772.5 €
1,90 €	24145 €	1,60 €	15405 €	1,10 €	18100 €
2,00 €	25247.5 €	1,70 €	16237.5 €	1,20 €	19427.5 €

Πίνακας 4.6.1.1: Μεταβολή του συνολικού λειτουργικού κόστους στα 15 χρόνια ζωής του κινητήρα με αύξηση στα καύσιμα κατά 0,1 , 0,2 και 0,3 €

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε τις μεταβολές στα συνολικά λειτουργικά κόστη των διαφόρων τύπων κινητήρων ανάλογα με την αύξηση στις τιμές των καυσίμων. Αν πάρουμε να συγκρίνουμε για παράδειγμα τους βενζινοκινητήρες με τους πετρελαιοκινητήρες θα παρατηρήσουμε ότι για τιμή βενζίνης 1,7 € και τιμή πετρελαίου κίνησης 1,4 € η διαφορά στα λειτουργικά τους κόστη ανέρχεται στα 21940 € — 13740 € = 8200 €, ενώ για τιμή βενζίνης 2 € και τιμή πετρελαίου κίνησης 1,70 € η διαφορά τους ανέρχεται στα 25247.5 € — 16237.5 = 9010 €. **Δηλαδή παρατηρούμε ότι ενώ έχουμε ταυτόχρονη αύξηση κατά 0,1 € στις τιμές των καυσίμων εντούτοις η διαφορά στα λειτουργικά κόστη αυξάνεται. Αυτό οφείλεται στην διαφορά στις καταναλώσεις καυσίμου.** Επίσης και μεταξύ των υγραεριοκίνητων και των βενζινοκίνητων όπως και των υγραεριοκίνητων και των πετρελαιοκίνητων παρατηρούμε διαφορά ανάμεσα στα λειτουργικά τους κόστη. Με λίγα λόγια στην κατηγορία των 900-1200 cc βλέπουμε ότι τα χαμηλότερα λειτουργικά κόστη τα έχουν τα πετρελαιοκίνητα, αμέσως μετά έρχονται τα υγραεριοκίνητα και τέλος τα βενζινοκίνητα. **Δηλαδή μας συμφέρει σε αυτή την κατηγορία να αγοράσουμε πετρελαιοκίνητο** γιατί μέσα στα 15 χρόνια που είναι ο μέσος χρόνος διάρκειας ζωής των κινητήρων όχι μόνο κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας **αλλά εξοικονομούμε και τα διπλάσια χρήματα.** Και επίσης οι πετρελαιοκινητήρες έχουν διπλάσια διάρκεια ζωής από τους βενζινοκινητήρες και

Τέλη κυκλοφορίας=3250.5 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15660 lt)	
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=14094 €	+
Σύνολο	=

19052 €

ii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία **1200-1400 cc** και για τιμές λίτρου : 1,8 για την βενζίνη , 1,5 για το πετρέλαιο κίνησης και 1 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1432.5 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=3250.5 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=23490 €	
Σύνολο	=

28173 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1975 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=682.5 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=8865 lt)	
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=13297.5 €	+
Σύνολο	=

15955 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=1707.5 €	+	
Τέλη	κυκλοφορίας=3250.5	€
+		
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15660 lt)		
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=15660 €	+	
Σύνολο		=

20618 €

iv) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 1200-1400 cc και για τιμές λίτρου : 2 για την βενζίνη , 1,7 για το πετρέλαιο κίνησης και 1,2 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1432.5 € +
 Τέλη κυκλοφορίας=3250.5 € +
 (Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)
 Κόστος βενζίνης στα 240000 km=26100 €
 Σύνολο =

30783 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1975 € +
 Τέλη κυκλοφορίας=682.5 € +
 (Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=8865 lt)
 Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=15070.5 € +
 Σύνολο =

17728 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=1707.5 € +
 Τέλη κυκλοφορίας=3250.5 €
 +
 (Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15660)
 Κόστος υγραερίου στα 240000 km=18792 € +
 Σύνολο =

23750 €

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΑ 15 ΧΡΟΝΙΑ ΖΩΗΣ ΜΕ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΤΑ 0,1 , 0,2 ΚΑΙ 0,3 €		
1200-1400 cc	1200-1400 cc	1200-1400 cc
BENZINOKINHTA €	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΑ €	ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΑ €
ΤΙΜΕΣ BENZINHΣ €	ΤΙΜΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ €	ΤΙΜΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ €

1,70 €	26868 €	1,40 €	15068.5 €	0,90 €	19052 €
1,80 €	28173 €	1,50 €	15955 €	1,00 €	20618 €
1,90 €	29478 €	1,60 €	16841.5 €	1,10 €	22184 €
2,00 €	30783 €	1,70 €	17728 €	1,20 €	23750 €

Πίνακας 4.6.2.1: Μεταβολή του συνολικού λειτουργικού κόστους στα 15 χρόνια ζωής του κινητήρα με αύξηση στα καύσιμα κατά 0,1 , 0,2 και 0,3 €

Και σε αυτή την κατηγορία των 1200-1400 cc παρατηρούμε το ίδιο ακριβώς όπως και στην προηγούμενη. Τα χαμηλότερα λειτουργικά κόστη τα έχουν οι πετρελαιοκινητήρες. Μετά έρχονται τα υγραεριοκίνητα και τέλος τα βενζινοκίνητα. Βέβαια αυτό που παρατηρούμε στη συγκεκριμένη κατηγορία αλλά και γενικότερα είναι ότι όσο αυξάνουν τα κυβικά των κινητήρων τόσο αυξάνουν και οι καταναλώσεις καυσίμου και αυτό μεταφράζεται όπως βλέπουμε και από τον πίνακα σε ακόμα μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των λειτουργικών κοστών. Και πάλι θα πάρουμε ένα παράδειγμα διαφοράς λειτουργικών κοστών όπως και πριν για να δείξουμε την χασομική διαφορά μεταξύ τους.

Αν πάρουμε να συγκρίνουμε για παράδειγμα τους βενζινοκινητήρες με τους πετρελαιοκινητήρες θα παρατηρήσουμε ότι για τιμή βενζίνης 1,7 € και τιμή πετρελαίου κίνησης 1,4 € η διαφορά στα λειτουργικά τους κόστη ανέρχεται στα 26868 € — 15068.5 € = 11799.5 €, ενώ για τιμή βενζίνης 2 € και τιμή πετρελαίου κίνησης 1,70 € η διαφορά τους ανέρχεται στα 30783 € — 17728 € = 13055 €. Όντως βλέπουμε ότι η διαφορά εκτινάσσεται. **Και πάλι μας συμφέρει σε αυτή την κατηγορία να αγοράσουμε πετρελαιοκίνητο γιατί μέσα στα 15 χρόνια** που είναι ο μέσος χρόνος διάρκειας ζωής των κινητήρων όχι μόνο κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας αλλά εξοικονομούμε και τα διπλάσια χρήματα. Και επίσης οι πετρελαιοκινητήρες **έχουν διπλάσια διάρκεια ζωής από τους βενζινοκινητήρες και τους υγραεριοκινητήρες οπότε έχουμε διπλό όφελος από την αγορά τους.** Ακόμα και να εξισωθεί η τιμή της βενζίνης με του πετρελαίου κίνησης στα 2 € και πάλι μας συμφέρει να αγοράσουμε πετρελαιοκίνητο γιατί κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας μέσα στα 15 χρόνια και εξοικονομούμε και ένα ποσό, μικρότερο βέβαια από αυτό που έχουμε με την τιμή του πετρελαίου στα 1,7 €.

Περίπτωση 3^η : Αύξηση τιμών καυσίμων στην κατηγορία 1400-1600 cc κατά 0,1 , 0,2 και 0,3 €

Έστω ότι για άγνωστο λόγο αυξάνονται οι τιμές στα καύσιμα της κατηγορίας 1400-1600 cc. Εξετάζονται τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου έχουμε αύξηση κατά 0,1 , 0,2 και 0,3 €. Οι τιμές από τις οποίες θα ξεκινήσουμε είναι : **1,70 € για την βενζίνη , 1,40 € για το πετρέλαιο κίνησης και 0,90 € για το υγραέριο.**

Υβριδικά

Κόστος service = 2700 €	+
Τέλη κυκλοφορίας = 1293 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 10406.25 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 17690.6 €	+
Σύνολο	=

21683.6 €

ii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία **1400-1600 cc** και για τιμές λίτρου : 1,8 για την βενζίνη , 1,5 για το πετρέλαιο κίνησης και 1 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1885 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=3975 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=23490 €	
Σύνολο	=

29350 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1600 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=794.1 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=9180 lt)	
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=13770 €	+
Σύνολο	=

16164.1 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2185 €		+
Τέλη	κυκλοφορίας=3975	€
+		
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15660 lt)		

Κόστος υγραερίου στα 240000 km=15660 € +
Σύνολο =

21820 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2700 € +
Τέλη κυκλοφορίας = 1293 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 10406.25 lt)
Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 18731.25 € +
Σύνολο =

22724.25 €

iii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 1400-1600 cc και για τιμές λίτρου : 1,9 για την βενζίνη , 1,6 για το πετρέλαιο κίνησης και 1,1 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1885 € +
Τέλη κυκλοφορίας=3975 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=24795 €
Σύνολο =

30655 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1600 € +
Τέλη κυκλοφορίας=794.1 € +
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=9180 lt)
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=14688 € +
Σύνολο =

17082.1 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2185 €			+	
Τέλη κυκλοφορίας=3975 €				+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15660 lt)				
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=17226 €			+	
Σύνολο			=	

23386 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2700 €			+	
Τέλη κυκλοφορίας = 1293 €			+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 10406.25 lt)				
Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 19771.9 €			+	
Σύνολο			=	

23764.9 €

iv) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 1400-1600 cc και για τιμές λίτρου : 2 για την βενζίνη , 1,7 για το πετρέλαιο κίνησης και 1,2 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1885 €	+			
Τέλη κυκλοφορίας=3975 €		+		
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)				
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=26100 €				
Σύνολο			=	

31960 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1600 €	+			
Τέλη κυκλοφορίας=794.1 €		+		

(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=9180 lt)
 Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=15606 € +
 Σύνολο =

18000.1 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2185 € +
 Τέλη κυκλοφορίας=3975 € +
 (Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15660 lt)
 Κόστος υγραερίου στα 240000 km=18792 € +
 Σύνολο =

24952 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2700 € +
 Τέλη κυκλοφορίας = 1293 € +
 (Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 10406.25 lt)
 Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 20812.5 € +
 Σύνολο =

24805.5 €

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΑ 15 ΧΡΟΝΙΑ ΖΩΗΣ ΜΕ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΤΑ 0,1 , 0,2 ΚΑΙ 0,3 €							
1400-1600 cc		1400-1600 cc		1400-1600 cc		1400-1600 cc	
ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ €		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΑ €		ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΑ €		ΥΒΡΙΔΙΚΑ	
ΤΙΜΕΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ €		ΤΙΜΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ €		ΤΙΜΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ €		ΤΙΜΕΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ €	
1,70 €	28045 €	1,40 €	15246.1 €	0,90 €	20254 €	1,70 €	21683.6 €
1,80 €	29350 €	1,50 €	16164.1 €	1,00 €	21820 €	1,80 €	22724.25 €
1,90 €	30655 €	1,60 €	17082.1 €	1,10 €	23386 €	1,90 €	23764.9 €
2,00 €	31960 €	1,70 €	18000.1 €	1,20 €	24952 €	2,00 €	24805.5 €

Πίνακας 4.6.3.1: Μεταβολή του συνολικού λειτουργικού κόστους στα 15 χρόνια ζωής του κινητήρα με αύξηση στα καύσιμα κατά 0,1 , 0,2 και 0,3 €

Στην παραπάνω κατηγορία βλέπουμε ότι εισέρχονται και τα υβριδικά. Παρατηρούμε ότι και πάλι και σε αυτή την κατηγορία τα πετρελαιοκίνητα έχουν το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος στην 15ετία. Συγκρινόμενα και πάλι με τα

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2250 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=4500 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15750 lt)	
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=14175 €	+
Σύνολο	=

20925 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2625 €	+
Τέλη κυκλοφορίας = 0 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 8775 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 14917.5 €	+
Σύνολο	=

17542.5 €

ii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία **1600-1800 cc** και για τιμές λίτρου : 1,8 για την βενζίνη , 1,5 για το πετρέλαιο κίνησης και 1 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1950 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=4500 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=23490 €	
Σύνολο	=

29940 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1750 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=2457 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=11092.5 lt)	
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=16638.75 €	+

Σύνολο =

20845.75 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2250 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=4500 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15750 lt)	
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=15750 €	+
Σύνολο	=

22500 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2625 €	+
Τέλη κυκλοφορίας = 0 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 8775 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 15795 €	+
Σύνολο	=

18420 €

iii) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 1600-1800 cc και για τιμές λίτρου : 1,9 για την βενζίνη , 1,6 για το πετρέλαιο κίνησης και 1,1 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1950 €	+
Τέλη κυκλοφορίας=4500 €	+
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)	
Κόστος βενζίνης στα 240000 km=24795 €	
Σύνολο	=

31245 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1750 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=2457 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=11092.5 lt)		
Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=17748 €	+	
Σύνολο	=	

21955 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2250 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=4500 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15750 lt)		
Κόστος υγραερίου στα 240000 km=17325 €	+	
Σύνολο	=	

24075 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2625 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας = 0 €	+	
(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 8775 lt)		
Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 16672.5 €	+	
Σύνολο	=	

19297.5 €

iv) Το συνολικό λειτουργικό κόστος για μια περίοδο 15 ετών για την κατηγορία 1600-1800 cc και για τιμές λίτρου : 2 για την βενζίνη , 1,7 για το πετρέλαιο κίνησης και 1,2 € για το υγραέριο θα είναι:

Βενζινοκινητήρες

Κόστος service=1950 €	+	
Τέλη κυκλοφορίας=4500 €	+	

(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=13050 lt)

Κόστος βενζίνης στα 240000 km=26100 €

Σύνολο =

32550 €

Πετρελαιοκινητήρες

Κόστος service=1750 € +

Τέλη κυκλοφορίας=2457 € +

(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 Km=11092.5 lt)

Κόστος πετρελαίου κίνησης στα 240000 Km=18857.25 € +

Σύνολο =

23064.25 €

Υγραεριοκινητήρες

Κόστος service=2250 € +

Τέλη κυκλοφορίας=4500 € +

(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km=15750 lt)

Κόστος υγραερίου στα 240000 km=18900 € +

Σύνολο =

25650 €

Υβριδικά

Κόστος service = 2625 € +

Τέλη κυκλοφορίας = 0 € +

(Κατανάλωση καυσίμου σε lt στα 240000 km = 8775 lt)

Κόστος βενζίνης στα 240000 km = 17550 € +

Σύνολο =

20175 €

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΑ 15 ΧΡΟΝΙΑ ΖΩΗΣ ΜΕ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΤΑ 0,1 , 0,2 ΚΑΙ 0,3 €							
1600-1800 cc		1600-1800 cc		1600-1800 cc		1600-1800 cc	
ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ €		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΑ €		ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΑ €		ΥΒΡΙΔΙΚΑ	
ΤΙΜΕΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ €		ΤΙΜΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ €		ΤΙΜΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ €		ΤΙΜΕΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ €	
1,70 €	28635 €	1,40 €	19736.5 €	0,90 €	20925 €	1,70 €	17542.5 €

1,80 €	29940 €	1,50 €	20845.75 €	1,00 €	22500 €	1,80 €	18420 €
1,90 €	31245 €	1,60 €	21955 €	1,10 €	24075 €	1,90 €	19297.5 €
2,00 €	32550 €	1,70 €	23064.25 €	1,20 €	25650 €	2,00 €	20175 €

Πίνακας 4.6.4.1: Μεταβολή του συνολικού λειτουργικού κόστους στα 15 χρόνια ζωής του κινητήρα με αύξηση στα καύσιμα κατά 0,1 , 0,2 και 0,3 €

Στην συγκεκριμένη και τελευταία κατηγορία παρατηρούμε πως το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος στην 15ετία το έχουν τα υβριδικά και όχι τα πετρελαιοκίνητα. Αυτό συμβαίνει διότι τα πετρελαιοκίνητα αυτής της κατηγορίας έχουν ελάχιστα παραπάνω αυξημένη κατανάλωση από τα υβριδικά. Αλλά παρόλο που η τιμή του πετρελαίου κίνησης είναι χαμηλότερη από αυτή της βενζίνης, τα υβριδικά δεν πληρώνουν τέλη κυκλοφορίας. Επιπλέον το κόστος αγοράς των υβριδικών είναι το ίδιο με το κόστος αγοράς των πετρελαιοκίνητων αυτής της κατηγορίας. Τέλος τα υγραεριοκίνητα έχουν περίπου 5000 € παραπάνω συνολικό κόστος λειτουργίας από τα υβριδικά, όμως κοστίζουν περίπου 4000 € λιγότερο από αυτά. Οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως σε αυτή την κατηγορία συμφέρει περισσότερο η αγορά ενός υβριδικού.

4.7 Συνολικό Λειτουργικό Κόστος μαζί με το Κόστος αγοράς στα 15 χρόνια και απόσβεση αυτοκινήτων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα συνδυάσουμε το κόστος αγοράς με το λειτουργικό κόστος του κάθε αυτοκινήτου και στη συνέχεια θα μελετήσουμε το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο πραγματοποιείται απόσβεση. Επίσης θα μελετήσουμε την επίδραση των μεταβολών των τιμών στο λειτουργικό κόστος των κάθε κινητήρων και τις μέγιστες μεταβολές που μπορούν να πραγματοποιηθούν στις τιμές των διάφορων καυσίμων χωρίς ωστόσο να αλλάζει η κατάταξη των κινητήρων ως προς το λειτουργικό κόστος. Με άλλα λόγια θα μελετηθούν οι μέγιστες αυξήσεις που μπορούν να απορροφηθούν από τον κάθε τύπο κινητήρα έτσι ώστε να μην ξεπεράσουν το λειτουργικό κόστος του αμέσως επόμενου ή αμέσως προηγούμενου συστήματος. Αυτό που μας ενδιαφέρει περισσότερο είναι οι αύξηση των τιμών οι οποίες έχουν και περισσότερες πιθανότητες να συμβούν δεδομένου της οικονομικής συγκρίσιας που διανύουμε. Έτσι οι περιπτώσεις που θα πάρουμε είναι η εξής τέσσερις :

1^η περίπτωση: Για την κατηγορία 900-1200 cc και τιμές λιτρου : 1,67 € για την βενζίνη, 1,38 € για το πετρέλαιο κίνησης και 0,87 € για το υγραέριο.

	Συνολικό λειτουργικό κόστος στα 15 χρόνια ζωής , συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς για την κατηγορία 900-1200 cc.
--	--

	Βενζινοκίνητα	πετρελαιοκίνητα	Υγραεριοκίνητα	Υβριδικά
Κόστος αγοράς	15260.3 €	14090 €	16660.3 €	—
Λειτουργικό κόστος	21609.25 €	13573 €	15046.75 €	—
Συνολικό λειτουργικό κόστος	36869.55 €	27663.5 €	31707.05 €	—
διαφορά		+9206.05 €	+5162.5 €	—

Πίνακας 4.7.1: 1^η Περίπτωση

Το χαμηλότερο συνολικό λειτουργικό κόστος μαζί με το κόστος αγοράς του αυτοκινήτου για αυτή την κατηγορία βλέπουμε ότι το έχουν τα πετρελαιοκίνητα. Συγκεκριμένα βλέπουμε ότι έχουν διαφορά +9206.05 € από τα βενζινοκίνητα και +4043.5€ από τα υγραεριοκίνητα. **Παρατηρούμε ότι η τιμή αγοράς των πετρελαιοκίνητων είναι χαμηλότερη από αυτή των βενζινοκίνητων και των υγραεριοκίνητων** καθώς επίσης και το γεγονός ότι έχουν το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος μας οδηγεί εύκολα στο συμπέρασμα ότι από τον πρώτο χρόνο κιάλας κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας αγοράζοντας ένα πετρελαιοκίνητο αυτής της κατηγορίας. Τέλος οι μέγιστες αυξήσεις στο πετρέλαιο κίνησης που μπορούν να απορροφηθούν μέσα στην 15 ετια από τους πετρελαιοκινητήρες έτσι ώστε το λειτουργικό τους κόστος να μην ξεπεράσει το αμέσως επόμενο χαμηλότερο λειτουργικό κόστος που είναι των υγραεριοκινητήρων, είναι : $1473.75 \text{ €}/(8325 \text{ lt στα } 15 \text{ χρονια}) = 0,177 \text{ €}$.

2^η περίπτωση: Για την κατηγορία 1200-1400 cc και τιμές λιτρου : 1,67 € για την βενζίνη, 1,38 € για το πετρέλαιο κίνησης και 0,87 € για το υγραέριο.

	Συνολικό λειτουργικό κόστος στα 15 χρόνια ζωής , συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς για την κατηγορία 1200-1400 cc.			
	Βενζινοκίνητα	πετρελαιοκίνητα	Υγραεριοκίνητα	Υβριδικά
Κόστος αγοράς	16194.45 €	16461.65 €	17594.45 €	—
Λειτουργικό κόστος	26476.5 €	14891.2 €	18582.2 €	—
Συνολικό λειτουργικό κόστος	42670.95 €	31352.85 €	36176.65 €	—
διαφορά		+11318.1 €	+6494.3 €	—

Πίνακας 4.7.2: 2^η Περίπτωση

Και πάλι παρατηρούμε ότι το χαμηλότερο συνολικό λειτουργικό κόστος μαζί με το κόστος αγοράς του αυτοκινήτου για αυτή την κατηγορία το έχουν τα πετρελαιοκίνητα. Συγκεκριμένα βλέπουμε ότι έχουν διαφορά +11318.1 € από τα βενζινοκίνητα και +4823.8 € από τα υγραεριοκίνητα. **Παρατηρούμε ότι η τιμή αγοράς των πετρελαιοκίνητων είναι περίπου ίδια με αυτή των βενζινοκίνητων και λίγο χαμηλότερη από αυτή των υγραεριοκίνητων** καθώς επίσης και το γεγονός ότι έχουν το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος μας οδηγεί εύκολα στο συμπέρασμα και πάλι ότι από τον πρώτο χρόνο κιάλας κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας αγοράζοντας ένα πετρελαιοκίνητο αυτής της κατηγορίας. Τέλος οι μέγιστες

αυξήσεις στο πετρέλαιο κίνησης που μπορούν να απορροφηθούν μέσα στην 15 ετια από τους πετρελαιοκινητήρες έτσι ώστε το λειτουργικό τους κόστος να μην ξεπεράσει το αμέσως επόμενο χαμηλότερο λειτουργικό κόστος που είναι των υγραεριοκινητήρων, είναι : $3691 \text{ €}/(8865 \text{ lt στα } 15 \text{ χρόνια}) = 0,416 \text{ €}$.

3^η περίπτωση: Για την κατηγορία 1400-1600 cc και τιμές λιτρου : 1,67 € για την βενζίνη, 1,38 € για το πετρέλαιο κίνησης και 0,87 € για το υγραέριο.

	Συνολικό λειτουργικό κόστος στα 15 χρόνια ζωής , συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς για την κατηγορία 1400-1600 cc.			
	Βενζινοκίνητα	πετρελαιοκίνητα	Υγραεριοκίνητα	Υβριδικά
Κόστος αγοράς	20884.17 €	20421.43 €	22284.17 €	21500 €
Λειτουργικό κόστος	27653.5 €	15062.5 €	19784.2 €	21371.4 €
Συνολικό λειτουργικό κόστος	48537.67 €	35483.93 €	42068.37 €	42871.4 €
διαφορά		+13053.74 €	+6469.3 €	5666.27 €

Πίνακας 4.7.3: 3^η Περίπτωση

Και πάλι παρατηρούμε ότι το χαμηλότερο συνολικό λειτουργικό κόστος μαζί με το κόστος αγοράς του αυτοκίνητου για αυτή την κατηγορία το έχουν τα πετρελαιοκίνητα. Συγκεκριμένα βλέπουμε ότι η διαφορά εκτοξεύεται στα +13053.74 € από τα βενζινοκίνητα, στα +6584.44 € από τα υγραεριοκίνητα και στα +7387.47 € από τα υβριδικά τα οποία μπαίνουν και αυτά σε αυτή την κατηγορία. Παρατηρούμε ότι η τιμή αγοράς των πετρελαιοκίνητων είναι περίπου ίδια με αυτή των βενζινοκίνητων και λίγο χαμηλότερη από αυτή των υγραεριοκίνητων και των υβριδικών καθώς επίσης και το γεγονός ότι έχουν το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος μας οδηγεί εύκολα στο συμπέρασμα και πάλι ότι από τον πρώτο χρόνο κιάλας κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας αγοράζοντας ένα πετρελαιοκίνητο αυτής της κατηγορίας. Τέλος οι μέγιστες αυξήσεις στο πετρέλαιο κίνησης που μπορούν να απορροφηθούν μέσα στην 15 ετια από τους πετρελαιοκινητήρες έτσι ώστε το λειτουργικό τους κόστος να μην ξεπεράσει το αμέσως επόμενο χαμηλότερο λειτουργικό κόστος που είναι των υγραεριοκινητήρων, είναι : $4721.7 \text{ €}/(9180 \text{ lt στα } 15 \text{ χρόνια}) = 0,514 \text{ €}$.

4^η περίπτωση: Για την κατηγορία 1600-1800 cc και τιμές λιτρου : 1,67 € για την βενζίνη, 1,38 € για το πετρέλαιο κίνησης και 0,87 € για το υγραέριο.

	Συνολικό λειτουργικό κόστος στα 15 χρόνια ζωής , συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς για την κατηγορία 1600-1800 cc.			
	Βενζινοκίνητα	πετρελαιοκίνητα	Υγραεριοκίνητα	Υβριδικά
Κόστος αγοράς	20200 €	26466.7 €	22600 €	26613.3 €
Λειτουργικό	28243.5 €	19514.65 €	20452.5 €	17279.25 €

κόστος				
Συνολικό λειτουργικό κόστος	48443.5 €	45981.35 €	43052.5 €	43892.55 €
διαφορά		+2462.15 €	+5391 €	4550,95 €

Πίνακας 4.7.4: 4^η Περίπτωση

Στη συγκεκριμένη κατηγορία βλέπουμε ότι αλλάζουν αρκετά τα πράγματα. Παρατηρούμε ότι το χαμηλότερο συνολικό λειτουργικό κόστος μαζί με το κόστος αγοράς του αυτοκινήτου για αυτή την κατηγορία το έχουν τα υγραεριοκίνητα πλέον και όχι τα πετρελαιοκίνητα. Συγκεκριμένα βλέπουμε ότι η διαφορά ανάμεσα στα υγραεριοκίνητα και τα βενζινοκίνητα φτάνει στα +5391 €, ανάμεσα στα υγραεριοκίνητα και τα πετρελαιοκίνητα στα +2928.85 € και ανάμεσα στα υγραεριοκίνητα και τα υβριδικά στα +840.05 €. **Παρατηρούμε ότι η τιμή αγοράς των πετρελαιοκίνητων είναι ιδιαίτερα αυξημένη όπως και των υβριδικών αγγίζοντας τα 6000 € περίπου παραπάνω από τα βενζινοκίνητα και τα 4000 € παραπάνω από τα υγραεριοκίνητα.** Το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος παρατηρούμε ότι το έχουν τα υβριδικά λόγω της πολύ χαμηλής κατανάλωσης καυσίμου που έχουν. Όμως όπως αναφέραμε και παραπάνω το χαμηλότερο συνολικό λειτουργικό κόστος το έχουν τα υγραεριοκίνητα λόγω της χαμηλότερης τιμής τους. Παρατηρούμε ότι σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα που έχουν το υψηλότερο συνολικό λειτουργικό κόστος, αγοράζοντας ένα υγραεριοκίνητο κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας μέσα σε 5 χρόνια.

Στην συγκεκριμένη κατηγορία δεν θα βρούμε τις μέγιστες αυξήσεις που μπορούν να απορροφηθούν από τους υγραεριοκινήτες διότι το λειτουργικό τους κόστος ήδη ξεπερνάει το λειτουργικό κόστος των υβριδικών. Απλά λόγω του χαμηλότερου κόστους αγοράς που έχουν, προκύπτει και το συνολικό λειτουργικό τους κόστος χαμηλότερο από αυτό των υβριδικών. Το μόνο που θα μπορούσαμε να κάνουμε είναι να υποθέσουμε ότι στο μέλλον θα μειωθούν οι τιμές των υβριδικών λόγω χαμηλότερου κόστους κατασκευής τους φτάνοντας έτσι στην τιμή των υγραεριοκίνητων και τότε να βρίσκαμε τις μέγιστες αυξήσεις στην βενζίνη που θα μπορούσαν να απορροφηθούν από τα υβριδικά, έτσι ώστε το λειτουργικό τους κόστος να μην ξεπερνούσε εκείνο των υγραεριοκίνητων. Οπότε υποθέτοντας τα ίδια κόστη αγοράς για τα υβριδικά και τα υγραεριοκίνητα θα υπολογίσουμε τις μέγιστες αυξήσεις στην τιμή της βενζίνης. Έτσι έχουμε : $3173.25 \text{ €} / (8775 \text{ lt στα } 15 \text{ χρόνια}) = 0,3616 \text{ €}.$

Τέλος κλείνοντας την μελέτη μας πάνω στις καινούριες και διαφορετικές τεχνολογίες κινητήρων **θα πρέπει να αναφέρουμε ότι αν δεν υπάρχει η οικονομική δυνατότητα αγοράς ενός καινούριου αυτοκινήτου με μειωμένη κατανάλωση έτσι ώστε να εξοικονομούμε χρήματα ετησίως, θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε στην καθημερινότητα μας κάποιες ορθότερες οδηγικές συμπεριφορές έτσι ώστε να εξοικονομούμε καύσιμα κα χρήματα.**

Θα μπορούσαμε για παράδειγμα να ελέγχουμε τακτικότερα τον αέρα στα λάστιχα του αυτοκινήτου μας, διότι έχοντας την κατάλληλη πίεση στα λάστιχα το αυτοκίνητο δεν θα καταναλώνει τόσο καύσιμο όσο αν τα έχουμε κάπως πιο ξεφούσκωτα. Επίσης όταν θέλουμε να κουβαλήσουμε αρκετές αποσκευές, προτείνεται η χρήση

trailer από το να τα δέσουμε στον ουρανό του αυτοκινήτου αυξάνοντας έτσι τον αεροδυναμικό του συντελεστή και κατ'επέκταση και την κατανάλωση του αυτοκινήτου. Επίσης θα μπορούσαν να αποφεύγονται οι άσκοπες μετακινήσεις και η άσκοπη χρήση του αυτοκινήτου. Και τέλος για ακόμα οικονομικότερη οδήγηση θα πρέπει να γίνονται σωστά οι αλλαγές των ταχυτήτων, διότι αν γίνονται σωστά και στις σωστές στροφές του κινητήρα οι αλλαγές των ταχυτήτων το αυτοκίνητο δεν ζορίζεται, λειτουργεί ομαλότερα και καταναλώνει την ποσότητα του καυσίμου που πρέπει να καταναλώσει δεδομένων των συνθηκών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΦΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΤΑΙΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΩΤΟΠΟΡΟΥΝ ΣΤΟΝ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΤΟΜΕΑ.

Όπως αναφεραμε και πιο πανω οι αυτοκινητοβιομηχανίες δεν έχουν προβεί ακόμα σε μαζική παραγωγή ηλεκτροκίνητων οχημάτων διότι το κόστος κατασκευής είναι ακόμη αρκετά υψηλό και τα αυτοκίνητα δεν έχουν μεγάλη αυτονομία κίνησης λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των μπαταριών σε χημική ενέργεια.

Κάποιες αυτοκινητοβιομηχανίες όμως έχουν κατασκευάσει ηλεκτρικά αυτοκίνητα αλλά το κόστος αγοράς τους είναι σχεδόν το πενταπλάσιο από το μέσο κόστος ενός αυτοκινήτου με συμβατικά καύσιμα.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας των αυτοκινήτων και των μπαταριών έχει καταστήσει πλέον την ηλεκτροκίνηση μια απτή πραγματικότητα, η οποία αλλάζει ριζικά τα δεδομένα της αυτοκίνησης. Η αντιμετώπιση των μεγάλων περιβαλλοντικών και οικονομικών προκλήσεων, που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή και την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα δημιουργεί νέες συνθήκες για την αυτοκινητοβιομηχανία αλλά και για την καθημερινότητα μας. Η ηλεκτρική ενέργεια όπως και τα υπόλοιπα εναλλακτικά καύσιμα κερδίζουν συνεχώς έδαφος.

Όσο εξαπλώνονται και εξελίσσονται τα ηλεκτρικά οχήματα, τόσο περισσότερο ο ανεφοδιασμός τους καθίσταται από σημείο προβληματισμού για τους οδηγούς, σε σημείο υπεροχής τους έναντι των αυτοκινήτων με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας εξασφαλίζει την ευρύτερη δυνατή διαθεσιμότητα πηγών ανεφοδιασμού, ενώ η τεχνολογία καθιστά τη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων εκτός από φτηνή και μια εξαιρετικά απλή και εύκολη διαδικασία.

Κάποιες λύσεις που θα μπορούσαν να δοθούν στο πρόβλημα της εφαρμογής της ηλεκτροκίνησης στην ζωή μας είναι η χρηματοδότηση από πλευράς Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και από πλευράς κρατών, των πολιτών για την αγορά ηλεκτροκίνητων οχημάτων λόγω του υψηλού κόστους τους και χρηματοδότηση των επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό. Αλλά και στήριξη των νέων και καινοτόμων επιχειρηματικών ιδεών στον τομέα της ηλεκτροκίνησης όπως είναι για παράδειγμα ιδέες για την φόρτιση του αυτοκινήτου. Παρακάτω θα παραθέσουμε παραδείγματα εταιριών που συμβάλλουν στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης στην ευρώπη, αλλά και άλλων εταιριών με καινοτόμες και πρωτότυπες ιδέες.

5.1 Εταιρίες που προωθούν την ηλεκτροκίνηση αλλά και εταιρίες με καινοτόμες και πρωτότυπες ιδέες που δίνουν λύσεις στο πρόβλημα της αυτοκίνησης.

Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος Green eMotion, η Siemens εγκατέστησε δύο σταθμούς φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα στον εξωτερικό χώρο των γραφείων των Γενικών Διευθύνσεων Ενέργειας και Μεταφορών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Οι νέοι σταθμοί φόρτισης θα αξιοποιηθούν για δοκιμές που θα πραγματοποιηθούν στο πλαίσιο του προγράμματος Green eMotion. Η πρωτοβουλία ανήκε από κοινού στη Siemens και στον EURELECTRIC, τον ευρωπαϊκό σύνδεσμο βιομηχανιών ηλεκτρισμού. Στόχος της είναι να αποτελέσει ένα αποφασιστικό βήμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής προς την υιοθέτηση της ηλεκτροκίνησης.

Η Siemens συμμετέχει από πέρσι στο Green eMotion, το μεγάλο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα για την ηλεκτροκίνηση. Το πρόγραμμα αυτό, το οποίο ξεκίνησε το Μάρτιο του 2011 και θα διαρκέσει μέχρι το 2015, φέρνει κοντά 43 οργανισμούς που δραστηριοποιούνται στους τομείς της βιομηχανίας, της ενέργειας, της κατασκευής ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και δήμους, πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα από όλη την Ευρώπη.

Ο συνολικός του προϋπολογισμός ανέρχεται στα €42 εκατ., με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να καλύπτει το ποσό των €24 εκατ. Το Green eMotion είναι μέρος της πρωτοβουλίας Green Cars της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία εντάσσεται στο Ευρωπαϊκό Σχέδιο Οικονομικής Ανάκαμψης.

Στόχος του Green eMotion είναι να καθορίσει το ευρωπαϊκό πλαίσιο για την ηλεκτροκίνηση. Το πρόγραμμα θα προτείνει ένα διαλειτουργικό σύστημα, προετοιμάζοντας έτσι το έδαφος για μια μαζική ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτροκίνησης. Το πρόγραμμα εξετάζει τα βασικά πρότυπα που θα πρέπει να πληροί ένα ευρωπαϊκό, διαλειτουργικό, σύστημα ηλεκτροκίνησης, ενώ επιχειρεί να καθορίσει μια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική πληροφορικής για την ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτροκίνησης.

Παράλληλα, προτείνει τρόπους βελτίωσης των έξυπνων δικτύων και των υποδομών φόρτισης. Μάλιστα, στο πλαίσιο του προγράμματος, πραγματοποιούνται δοκιμές του συστήματος ηλεκτροκίνησης στις πόλεις που συμμετέχουν, ενώ επιχειρείται και η ανάλυση της διαλειτουργικότητας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε πραγματικές συνθήκες, ώστε να αναπτυχθούν πολιτικές και προτάσεις για τη μαζική αγορά που σχεδιάζεται.

Η Siemens κατέχει ηγετικό ρόλο στο ερευνητικό σκέλος του Green eMotion. Με την κορυφαία τεχνογνωσία της, η εταιρεία συμβάλλει στην ανάπτυξη λογισμικού και λύσεων για τις υποδομές φόρτισης, καθώς και στη δημιουργία των απαραίτητων βιομηχανικών προτύπων ηλεκτροκίνησης.

Με την εγκατάσταση των σταθμών φόρτισης έξω από τα γραφεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η Siemens στοχεύει στην ενίσχυση της ενημέρωσης και της ευαισθητοποίησης των επισκεπτών γύρω από τους φιλόδοξους στόχους της πρωτοβουλίας. Επιπλέον, στόχος είναι η ανάδειξη της τεχνολογίας ηλεκτροκίνησης που χρησιμοποιείται ήδη σε 12 ευρωπαϊκές χώρες. Η εγκατάσταση σταθμών φόρτισης συμβάλλει σημαντικά προς την κατεύθυνση της επιτυχημένης υιοθέτησης της ηλεκτροκίνησης, καθώς υπογραμμίζει ότι οι απαιτούμενες λύσεις και υποδομές είναι ήδη διαθέσιμες. Όπως αναφέρεται και παρακάτω έχουν αρχίσει και γίνονται ήδη βήματα από εταιρίες του χώρου προς την κατεύθυνση της επιτυχημένης υιοθέτησης της ηλεκτροκίνησης.

Στην ανάπτυξη λογισμικού για τον έλεγχο της φόρτισης του αυτοκινήτου έχει προχωρήσει η εταιρία Ericsson. Συγκεκριμένα μέσω μίας πρωτοποριακής έρευνας σε βιομηχανίες διαφορετικού ενδιαφέροντος, η Ericsson θα φέρει την κινητή συνδεσιμότητα σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα θέτοντας την επιλογή και τον έλεγχο για τον προγραμματισμό της φόρτισης στο 'χέρι' των οδηγών.

Η νέα αρχιτεκτονική επιτρέπει στους οδηγούς να ελέγχουν τη φόρτιση των αυτοκινήτων, μέσω σύνδεσης σε οποιαδήποτε πρίζα.

Επιπλέον, το σύστημα κατευθύνει το κόστος της ενέργειας στο χρεωστικό λογαριασμό των ιδιοκτητών του αυτοκινήτου. Ο οδηγός ρυθμίζει την ώρα και τη φόρτιση σε κονσόλα μέσα στο αυτοκίνητο μέσω smartphone ή tablet.

Αξιοποιώντας το mobile δίκτυο, το αυτοκίνητο στη συνέχεια 'επικοινωνεί' με το πλέγμα δικτύου, έτσι ώστε να προγραμματιστεί η χρέωση με βάση τις τιμές της ενέργειας, μειώνοντας το κόστος του χρήστη. Για τις επιχειρήσεις παραγωγής ενέργειας, ο συντονισμός της φόρτισης των αυτοκινήτων σε όλο το πλέγμα δικτύου είναι πιο αποτελεσματικός και βιώσιμος.

Για να παρέχουν ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων, η 'βασική ιδέα' δημιουργήθηκε ως μια κοινοπραξία που περιλαμβάνει την Volvo Car Corporation, την Göteborg Energi, κορυφαία εταιρεία ενέργειας στη Δυτική Σουηδία, την Ericsson και το Viktoria Institute, ένα μη κερδοσκοπικό IT ερευνητικό ινστιτούτο.

Τα βασικά σημεία του έργου περιλαμβάνουν:

- Τη χρήση υπάρχοντων κινητών δικτύων και πλέγματος δικτύου
- Το κόστος κατανέμεται στο λογαριασμό του οδηγού μέσω του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας στο αυτοκίνητο, το οποίο επιτρέπει τον έλεγχο της φόρτισης, είτε αυτόματα είτε βάσει προγράμματος από τον οδηγό.
- Ευέλικτο μοντέλο, το οποίο προσαρμόζεται σε διαφορετικές ρυθμίσεις σε ολόκληρο τον κόσμο και υποστηρίζει μια ποικιλία νέων επιχειρηματικών μοντέλων, ακόμη και με νέους φορείς, όπως παρόχους over-the-top εφαρμογών.

Ακόμα δυο εταιρίες, η Schneider Electric, ο παγκόσμιος ειδικός στη διαχείριση ενέργειας και η EMT, κορυφαία εταιρία κινητής τηλεφωνίας στην Εσθονία, εγκαινίασαν στις 4 Οκτωβρίου 2011 τον πρώτο δημόσιο γρήγορο σταθμό φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα με λύση πληρωμής μέσω κινητών συσκευών στην περιοχή της Βαλτικής, στο λιμάνι Ταλίν (Εσθονία).

Η λύση που αναπτύχθηκε από τους δύο συνεργάτες συνδυάζει την υποδομή τεχνολογίας ταχείας φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα της Schneider Electric, που επιτρέπει να φορτίζει το 80% μίας μπαταρίας σε λιγότερο από 15 λεπτά, με την in-house λύση πληρωμής μέσω κινητών συσκευών της EMT.

Η λύση δίνει τη δυνατότητα να φορτισθούν οι μπαταρίες του οχήματος με ασφάλεια και προσαρμόζει τη φόρτιση ανάλογα με τις ανάγκες των οχημάτων και της ενέργειας που είναι διαθέσιμη στο δίκτυο. Χάρη στο ενσωματωμένο σύστημα τηλεπικοινωνιών, οι φορτιστές «ενημερώνουν» τους χρήστες σχετικά με τη διαθεσιμότητα και την κατάσταση φόρτισης και στέλνουν πληροφορίες στον ιδιοκτήτη του οχήματος, όταν η διαδικασία φόρτισης ολοκληρωθεί.

Η General Electric ανέπτυξε ένα σύστημα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας από ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα συνδυάζοντας για πρώτη φορά τις δύο τεχνολογίες.

Πρόκειται για έναν υπόστεγο χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων, εξοπλισμένο με φωτοβολταϊκά πάνελ, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για τη φόρτιση των μπαταριών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Μία πραγματικά καινοτόμα ιδέα και μια καθαρά οικολογική φόρτιση των μπαταριών.

Τέλος μια γερμανική εταιρία φαίνεται πως ανακάλυψε έναν εύκολο και εύχρηστο τρόπο για την φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, τουλάχιστον στον αστικό ιστό. Έτσι ενώ οι πάντες κάνουν λόγο για δίκτυο ταχυφορτιστών, για δίκτυο εναλλαγής μπαταριών (π.χ. όπως η εταιρία better place) κ.λπ., ενώ από την άλλη αν θέλεις να το κάνεις σπίτι σου πρέπει να έχεις οπωσδήποτε κλειστό γκαράζ η Ubitricity προτείνει να χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό οι σύλλοι φωτισμού που υπάρχουν σχεδόν σε όλους τους δρόμους των πόλεων. Σύμφωνα με τη νεοσύστατη γερμανική εταιρεία το κόστος για να τοποθετηθεί κατάλληλη πρίζα σε ένα σύλο είναι της τάξης των 300 ευρώ, την ίδια στιγμή που ένας ταχυφορτιστής κοστίζει δεκάδες χιλιάδες ευρώ, ενώ ο οδηγός θα πρέπει απλά να προμηθευτεί ένα ειδικό καλώδιο φόρτισης. Ειδικό γιατί θα έχει ενσωματωμένο μετρητή κατανάλωσης ενέργειας (στους ταχυφορτιστές ο μετρητής είναι ενσωματωμένος στην πηγή) ενώ η μέτρηση αυτή θα καταλήγει μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας σε ένα κέντρο διαχείρισης κι από εκεί στον πάροχο ηλεκτρικού ρεύματος με τον οποίο ο οδηγός έχει έτσι κι αλλιώς σύμβαση για την κατοικία του, προκειμένου να γίνει η αντίστοιχη χρέωση.

Με την πρόταση της Ubitricity και αυξάνεται η υποδομή για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χωρίς μεγάλο κόστος και οι χρήστες τους θα μπορούν να εκμεταλλεύονται και το όποιο χρονικό διάστημα σταθμεύουν εκτός σπιτιού για να φορτίσουν τα αυτοκίνητά τους. Επιπρόσθετα μπορούν να αγοράσουν ηλεκτρικό

μοντέλο ακόμα κι αν δεν έχουν κλειστό γκαράζ, μιας και με τον τρόπο αυτό λύνεται το θέμα της φόρτισης.

Η εταιρία better place που αναφέρθηκε παραπάνω έχει εφαρμόσει τον εξής τρόπο για την φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Όταν αποφορτιστεί πλήρως η μπαταρία του αυτοκινήτου, θα υπάρχουν χώροι στάθμευσης και ειδικές εγκαταστάσεις σε αυτούς τους χώρους όπου θα παίρνουν την μπαταρία για φόρτιση και θα εγκαθιστούν στο αυτοκίνητο άλλη μπαταρία φορτισμένη. Και όταν φορτιστεί η μπαταρία που αφαίρεσαν από το αυτοκίνητο, θα την εγκαθιστούν σε άλλο αυτοκίνητο που θα σταθμεύσει στον χώρο έχοντας αποφορτισμένη μπαταρία. Έτσι με αυτό τον έξυπνο και γρήγορο τρόπο, δηλαδή με την εναλλαγή μπαταριών τα αυτοκίνητα θα είναι σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα και πάλι έτοιμα για να κινηθούν. Βέβαια αυτό προϋποθέτει οι μπαταρίες των αυτοκινήτων να είναι ίδιες και συμβατές με το κάθε μοντέλο. Και τέλος αυτοί οι χώροι, λόγω των εγκαταστάσεων τους, δεν θα μπορούν να εγκατασταθούν παντού αλλά σε συγκεκριμένους χώρους δημιουργώντας προβλήματα στην αυτονομία και στην δυνατότητα φόρτισης των αυτοκινήτων.

5.2 Τα βήματα της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα

Και στην Ελλάδα όμως έχουν αρχίσει και γίνονται βήματα για την φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων παρόλο που δεν διατίθενται ακόμα στην ελληνική αγορά. Τα είδη φόρτισης που μπορούν να εφαρμοστούν και έχουν ήδη αρχίσει να εφαρμόζονται είναι τρία.

5.3 Αργή/οικιακή φόρτιση

Η φόρτιση του οχήματος είτε από μία απλή πρίζα (Mode 1), που διαθέτει όμως κάποιες ελάχιστες προδιαγραφές (π.χ. ειδική ασφάλεια 16 A), είτε από μια ειδική συσκευή φόρτισης με ειδικού τύπου βύσμα και ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου και προστασίας (Mode 3) και με παροχή ισχύος 3,5 kw, την οποία μπορούν να δεχθούν όλα τα μοντέλα ηλεκτρικών και plug-ins υβριδικών αυτοκινήτων. Στην περίπτωση αυτή μια πλήρης επαναφόρτιση άδειας μπαταρίας από μια συνηθισμένη μονοφασική παροχή, όπως αυτές που υπάρχουν στις περισσότερες οικιακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, μπορεί να διαρκέσει από 7 ώρες (με συσκευή φόρτισης) έως 12 ή περισσότερες ώρες (απευθείας από την πρίζα) αναλόγως και του τύπου του αυτοκινήτου, του καλωδίου που χρησιμοποιείται και των χαρακτηριστικών της συσκευής φόρτισης.

5.4 Ημιταχεία/κοινόχρηστη φόρτιση

Οι συσκευές ημιταχείας φόρτισης που τοποθετούνται σε κοινόχρηστα σημεία, όπως σε πεζοδρόμια, οργανωμένους χώρους στάθμευσης, super markets κλπ., είναι ειδικές συσκευές που παρέχουν εναλλασσόμενο ρεύμα με ισχύ από 7kw έως 21kw. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρόσφατα αποφάσισε ότι το πρότυπο πρίζας IEC 62196-2 Τύπου 2 θα είναι το κοινό standard για τους φορτιστές στις χώρες της ΕΕ. Στις περισσότερες περιπτώσεις κοινόχρηστων φορτιστών ο ανεφοδιασμός γίνεται με καλώδιο σύνδεσης, που διαθέτει το ίδιο το όχημα για να συνδέεται με κοινόχρηστους φορτιστές. Μια πλήρης επαναφόρτιση άδειας μπαταρίας σε κοινόχρηστους σταθμούς ημιταχείας φόρτισης διαρκεί από 1 έως 3 ώρες, αναλόγως του τύπου του αυτοκινήτου και της έντασης ρεύματος του φορτιστή.

5.5 Ταχεία φόρτιση

Οι συσκευές ταχυφόρτισης παρέχουν είτε συνεχές ρεύμα (DC) έντασης ως 50 kw, είτε και εναλλασσόμενο (AC) με ισχύ έως 44 kw για οχήματα που διαθέτουν ενσωματωμένο ταχυφορτιστή. Οι ταχυφορτιστές διαθέτουν σύστημα επικοινωνίας με το ηλεκτρικό όχημα, ώστε να ρυθμίζεται αναλόγως η ένταση της φόρτισης χωρίς να καταπονούνται τα στοιχεία της μπαταρίας. Μια επαναφόρτιση σε ποσοστό 85% - 90% της μπαταρίας διαρκεί από 20' έως 45' ανάλογα και με την εξωτερική θερμοκρασία. Προϋπόθεση της ταχυφόρτισης είναι η ύπαρξη αντίστοιχης δυνατότητας του οχήματος, ενώ στις περιπτώσεις των ταχυφορτιστών συνεχούς ρεύματος το καλώδιο με το αντίστοιχο βύσμα είναι πάντοτε ενσωματωμένα στη συσκευή ταχυφόρτισης. Υπάρχουν δύο βασικά πρότυπα βύσματος και συστήματος ταχυφόρτισης με συνεχές ρεύμα. Το πρότυπο CHAdeMO το οποίο έχει υιοθετηθεί από τις Nissan, Citroen, Mitsubishi και Peugeot και το οποίο χρησιμοποιεί διαφορετικό ρευματοδέκτη στο αυτοκίνητο από αυτόν που διαθέτει για τη φόρτιση με εναλλασσόμενο ρεύμα. Το πρότυπο CCS (Combo) που υιοθετήθηκε από τις εταιρείες Volkswagen, BMW, Ford, Audi, Porsche, Chevrolet και Mercedes και το οποίο χρησιμοποιεί τον ίδιο ρευματοδέκτη ο οποίος χρησιμοποιείται και για τη φόρτιση με εναλλασσόμενο ρεύμα. Στο πλαίσιο της ψήφισής της οδηγίας της ΕΕ για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων έχει προταθεί οι σταθμοί ταχυφόρτισης που εγκαθίστανται στην ΕΕ να πρέπει να είναι εφοδιασμένοι τουλάχιστον με το πρότυπο CCS, επιτρέποντας την παράλληλη λειτουργία του προτύπου CHAdeMO ή της ταχυφόρτισης με εναλλασσόμενο ρεύμα.

Το δίκτυο FORTIZO καλύπτει τις ανάγκες τόσο των οδηγών που θέλουν να συνδυάσουν τη στάθμευση του αυτοκινήτου τους με το γρήγορο και ασφαλή ανεφοδιασμό του από σταθμούς ημιταχείας φόρτισης, όσο και αυτών που αναζητούν να φορτίσουν το όχημα τους εντός ολίγων λεπτών, σε ένα σταθμό

ταχυφόρτισης, προκειμένου να συνεχίσουν αμέσως μετά την πορεία τους. Ο αριθμός των σταθμών φόρτισης του FORTIZO αυξάνεται κάθε μήνα με στόχο να ανταποκριθεί στις προσδοκίες όλων όσων χρησιμοποιούν ηλεκτρικό αυτοκίνητο ή σχεδιάζουν στο μέλλον να το χρησιμοποιήσουν.

Η εποχή μας είναι εποχή μετάβασης από τις σημερινές τεχνολογίες των μηχανών εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν ως καύσιμο συμβατικά ορυκτά καύσιμα, στην ηλεκτροκίνηση που θα χρησιμοποιεί όσο το δυνατόν πιο «καθαρό» ηλεκτρικό ρεύμα παραγόμενο κατά το μεγαλύτερο μέρος του από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το μέλλον βρίσκεται στην ηλεκτροκίνηση, όπως άλλωστε έχουν εκφράσει και οι ίδιες οι αυτοκινητοβιομηχανίες, αρκεί βέβαια όλοι να κάνουμε όσο το δυνατόν πιο γρήγορα βήματα προς αυτό και να προσπαθήσουμε και να βοηθήσουμε όλοι στην υλοποίηση του για ένα καλύτερο μέλλον και ένα καθαρότερο μέλλον και για εμάς αλλά και για τις επόμενες γενιές.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://iceal.wikidot.com/mek-vasi>

http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/99522.asp

http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/Me-to-stagonometro_116656.asp

http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/Diesel-poy-diakrinontai-se-oikonomia--apodosh_117343.asp

http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/Me-sebasmo-sto-periballon-kai-sthn-tseph_115393.asp

http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/Neo-VW-Golf-GTE-me-katanalwsh-1%2C5-lt-100-xlm-116915.asp

<http://www.energypress.gr/news/liquidGas/Oi-pagides-kai-ta-ofelh-ths-ygraeriokinhshs>

<http://www.autogreeknews.gr/content/3922/ola-ta-autokinita-me-ugraerio-ergostasiaka>

<http://www.autogreeknews.gr/content/3736/ola-ta-autokinita-me-fusiko-aerio?page=1>

<http://www.galsnguys.gr/2013/05/lpg-%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CF%80%CF%8C%CF%84%CE%B5-%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B6%CE%B5%CE%B9-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CF%8C%CF%84%CE%B5/>

<http://www.autogreeknews.gr/content/3308/diesel-i-benzini-sugkrisi-se-76-montela>

<http://www.autotriti.gr/data/magazine/viewthema/39213.asp>

<http://coolweb.gr/kinitires-diesel-pleonektimata-autokinito-venzini/>

<http://www.fpress.gr/aytokinhtho/item/3635>

<http://www.autogreeknews.gr/article/3938/autokinita-me-ugraerio-ergostasiaka-lpg>

<http://www.autogreeknews.gr/article/6126/autokinito-me-fusiko-aerio-i-petrelaio>

<http://www.autogreeknews.gr/article/4393/times-service-se-dimofili-autokinita>

<http://coolweb.gr/ygraeriokinisi-pleonektimata-meionektimata-igraerio-venzini-autokinito/>

http://www.autotriti.gr/data/magazine/viewthema/39120_28232.asp