

# «Καθαρά» Καύσιμα & Οχήματα

Συνοπτικός Οδηγός για τα «Καθαρά» Καύσιμα και τις  
Τεχνολογίες Οχημάτων



---

Συντάχθηκε από την Energy Saving Trust, London για το συγχρηματοδοτούμενο Ευρωπαϊκό έργο IEE-TREATISE, Αύγουστος 2005. Η ελληνική μετάφραση έγινε από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.).

Το έργο υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση  
στα πλαίσια του προγράμματος “Intelligent Energy Europe”

**Intelligent Energy**  **Europe**

*Την ευθύνη για το περιεχόμενο αυτής της έκδοσης φέρουν αποκλειστικά οι συγγραφείς. Η έκδοση αυτή δεν αντιπροσωπεύει τις απόψεις της Κοινότητας. Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα δεν φέρει ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτή την έκδοση.*

Συντάχθηκε σε συνεργασία με τα Ευρωπαϊκά συγχρηματοδοτούμενα έργα  
e-Atomium και Competence



**COMPETENCE**



## Περιεχόμενα

●	Περιεχόμενα.....	3
●	Βενζίνη & Πετρέλαιο Diesel .....	5
●	Υβριδικά Οχήματα.....	14
●	Υγραεριοκίνητα Οχήματα.....	19
●	Οχήματα Φυσικού Αερίου .....	23
●	Βιοκαύσιμα .....	28
●	Βιοντήζελ.....	29
●	Βιοαιθανόλη.....	31
●	Βιοαέριο.....	35
●	Ηλεκτροκίνητα Οχήματα με Μπαταρίες .....	37
●	Οχήματα Κυψέλων Καυσίμου .....	41
●	Κινητήρες Εσωτερικής Καύσης με Υδρογόνο .....	44



### Οδηγός «Καθαρών» Καυσίμων και Οχημάτων

Ο οδηγός αυτός αφορά τα «καθαρά» καύσιμα και οχήματα που χρησιμοποιούνται στις οδικές μεταφορές και παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα στην ενεργειακή και περιβαλλοντική τους απόδοση. Ο οδηγός αυτός αποτελεί έναν από μια σειρά τριών οδηγών-εγχειριδίων που έχουν συνταχθεί την περίοδο 2005-2008 στα πλαίσια του διεθνούς συγχρηματοδοτούμενου έργου TREATISE\* εκ μέρους της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Οι τρεις οδηγοί καλύπτουν τις παρακάτω θεματικές ενότητες:

- Διαχείριση της Κινητικότητας
- «Καθαρά» Καύσιμα και Οχήματα
- Eco-Driving (Οικονομική Οδήγηση)

### Το έργο TREATISE

Στο έργο TREATISE συμμετέχουν 7 εθνικά ενεργειακά κέντρα από κράτη μέλη της Ε.Ε, τα οποία αναπτύσσουν εκπαιδευτικά-πληροφοριακά προγράμματα προσανατολισμένα στην εκπαίδευση τοπικών ή περιφερειακών ενεργειακών κέντρων και φορέων εκτέλεσης μεταφορικού έργου κάθε χώρας, σχετικά με θέματα βιώσιμης ανάπτυξης των μεταφορών και βιώσιμης ενεργειακής χρήσης. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα είναι δομημένα και σχεδιασμένα έτσι ώστε να εκπληρώνουν τις ανάγκες των παραπάνω εκπαιδευόμενων φορέων και του προσωπικού τους, οι οποίες προσδιορίστηκαν με μια σειρά συναντήσεων και επικοινωνιών των εταίρων του έργου με τους εκπαιδευόμενους φορείς κάθε χώρας. Εκτός από τους τρεις έντυπους οδηγούς, σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε μια ιστοσελίδα με εκπαιδευτικά εργαλεία με υλικό ανάλογο αυτού των οδηγών καθώς και μια σειρά εκπαιδευτικών σεμιναρίων. Επίσης στα πλαίσια του έργου TREATISE εκτελέστηκε ένα διαρκές πρόγραμμα marketing και διάδοσης των πληροφοριών σε 11 ευρωπαϊκές χώρες. Ο σκοπός ήταν η ενθάρρυνση των τοπικών ή περιφερειακών ενεργειακών κέντρων και των φορέων εκτέλεσης μεταφορικού έργου ώστε αυτοί μελλοντικά να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν νέες πρωτοβουλίες και έργα σχετικά με τις μεταφορές, ακολουθώντας τις πληροφορίες και γνώσεις που απέκτησαν από το έργο TREATISE.

\*Εκπαιδευτικό πρόγραμμα για τοπικά ενεργειακά κέντρα και φορείς σχετικά με τις μεταφορές στα πλαίσια της αειφόρας κινητικότητας

### Εισαγωγή

Οι εκπομπές που επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία έχουν μειωθεί σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία χρόνια, όμως η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> παραμένει μικρή

Τα τελευταία 15-20 χρόνια τα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα έχουν γίνει σημαντικά «καθαρότερα» σε επίπεδο εκπομπών ρύπων που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία. Επίσης έχουν επιτευχθεί μικρότερης κλίμακας βελτιώσεις στην κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> των συμβατικών βενζινοκίνητων και πετρελαιοκίνητων οχημάτων.

Πολλές από τις εξελίξεις στην αγορά και στην τεχνολογία οχημάτων που αναλύονται σε αυτή την παράγραφο όπως η κατασκευή και επιλογή μικρότερων οχημάτων από τους καταναλωτές, οι καταλυτικοί μετατροπείς και οι επιδράσεις του ηλεκτρικού εξοπλισμού και του κλιματισμού, βρίσκουν εφαρμογή και στα οχήματα που κινούνται με εναλλακτικά καύσιμα καθώς και στα υβριδικά οχήματα

### Μείωση του Μεγέθους και Βάρους των Οχημάτων

Μεγάλα οφέλη μπορούν να προκύψουν από την επιλογή μικρότερων αυτοκινήτων σε μέγεθος και/ή κυβισμό

Η μείωση του μεγέθους των οχημάτων παραμένει ένα πεδίο στο οποίο μπορούν να πραγματοποιηθούν σημαντικά επιτεύγματα. Τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες Ευρωπαϊκές αγορές οχημάτων έχουν παρατηρηθεί περιορισμένα βήματα προς την κατεύθυνση της μείωσης του μεγέθους (δηλ. του κυβισμού) και του βάρους των κυκλοφορούντων οχημάτων που επιλέγουν οι καταναλωτές. Δυστυχώς, η απόκτηση και η χρήση του αυτοκινήτου είναι στενά συνδεδεμένη με βαθιά εδραιωμένες οικονομικές παραμέτρους, κοινωνικές αντιλήψεις αλλά και καταναλωτικές προτιμήσεις (το αυτοκίνητο ως σύμβολο κοινωνικής καταξίωσης, η επιλογή του αυτοκινήτου ανάλογα με την προσωπικότητα του χρήστη κλπ.). Το φαινόμενο αυτό οδηγεί ακόμα πολλούς καταναλωτές να επιλέγουν αυτοκίνητα τα οποία είναι μεγαλύτερα σε κυβισμό (και κατά συνέπεια λιγότερο αποδοτικά) σε σχέση με τις πραγματικές καθημερινές ανάγκες τους.

Η κατάσταση αυτή επιδεινώνεται λόγω της διαφημιστικής πολιτικής των κατασκευαστών αυτοκινήτων οι οποίοι συχνά

προωθούν μεγάλα αυτοκίνητα σε μέγεθος και κυβισμό τα οποία συνήθως έχουν πολυτελέστερο εξοπλισμό και παρουσιάζουν μεγαλύτερο περιθώριο οικονομικού κέρδους. Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια υπάρχουν ενθαρρυντικά παραδείγματα από κατασκευαστές οχημάτων που προωθούν εντατικά οχήματα φιλικά προς το περιβάλλον καθώς και τις ανάλογες πιστοποιήσεις για την βελτιωμένη περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων τους.

Τα οφέλη από την χρήση ελαφρύτερων υλικών συχνά αναιρούνται από το επιπλέον βάρος των αυξημένων συστημάτων ασφάλειας και του πολυτελούς εξοπλισμού

Η ενθάρρυνση του καταναλωτικού κοινού προς την κατεύθυνση επιλογής και αγοράς, κατά το περισσότερο δυνατό, μικρότερων και πιο αποδοτικών αυτοκινήτων, παραμένει ένα πεδίο με μεγάλο δυναμικό για αξιοσημείωτα περιβαλλοντικά οφέλη.

Μερικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν **κράματα αλουμινίου ή κράματα ελαφρών μετάλλων** για να μειώσουν το βάρος του οχήματος αλλά στις περισσότερες των περιπτώσεων, τα οφέλη από την χρήση ελαφρύτερων υλικών συχνά αναιρούνται από το επιπλέον βάρος του επιπρόσθετου εξοπλισμού και των συστημάτων ασφαλείας όπως οι αερόσακοι, οι πλευρικές μπάρες ασφαλείας κλπ.

Ο πρόσθετος ηλεκτρικός εξοπλισμός και ο κλιματισμός υποσκελίζουν μεγάλο μέρος από τις δυνατότητες οφελών στην αποδοτικότητα

Ο **πρόσθετος ηλεκτρικός εξοπλισμός** αυξάνει την κατανάλωση καυσίμου γιατί η γεννήτρια (δυναμό) που φορτίζει την μπαταρία του οχήματος τροφοδοτείται από τον κινητήρα του οχήματος. Ο **κλιματισμός** επίσης επιβαρύνει σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου λόγω της επιπλέον μηχανικής και ηλεκτρικής ισχύος που απαιτείται για την λειτουργία του. Μια έρευνα που δημοσιεύθηκε από την ADEME το 2003, απέδειξε ότι η μη ορθολογική χρήση του κλιματισμού του αυτοκινήτου μπορεί να αυξήσει την κατανάλωση καυσίμου ενός οχήματος κατά περίπου 25%, ενώ η συνήθης ενδεικνυόμενη χρήση ανά έτος αυξάνει την κατανάλωση κατά περίπου 5%. Μερικά αυτόματα συστήματα κλιματισμού (climate control) χρησιμοποιούν τον συμπίεστή της μονάδας κλιματισμού συνεχώς σε αυτόματη ρύθμιση και για την αποφυγή της υπερκατανάλωσης ενέργειας απαιτείται η χρήση του κλιματισμού στην οικονομική (economy) ρύθμιση του συστήματος.

Η κατάσταση στην αγορά των επαγγελματικών και εμπορευματικών οχημάτων είναι διαφορετική καθώς η ελαχιστοποίηση του κόστους των καυσίμων αποτελεί ήδη υψηλή προτεραιότητα για τις περισσότερες επιχειρήσεις. Για τον λόγο αυτό οι όποιες περαιτέρω βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των επαγγελματικών και εμπορευματικών οχημάτων είναι πιθανότερο να προέρθουν από τεχνολογικές βελτιώσεις παρά από αλλαγές στις τάσεις της αγοράς οχημάτων.

## Τεχνολογίες για την Μείωση των Αερίων Ρύπων των Οχημάτων

Οι καταλύτες έχουν επιφέρει μεγάλη μείωση στις εκπομπές αερίων ρύπων

Η σημαντικότερη τεχνολογική εξέλιξη που έχει συμβάλει αποφασιστικά στην μείωση των εκπομπών των αερίων ρύπων τα τελευταία 15 χρόνια, είναι η χρήση των **καταλυτικών μετατροπέων** ή απλούστερα **καταλυτών**. Η χρήση των καταλυτών εφαρμόστηκε<sup>1</sup> αποτελεσματικά στα προς πώληση αυτοκίνητα στην Ε.Ε. με την εφαρμογή του προτύπου εκπομπών ρύπων “Euro II” το 1996.

Οι καταλύτες των βενζινοκινητήρων μειώνουν τις εκπομπές των άκαυστων υδρογονανθράκων (HC), του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>)

Οι καταλύτες εγκαθίστανται μεταξύ του κινητήρα του οχήματος και τον αγωγό εξόδου των καυσαερίων (εξάτμιση). Οι καταλύτες κατασκευάζονται συνήθως από κεραμικά υλικά και εσωτερικά έχουν κυψελοειδή μορφή επικαλυμμένη με ευγενή μέταλλα, συνήθως λευκόχρυσο (πλατίνα), ρόδιο και/ή παλλάδιο, τα οποία δρουν ως καταλύτες. Η κυψελοειδής μορφή των μετατροπέων είναι κατάλληλα σχεδιασμένη ώστε να έχει πολύ μεγάλη επιφάνεια σε σχέση με την κατά όγκο αναλογία της. Με το τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα των χημικών αντιδράσεων των καυσαερίων με τους μεταλλικούς καταλύτες οι οποίες πραγματοποιούνται μόνο στην επιφάνεια της κυψελοειδούς μορφής του καταλυτικού μετατροπέα.

Οι σύγχρονοι βενζινοκινητήρες ηλεκτρονικής ανάφλεξης είναι εφοδιασμένοι με «**τριοδικούς καταλύτες**» οι οποίοι ονομάζονται έτσι επειδή μειώνουν τις εκπομπές τριών αερίων ρυπαντών: των άκαυστων υδρογονανθράκων (HC), του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>). Ένας τριοδικός καταλύτης ουσιαστικά αποτελείται από δυο διαφορετικά «μέρη»: έναν **αναγωγικό καταλύτη** που διαχωρίζει το επιβλαβές μονοξείδιο του αζώτου NO σε αβλαβές άζωτο N<sub>2</sub> και οξυγόνο O<sub>2</sub> [2NO > N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>] και έναν **οξειδωτικό καταλύτη** ο οποίος οξειδώνει τους επικίνδυνους ρύπους του CO και τους HC και τους μετατρέπει σε διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub><sup>2</sup> και νερό H<sub>2</sub>O.

<sup>1</sup> Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων επιβάλλουν όρια εκπομπών και όχι συγκεκριμένες τεχνολογίες, όμως για την επίτευξη των ορίων του προτύπου ‘Euro II’, ήταν απαραίτητη η χρήση καταλυτών.

<sup>2</sup> Το CO<sub>2</sub> αποτελεί σημαντικό πρόβλημα καθώς αποτελεί ένα από τα αέρια που προκαλούν το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» όμως η ποσότητα CO<sub>2</sub> που παράγεται από την οξείδωση του CO στους κινητήρες σε γενικές γραμμές δεν θεωρείται σημαντική.

Οι αναγωγικοί καταλύτες μπορούν να λειτουργήσουν μόνο όταν ένας κινητήρας λειτουργεί κοντά στην «στοιχειομετρική» αναλογία του καύσιμου μίγματος. Στοιχειομετρική αναλογία καλείται η κατάλληλη αναλογία αέρα και καυσίμου που απαιτείται να εισέλθει στους κυλίνδρους του κινητήρα ώστε να γίνει πλήρης καύση του μίγματος χωρίς περίσσεια αέρα ή καυσίμου. Για να εξασφαλίζεται η λειτουργία των βενζινοκινητήρων κοντά στην στοιχειομετρική αναλογία καύσιμου μίγματος, στην εξάτμιση του αυτοκινήτου μετά τον καταλύτη εγκαθίσταται ένας ηλεκτροχημικός αισθητήρας οξυγόνου (αισθητήρας «λάμδα»).

Ο αισθητήρας «λάμδα» είναι συνδεδεμένος με την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και αναλύοντας την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξυγόνο παρέχει τα κατάλληλα δεδομένα στην κεντρική μονάδα ώστε αυτή να ρυθμίσει την ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται στους κυλίνδρους.

Οι πετρελαιοκινητήρες Diesel είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν με «φτωχό» μίγμα, δηλαδή λειτουργούν με περίσσεια αέρα σε σχέση με την στοιχειομετρική αναλογία μίγματος. Οι αναγωγικοί καταλύτες δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε συνθήκες «φτωχού» μίγματος και γι' αυτό τον λόγο οι πετρελαιοκινητήρες είναι εφοδιασμένοι μόνο με οξειδωτικούς καταλύτες. Οι οξειδωτικοί καταλύτες είναι αποτελεσματικοί στο να ελαττώνουν τις εκπομπές HC και CO καθώς και μέρος από τις εκπομπές σωματιδίων (PM), όμως όχι στο να ελαττώνουν τις εκπομπές NO<sub>x</sub>. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο οι πετρελαιοκινητήρες παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερες εκπομπές NO<sub>x</sub> σε σχέση με τους βενζινοκινητήρες.

Η **ανακυκλοφορία των καυσαερίων (EGR)** είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την μείωση των εκπομπών των NO<sub>x</sub> των οχημάτων. Για την κατανόηση της μεθόδου ανακυκλοφορίας των καυσαερίων είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι τα οξείδια του αζώτου NO<sub>x</sub> σχηματίζονται όταν πολύ υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν ένωση του οξυγόνου και του αζώτου της ατμόσφαιρας. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία αυτή τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα των οξειδίων του αζώτου που παράγονται.

Οι κινητήρες με ανακυκλοφορία καυσαερίων εκτρέπουν μέρος των καυσαερίων, τα οποία έχουν μικρή περιεκτικότητα σε οξυγόνο μετά την καύση, πίσω στην εισαγωγή του κινητήρα. Με τον τρόπο αυτό ελαττώνεται η θερμοκρασία μέσα στον κινητήρα αφού πλέον υπάρχει μικρότερη ποσότητα οξυγόνου προς καύση. Κατά συνέπεια η ελάττωση της υψηλής θερμοκρασίας περιορίζει και τον σχηματισμό NO<sub>x</sub>.

Οι περισσότεροι καταλύτες των κινητήρων Diesel ελαττώνουν μόνο τις εκπομπές HC και CO

Η ανακυκλοφορία των καυσαερίων προκαλεί μείωση των υψηλών θερμοκρασιών και περιορίζει τις εκπομπές των NO<sub>x</sub>



Η ανακυκλοφορία καυσαερίων καθιερώθηκε στα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα και μικρά φορτηγά στην Ευρώπη από το 1996

Η τεχνική της ανακυκλοφορίας των καυσαερίων αυξάνει λίγο την κατανάλωση καυσίμου

Η επιλεκτική καταλυτική αναγωγή αποτελεί μια ακόμη περισσότερο αποτελεσματική τεχνολογία για την μείωση των εκπομπών NO<sub>x</sub> με την βοήθεια ενός καταλύτη ουρίας

Η επιλεκτική καταλυτική αναγωγή αναμένεται να εξαπλωθεί στα βαρέα οχήματα από το 2006

Η ανακυκλοφορία καυσαερίων πρωτοεφαρμόστηκε την δεκαετία του 70 στις ΗΠΑ σε βενζινοκίνητα οχήματα, πριν η χρήση των τριοδικών καταλυτών υποσκελίσει την τεχνική αυτή, καθώς όπως εξηγήθηκε παραπάνω οι τριοδικοί καταλύτες είναι ιδιαιτέρως αποτελεσματικοί στην απομάκρυνση των NO<sub>x</sub>. Στην Ευρώπη η ανακυκλοφορία καυσαερίων χρησιμοποιείται σε σχεδόν όλα τα νέα αυτοκίνητα και μικρά φορτηγά που κινούνται με πετρέλαιο μετά την επιβολή του προτύπου εκπομπών ρύπων Euro II το 1996.

Η ανακυκλοφορία καυσαερίων αυξάνει σε μικρό ποσοστό την κατανάλωση καυσίμου και για τον λόγο αυτό οι αυτοκινητοβιομηχανίες εμφανίζονται απρόθυμες να εγκαταστήσουν συστήματα ανακυκλοφορίας σε βαρέα οχήματα και μεγάλα φορτηγά καθώς οι ιδιοκτήτες των οχημάτων αυτών δίνουν μεγάλη έμφαση στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμου. Παρόλα αυτά για να υπάρξει συμμόρφωση με το πρότυπο εκπομπών ρύπων Euro IV του 2005, σε ορισμένα βαρέα οχήματα αναμένεται να εγκατασταθεί σύστημα ανακυκλοφορίας των καυσίμων.

Η επιλεκτική καταλυτική αναγωγή (SCR) αποτελεί μια ακόμη περισσότερο αποτελεσματική τεχνολογία για την μείωση των εκπομπών NO<sub>x</sub> από τους πετρελαιοκινητήρες. Κατά την μέθοδο αυτή γίνεται χρήση ενός ειδικού καταλυτικού μετατροπέα ο οποίος επεξεργάζεται τα καυσαέρια του κινητήρα Diesel και μειώνει τις εκπομπές NO<sub>x</sub>, σε αντίθεση με την ανακυκλοφορία καυσαερίων η οποία στόχο έχει την ελάττωση του σχηματισμού NO<sub>x</sub>. Στην επιλεκτική καταλυτική αναγωγή, πριν την είσοδο των καυσαερίων του πετρελαιοκινητήρα στον καταλύτη SCR, ψεκάζεται αμμωνία (NH<sub>3</sub>) ή ουρία με αποτέλεσμα η αμμωνία να αντιδρά με το μονοξείδιο και το διοξείδιο του αζώτου (NO και NO<sub>2</sub>) οπότε και παράγεται αβλαβές άζωτο N<sub>2</sub> και νερό H<sub>2</sub>O.  $[4NO + 4NH_3 + O_2 = 4N_2 + 6H_2O]$ .

Η επιλεκτική καταλυτική αναγωγή είναι μια εμπορικά ώριμη τεχνολογία και εφαρμόζεται ήδη σε μεγάλες σταθερές μηχανές Diesel όπου το μέγεθος και το βάρος του κινητήρα δεν αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα (μηχανές πλοίων, μονάδες παραγωγής ενέργειας κλπ.) καθώς και σε μερικά βαρέα φορτηγά Diesel. Η μέθοδος αυτή πιθανότατα θα εξαπλωθεί ευρέως από το 2006 και μετά ώστε να υπάρξει συμμόρφωση των βαρέων οχημάτων και φορτηγών με τα αυστηρά όρια εκπομπών NO<sub>x</sub> των ευρωπαϊκών προτύπων Euro IV και V.

Τα φίλτρα σωματιδίων Diesel είναι πολύ αποτελεσματικά στο να αφαιρούν τα σωματίδια

Τα **φίλτρα σωματιδίων Diesel (DPFs)** φιλτράρουν και απομακρύνουν τα σωματίδια (PM) από τα καυσαέρια των οχημάτων. Είναι πολύ αποτελεσματικά και συνήθως απομακρύνουν παραπάνω από το 90% των σωματιδίων που περιέχονται στα καυσαέρια. Τα σωματίδια συλλέγονται υπό την μορφή αιθάλης η οποία στην συνέχεια απομακρύνεται με θερμική αναγέννηση (ή απλούστερα καύση) για την αποφυγή δυσλειτουργίας του φίλτρου δηλ. η αιθάλη καίγεται ώστε να μην φράσσεται το φίλτρο.

Τα συλλεγόμενα σωματίδια «καίγονται» έτσι ώστε να μην φράσσεται το φίλτρο

Η θερμοκρασία των καυσαερίων από τους κινητήρες Diesel δεν είναι τόσο υψηλή για να «κάψει» απευθείας την αιθάλη, όμως τα φίλτρα σωματιδίων παρακάμπτουν το πρόβλημα αυτό με έναν από τους δυο παρακάτω τρόπους: Τα **«παθητικά» φίλτρα σωματιδίων** χρησιμοποιούν οξειδωτικούς καταλύτες για να μειώσουν την θερμοκρασία οξείδωσης της αιθάλης ενώ τα **«ενεργητικά» φίλτρα σωματιδίων** περιοδικά αυξάνουν την θερμοκρασία στο κατάλληλο επίπεδο. Οι πιο κοινές μέθοδοι για την αύξηση της θερμοκρασίας σε ένα ενεργητικό σύστημα είναι είτε μέσω της περιοδικής καύσης επιπλέον ποσότητας πετρελαίου για την θέρμανση της εξάτμισης είτε με κάποια μορφή θέρμανσης με ηλεκτρισμό.

Τα φίλτρα σωματιδίων Diesel προς το παρόν συναντώνται σπάνια όμως η χρήση τους γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη

Τα φίλτρα σωματιδίων Diesel προς το παρόν χρησιμοποιούνται μόνο σε μια μειοψηφία νέων οχημάτων όμως η χρήση τους γίνεται συνεχώς όλο και πιο συχνή, ενώ σε ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες παρέχονται κίνητρα και επιχορηγήσεις για την εγκατάσταση φίλτρων σωματιδίων. Παράλληλα αποτελεί κοινή πεποίθηση ότι τα φίλτρα σωματιδίων πρέπει να περιλαμβάνονται στον βασικό εξοπλισμό των οχημάτων καθώς είναι αποτελεσματικά και σε γενικές γραμμές φθηνά. Τα όρια εκπομπών σωματιδίων του προτύπου εκπομπών ρύπων Euro V, το οποίο αναμένεται να τεθεί σε ισχύ το 2008 ή 2009, αναμένεται να κάνει επιβεβλημένη την χρήση των φίλτρων σωματιδίων Diesel. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες που ήδη κατασκευάζουν οχήματα με φίλτρα σωματιδίων Diesel περιλαμβάνουν τις εταιρείες BMW, Citroen, Mercedes, Peugeot και Toyota.

Η μετασκευή υφιστάμενων οχημάτων ώστε να αυτά μπορούν να χρησιμοποιούν φίλτρα σωματιδίων Diesel είναι πολύπλοκη και συνήθως πραγματοποιείται μόνο σε βαρέα οχήματα.

## Αύξηση της απόδοσης του κινητήρα

Η απόδοση των κινητήρων και ιδιαιτέρως των πετρελαιοκινητήρων Diesel έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια

Τα τελευταία χρόνια στα οχήματα που κινούνται με συμβατικά καύσιμα έχουν επιτευχθεί σημαντικά βήματα για την **αύξηση της απόδοσης του κινητήρα**. Συγκεκριμένα οι βελτιώσεις αφορούν κυρίως τους πετρελαιοκινητήρες Diesel οι οποίες σε συνδυασμό με την χαμηλότερη τιμή του πετρελαίου έναντι της βενζίνης, έχουν συμβάλει στην σημαντική αύξηση της δημοτικότητας και της χρήσης των πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων την τελευταία δεκαετία.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 σε σχεδόν όλους του κινητήρες Diesel εφαρμόζεται η τεχνολογία της υπερπλήρωσης ή αλλιώς υπερσυμπίεσης (turbo) η οποία βελτιώνει σημαντικά την απόδοση και την ισχύ του κινητήρα.

Οι κύριες βελτιώσεις αφορούν την εισαγωγή των τεχνολογιών turbo, άμεσου ψεκασμού και άμεσου ψεκασμού “common rail” στους κινητήρες

Οι κινητήρες **άμεσου ψεκασμού (Direct injection)** επίσης έχουν αρχίσει να διεισδύουν με γρήγορο ρυθμό στα οχήματα Diesel από τις αρχές της δεκαετίας του 90. Στους κινητήρες άμεσου ψεκασμού το καύσιμο ψεκάζεται απευθείας στον θάλαμο καύσης του κινητήρα, αντί ενός προθάλαμου. Οι κινητήρες **άμεσου ψεκασμού** είναι πιο αποδοτικοί σε σχέση με τους κινητήρες εμμέσου ψεκασμού και συνεπώς εξοικονομούν καύσιμα και παράγουν λιγότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> όμως παράγουν περισσότερα σωματίδια και είναι πιο θορυβώδεις στην λειτουργία τους. Τα τελευταία 3 χρόνια έχει αρχίσει η εισαγωγή κινητήρων άμεσου ψεκασμού και σε βενζινοκίνητα οχήματα αλλά η χρήση τους ακόμα παραμένει περιορισμένη.

Οι κινητήρες άμεσου ψεκασμού υψηλής πίεσης ή πιο γνωστοί ως **άμεσου ψεκασμού “common rail”** είναι κινητήρες οι οποίοι διαθέτουν έναν κοινό αγωγό παροχής καυσίμου το οποίο ψεκάζεται υπό πολύ υψηλή πίεση σε όλους τους κυλίνδρους του κινητήρα. Ο ψεκασμός υπό υψηλή πίεση διευκολύνει την εκνέφωση του καυσίμου και βελτιώνει την καύση του. Ακόμη, αγωγοί κατάλληλα τοποθετημένοι σε κάθε κύλινδρο ρυθμίζουν με πολύ μεγάλη ακρίβεια τον χρόνο και την ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται, βελτιώνοντας ακόμη περισσότερο την συνολική απόδοση του κινητήρα.

## Καύσιμα Χαμηλής Περιεκτικότητας Θείου

Τα **καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (S)**-συνήθως οριζόμενα ως καύσιμα με μέγιστη συγκέντρωση θείου 50 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο)- ελαττώνουν σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) και των σωματιδίων. Επιπρόσθετα, η μικρή περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο αυξάνει την

Τα καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο μειώνουν τις εκπομπές των οχημάτων

Η νομοθεσία της Ε.Ε. ορίζει πως η βενζίνη και το πετρέλαιο που πωλείται εντός της Ε.Ε. επιβάλλεται να είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο

αποτελεσματικότητα των τριοδικών καταλυτών και των αναγωγικών καταλυτών του NO<sub>x</sub> και επομένως η ελάττωση του θείου των καυσίμων συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών των CO, HC και NO<sub>x</sub>.

Τα τελευταία 6 με 7 χρόνια η **περιεκτικότητα σε θείο** της βενζίνης και του πετρελαίου που χρησιμοποιείται για οδικές μεταφορές, έχει μειωθεί από 500ppm σε ένα κοινό ευρωπαϊκό θεσμοθετημένο όριο μέγιστης περιεκτικότητας 50ppm. Επίσης με την σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία που αναμένεται να ισχύσει από το 2009 θα επιβληθεί ακόμη χαμηλότερο όριο περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο, τα 10ppm. Τα καύσιμα με περιεκτικότητα σε θείο μέχρι και 10ppm μερικές φορές αναφέρονται και ως «αποθειωμένα» καύσιμα.

Η μείωση της περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο έχει επιφέρει σημαντικά κέρδη στην βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, αν και για την επεξεργασία των καυσίμων για την απομάκρυνση του θείου καθεαυτή, απαιτούνται ποσά ενέργειας που επιβαρύνουν ελαφρά την παραγωγή εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά την διύλιση-παραγωγή των καυσίμων.

## Περιβαλλοντική Απόδοση

Οι σύγχρονοι βενζινοκινητήρες μπορούν να συγκριθούν σε επίπεδο εκπομπών με τους κινητήρες αερίου

Τα σύγχρονα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα είναι κατά πολύ «καθαρότερα» από τα αντίστοιχα αυτοκίνητα που κατασκευάζονταν μέχρι και πριν λίγα χρόνια. Στην πράξη, από πλευράς εκπομπών αερίων ρύπων τα βενζινοκίνητα οχήματα σήμερα λίγο διαφέρουν από τα αντίστοιχα οχήματα που κινούνται με υγραέριο ή φυσικό αέριο.

Τα οχήματα Diesel εκπέμπουν ακόμα σημαντικές ποσότητες σωματιδίων και NO<sub>x</sub> όταν δεν διαθέτουν εξοπλισμό επεξεργασίας των καυσαερίων

Τα οχήματα που κινούνται με πετρέλαιο έχουν γίνει επίσης σημαντικά πιο φιλικά προς το περιβάλλον, όμως ακόμη εκπέμπουν σημαντικά ποσά επιβλαβούς NO<sub>x</sub> και σωματίδια, στην περίπτωση που δεν διαθέτουν φίλτρα σωματιδίων. Τα πετρελαιοκίνητα οχήματα όμως παρουσιάζουν πλεονέκτημα στις εκπομπές CO<sub>2</sub> και σε πολλές περιπτώσεις με τον συνδυασμό χρήσης ενός φίλτρου σωματιδίων και μιας κατάλληλης τεχνολογίας μείωσης των εκπομπών NO<sub>x</sub>, ένα πετρελαιοκίνητο όχημα αποτελεί μια καλή λύση από περιβαλλοντική άποψη.

Τόσο οι βενζινοκινητήρες όσο και οι πετρελαιοκινητήρες είναι κατάλληλοι για χρήση σε οχήματα που κινούνται με υβριδική τεχνολογία [βλ. Υβριδικά Οχήματα], τα οποία προσφέρουν σημαντικές δυνατότητες αύξησης της αποδοτικότητας και μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> των οχημάτων.

Τόσο οι  
βενζινοκινητήρες  
όσο και οι  
πετρελαιοκινητήρες  
είναι κατάλληλοι  
για χρήση σε  
οχήματα που  
κινούνται με  
υβριδική τεχνολογία  
και βιοκαύσιμα

Ακόμη οι κινητήρες βενζίνης και Diesel μπορούν να λειτουργήσουν με βιοκαύσιμα [βλ. Βιοκαύσιμα] τα οποία προσφέρουν την δυνατότητα περαιτέρω μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

## Υβριδικά Οχήματα

Τα υβριδικά οχήματα διαθέτουν κινητήρα εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκινητήρα, ενώ είναι «καθαρότερα» από τα συμβατικά

Τα υβριδικά οχήματα δεν απαιτείται να συνδεθούν με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος

Πολλοί κατασκευαστές παράγουν σήμερα υβριδικά οχήματα

Τα υβριδικά οχήματα αναμένεται να γίνουν πολύ δημοφιλή στο μέλλον

Υβριδικά οχήματα με κινητήρα Diesel – ηλεκτροκινητήρα είναι πιθανό να ακολουθήσουν στην αγορά

### Εισαγωγή

Τα υβριδικά οχήματα διαθέτουν ταυτόχρονα κινητήρα εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκινητήρα.. Τα υβριδικά οχήματα είναι «καθαρότερα» και περισσότερο αποδοτικά από τα συμβατικά οχήματα, παρουσιάζουν μικρότερο λειτουργικό κόστος όμως είναι ακριβότερα στην αγορά τους.

Τα οχήματα αυτά δεν είναι δυσκολότερα στην οδήγηση από τα συμβατικά οχήματα. Παράλληλα αλλάζουν αυτόματα λειτουργία από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης στον ηλεκτροκινητήρα, δεν απαιτείται να συνδεθούν με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος για την φόρτιση των μπαταριών και έχουν αυτόματο σύστημα μετάδοσης.

Η Toyota παρουσίασε το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο ευρείας παραγωγής - το Prius πρώτης γενιάς- το 1997 στην Ιαπωνική αγορά, ενώ ακολούθησε το Honda Insight το 1999. Προσφάτως οι δυο παραπάνω αυτοκινητοβιομηχανίες εισήγαγαν στην αγορά νέα μοντέλα υβριδικών αυτοκινήτων ενώ το ίδιο έπραξαν και άλλες εταιρείες όπως η Ford, η GM και η Peugeot-Citroen. Τα υβριδικά αυτοκίνητα προκάλεσαν μεγάλη αίσθηση αρχικά στον κόσμο της αυτοκίνησης και προσφάτως εκδηλώθηκε μεγάλο ενδιαφέρον για αυτά από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Σε πολλές χώρες παρέχονται κίνητρα και επιχορηγήσεις για αγορά υβριδικών αυτοκινήτων, γεγονός που έχει οδηγήσει στην αύξηση της δημοτικότητας των αυτοκινήτων αυτών ενώ στις ΗΠΑ και την Ευρώπη έχουν δημιουργηθεί μεγάλες λίστες αναμονής για την αγορά ορισμένων υβριδικών μοντέλων αυτοκινήτων.

Τα υβριδικά οχήματα αναμένεται να αυξήσουν την διείσδυση τους στην αγορά και να αποτελέσουν μια σημαντική τεχνολογία οχημάτων για πολλά χρόνια. Πολλοί ειδικοί πιστεύουν πως μεσοπρόθεσμα –πιθανώς για 15 έως 25 έτη- τα υβριδικά οχήματα θα συνυπάρχουν με τα οχήματα υδρογόνου-κυψελών καυσίμου (fuel cells) με τα οχήματα υδρογόνου να επικρατούν σε μακροπρόθεσμο επίπεδο.

Προς το παρόν όλα τα διαθέσιμα υβριδικά οχήματα είναι τεχνολογίας βενζινοκινητήρα-ηλεκτροκινητήρα, όμως πιθανότατα νέα υβριδικά οχήματα με πετρελαιοκινητήρα και ηλεκτροκινητήρα θα εισαχθούν στην αγορά από τις αρχές του 2006. Οι κατασκευαστές επιδιώκουν την παραγωγή υβριδικών οχημάτων κυρίως με βενζινοκινητήρα και ηλεκτροκινητήρα, λόγω του μεγαλύτερου κόστους των πετρελαιοκινητήρων που θα επιβάρυνε το κόστος αγοράς των υβριδικών οχημάτων.

## Υβριδική Τεχνολογία

Τα υβριδικά συστήματα διαφέρουν σημαντικά σε κόστος, πολυπλοκότητα και λειτουργία και συχνά κατηγοριοποιούνται ως εξής:

Οι υβριδικοί κινητήρες «στάσης-εκκίνησης» σβήνουν αυτόματα όταν το όχημα ακινητοποιείται

Τα υβριδικά «στάσης-εκκίνησης» ή μικρο-υβριδικά έχουν σχετικά μικρούς ηλεκτροκινητήρες οι οποίοι δεν κινούν το όχημα, αλλά έχουν την απαραίτητη ισχύ για την σχεδόν ακαριαία επανεκκίνηση του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Αυτό σημαίνει ότι ένα μικρο-υβριδικό βενζινοκίνητο όχημα μπορεί αυτόματα να σβήνει τον κινητήρα του όταν το όχημα ακινητοποιείται (π.χ. σε φωτεινούς σηματοδότες) και να επανεκκινεί μόλις ο οδηγός πατήσει το πεντάλ του γκαζιού χωρίς να απαιτείται η χρήση της μίζας και πολλές φορές χωρίς καν ο οδηγός να γνωρίζει ότι ο κινητήρας έχει σταματήσει.

Τα συστήματα «στάσης-εκκίνησης» σε γενικές γραμμές δεν θεωρούνται ως πραγματικά υβριδικά συστήματα εφόσον δεν χρησιμοποιούνται για την κίνηση του οχήματος. Επιφέρουν ένα σχετικά μέτριο ποσοστό εξοικονόμησης καυσίμου-συνήθως περίπου 10%- όμως έχουν το πλεονέκτημα του χαμηλού κόστους. Ένα παράδειγμα ενός υβριδικού αυτοκινήτου «στάσης-εκκίνησης» είναι το Citroen C3.

Στα «ήπια» υβριδικά οι ηλεκτροκινητήρες βοηθούν τον κινητήρα όταν απαιτείται πρόσθετη ισχύς. Επίσης διαθέτουν σύστημα ανάκτησης ενέργειας μέσω του φρεναρίσματος

Τα «ήπια» υβριδικά οχήματα διαθέτουν λειτουργία «στάσης-εκκίνησης» όπως περιγράφηκε παραπάνω, αλλά συνήθως χρησιμοποιούν τον ηλεκτροκινητήρα τους και για να κινήσουν το όχημα. Παρόλα αυτά, τα «ήπια» υβριδικά δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποκλειστικά με τον ηλεκτροκινητήρα αφού αυτός δεν είναι συνδεδεμένος με το σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Αντί αυτού, προσφέρουν πρόσθετη ισχύ μέσω του ηλεκτρικού κινητήρα κατά την διάρκεια λειτουργίας του συμβατικού κινητήρα υπό υψηλό φορτίο, π.χ. κατά τις στιγμές μεγάλης επιτάχυνσης. Τα «ήπια» υβριδικά έχουν επίσης το πλεονέκτημα της ανάκτησης ενέργειας μέσω του φρεναρίσματος: κατά την διάρκεια του φρεναρίσματος μετατρέπουν μέρος της πλεονάζουσας κινητικής ενέργειας του κινητήρα σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία χρησιμοποιείται για την φόρτιση των συσσωρευτών (μπαταριών).

Ένα παρόμοιο «ήπιο» υβριδικό σύστημα έχει εγκατασταθεί στα μοντέλα Insight και Civic (και Accord σε ορισμένες αγορές) της εταιρείας Honda (Integrated Motor Assist). Το σύστημα της Honda έχει επίσης την δυνατότητα απομόνωσης της λειτουργίας τριών από τους τέσσερις κυλίνδρους του κινητήρα για την αύξηση της απόδοσης. Το υβριδικό Honda Civic εκπέμπει σχεδόν 25% λιγότερο CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με ένα όμοιο μη υβριδικό.

Ένα πλήρως υβριδικό όχημα μπορεί να κινείται μόνο με τον βενζινοκινητήρα ή μόνο με τον ηλεκτροκινητήρα ή και τους δύο ταυτόχρονα.

Τα «ήπια» και πλήρως υβριδικά οχήματα επιτυγχάνουν μεγάλα οφέλη στην εξοικονόμηση καυσίμου και στις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Παρά το γεγονός ότι τα παρόντα υβριδικά οχήματα δεν φορτίζονται με εξωτερικά μέσα, τα επόμενα χρόνια αναμένεται να κατασκευαστούν εξωτερικά φορτιζόμενα υβριδικά οχήματα.

Ένα **πλήρως υβριδικό** σύστημα, συμπεριλαμβανομένου και του συστήματος 'Hybrid Synergy Drive' της Toyota που χρησιμοποιείται στο μοντέλο Prius, έχει την δυνατότητα να κινεί το όχημα μόνο με τον βενζινοκινητήρα ή μόνο με τον ηλεκτροκινητήρα ή και τους δύο ταυτόχρονα.

Το σύστημα της Toyota ,το οποίο έχει παραχωρηθεί μερικώς και στην Ford και έχει εγκατασταθεί στο υβριδικό μοντέλο Escape, χρησιμοποιεί μια συσκευή «κατανομής ισχύος» που συνεχώς μεταβάλλει την κατανομή ισχύος που διατίθεται από τον κινητήρα για την κίνηση του οχήματος και την κίνηση της ηλεκτρογεννήτριας. Στην συνέχεια η γεννήτρια τροφοδοτεί τον ηλεκτροκινητήρα ο οποίος με την σειρά του κινεί και αυτός το όχημα όταν απαιτείται. Το σύστημα είναι πολύπλοκο, όμως με την χρήση του επιτυγχάνεται μεγάλη ενεργειακή αποδοτικότητα μέσω της συνεχούς λειτουργίας του βενζινοκινητήρα σε αποδοτικό αριθμό στροφών.

Όταν δεν απαιτείται όλη η παραγόμενη ισχύς του κινητήρα για την κίνηση του οχήματος, αυτή η περίσσεια ισχύος χρησιμοποιείται για την φόρτιση των μπαταριών. Οι μπαταρίες φορτίζονται επίσης και από την ανάκτηση ενέργειας κατά το φρενάρισμα του οχήματος. Σε συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου και σε χαμηλές ταχύτητες (όταν ο βενζινοκινητήρας είναι μη αποδοτικός), ο κινητήρας σβήνει και ο ηλεκτροκινητήρας τροφοδοτούμενος από τις μπαταρίες αναλαμβάνει να κινήσει το όχημα.

Το σύστημα που έχει εγκατασταθεί στο υβριδικό μοντέλο με κίνηση στους 4 τροχούς Lexus RX400h, είναι παρόμοιο αλλά διαθέτει δυο ηλεκτρικές μηχανές, μια για του εμπρός και μια για τους πίσω τροχούς..

Παρά το γεγονός ότι προς το παρόν κανένα από τα υβριδικά οχήματα παραγωγής δεν φορτίζεται με εξωτερικά μέσα, τα επόμενα χρόνια αναμένεται να κατασκευαστούν **εξωτερικά φορτιζόμενα υβριδικά οχήματα** που θα συνδέονται με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Τα οχήματα αυτά θα έχουν μεγαλύτερες μπαταρίες από τα υπάρχοντα υβριδικά και θα εξασφαλίζουν μεγαλύτερη αυτονομία κίνησης του οχήματος με ηλεκτρική ενέργεια. Το Toyota Prius για παράδειγμα, μπορεί να διανύσει μόνο 2 έως 3 χιλιόμετρα χρησιμοποιώντας μόνο την μπαταρία χωρίς αυτή να φορτίζεται. Οι χρήστες των οχημάτων αυτών δεν θα χρειάζεται οπωσδήποτε να συνδέουν τις μπαταρίες με την παροχή ρεύματος, αλλά σε περίπτωση που επιλέξουν την δυνατότητα αυτή, θα έχουν σημαντική αυτονομία κίνησης του οχήματος με ηλεκτρική ενέργεια (πιθανόν 50 έως 65 χιλιόμετρα ανά φόρτιση). Επομένως με τον τρόπο αυτό οι χρήστες θα επιτυγχάνουν περαιτέρω εξοικονόμηση καυσίμων



και θα προστατεύουν το περιβάλλον, τουλάχιστον σε αστικό και τοπικό επίπεδο δεδομένου ότι με τον ηλεκτρισμό το όχημα δεν εκπέμπει ρύπους, όμως οι ρύποι αυτοί εκπέμπονται στην περιοχή που βρίσκεται η θερμική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παρούσα έλλειψη εξωτερικά φορτιζόμενων υβριδικών οχημάτων στην αγορά, είναι πιθανό να οφείλεται εν μέρει στην επιδίωξη των κατασκευαστών να γίνει σαφής διαχωρισμός των υβριδικών οχημάτων και των κλασικών ηλεκτρικών οχημάτων στην αγοραστική συνείδηση των καταναλωτών.

### **Η αγορά των υβριδικών οχημάτων**

Μερικά από τα πιο σύγχρονα υβριδικά αυτοκίνητα πωλούνται ως υψηλού σχεδιασμού και επιδόσεων παραλλαγές των συμβατικών αυτοκινήτων

Εκτός από τα υβριδικά μοντέλα αυτοκινήτων που προαναφέρθηκαν παραπάνω, το μοντέλο Lexus παρουσιάζει ενδιαφέρουσα προοπτική στην αγορά: Τα πρώτα υβριδικά αυτοκίνητα προωθούνταν και πωλούνταν κατά κύρια βάση με έμφαση στην περιβαλλοντική τους απόδοση, αφήνοντας κατά μέρος τα υπόλοιπα εξωτερικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά τους (αναλογιστείτε την «διαστημική» μορφή του Insight και την ασυνήθιστη όψη του πρώτου Prius), ενώ το Lexus προωθείται ως μια υψηλού σχεδιασμού και επιδόσεων παραλλαγή του μοντέλου RX300.

Το υβριδικό Honda Accord IMA (που κυκλοφόρησε στις ΗΠΑ το τέλος του 2004 αλλά δεν διατίθεται ακόμη στην Ευρώπη) προωθήθηκε από την Honda ως το αυτοκίνητο που έχει “την δύναμη και τις επιδόσεις του σύγχρονου κινητήρα V6 240 ίππων του Accord και ταυτόχρονα την οικονομία καυσίμου ενός μικρού τετρακύλινδρου Civic”.

Τα δύο αυτά μοντέλα δείχνουν ένα μέλλον στο οποίο τα υβριδικά οχήματα θα γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλή και θα πωλούνται με κριτήριο την συνολική τους απόδοση και λειτουργικότητα κατά την αρχή: «τι επιδόσεις έχουν» αντί του «τι τεχνολογία χρησιμοποιούν» που εν πολλοίς ισχύει σήμερα.

### **Περιβαλλοντική Απόδοση**

Τα υβριδικά οχήματα εκπέμπουν λιγότερο CO<sub>2</sub> από τα αντίστοιχα συμβατικά οχήματα.

Με εκπομπές CO<sub>2</sub> στα 80g/km, το Honda Insight παρουσιάζει τις μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> από κάθε όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης που κυκλοφορεί στην παγκόσμια αγορά, ενώ αντίστοιχα με εκπομπές CO<sub>2</sub> 104g/km, το Prius έχει τις χαμηλότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> από κάθε άλλο αυτοκίνητο ευρείας παραγωγής με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Συνεπώς είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς τον λόγο για τον οποίο τα υβριδικά αυτοκίνητα έχουν προκαλέσει τόση αίσθηση στον τομέα της αυτοκίνησης και της προστασίας του περιβάλλοντος τα τελευταία 8 χρόνια. Οι εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές του Prius είναι οι πιο εντυπωσιακές, αν αναλογιστούμε ότι

Μερικοί ισχυρίζονται ότι οι πραγματικές τιμές κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών CO<sub>2</sub> των υβριδικών είναι υψηλότερες από αυτές που ορίζει ο κατασκευαστής

Τα υβριδικά αυτοκίνητα κοστίζουν περισσότερο όμως παρουσιάζουν σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου και φοροαπαλλαγές σε πολλές χώρες. Επίσης παρουσιάζουν σημαντική οικονομία για όσους διανύουν πολλά χιλιόμετρα ετησίως.

Αν και υπάρχουν λίστες αναμονής για τα περισσότερα υβριδικά αυτοκίνητα, οι πωλήσεις τους παραμένουν ακόμη χαμηλές

πρόκειται για ένα 5θέσιο οικογενειακό αυτοκίνητο και παρόλα αυτά παρουσιάζει χαμηλότερες εκπομπές από μικρά αυτοκίνητα Diesel όπως το Toyota Yaris, το Citroen C2 και το VW Lupo. Επίσης τα περισσότερα υβριδικά αυτοκίνητα εκπέμπουν σημαντικά λιγότερους ρύπους ακόμα και από το πιο πρόσφατο Ευρωπαϊκό πρότυπο εκπομπών ρύπων 'Euro IV'.

Κατά καιρούς έχουν υπάρξει κριτικές ότι τα υβριδικά οχήματα στην πράξη δεν επιτυγχάνουν τόσο χαμηλή κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO<sub>2</sub>- τουλάχιστον όχι τόσο χαμηλές ονομαστικές τιμές όσες ορίζει ο κατασκευαστής. Όμως το πρόβλημα αυτό είναι σύνηθες σε όλα τα οχήματα ανεξαρτήτως τεχνολογίας και ακόμα δεν είναι σαφές εάν υπάρχει διαφορετική απόκλιση των πραγματικών από τις επίσημες ονομαστικές τιμές των υβριδικών οχημάτων σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών CO<sub>2</sub> των συμβατικών οχημάτων.

### Οικονομική Απόδοση

Τα υβριδικά αυτοκίνητα πωλούνται σε υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με τα μη υβριδικά όμως υπερέχουν σημαντικά στην εξοικονόμηση καυσίμου και επομένως χρημάτων. Στις περισσότερες χώρες της Ε.Ε όπως και στις ΗΠΑ, παρέχονται κίνητρα και/ή φοροαπαλλαγές για την αγορά υβριδικών αυτοκινήτων. Τα αυτοκίνητα αυτά είναι ιδιαίτερος ελκυστικός από πλευράς οικονομικής απόδοσης για όσους διανύουν πολλά χιλιόμετρα ετησίως.

Από την πλευρά των κατασκευαστών αυτοκινήτων η οικονομική αποδοτικότητα των υβριδικών οχημάτων είναι ασαφής, τουλάχιστον σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα, αφού πολλοί ειδικοί πιστεύουν πως οι κατασκευαστές ζημιώνονται από την διαδικασία παραγωγής και πώλησης υβριδικών οχημάτων. Παρόλα αυτά οι τιμές των υβριδικών οχημάτων αναμένεται να μειωθούν καθώς θα αυξάνεται ο όγκος παραγωγής των οχημάτων αυτών.

### Διείσδυση Υβριδικών στην Αγορά

Οι πωλήσεις των υβριδικών αυτοκινήτων παραμένουν σε σχετικά χαμηλό επίπεδο συγκρινόμενα με τα συμβατικά αυτοκίνητα, ενώ οι πωλήσεις επιβραδύνονται και από ελλείψεις στην προσφορά υβριδικών η οποία είναι μικρότερη από την αντίστοιχη ζήτηση. Ως συνέπεια του γεγονότος αυτού, σε πολλές χώρες στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ παρατηρούνται λίστες αναμονής για την αγορά υβριδικών αυτοκινήτων. Η Toyota έχει πουλήσει 300.000 μοντέλα Prius από την στιγμή που παρουσίασε το μοντέλο πρώτης γενιάς στην Ιαπωνία το 1997, κάνοντάς το μακράν το υβριδικό αυτοκίνητο με τις μεγαλύτερες πωλήσεις παγκοσμίως.

## Υγραεριοκίνητα Οχήματα

### Εισαγωγή

Το υγραέριο είναι μίγμα προπανίου και βουτανίου

Το υγραέριο ή LPG αποτελείται από ένα μίγμα προπανίου ( $C_3H_8$ ) και βουτανίου ( $C_4H_{10}$ ). Η αναλογία των αερίων αυτών στο μίγμα του υγραερίου διαφέρει από χώρα σε χώρα, αλλά συνήθως το προπάνιο αποτελεί το 80 με 95% του μίγματος υγραερίου. Το υγραέριο παράγεται με δυο τρόπους: ως απόσταγμα από την διύλιση του αργού πετρελαίου και ως παραπροϊόν της εξόρυξης από κοιτάσματα αερίου μαζί με φυσικό αέριο.

### Υγραεριοκίνητα Οχήματα

Τα υγραεριοκίνητα οχήματα είναι παρόμοια με τα βενζινοκίνητα αλλά με διαφορετικό σύστημα αποθήκευσης και διανομής καυσίμου

Τα οχήματα που κινούνται με υγραέριο είναι παρόμοια με τα συνηθισμένα οχήματα που κινούνται με βενζίνη αλλά διαφέρουν στην αποθήκευση και την παροχή του καυσίμου στο όχημα. Είναι χαρακτηριστικό ότι, οι περισσότεροι οδηγοί δεν παρατηρούν την διαφορά ανάμεσα σε ένα όχημα που κινείται με βενζίνη και σε ένα αντίστοιχο που κινείται με υγραέριο. Το υγραέριο σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης είναι αέριο όμως υγροποιείται σε σχετικά μέτριες πιέσεις (περίπου 20 bar). Για τον λόγο αυτό, το υγραέριο αποθηκεύεται μέσα σε δεξαμενές των οχημάτων, σε υγροποιημένη μορφή και σε πίεση περίπου 25 bar, αλλά παροχετεύεται στον κινητήρα σαν αέριο.

Τα περισσότερα είναι διπλού καυσίμου: έχουν ντεπόζιτο βενζίνης και υγραερίου

Η πλειοψηφία των υγραεριοκίνητων οχημάτων στην Ευρώπη είναι διπλού καυσίμου: διαθέτουν δεξαμενή υγραερίου και βενζίνης και έτσι έχουν την δυνατότητα να κινούνται με ένα από τα δύο καύσιμα με το απλό πάτημα ενός διακόπτη. Με τον τρόπο αυτό εξαλείφεται ο κίνδυνος να μείνει το όχημα χωρίς καύσιμα σε περιοχές όπου δεν υπάρχει υποδομή για ανεφοδιασμό του οχήματος με υγραέριο. Παρόλα αυτά πολλοί ειδικοί υποστηρίζουν ότι οι κινητήρες που κινούνται αποκλειστικά με υγραέριο (μονού καυσίμου) μπορούν να επιτύχουν μικρότερη κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές ρύπων.

Οι επιδόσεις και η ισχύς των οχημάτων με υγραέριο είναι παρόμοιες με αυτές των βενζινοκίνητων.

Οι επιδόσεις στον δρόμο και η ισχύς των οχημάτων που κινούνται με υγραέριο είναι παρόμοιες με αυτές των βενζινοκίνητων οχημάτων και κατά την οδήγηση υπάρχουν λίγες διακριτές διαφορές ανάμεσά τους. Όμως ένα υγραεριοκίνητο όχημα συνήθως καταναλώνει 20 έως 25% περισσότερο καύσιμο ανά μονάδα ενέργειας από ένα αντίστοιχο που κινείται με βενζίνη και περίπου 30 έως 40% περισσότερο από ένα Diesel.

Η κατανάλωση καυσίμου είναι μεγαλύτερη σε σχέση τα βενζινοκίνητα και τα Diesel

Οι δεξαμενές αποθήκευσης (ντεπόζιτα) του υγραερίου είναι

Τα ντεπόζιτα αποθήκευσης του υγραερίου συνήθως έχουν κυλινδρικό σχήμα ή σχήμα όμοιο με την ρεζέρβα του αυτοκινήτου

κυλινδρικές και τοποθετούνται στον σκελετό του οχήματος ή στο κύριο μέρος των μικρών φορτηγών με το μειονέκτημα του ότι καταλαμβάνουν πολύτιμο χώρο φόρτωσης. Μια εναλλακτική λύση αποτελούν τα ντεπόζιτα που έχουν κυκλικό σωληνοειδές σχήμα, όμοιο με την μορφή της ρεζέρβας του αυτοκινήτου. Στην περίπτωση αυτή το ντεπόζιτο εγκαθίσταται στον χώρο της ρεζέρβας, αν και στην περίπτωση αυτή ο επιπλέον τροχός πρέπει να τοποθετηθεί σε άλλο σημείο του σκελετού του αυτοκινήτου δεσμεύοντας και πάλι κάποιο χώρο. Σε μερικές χώρες το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με την χρήση μιας ειδικής συσκευής επείγουσας ανάγκης που φουσκώνει αυτόματα το ελαστικό και καταλαμβάνει λιγότερο χώρο σε σχέση με τον επιπλέον τροχό.

Συνήθως τα ντεπόζιτα υγραερίου που εγκαθίστανται στα αυτοκίνητα έχουν χωρητικότητα μεταξύ 15 και 25 λίτρων ενώ αυτά που εγκαθίστανται στα μικρά επαγγελματικά φορτηγά συχνά έχουν χωρητικότητα μέχρι 40 λίτρα. Τα λεωφορεία που κινούνται με υγραέριο διαθέτουν πολύ μεγαλύτερα ντεπόζιτα τοποθετημένα στην οροφή.

Τα περισσότερα βενζινοκίνητα οχήματα μπορούν να μετατραπούν σε υγραεριοκίνητα, όμως όχι τα Diesel

Τα περισσότερα βενζινοκίνητα οχήματα μπορούν να μετατραπούν σε υγραεριοκίνητα όμως η μετατροπή των πετρελαιοκίνητων σε γενικές γραμμές δεν είναι πρακτική εξαιτίας του αυξημένου κόστους και της περιπλοκότητας στην τοποθέτηση σπινθηριστών (μπουζί), αλλαγής του λόγου συμπίεσης του κινητήρα κλπ.

Τα οχήματα που έχουν υποστεί μετατροπή απαιτούν πρόσθετη εγγύηση

Κάθε μετατροπή ενός εργοστασιακού αυτοκινήτου σε υγραεριοκίνητο πρέπει να συνοδεύεται από μια πρόσθετη εγγύηση έτσι ώστε να καλύπτονται από κάθε άποψη οι όροι της εγγύησης που έχει θέσει ο κατασκευαστής και ενδεχομένως να ακυρώνονται λόγω της μετατροπής.

### **Ασφάλεια Οχημάτων Υγραερίου**

Η ποιότητα μετατροπής των εργοστασιακών αυτοκινήτων διαφέρει σημαντικά σε κάθε περίπτωση

Ενώ όλα τα οχήματα υγραερίου που διατίθενται από τους κατασκευαστές πληρούν υψηλά πρότυπα ποιότητας και ασφάλειας, όταν ένα παρόμοιο όχημα μετασκευάζεται η ποιότητα της μετασκευής αυτής διαφέρει σημαντικά σε κάθε περίπτωση. Ένα καλό υγραεριοκίνητο όχημα διαθέτει υψηλά πρότυπα ασφάλειας συμπεριλαμβανομένης και της σωστής και ασφαλούς τοποθέτησης του ντεπόζιτου υγραερίου έτσι ώστε αυτό να αντέχει τις πιέσεις μιας δυνατής σύγκρουσης. Στο ντεπόζιτο τοποθετούνται επίσης ασφαλιστικές βαλβίδες οι οποίες απελευθερώνουν ελεγχόμενα το υγραέριο σε περίπτωση υπερθέρμανσης. Ακόμη οι αγωγοί παροχής υγραερίου είναι κατασκευασμένοι από κατάλληλα υλικά και τοποθετούνται σε ασφαλή απόσταση από την εξάτμιση. Τέλος διαθέτουν αεροστεγές κάλυμμα στο ντεπόζιτο του υγραερίου που περικλείει τις βαλβίδες του ντεπόζιτου και προκαλεί εξαερισμό

των τυχόν διαρροών υγραερίου προς τον ατμοσφαιρικό αέρα κάτω από το όχημα.

Οι χρήστες που επιθυμούν να μετατρέψουν το όχημα τους ώστε αυτό να κινείται με υγραέριο πρέπει να επιλέγουν εταιρείες και συνεργεία πιστοποιημένα από επίσημους φορείς, οι οποίοι διασφαλίζουν ότι η εταιρεία ή το συνεργείο λειτουργεί με βάση τις απαραίτητες διατάξεις και κανονισμούς ασφαλείας για την σωστή μετατροπή του οχήματος.

Ένα καλό όχημα που κινείται με υγραέριο έχει ένα μικρό πλεονέκτημα σε σχέση με ένα βενζινοκίνητο.

### **Περιβαλλοντική Απόδοση**

Σε γενικές γραμμές είναι δύσκολη η συγκριτική αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η χρήση των διαφορετικών καυσίμων στα οχήματα (συμβατικά-υγραέριο), αφού συνήθως εξαρτάται από το συγκεκριμένο μοντέλο του κάθε οχήματος και τον αντίστοιχο εξοπλισμό του. Παρόλα αυτά, ένα «καθαρό» όχημα υγραερίου συγκρινόμενο με ένα παρόμοιο βενζινοκίνητο συνήθως εκπέμπει 5-10% λιγότερο CO<sub>2</sub>, και ελαφρώς λιγότερο ποσοστό HC και NOx.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των οχημάτων υγραερίου έχουν μειωθεί αφού τα συμβατικά οχήματα είναι πλέον πολύ «καθαρότερα»

Αντίστοιχα συγκρινόμενο με ένα όχημα Diesel, ένα όχημα υγραερίου συνήθως εκπέμπει περίπου την ίδια ή λίγο παραπάνω ποσότητα CO<sub>2</sub>, όμως ταυτόχρονα εκπέμπει πολύ λιγότερα σωματίδια και NOx αν το όχημα Diesel δεν διαθέτει εξοπλισμό επεξεργασίας των καυσαερίων [βλ. Τεχνολογίες μείωσης των αερίων ρύπων].

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των οχημάτων υγραερίου έναντι του πετρελαίου και της βενζίνης έχουν μειωθεί τα τελευταία χρόνια εξαιτίας του γεγονότος ότι τα συμβατικά οχήματα είναι πλέον πολύ λιγότερο ρυπογόνα.

### **Αγορά Υγραεριοκίνητων**

Στην Ελλάδα αντίθετα από ότι ισχύει σε πολλές χώρες της Ε.Ε, η διείσδυση οχημάτων υγραερίου παραμένει εξαιρετικά περιορισμένη. Μόνη εξαίρεση αποτελούσε ένας μικρός αριθμός επαγγελματικών οχημάτων ταξί, συνήθως μετασκευασμένων ώστε να κινούνται με υγραέριο ή διπλό καύσιμο. Ωστόσο όσο ανανεώνεται ο στόλος των ταξί, η χρήση τους τείνει να εγκαταλειφθεί καθώς τα σύγχρονα πετρελαιοκίνητα ταξί είναι πλέον οικονομικότερα και πιο φιλικά προς το περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα είναι ευκολότερα στην συντήρηση από τα μετασκευασμένα υγραεριοκίνητα.

### **Οικονομική Απόδοση**

Τα αποδοτικά οχήματα υγραερίου κοστίζουν περίπου 2.000 έως 2.500 € περισσότερο από τα αντίστοιχα βενζινοκίνητα, ενώ περίπου στο ίδιο ποσό ανέρχεται και μια καλή και σωστή μετατροπή. Το υγραέριο στην αγορά έχει μόλις την μισή τιμή

σε σχέση με την βενζίνη και το Diesel, όμως τα οχήματα που κινούνται με υγραέριο αποδίδουν λιγότερα χιλιόμετρα ανά λίτρο καυσίμου (δηλ. λιγότερα χιλιόμετρα ανά ποσότητα υγραερίου αντίστοιχης με 1 λίτρο βενζίνης ή diesel) και επομένως το συνολικό κόστος της κατανάλωσης υγραερίου συνήθως είναι περίπου το ίδιο ή ελαφρά μικρότερο από το πετρέλαιο Diesel και περίπου 20% μικρότερο από την βενζίνη.

## Οχήματα Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο αποτελείται σε μεγάλο ποσοστό από μεθάνιο, είναι ορυκτό καύσιμο και εξορύσσεται από μεγάλα υπόγεια κοιτάσματα

Τα οχήματα φυσικού αερίου είναι παρόμοια με τα βενζινοκίνητα οχήματα, αλλά με διαφορετικό εξοπλισμό αποθήκευσης και παροχής του καυσίμου.

Το φυσικό αέριο αποθηκεύεται επάνω στο όχημα ως συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) ή ως υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG)

Το συμπιεσμένο φυσικό αέριο είναι η πιο συνήθης επιλογή

### Εισαγωγή

Το φυσικό αέριο αποτελείται σε μεγάλο ποσοστό από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) και είναι το ίδιο αέριο που είναι ευρέως διαδεδομένο για χρήσεις θέρμανσης, μαγειρέματος κλπ. Για την ακρίβεια το φυσικό αέριο αποτελείται κατά 70 έως 90% μεθάνιο και το υπόλοιπο ποσοστό αποτελείται από αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Το φυσικό αέριο είναι ορυκτό καύσιμο που εξορύσσεται από πολύ μεγάλα υπόγεια κοιτάσματα όπως αυτά στην Βόρεια και στην Κασπία Θάλασσα.

Το βιοαέριο παράγεται από την αναερόβια χώνευση οργανικών υλικών και αποτελείται και αυτό κυρίως από μεθάνιο. Περισσότερες πληροφορίες για το βιοαέριο αναγράφονται στο κεφάλαιο αυτής της έκδοσης για τα Βιοκαύσιμα.

### Οχήματα Φυσικού Αερίου

Τα οχήματα φυσικού αερίου (NGV) διαθέτουν κινητήρες εσωτερικής καύσης με ανάφλεξη (εκτός από τα οχήματα μίγματος καυσίμου-βλ. παρακάτω) και είναι παρόμοια με τα βενζινοκίνητα οχήματα, αλλά με διαφορετικό εξοπλισμό αποθήκευσης και παροχής του καυσίμου.

Το φυσικό αέριο όταν συμπιέζεται δεν υγροποιείται και για τον λόγο αυτό αποθηκεύεται επάνω στο όχημα ως συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) υπό πολύ υψηλή πίεση, συνήθως 200 bar, ή ως κρυογονικά υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) σε θερμοκρασίες κάτω από  $-180^\circ\text{C}$ . Μεταξύ των δύο μορφών, συνηθέστερη είναι η αποθήκευση του αερίου ως συμπιεσμένο φυσικό αέριο εξαιτίας του κόστους και της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή του υγροποιημένου φυσικού αερίου και εξαιτίας των επαγόμενων προβλημάτων αεριοποίησης λόγω βρασμού κατά την διανομή και χρήση του υγροποιημένου φυσικού αερίου.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης του συμπιεσμένου φυσικού αερίου πρέπει να αντέχουν στις μεγάλες πιέσεις των 200 και πλέον bar και γι' αυτό τον λόγο κατασκευάζονται από παχύ και βαρύ χάλυβα. Αντίθετα οι δεξαμενές του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι πολύ ελαφρότερες- στην πραγματικότητα είναι μεγάλα ισοθερμικά δοχεία – όμως είναι ογκώδεις ώστε να περιέχουν κατάλληλο πάχος μόνωσης για την αποφυγή της θέρμανσης και βρασμού του υγροποιημένου φυσικού αερίου.

Επομένως η δεξαμενή αποθήκευσης των οχημάτων φυσικού αερίου είναι είτε βαριά είτε ογκώδης, γεγονός που σημαίνει το

φυσικό αέριο είναι ευκολότερο να εφαρμοστεί σε βαρέα οχήματα όπως σε μικρά ή μεγάλα φορτηγά και λεωφορεία.

Σε ορισμένες χώρες η ευνοϊκή φορολογική πολιτική για τα οχήματα φυσικού αερίου έχει οδηγήσει σε σημαντική διάδοση των οχημάτων αυτών.

### Συστήματα και Τεχνολογίες Φυσικού Αερίου

Υπάρχουν τρεις τύποι οχημάτων φυσικού αερίου: τα οχήματα που λειτουργούν αποκλειστικά με φυσικό αέριο, τα οχήματα διπλού καυσίμου που λειτουργούν με φυσικό αέριο ή βενζίνη και τα οχήματα μίγματος φυσικού αερίου και Diesel όπου τα ποσοστά των δύο καυσίμων μεταβάλλονται ανάλογα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπάρχουν σε όλους τους τύπους:

Τα οχήματα αποκλειστικής χρήσης φυσικού αερίου κατασκευάζονται έτσι ώστε να εκπέμπουν λιγότερους ρύπους

Τα οχήματα **αποκλειστικής χρήσης φυσικού αερίου** βελτιώνονται ώστε να λειτουργούν με υψηλότερες σχέσεις συμπίεσης, γεγονός που σε γενικές γραμμές οδηγεί σε μεγαλύτερη απόδοση του κινητήρα. Αυτό είναι δυνατό λόγω του ότι το φυσικό αέριο έχει μεγαλύτερο αριθμό οκτανίων<sup>1</sup> από την βενζίνη ή το πετρέλαιο και επομένως η σχέση συμπίεσης μπορεί να αυξηθεί χωρίς πρόκληση «χτυπημάτων» του κινητήρα. Επίσης στα οχήματα αποκλειστικής χρήσης φυσικού αερίου είναι δυνατή η χρήση καταλύτη ειδικά σχεδιασμένου έτσι ώστε να κατακρατεί το μεθάνιο πιο αποτελεσματικά από τους συνήθεις καταλύτες βενζίνης ή Diesel. Τα περισσότερα οχήματα φυσικού αερίου που διατίθενται από τους κατασκευαστές στην Ευρώπη είναι οχήματα αποκλειστικής χρήσης φυσικού αερίου.

Τα οχήματα φυσικού αερίου διπλού καυσίμου χρησιμοποιούν βενζίνη ή φυσικό αέριο για να αποφεύγεται ο κίνδυνος εξάντλησης των καυσίμων του οχήματος

Πολλά επαγγελματικά αυτοκίνητα και μικρά φορτηγά έχουν κινητήρες **διπλού καυσίμου** κυρίως για να αποφεύγεται ο κίνδυνος εξάντλησης των καυσίμων σε περίπτωση που δεν υπάρχει κάποιος κοντινός σταθμός ανεφοδιασμού με φυσικό αέριο. Αυτό συνήθως αποτελεί πρόβλημα στα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα επειδή δεν έχουν την δυνατότητα να εφοδιάζονται με μεγάλα ντεπόζιτα φυσικού αερίου και επειδή τα χαρακτηριστικά χρήσης τους συχνά μεταβάλλονται και είναι περισσότερο απρόβλεπτα από αυτά των μεγάλων φορτηγών και λεωφορείων. Τα οχήματα φυσικού αερίου διπλού καυσίμου όμως δεν μπορούν να βελτιωθούν ώστε να λειτουργούν ως οχήματα αποκλειστικής χρήσης φυσικού αερίου και για τον λόγο αυτό δεν έχουν την δυνατότητα σημαντικής μείωσης των καυσαερίων τους.

<sup>1</sup> Ο αριθμός οκτανίου ενός καυσίμου περιγράφει μία ιδιότητα της καύσης του: την αντικρουστική ικανότητα καύσης του ή πιο απλά την ικανότητά του να καίγεται ομαλά σε υψηλότερες σχέσεις συμπίεσης χωρίς προανάφλεξη του καυσίμου που προκαλεί «χτυπήματα» του κινητήρα.



Τα οχήματα φυσικού αερίου με μίγμα καυσίμου λειτουργούν με ένα μίγμα φυσικού αερίου και πετρελαίου

Οι κινητήρες **μίγματος φυσικού αερίου-πετρελαίου** έχουν τα πλεονεκτήματα των κινητήρων Diesel, οι οποίοι είναι πιο αποδοτικοί σε χαμηλά φορτία λόγω των μειωμένων απωλειών στην διαδικασία έγχυσης και καύσης του καυσίμου στους κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση (αυτανάφλεξη). Το πετρέλαιο αναφλέγεται με συμπίεση και δρα σαν βοηθητική πηγή ανάφλεξης του φυσικού αερίου. Σε χαμηλά φορτία (π.χ. με την μηχανή κοντά στο «ρελαντί») οι κινητήρες με μίγμα αερίου-πετρελαίου λειτουργούν κυρίως ή αποκλειστικά με πετρέλαιο, όμως σε υψηλότερα φορτία χρησιμοποιούν ένα μίγμα των δύο καυσίμων με περίπου 80 έως 90% φυσικό αέριο για πολύ υψηλά φορτία. Μια μικρή ποσότητα πετρελαίου πάντα ψεκάζεται στον θάλαμο καύσης, αφού οι κινητήρες μίγματος φυσικού αερίου πετρελαίου αναφλέγονται με συμπίεση.

### Περιβαλλοντική Απόδοση

Τα οχήματα φυσικού αερίου συνήθως παράγουν λιγότερους ρύπους από τα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα

Τα οχήματα φυσικού αερίου σε γενικές γραμμές είναι πολύ φιλικά προς το περιβάλλον αναφορικά με τις εκπομπές αερίων ρύπων, δηλ. τις εκπομπές που επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία όπως τα ιπτάμενα σωματίδια (PM), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>) και των καρκινογόνων υδρογονανθράκων (HC). Τα οχήματα φυσικού αερίου έχουν σχεδόν μηδενικές εκπομπές σωματιδίων γεγονός που τους δίνει μεγάλο πλεονέκτημα έναντι των πετρελαιοκίνητων και αποτελεί έναν από τους βασικούς λόγους αντικατάστασης βαρέων οχημάτων diesel με αντίστοιχα φυσικού αερίου.

Οι εκπομπές μεθανίου μπορεί να είναι υψηλές εάν δεν έχει εγκατασταθεί κατάλυτης μεθανίου στο όχημα

Το μεθάνιο είναι και αυτό ένας υδρογονάνθρακας όμως συνήθως αντιμετωπίζεται διαφορετικά σε σχέση με τους υπόλοιπους υδρογονάνθρακες, αφού δεν είναι επιβλαβές για την ανθρώπινη υγεία αλλά είναι ένα από τα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Για αυτόν τον λόγο, αναφορικά με τα οχήματα φυσικού αερίου, συχνά αναφέρονται εκπομπές “μη μεθανιούχων υδρογονανθράκων” αντί απλά εκπομπές υδρογονανθράκων γενικώς.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα οχήματα που χρησιμοποιούν αποκλειστικά φυσικό αέριο συνήθως έχουν καταλύτες μεθανίου σχεδιασμένους κατάλληλα ώστε να κατακρατούν και να αφαιρούν τις σχετικά υψηλές εκπομπές μεθανίου που εκπέμπουν τα οχήματα αυτά. Οι καταλύτες μεθανίου δεν μπορούν να εγκατασταθούν σε οχήματα διπλού καυσίμου ή μίγματος καυσίμων και συνεπώς τα οχήματα αυτά είναι προβληματικά όσον αφορά τις εκπομπές μεθανίου και στην επιβάρυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Ένα όχημα φυσικού αερίου εκπέμπει λιγότερο CO<sub>2</sub> σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα. Όμως για χρήση μέσα στην πόλη οι εκπομπές CO<sub>2</sub> ενός οχήματος φυσικού αερίου είναι περίπου όσο ενός αντίστοιχου diesel

Τα οχήματα με μίγμα πετρελαίου και αερίου μετατρέπονται σχεδόν ολοκληρωτικά σε οχήματα πετρελαίου όταν κυκλοφορούν μέσα στην πόλη (σε χαμηλά φορτία)

Τα οχήματα φυσικού αερίου κοστίζουν περισσότερο από τα Diesel αλλά το κόστος για τα καύσιμα τους είναι μικρότερο

Ένα όχημα φυσικού αερίου που λειτουργεί σε σχετικά υψηλά φορτία συνήθως εκπέμπει περίπου 20% λιγότερο CO<sub>2</sub> από ένα παρόμοιο όχημα που λειτουργεί με βενζίνη και 5 έως 10% λιγότερο CO<sub>2</sub> από ένα Diesel. Πολλές φορές όμως και ιδιαίτερος σε συνθήκες αστικού κυκλοφοριακού φόρτου, το πλεονέκτημα αποδοτικότητας των κινητήρων Diesel σε χαμηλά φορτία αναιρεί το παραπάνω πλεονέκτημα των οχημάτων φυσικού αερίου με αποτέλεσμα τα οχήματα Diesel και φυσικού αερίου στην περίπτωση αυτή να εμφανίζουν παρόμοια επίπεδα εκπομπών CO<sub>2</sub>

Όσον αφορά τα πλεονεκτήματα στις εκπομπές CO<sub>2</sub> των οχημάτων diesel και φυσικού αερίου, αυτά οφείλονται σε δυο διαφορετικούς λόγους: οι κινητήρες diesel είναι πιο αποδοτικοί (κινητική ενέργεια ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας των καυσίμων) και αντίστοιχα η καύση του φυσικού αερίου παράγει λιγότερο CO<sub>2</sub> ανά μονάδα καταναλισκόμενης ενέργειας εξαιτίας της χαμηλότερης αναλογίας άνθρακα και υδρογόνου στην μοριακή του δομή.

Δυστυχώς τα οχήματα που κινούνται με μίγμα πετρελαίου και φυσικού αερίου, μετατρέπονται σχεδόν ολοκληρωτικά σε οχήματα πετρελαίου όταν κυκλοφορούν μέσα στην πόλη (σε χαμηλά φορτία), όπως εξηγήθηκε παραπάνω. Δηλαδή, ακριβώς εκεί όπου τα πλεονεκτήματα των μειωμένων αέριων ρύπων που παρουσιάζουν τα οχήματα που κινούνται με φυσικό αέριο είναι σημαντικότερα. Για τον λόγο αυτό, η εκτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός οχήματος μίγματος πετρελαίου-φυσικού αερίου πρέπει να γίνεται προσεκτικά και ιδιαίτερος όταν τα μόνα διαθέσιμα δεδομένα εκπομπών ρύπων αφορούν το σύνολο των εκπομπών του πρότυπου κύκλου δοκιμής εντός αλλά και εκτός πόλης αθροιστικά.

### Οικονομική Απόδοση

Όπως και τα άλλα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων, τα οχήματα φυσικού αερίου χαρακτηρίζονται και αυτά από υψηλότερο κόστος αγοράς αλλά από χαμηλότερο κόστος καυσίμων. Επιπρόσθετα το κόστος για την κατασκευή ενός σταθμού ανεφοδιασμού οχημάτων φυσικού αερίου είναι επίσης υψηλό (αρκετά υψηλότερο από αυτούς του υγραερίου) και οι σταθμοί αυτοί είναι επιχειρηματικά βιώσιμοι μόνο όταν ανεφοδιάζουν ένα σχετικά υψηλό αριθμό οχημάτων. Το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντικό πρόβλημα στην διάδοση των οχημάτων φυσικού αερίου καθώς οι εταιρείες καυσίμων εμφανίζονται απρόθυμες να κατασκευάσουν σταθμούς ανεφοδιασμού με φυσικό αέριο μέχρι να υπάρξει επαρκής αριθμός σχετικών οχημάτων ενώ αντίστοιχα οι χρήστες εμφανίζονται απρόθυμοι να αγοράσουν οχήματα φυσικού αερίου μέχρι να υπάρξει ικανοποιητικό δίκτυο με σταθμούς ανεφοδιασμού.

## Διείσδυση Οχημάτων Φυσικού Αερίου στην Αγορά

Σήμερα  
κυκλοφορούν  
παγκοσμίως  
περίπου 4  
εκατομμύρια  
οχήματα φυσικού  
αερίου

Σύμφωνα με στοιχεία του Παγκοσμίου Συνδέσμου Οχημάτων Φυσικού Αερίου, σήμερα κυκλοφορούν παγκοσμίως περίπου 4 εκατομμύρια τέτοια οχήματα εκ των οποίων, 1,4 εκατομμύρια οχήματα στην Αργεντινή και 1 εκατομμύριο στην Βραζιλία. Στην Ευρώπη ο μεγαλύτερος στόλος οχημάτων φυσικού αερίου παρουσιάζεται στην Ιταλία με 420.000 οχήματα και ακολουθούν η Γερμανία και η Ιρλανδία με 27.000 και 10.000 οχήματα αντιστοίχως. Στην Μαδρίτη κυκλοφορούν περισσότερα από 500 δημόσιας χρήσης οχήματα φυσικού αερίου ενώ στην Αθήνα κυκλοφορούν περισσότερα από 400 λεωφορεία φυσικού αερίου.

Οχήματα φυσικού αερίου σήμερα κατασκευάζουν πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες μεταξύ των οποίων οι Cummins, ERF, Ford, General Motors, Iveco, Volkswagen and Volvo.

Τα βιοκαύσιμα παράγονται από διάφορους τύπους βιομάζας. Τα κύρια βιοκαύσιμα είναι το βιοντήζελ και η βιοαιθανόλη.

Τα βιοκαύσιμα μπορούν να βοηθήσουν στην ενεργειακή αυτονομία, να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, και να προσφέρουν νέες αγορές για τους αγρότες.

Μια Οδηγία της ΕΕ θέτει στόχους για την χρήση των βιοκαυσίμων.

### Εισαγωγή

Βιοκαύσιμα λέγονται τα υγρά καύσιμα που παράγονται από διάφορες τύπους βιομάζας. Τα βιοκαύσιμα παράγονται από φυτικά υλικά, συγκεκριμένα είδη καλλιεργειών και από ανακυκλωμένα ή χρησιμοποιημένα σπορέλαια. Η χρήση των βιοκαυσίμων στα οχήματα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τον τομέα των μεταφορών. Επίσης, σε μεγάλο βαθμό, τα βιοκαύσιμα είναι ανανεώσιμα. Αντίθετα, τα συμβατικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές, βενζίνη και πετρέλαιο κίνησης, καθώς και τα αέρια καύσιμα, υγραέριο και συμπιεσμένο φυσικό αέριο, είναι όλα ορυκτά καύσιμα για αυτό και έχουν περιορισμένη διαθεσιμότητα.

Η χρήση των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών έχει γίνει πολύ επίκαιρη τα τελευταία χρόνια. Οι κύριες αιτίες για την προώθηση των βιοκαυσίμων είναι:

- Η συμβολή στην εξασφάλιση της προμήθειας ενέργειας;
- Η συμβολή στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- Η αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;
- Η διεύθυνση των αγροτικών οικονομιών σε νέες αγορές.

Για τους παραπάνω λόγους, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε την Οδηγία για τα Βιοκαύσιμα το 2003, που απαιτεί από τα Κράτη-Μέλη να θέσουν ενδεικτικούς στόχους για την χρήση βιοκαυσίμων αρχικά έως το 2005 και κατόπιν έως το 2010. Η Οδηγία περιελάμβανε 'τιμές αναφοράς' για τα Κράτη-Μέλη, ώστε να ληφθούν υπ' όψιν για τον προσδιορισμό του ζητούμενου στόχου – που υπολογίζεται σε μερίδιο βιοκαυσίμων 2% επί του συνολικού ετήσιου ποσού ορυκτών καυσίμων που διατίθεται για μεταφορές μέχρι το 2005, και 5,75% μέχρι το 2010.

Τα κύρια βιοκαύσιμα είναι το βιοντήζελ και η βιοαιθανόλη. Το βιοντήζελ είναι εναλλακτικό καύσιμο του πετρελαίου κίνησης ενώ η βιοαιθανόλη είναι πρόσθετο για τη βενζίνη ή υποκατάστατο. Τα Βιοκαύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλους τους τύπους των οχημάτων – αυτοκίνητα, μικρά φορτηγά, λεωφορεία, φορτηγά, και αγροτικά μηχανήματα.

## Βιοντήζελ

### Παραγωγή Βιοντήζελ

Το Βιοντήζελ παράγεται από σπορέλαια και ανακυκλωμένα μαγειρικά λάδια.

Το βιοντήζελ είναι μια γενική ονομασία για τους μεθυλεστέρες από οργανική πρώτη ύλη. Το βιοντήζελ μπορεί να παραχθεί από μια μεγάλη γκάμα σπορέλαιων όπως αυτό από ελαιοκράμβη, από ηλιοτρόπια, από σόγια και το λάδι από κοκκοφοίνικα. Επίσης μπορεί να παραχθεί από ζωικά λίπη και γράσα. Η ελαιοκράμβη είναι ένας από τους κύριους ελαιούχους καρπούς που παράγονται στην Ευρώπη, και είναι η πιο διαδεδομένη πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντήζελ. Το λάδι περνάει από μια χημική διεργασία (εστεροποίηση) και μετατρέπεται σε μεθυλεστέρα, ο οποίος έχει παρόμοιες προδιαγραφές καυσίμου με αυτές του πετρελαίου κίνησης. Το βιοντήζελ από ελαιοκράμβη ονομάζεται επίσης και μεθυλεστέρας από κραμβέλαιο (rape methyl ester, RME).

Η Ευρώπη είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντήζελ παγκοσμίως. Η συνολική Ευρωπαϊκή παραγωγή το 2004 εκτιμάται σε πάνω από 1,5 εκατ. τόνους, με τη Γερμανία και τη Γαλλία να είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί εντός της ΕΕ. Η Ιταλία, η Τσεχία και η Αυστρία δραστηριοποιούνται επίσης στην παραγωγή βιοντήζελ.

Τα σπορέλαια που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοντήζελ προέρχονται από συνηθισμένες καλλιέργειες που αναπτύσσονται με συμβατικές τεχνικές σε πολλά σημεία της Ευρώπης. Με σωστή διαχείριση, μπορούν να προκύψουν εναλλακτικές δυνατότητες καλλιέργειας, καθώς η παραγωγή βιοντήζελ από σπορέλαια ανοίγει μια νέα αγορά για τις περιφερειακές οικονομίες.

Η τεχνολογία για την παραγωγή βιοντήζελ είναι εμπορικά διαθέσιμη.

Η τεχνολογία για την παραγωγή βιοντήζελ από σπορέλαια είναι δοκιμασμένη και διαθέσιμη εμπορικά εδώ και αρκετά χρόνια. Για παράδειγμα, το βιοντήζελ παράγεται από την ελαιοκράμβη με μια απλή διεργασία εστεροποίησης, η οποία περιλαμβάνει αντίδραση των πολτοποιημένων καρπών με μικρές ποσότητες μεθανόλης, παρουσία καταλύτη. Το βιοντήζελ που προκύπτει, συνήθως αναμειγνύεται με συμβατικό πετρέλαιο κίνησης στο διυλιστήριο. Το βιοντήζελ μπορεί επίσης να παραχθεί από ανακυκλωμένα ή χρησιμοποιημένα μαγειρικά λάδια, και έτσι δίδεται μια χρήσιμη διέξοδος για την διάθεση αυτών των λαδιών, τα οποία αλλιώς, θα έπρεπε να διατεθούν με εναλλακτικό, περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο.

Το βιοντήζελ συνήθως χρησιμοποιείται σε μίγμα 5% με συμβατικό πετρέλαιο κίνησης.

### Μίγματα & Εγγυήσεις για τους κινητήρες

Το βιοντήζελ μπορεί να αντικαταστήσει τελείως το συμβατικό πετρέλαιο κίνησης ή να αναμειχθεί με αυτό σε διαφορετικές αναλογίες για χρήση σε πετρελαιομηχανές. Η πρακτική της ανάμειξης είναι πολύ συνηθισμένη σε πολλές χώρες, με το ποσοστό του 5% να είναι το συνηθέστερο, δηλ. 5% βιοντήζελ, 95% πετρέλαιο κίνησης.

Δεν χρειάζεται μετατροπή στον κινητήρα για χρήση μιγμάτων έως 5%.

Η χρήση μιγμάτων με περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 5% ακυρώνει πολλές εγγυήσεις κατασκευαστών.

Το βιοντήζελ από ελαιούχους σπόρους στοιχίζει περίπου δύο φορές όσο το συμβατικό πετρέλαιο.

Η χρήση 100% βιοντήζελ θα μείωνε τις εκπομπές του CO<sub>2</sub> κατά 40-50%.

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του βιοντήζελ μοιάζουν πολύ με του ορυκτού πετρελαίου και οι συμβατικοί κινητήρες δεν χρειάζονται μετατροπές για να χρησιμοποιούν μίγματα έως 5%. Στην πραγματικότητα, οι περισσότεροι σύγχρονοι κινητήρες μπορούν να λειτουργούν με μίγματα έως 30%, αλλά πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς η χρήση μιγμάτων με πάνω από 5% βιοντήζελ, μπορεί να ακυρώσει αρκετές από τις εγγυήσεις των κατασκευαστών.

Οι κατασκευαστές κινητήρων συνήθως συμφωνούν στη διατήρηση της εγγύησης όταν χρησιμοποιείται μίγμα βιοντήζελ έως 5%. Η χρήση μεγαλύτερης αναλογίας βιοντήζελ, μπορεί να μην υποστηρίζεται από τον κατασκευαστή. Σχεδόν όλοι οι σύγχρονοι πετρελαιοκινητήρες μπορούν να λειτουργήσουν με βιοντήζελ επιτυχώς, αλλά με μίγματα υψηλότερης αναλογίας από 30% κατ' όγκο μπορεί να παρουσιάσουν προβλήματα φθοράς των ελαστικών παρεμβυσμάτων και βουλώματος των ψεκαστήρων (injectors). Είναι σημαντικό, το βιοντήζελ να είναι υψηλής ποιότητας. Το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 590, για το πετρέλαιο κίνησης επιτρέπει ανάμειξη μέχρι 5% βιοντήζελ. Η χρήση 100% βιοντήζελ πρέπει να ικανοποιεί το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 14214.

### Διαθεσιμότητα και οικονομικά στοιχεία

Η παραγωγή βιοντήζελ από ελαιούχους σπόρους κοστίζει περίπου δύο φορές όσο η παραγωγή πετρελαίου κίνησης από συμβατικό πετρέλαιο. Τα πραγματικά κόστη εξαρτώνται από τα σχετικά κόστη της πρώτης ύλης για το βιοντήζελ και την τιμή του αργού πετρελαίου. Εάν ο φόρος καυσίμων είναι ίδιος και για το βιοντήζελ τότε η τιμή του γίνεται πολύ ακριβή. Η μείωση στη φορολογία είναι απαραίτητη για να γίνει η τιμή του ανταγωνιστική. Τέτοιες μειώσεις στην φορολογία είναι συνηθισμένες στην Ευρώπη και χρησιμοποιούνται σαν μέσα ενθάρρυνσης των προμηθευτών καυσίμων για την ανάπτυξη των βιοκαυσίμων και για την ενίσχυση της αγοράς. Η παραγωγή βιοντήζελ έχει ήδη ξεκινήσει σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες.

Το βιοντήζελ που παράγεται από χρησιμοποιημένα λάδια έχει σχετικά χαμηλότερη τιμή πρώτης ύλης. Αυτό κάνει οικονομικά συμφέρουσα την παραγωγή του με τα τρέχοντα φορολογικά κίνητρα. Όμως, η περιορισμένη διαθεσιμότητα χρησιμοποιημένων λαδιών καθώς και θέματα ποιότητας καυσίμου περιορίζουν τη παραγωγή αυτού του τύπου βιοντήζελ.

### Περιβαλλοντική Απόδοση

Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης βιοντήζελ σαν καύσιμο μεταφορών είναι ότι μπορεί να παρουσιάσει μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τη χρήση συμβατικού πετρελαίου. Η χρήση 100% βιοντήζελ (πράγμα σπάνιο) μπορεί να

Η χρήση  
μίγματος 5%  
μειώνει τις  
εκπομπές CO<sub>2</sub>  
κατά 2 με 2.5%

Το βιοντήζελ  
μπορεί να  
μειώσει και  
άλλους  
εκπεμπόμενους  
ρύπους.

μειώσει τις καθαρές εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 40-50%, αντίστοιχα η χρήση μίγματος 5% μειώνει το CO<sub>2</sub> κατά 2 – 2.5%.

Αυτοί οι υπολογισμοί βασίζονται σε ολοκληρωμένη ανάλυση του κύκλου ζωής, “life-cycle”, του βιοντήζελ – καλύπτοντας την καλλιέργεια των καρπών, την παραγωγή του βιοντήζελ και τη χρήση του βιοντήζελ στο όχημα. Στη θεωρία, το βιοντήζελ μπορεί να θεωρηθεί απαλλαγμένο από τον άνθρακα, καθώς ο άνθρακας που εκπέμπεται κατά την καύση έχει αρχικά δεσμευτεί κατά τη φάση της ανάπτυξης του καλλιεργούμενου φυτού. Στην πράξη όμως, η μείωση των εκπομπών από το βιοντήζελ που προέρχεται από ενεργειακές καλλιέργειες είναι μικρότερη, γιατί η ανάπτυξη και η καλλιέργεια των φυτών απαιτεί τη χρήση συμβατικών καυσίμων. Η χρήση του βιοντήζελ συμβάλλει στη δημιουργία εναλλακτικής επιλογής για τα καύσιμα μεταφορών στα πλαίσια της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στα πλαίσια των εθνικών πολιτικών για την αλλαγή του κλίματος.

Το βιοντήζελ μπορεί να μειώσει τις εκπομπές και κάποιων άλλων ρύπων από τα οχήματα, παρ’ όλο που αυτό εξαρτάται από τον τύπο του οχήματος και τις προδιαγραφές του καυσίμου. Το βιοντήζελ αποτελεί μια νέα ενεργειακή πηγή, αποσκοπώντας στη μείωση των εισαγωγών αργού πετρελαίου για την ενίσχυση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού στην Ευρώπη. Το βιοντήζελ βιοδιασπάται εύκολα και με ασφάλεια, ιδιότητα που του δίνει πλεονέκτημα για συγκεκριμένες χρήσεις, όπως καύσιμο για σκάφη που πλέουν σε οικολογικά ευαίσθητους υδροβιότοπους.

## **Βιοαιθανόλη**

### **Παραγωγή της Βιοαιθανόλης**

Η βιοαιθανόλη  
κυρίως  
παράγεται από  
ζαχαρότευτλα ή  
από σιτάρι.

Αυτή τη στιγμή η Βραζιλία και οι ΗΠΑ είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί βιοαιθανόλης ως καύσιμο μεταφορών παγκοσμίως, χρησιμοποιώντας το ζαχαροκάλαμο και το καλαμπόκι σαν πρώτη ύλη αντίστοιχα. Στην Ευρώπη, η βιοαιθανόλη κυρίως παράγεται από ζαχαρότευτλα και σιτάρι. Η Ισπανία, η Πολωνία και η Γαλλία κυριαρχούν στον τομέα της βιοαιθανόλης στην Ευρώπη με συνολική παραγωγή 500.000 τόνους το 2004. Η Σουηδία, η Αυστρία και η Γερμανία δραστηριοποιούνται επίσης στην παραγωγή βιοαιθανόλης.

Η πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης είναι συνηθισμένα προϊόντα από αγροτικές καλλιέργειες που αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας συμβατικές τεχνικές καλλιέργειας σε διάφορα μέρη της Ευρώπης. Η παραγωγή βιοαιθανόλης από αγροτικές καλλιέργειες μπορεί να αποτελέσει μια χρήσιμη νέα αγορά για τις περιφερειακές οικονομίες και να βοηθήσει την περιφερειακή ανάπτυξη.

Η τεχνολογία για την παραγωγή βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα και σιτάρι είναι εμπορικά διαθέσιμη.

Η βιοαιθανόλη μπορεί επίσης να παραχθεί από κутταρινούχα υλικά, αλλά αυτή η τεχνολογία δεν είναι ακόμα εμπορικά διαθέσιμη.

Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα 5% με την βενζίνη.

Το μίγμα 5% μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συμβατικές μηχανές χωρίς τροποποιήσεις.

Η βιοαιθανόλη παρασκευάζεται με τη ζύμωση των σακχάρων, του αμύλου ή της κυτταρίνης χρησιμοποιώντας μαγιά. Η επιλογή της πρώτης ύλης εξαρτάται από παράγοντες σχετικούς με το κόστος, την τεχνολογία και τα οικονομικά μεγέθη. Οι τεχνολογίες για την παραγωγή βιοαιθανόλης από αγροτικά προϊόντα που περιέχουν σάκχαρα και άμυλο είναι εμπορικά διαθέσιμες.

Κυτταρινούχα υλικά όπως αγροτικά και δασικά υπολείμματα, καθώς και οικιακά απορρίμματα που έχουν υποστεί διαλογή, θεωρούνται μελλοντικές πηγές πρώτης ύλης. Όμως, αυτά τα υλικά πρέπει να υδρολυθούν πριν ζυμωθούν, χρησιμοποιώντας πιο σύνθετη διεργασία από την αντίστοιχη για τα δημητριακά. Μακροπρόθεσμα, τα κυτταρινούχα υλικά θεωρούνται σαν πιθανή πηγή σακχάρων για την παραγωγή αιθανόλης και η χρήση τους μπορεί να επιφέρει περαιτέρω μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Παρ' όλα αυτά, η τεχνολογία για την παραγωγή βιοαιθανόλης δεν είναι ακόμα ώριμη και θα χρειαστεί τουλάχιστον 5 με 10 χρόνια μέχρι να φτάσει σε εμπορική διαθεσιμότητα.

### Μίγματα και Εγγυήσεις Οχημάτων

Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα 5% με βενζίνη σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 228. Η χρήση τέτοιου μίγματος δεν απαιτεί μετατροπή του κινητήρα. Οι ιδιοκτήτες οχημάτων που λειτουργούν με μίγματα βιοαιθανόλης πρέπει να ακολουθούν τις οδηγίες του κάθε κατασκευαστή. Κάποιοι κατασκευαστές οχημάτων προδιαγράφουν ως μέγιστη περιεκτικότητα βιοαιθανόλης σε μίγμα με βενζίνη το 5% κατ' όγκο, ενώ άλλοι προδιαγράφουν σαν μέγιστο ποσοστό το 10%. Αν αυτό το όριο ξεπεραστεί τότε δεν ισχύουν οι εγγυήσεις του οχήματος.

Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί 100% βιοαιθανόλη σε τροποποιημένους κινητήρες με ηλεκτρική ανάφλεξη παρ' όλο που για την αντιμετώπιση του προβλήματος της εκκίνησης σε χαμηλές θερμοκρασίες απαιτείται η χρήση ενός μικρού ποσοστού πτητικού καυσίμου – συνήθως βενζίνης.

Μίγμα 5% βιοαιθανόλης με βενζίνη κατ' όγκο σημαίνει 3,4% κατά αναλογία ενέργειας, εφόσον το ενεργειακό περιεχόμενο της βιοαιθανόλης είναι περίπου τα δύο τρίτα αυτού της βενζίνης.

Η χρήση οχημάτων πολλαπλών καυσίμων (flexible fuelled vehicles, FFVs), που είναι ειδικά σχεδιασμένα για τη χρήση βιοαιθανόλης σε διάφορες συγκεντρώσεις, είναι μια εναλλακτική προσέγγιση. Η Ford διαθέτει ένα μοντέλο FFV Focus βιοαιθανόλης στη Σουηδία. Η Saab και η Volvo σχεδιάζουν να κυκλοφορήσουν FFVs βιοαιθανόλης, που θα μπορούν να λειτουργούν με μίγμα 85% βιοαιθανόλης και 15% βενζίνη.



## Μετατροπές που απαιτούνται για μίγματα > 5%

Μίγματα με περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 5% σε βιοαιθανόλη απαιτούν μετατροπές στις ρυθμίσεις του κινητήρα.

Το σύστημα ελέγχου του κινητήρα θα χρειαστεί να αντεπεξέλθει στην μεγαλύτερη περιεκτικότητα οξυγόνου του καυσίμου.

Τα φίλτρα καυσίμου μπορεί να απαιτούν συχνότερο καθαρίσμα.

Η εκκίνηση με κρύο καιρό μπορεί να είναι προβληματική.

Οι εγγυήσεις των κατασκευαστών πρέπει να ελέγχονται πριν τη χρήση μιγμάτων με περιεκτικότητα >5%.

Ο αριθμός οκτανίου της βενζίνης ορίζεται σαν ο βαθμός αντίστασης του καυσίμου σε ανώμαλη (κρουστική) καύση – γνωστή και σαν προανάφλεξη ή ‘πυράκια’. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός οκτανίου, τόσο πιο απίθανο είναι η μηχανή να παρουσιάσει ‘πυράκια’. Τα ‘πυράκια’ προκαλούνται από ατελή καύση της βενζίνης εντός του κυλίνδρου, οπότε και εμφανίζεται ξαφνικός κτύπος στο πιστόνι, ο οποίος με την πάροδο του χρόνου προξενεί σημαντική ζημιά στον κινητήρα. Προσθέτοντας 10% βιοαιθανόλη στην βενζίνη, ο αριθμός οκτανίου της βενζίνης μεγαλώνει κατά 2 μονάδες. Για τον λόγο αυτό η βιοαιθανόλη ονομάζεται ‘βελτιωτικό οκτανίων’.

Η αναλογία **αέρα-καυσίμου** που απαιτείται για την βενζίνη, ώστε να έχουμε πλήρη καύση χωρίς περίσσεια αέρα είναι περίπου 14,6. Αυτό σημαίνει ότι απαιτούνται 14,6 kg αέρα για την πλήρη καύση 1 kg βενζίνης.

Ένα μίγμα καυσίμου με 10% βιοαιθανόλη φυσιολογικά θα έχει μια περιεκτικότητα σε οξυγόνο περίπου 3,5% η οποία και επηρεάζει την αναλογία αέρα-καυσίμου. Για τον λόγο αυτό, είναι συνήθως απαραίτητο οι κινητήρες να έχουν μειωμένη αναλογία αέρα-καυσίμου ώστε να αντισταθμίζεται και το οξυγόνο που περιέχεται στην βιοαιθανόλη του μίγματος.

Τα συστήματα ελέγχου του κινητήρα, που διαθέτουν τα περισσότερα σύγχρονα αυτοκίνητα, μπορούν να ρυθμίσουν ηλεκτρονικά την αναλογία αέρα-καυσίμου ώστε να διατηρηθεί η σωστή αναλογία όταν η βιοαιθανόλη εισάγεται στον κινητήρα. Για κάποια οχήματα, το μέγιστο περιεχόμενο οξυγόνο που μπορούν να αντισταθμίσουν είναι 3,5% (δηλ. ένα μίγμα με 10% βιοαιθανόλη). Τα παλαιότερα οχήματα συνήθως δεν διαθέτουν ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου του κινητήρα, αντίθετα δουλεύουν με απλό καρμπυρατέρ. Έτσι η αναλογία αέρα-καυσίμου πρέπει να ρυθμίζεται με το χέρι ώστε να αντισταθμίζεται το αυξημένο οξυγόνο που υπάρχει στα καύσιμα με περιεκτικότητα σε βιοαιθανόλη.

Μπορεί να χρειαστεί συχνότερη αλλαγή των φίλτρων καυσίμου του οχήματος γιατί τα μίγματα βιοαιθανόλης μπορεί να μετακινήσουν στερεά υπολείμματα που βρίσκονται στα ντεπόζιτα καυσίμου και στις γραμμές τροφοδοσίας.

Τα μίγματα βιοαιθανόλης έχουν υψηλότερη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης από την 100% καθαρή βενζίνη, έτσι αυτά τα μίγματα παρουσιάζουν **μεγαλύτερη δυσκολία στην εκκίνηση** τον χειμώνα. Για τον λόγο αυτό κάποια οχήματα διαθέτουν ένα μικρό ντεπόζιτο που περιέχει καθαρή βενζίνη για την εκκίνηση του οχήματος κατά τους κρύους χειμώνες.

### Εγγυήσεις των οχημάτων

Κάποιοι κατασκευαστές οχημάτων προδιαγράφουν ότι η μέγιστη συγκέντρωση βιοαιθανόλης στο μίγμα πρέπει να είναι 5% κατ' όγκο, ενώ άλλοι φτάνουν έως το 10%. Οι ιδιοκτήτες των οχημάτων πρέπει να τηρούν αυτά τα όρια γιατί τυχόν υπέρβασή τους ακυρώνει τις εγγυήσεις του οχήματος.

Η διαχείριση της βιοαιθανόλης πρέπει να γίνεται με προσοχή.

### Διαχείριση του Καυσίμου

Ένα ακόμα ζήτημα είναι οι υδρόφιλες ιδιότητες της βιοαιθανόλης που μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στην διαχείριση, την αποθήκευση και την διανομή του καυσίμου. Το μίγμα βιοαιθανόλης με τη βενζίνη δεν μπορεί να αποθηκευτεί σε συμβατικές δεξαμενές αιωρούμενης οροφής και είναι δύσκολη η διανομή του μέσω των υπαρχόντων δικτύων λόγω της πιθανής νόθευσης του με καύσιμα αεροπορικών μεταφορών. Σαν συνέπεια, η ανάμειξη τείνει να γίνεται στους τερματικούς σταθμούς διανομής. Τα προβλήματα που προκύπτουν, ώστε να επιτευχθούν οι προδιαγραφές για την τάση ατμών όταν χρησιμοποιείται η βιοαιθανόλη, δημιουργεί πρόσθετα κόστη στους παραγωγούς των καυσίμων.

Η βιοαιθανόλη κοστίζει 2 έως 3 φορές περισσότερο από την βενζίνη.

### Οικονομικά δεδομένα & Διαθεσιμότητα

Η παραγωγή βιοαιθανόλης κοστίζει 2 με 3 φορές περισσότερο από την παραγωγή βενζίνης από αργό πετρέλαιο. Η τιμή εξαρτάται από το σχετικό κόστος της πρώτης ύλης για την παραγωγή βιοαιθανόλης και την τιμή του αργού πετρελαίου. Το κόστος παραγωγής επηρεάζεται επίσης από το υψηλό κόστος κεφαλαίου για τον παραγωγικό εξοπλισμό για τις διεργασίες της υδρόλυσης και της ζύμωσης. Εάν επιβληθεί ολόκληρος ο φόρος καύσιμου, η τιμή της βιοαιθανόλης είναι υψηλή, για αυτό χρειάζεται μια ελάττωση του φόρου ώστε να γίνει η τιμή ανταγωνιστική. Όπως και με το βιοντήζελ, τέτοιες μειώσεις είναι συχνές στην Ευρώπη, και χρησιμοποιούνται ως κίνητρα για την ενθάρρυνση και τη χρήση βιοαιθανόλης. Η παραγωγή βιοαιθανόλης έχει αρχίσει σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες.

Η χρήση βιοαιθανόλης μειώνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 50-60%.

### Περιβαλλοντικά Οφέλη από τη χρήση Βιοαιθανόλης

Το κύριο πλεονέκτημα της βιοαιθανόλης είναι ότι η χρήση της έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Από τη χρήση 100% βιοαιθανόλης προκύπτει μείωση 50-60% υπολογισμένη σε πλήρη κύκλο ζωής, σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση μιγμάτων είναι προφανώς μικρότερα. Για παράδειγμα από τη χρήση μίγματος 5% προκύπτει καθαρή μείωση 2,5-3%.

Όπως και με το βιοντήζελ, τα οφέλη στο θέμα της αλλαγής του

κλίματος θα εξαρτηθούν από την πρώτη ύλη που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 50-60% προκύπτει εάν η βιοαιθανόλη παράγεται από ζαχαρότευτλα και σιτάρι. Εάν χρησιμοποιούνται κυτταρινούχα υλικά η καθαρή μείωση μπορεί να είναι μεγαλύτερη – ίσως και μέχρι 75-80%. Αυτό συμβαίνει γιατί απαιτείται λιγότερη ενέργεια για την καλλιέργεια τέτοιων φυτών καθώς επίσης και από το γεγονός ότι κατά την φάση της παραγωγής χρησιμοποιούνται διεργασίες ενεργειακά πιο αποδοτικές, που επιτρέπουν και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η χρήση βιοαιθανόλης μπορεί να μειώσει και τις εκπομπές άλλων ρύπων.

Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι η παραγωγή βιοαιθανόλης είναι από μόνη της μια ενεργοβόρα διαδικασία και απαιτεί σημαντικά ποσά ενέργειας που παράγεται από συμβατικά καύσιμα. Όμως, είναι φανερό ότι η χρήση της βιοαιθανόλης μπορεί να βοηθήσει ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι των πολιτικών για την αποτροπή της κλιματικής αλλαγής.

Η χρήση βιοαιθανόλης μπορεί επίσης, να μειώσει τις εκπομπές και άλλων ρύπων από τα οχήματα, παρ' όλο που η μείωση αυτή εξαρτάται από τον τύπο του οχήματος και τις προδιαγραφές του καυσίμου.

### **Βιοαέριο**

Το βιοαέριο είναι κυρίως μεθάνιο και παράγεται από την αποσύνθεση απορριμμάτων.

Το βιοαέριο είναι ένα μίγμα αερίων, κυρίως μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση απορριμμάτων όπως τα οικιακά, τα βιομηχανικά και αγροτικά καθώς και από τους βιολογικούς καθαρισμούς.

Το βιοαέριο πρέπει να εμπλουτιστεί για να χρησιμοποιηθεί σε οχήματα.

Βιοαέριο παράγεται σε πάνω από 4.000 μονάδες στην Ευρώπη, κυρίως ΧΥΤΑ και βιολογικούς καθαρισμούς και συνήθως καίγεται σε αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως μπορεί να εμπλουτιστεί ώστε να φτάσει σε αντίστοιχη ποιότητα με αυτή του φυσικού αερίου –σε αυτή τη μορφή ονομάζεται Υποκατάστατο Φυσικό Αέριο (ΥΦΑ) - και τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για οχήματα.

Ο εμπλουτισμός του βιοαερίου περιλαμβάνει απομάκρυνση του CO<sub>2</sub>, που συνήθως αποτελεί το 30-45% του βιοαερίου αλλά λιγότερο από 1% του φυσικού αερίου, όπως επίσης και άλλων αερίων και ακαθαρσιών όπως το H<sub>2</sub>S που περιέχονται στο βιοαέριο σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις..

### **Περιβαλλοντική Απόδοση**

Το βιοαέριο πρακτικά είναι φυσικό αέριο, συνεπώς τα οχήματα που χρησιμοποιούν βιοαέριο παράγουν τους ίδιους ρύπους με αυτά των οχημάτων που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο [Βλέπε την παράγραφο για το Φυσικό Αέριο αυτής της έκδοσης]. Η χρήση βιοαερίου

Η χρήση του βιοαερίου μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Έως σήμερα, μόνο λίγες χιλιάδες οχήματα κινούνται με βιοαέριο παγκοσμίως.

όμως, προσφέρει και επιπλέον οφέλη σε σχέση με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, καθώς το βιοαέριο είναι ανανεώσιμο καύσιμο και σαν τέτοιο ελευθερώνει κατά την καύση του διοξείδιο του άνθρακα που όμως πριν, είχε δεσμευτεί από την ατμόσφαιρα. Επιπροσθέτως, η χρήση του βιοαερίου εξασφαλίζει ότι το μεθάνιο που παράγεται από τους ΧΥΤΑ και τους βιολογικούς καθαρισμούς (αέριο που συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου) συλλέγεται και δεν διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.

### **Διείσδυση στην Αγορά**

Το βιοαέριο χρησιμοποιείται σαν καύσιμο σε οχήματα στην Σουηδία, όπου ένα εθνικό πρότυπο ορίζει ότι το καύσιμο πρέπει να περιέχει κατ' ελάχιστο 95% μεθάνιο ενώ πιο πρόσφατα έχει αρχίσει και η χρήση του στην Ελβετία. Όμως, ο αριθμός οχημάτων που κινούνται με βιοαέριο παραμένει μικρός, με πιθανόν μόνο μερικές χιλιάδες οχήματα να τροφοδοτούνται με βιοαέριο παγκοσμίως.

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα δεν εκπέμπουν ρύπους και είναι σχεδόν αθόρυβα.

Πολλοί κατασκευαστές κυκλοφόρησαν νέα ΗΟ την δεκαετία του 90.

Τα ΗΟ έχουν μειωμένη απόδοση σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα, αλλά είναι κατάλληλα για συγκεκριμένες εφαρμογές.

Οι μπαταρίες των ΗΟ πρέπει να καλύπτουν διάφορα κριτήρια: η τέλεια μπαταρία δεν υπάρχει.

### Εισαγωγή

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα (ΗΟ), δεν εκπέμπουν ρύπους στην περιοχή χρήσης τους, είναι σχεδόν αθόρυβα και φθηνά στη χρήση. Τα πρώτα ΗΟ παρήχθησαν κατά το 1830 και βρίσκονται σε χρήση με διάφορες μορφές από τότε.

Την δεκαετία του 1990 πολλοί κατασκευαστές εκτελούσαν προγράμματα παραγωγής ΗΟ και διέθεταν νέα μοντέλα μεταξύ των οποίων ήτα οι εταιρείες Citroen, Ford, Honda, GM, Peugeot και Toyota. Όμως, ακόμα και μετά από σημαντική ερευνητική προσπάθεια, τα σύγχρονα ΗΟ έχουν μικρότερη αυτονομία και απόδοση συγκρινόμενα με οχήματα που χρησιμοποιούν βενζίνη ή πετρέλαιο κίνησης και έτσι οι πωλήσεις τους έχουν μείνει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα. Από το τέλος της δεκαετίας του 90 το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και οι περισσότερες ερευνητικές επενδύσεις έχουν μεταφερθεί από τα αμιγώς ΗΟ στα υβριδικά οχήματα, που συνδυάζουν ηλεκτροκινητήρες με κινητήρες εσωτερικής καύσης, ώστε να έχουν περισσότερη ισχύ και μεγαλύτερη αυτονομία. Παρ' όλα αυτά, τα ΗΟ είναι κατάλληλα για ορισμένες εφαρμογές και έχουν σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη που καθιστούν την χρήση τους σημαντική σε ορισμένες περιπτώσεις.

### Ιδιότητες των Μπαταριών

Οι πιο σημαντικές τεχνικές διαφορές μεταξύ των ΗΟ είναι στον τύπο των μπαταριών που χρησιμοποιούν. Ο ιδανικός τύπος μπαταρίας για ένα ΗΟ πρέπει να καλύπτει συγκεκριμένα κριτήρια απόδοσης: Πρέπει να έχει **υψηλή ειδική ενέργεια** (η ενέργεια που αποθηκεύεται προς τη μάζα της μπαταρίας, εκφρασμένη σε kWh/kg), **υψηλή ενεργειακή πυκνότητα** (η ενέργεια που αποθηκεύεται προς τον όγκο της μπαταρίας, εκφρασμένη σε kWh/m<sup>3</sup>) και **υψηλή ειδική ισχύ** (η μέγιστη παρεχόμενη ισχύ, εκφρασμένη σε W/kg). Πρέπει να έχουν **μεγάλη διάρκεια ζωής** (δηλ. πρέπει να μπορούν να φορτίζονται και να αποφορτίζονται πολλές φορές χωρίς σημαντική μείωση στην απόδοσή τους), **μικρό χρόνο επαναφόρτισης** και δυνατότητα **βαθύ κύκλου** (δηλ. να μπορούν να αποφορτίζονται πλήρως τακτικά χωρίς να χάνουν την λειτουργικότητά τους). Επίσης να μπορούν να λειτουργούν σε **μεγάλο εύρος θερμοκρασιών** και να είναι **ασφαλείς, ανακυκλώσιμες** και φθηνές.

Καμία μπαταρία δεν καλύπτει όλα τα παραπάνω κριτήρια, έτσι η επιλογή μπαταρίας για έναν κατασκευαστή ΗΟ περιλαμβάνει συμβιβασμούς. Οι πιο κοινοί τύποι μπαταριών για ΗΟ παρουσιάζονται παρακάτω:

### Τύποι Μπαταριών

Οι μπαταρίες οξέως-μολύβδου είναι φθηνές και δοκιμασμένες αλλά δίνουν περιορισμένη αυτονομία.

Μπαταρίες οξέως-μολύβδου χρησιμοποιήθηκαν στα πρώτα ΗΟ 170 χρόνια πριν και είναι ακόμα ο πιο συνηθισμένος τύπος μπαταρίας που χρησιμοποιείται έως σήμερα. Είναι φθηνές, εύκολα ανακυκλώσιμες και στα περισσότερα ΗΟ τέτοιες μπαταρίες μπορούν να επαναφορτιστούν περίπου σε 6 ώρες. Οι περισσότερες μπαταρίες αυτού του τύπου περιέχουν νερό και πρέπει να βρίσκονται σε όρθια θέση για να μην έχουν διαρροές, υπάρχει όμως και τύπος με ζελέ που δεν χρειάζεται να τοποθετείται όρθιος.

Όμως, οι μπαταρίες οξέως-μολύβδου έχουν χαμηλή ειδική ενέργεια και ενεργειακή πυκνότητα, για αυτό είναι μεγάλες και βαριές και παρέχουν περιορισμένη αυτονομία. Οι μπαταρίες οξέως-μολύβδου δεν πρέπει να αποφορτίζονται περισσότερο από το 80% του 'βάθους αποφόρτισης' αλλιώς μειώνεται ο χρόνος ζωής τους. Αυτές οι μπαταρίες χρησιμοποιούνται σε πολλά ΗΟ συμπεριλαμβανομένων των REVA, GM's EV1 (Mk 1) και αρκετά ηλεκτροκίνητα σκούτερ.

Οι μπαταρίες Ni-Cd δίνουν μεγαλύτερη αυτονομία αλλά είναι ακριβές και σύντομα θα απαγορευτούν από την ΕΕ.

Οι μπαταρίες νικελίου-καδμίου (Ni-Cd ή nicad) επίσης χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια. Έχουν υψηλότερη ειδική ενέργεια και πυκνότητα από τις μπαταρίες οξέως-μολύβδου. Οι μπαταρίες Ni-Cd έχουν επίσης μεγάλο κύκλο ζωής και μπορούν να αποφορτιστούν έως και 100% του 'βάθους αποφόρτισης' χωρίς αρνητικές συνέπειες.

Παρ' όλο που οι μπαταρίες Ni-Cd είναι ανακυκλώσιμες, σκέψεις σχετικά με την πιθανότητα το κάδμιο (ένα βαρύ μέταλλο) να μολύνει τους χώρους απόθεσης, οδήγησαν την ΕΕ στην έκδοση μίας οδηγίας με την οποία απαγορεύει τη χρήση μπαταριών Ni-Cd σε νέα ΗΟ από το τέλος του 2005. Οι μπαταρίες Ni-Cd είναι ακριβές. Για παράδειγμα η μπαταρία Saft Ni-Cd που κινούν τα περισσότερα Peugeot και Citroen είναι μόνο διαθέσιμες κατόπιν ενοικίασης από τον κατασκευαστή PSA και κοστίζει περίπου €200/μήνα.

Οι μπαταρίες Ni-MH παρέχουν μεγαλύτερη αυτονομία και χρησιμοποιούνται σε πολλά σύγχρονα ΗΟ.

Οι μπαταρίες νικελίου-μεταλλικών υδριδίων (Ni-MH), έχουν υψηλή ειδική ενέργεια, περίπου 90 Wh/kg και πολύ μεγάλο κύκλο ζωής. Είναι ανακυκλώσιμες και σχετικά φιλικές προς το περιβάλλον αφού η άνοδος τους κατασκευάζεται από κράμα μη βαρέων μετάλλων και έτσι δεν αποτελούν κίνδυνο μόλυνσης των εδαφών και των υπόγειων υδάτων.

Οι μπαταρίες Ni-MH χρησιμοποιούνταν στο HO της GM και του έδιναν αυτονομία περίπου 250km ανά φόρτιση και στο ηλεκτρικό Toyota Rav4 που έχει αυτονομία περίπου 200km. Μικρότερες μπαταρίες Ni-MH χρησιμοποιούνται στα υβριδικά οχήματα Honda Insight και Toyota Prius και πολύ μικρότερες μονάδες χρησιμοποιούνται στα κινητά τηλέφωνα και τους φορητούς υπολογιστές.

Οι μπαταρίες νατρίου-θείου δεν χρησιμοποιούνται πια για λόγους ασφαλείας.

Η Ford χρησιμοποίησε για μικρό χρονικό διάστημα μπαταρίες **νατρίου-θείου** στο μικρό φορτηγό Ecostar, που στηρίζονταν πάνω στην σχεδίαση του Escort, στα μέσα της δεκαετίας του 90. Αυτές όμως οι μπαταρίες δεν χρησιμοποιούνται πια για λόγους ασφάλειας, αφού λειτουργούν στους 300° C και το νάτριο εκρήγνυται σε επαφή με το νερό.

Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου δίνουν την μεγαλύτερη αυτονομία και έχουν άριστη απόδοση αλλά είναι ακριβές.

Οι μπαταρίες **ιόντων Λιθίου** έχουν πολύ υψηλή ειδική ενέργεια, περίπου 150 Wh/kg και μεγάλο κύκλο ζωής. Έχουν κατασκευαστεί πολλά πρωτότυπα HO με χρήση τέτοιων μπαταριών, συμπεριλαμβανομένου ενός Ford Ka το 2000 που είχε αυτονομία 150-200km και μέγιστη ταχύτητα 130km/h. Υπήρξε επίσης ένα πρωτότυπο Mitsubishi Eclipse με μπαταρίες λιθίου το 2003 και ακόμα άλλο ένα πρωτότυπο το 2004 που ονομάζονταν 'Eliica' και διέθετε ισχύ 800 bhp φτάνοντας τα 230mph.

Δυστυχώς, για την ώρα οι μπαταρίες λιθίου είναι απαγορευτικά ακριβές για χρήση σε οχήματα παραγωγής και για αυτό δεν αναμένεται κανένα σχετικό μοντέλο HO σύντομα.

Τα HO επιφέρουν μεγάλα οφέλη στην ποιότητα του αστικού αέρα.

### Περιβαλλοντική Απόδοση

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα δεν εκπέμπουν κανένα ρύπο, συνεπώς αποτελούν εξαιρετική πρόταση για πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές όπου ο μολυσμένος αέρας συχνά προξενεί προβλήματα υγείας.

Οι εκπομπές ρύπων από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν.

Μια ολοκληρωμένη ανάλυση του περιβαλλοντικού οφέλους από τα HO, πρέπει επίσης να υπολογίζει και τις εκπομπές ρύπων που σχετίζονται με την παραγωγή και παροχή της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για την φόρτιση των οχημάτων. Σε πολλές χώρες αυτό είναι εύκολο να υπολογιστεί αφού είναι γνωστές οι τιμές των μέσων εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά kWh ηλεκτρικής ενέργειας που διατίθεται.

Σε πολλές χώρες μια τέτοια ανάλυση δείχνει πολύ μικρές εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα HO.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο π.χ. για κάθε παρεχόμενη kWh εκπέμπονται 430g CO<sub>2</sub>. Για μικρά ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα ή φορτηγά όπως το Peugeot 106 και το Citroen Berlingo, οι σχετικές εκπομπές ανέρχονται σε περίπου 80-90 gCO<sub>2</sub>/km και είναι αντίστοιχες με τις εκπομπές από ένα διαθέσιμο υβριδικό Honda Insight και σημαντικά μικρότερες από κάθε συμβατικό βενζινοκίνητο ή πετρελαιοκίνητο όχημα. Στη Γαλλία, όπου το

μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από πυρηνικά εργοστάσια, ή την Ελβετία που παράγεται από υδροηλεκτρικά ή πυρηνικά, η αναλογία εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά km είναι πολύ μικρότερη.

Οι μπαταρίες στην Ε.Ε. πρέπει να ανακυκλώνονται.

Οι μπαταρίες μπορεί να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω της ενέργειας που απαιτείται για την κατασκευή τους αλλά και λόγω της πιθανής μόλυνσης που μπορεί να προκαλέσουν στο έδαφος και τα υπόγεια νερά όταν αποσύρονται. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μπαταρίες για ΗΟ (οξέως μολύβδου και Ni-MH) είναι ανακυκλώσιμες η δε Οδηγία της ΕΕ για το Τέλος της Ζωής των Οχημάτων (2000/53/EC) προβλέπει την υποχρεωτική ανακύκλωσή τους.

### Οικονομική Απόδοση

Τα ΗΟ έχουν μεγάλο αρχικό κόστος αλλά μικρότερο κόστος λειτουργίας.

Όπως πολλά εναλλακτικά καύσιμα και οχήματα, η οικονομική απόδοση των ΗΟ χαρακτηρίζονται από υψηλό αρχικό κόστος και χαμηλότερο κόστος λειτουργίας: Η φόρτιση ενός ΗΟ είναι σχετικά φτηνή και στις περισσότερες χώρες τα ΗΟ έχουν χαμηλότερο φόρο αγοράς και τέλη κυκλοφορίας. Υπάρχει μια αβεβαιότητα σε σχέση με τον χρόνο ζωής των μπαταριών καθώς η αντικατάστασή τους είναι ακριβή, αλλά οι μπαταρίες Ni-MH έχουν μεγάλο χρόνο ζωής, περίπου όσο και ο χρόνος ζωής του ίδιου του οχήματος.

Η οικονομική βιωσιμότητα των ΗΟ εξαρτάται από τις συγκεκριμένες συνθήκες και απαιτήσεις του χρήστη.

Η ερώτηση για την οικονομική βιωσιμότητα των ΗΟ πρέπει να απαντηθεί αφού ληφθεί υπ' όψιν αν τα οχήματα είναι πρακτικά για μια συγκεκριμένη χρήση και πως θα συμπληρώνουν τα υπόλοιπα οχήματα του χρήστη. Για παράδειγμα, είναι απίθανο ένα ΗΟ να είναι κατάλληλο ως το μόνο αυτοκίνητο μιας οικογένειας. Όμως μπορεί να είναι μια πρακτική και οικονομικά συμφέρουσα λύση σαν όχημα αστικών διανομών, σαν αυτοκίνητο πόλης ή σαν όχημα που χρησιμοποιείται για ψώνια και κοντινές διαδρομές. Είναι γενικά αποδεκτό ότι για το κοντινό μέλλον, τα ΗΟ θα είναι κατάλληλα μόνο για εξειδικευμένες χρήσεις.



## Οχήματα Κυψέλων Καυσίμου

Οι κυψέλες καυσίμου λειτουργούν με υδρογόνο και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Σημαντικά ερευνητικά προγράμματα εκτελούνται ώστε να γίνουν οι κυψέλες καυσίμου εμπορικές.

Η μόνη εκπομπή από μια κυψέλη καυσίμου είναι νερό.

Συστοιχίες κυψελών μπορούν να δώσουν κάθε επιθυμητή τάση.

### Εισαγωγή

Η κυψέλη καυσίμου είναι μια ηλεκτροχημική συσκευή που ενώνει το υδρογόνο ( $H_2$ ) και το οξυγόνο και παράγει μόνο νερό, θερμότητα και ηλεκτρισμό. Η κυψέλη καυσίμου είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που αναμένεται να προσφέρει μια καθαρή και αποδοτική πηγή ισχύος για πολλές εφαρμογές συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών.

Σχεδόν όλοι οι κατασκευαστές οχημάτων συμμετέχουν σε σημαντικά ερευνητικά προγράμματα με κυψέλες καυσίμου, αλλά οι περισσότεροι πιστεύουν ότι τα οχήματα με κυψέλες καυσίμου (OKK) δεν θα έχουν ευρεία χρήση μέχρι περίπου το 2020.

### Τρόπος λειτουργίας μιας Κυψέλης Καυσίμου

Μια κυψέλη καυσίμου αποτελείται από μία άνοδο και μια κάθοδο που έχουν ένα ηλεκτρολύτη ανάμεσά τους. Ο ηλεκτρολύτης έχει την ασυνήθιστη ιδιότητα να επιτρέπει στα θετικά φορτισμένα ιόντα να περνούν ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο για τα ουδέτερα μόρια και τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια.

Η άνοδος της κυψέλης καυσίμου τροφοδοτείται με μόρια  $H_2$ , όπου ένας καταλύτης, συνήθως πλατίνα, χωρίζει κάθε μόριο σε δύο θετικά ιόντα  $H^+$  και δύο ηλεκτρόνια. Τα ιόντα  $H^+$  περνούν ελεύθερα από τον ηλεκτρολύτη για να ενωθούν με τα μόρια του οξυγόνου στην κάθοδο, αλλά τα ηλεκτρόνια παραμένουν μπλοκαρισμένα. Τα ηλεκτρόνια τρέχουν διαμέσου ενός εξωτερικού κυκλώματος από την άνοδο στην κάθοδο και επανενώνονται με τα ιόντα του  $H_2$  και τα μόρια του οξυγόνου για το σχηματισμό νερού. Αυτή η κίνηση των ηλεκτρονίων μέσω του εξωτερικού κυκλώματος δίνει συνεχές ρεύμα, που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του ηλεκτροκινητήρα του OKK.

Κάθε κυψέλη καυσίμου παράγει περίπου 0,7 Volts αλλά οι κυψέλες μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους σε συστοιχίες μέχρι την επιθυμητή τάση.

Οι κυψέλες καυσίμου χρειάζονται συνεχή τροφοδοσία με υδρογόνο όταν λειτουργούν. Το οξυγόνο που απαιτείται για την αντίδραση προέρχεται από τον αέρα.

### Τύποι Κυψελών Καυσίμου

Υπάρχουν διάφοροι τύποι κυψελών καυσίμου, που ξεχωρίζουν κυρίως από τη σύνθεση του ηλεκτρολύτη τους. Η κυψέλη με

μεμβράνη ανταλλαγής πρωτονίων (PEM) είναι η πιο κατάλληλη για εφαρμογές οδικών μεταφορών εξαιτίας της υψηλής της ενεργειακής πυκνότητας, της σχετικά χαμηλής θερμοκρασίας λειτουργίας και του μικρού χρόνου προθέρμανσης.

### Επιλογές Τροφοδοσίας με Καύσιμο

Υπάρχουν διάφορες επιλογές για την αποθήκευση του υδρογόνου πάνω στο όχημα.

Υπάρχουν διάφορες επιλογές για την αποθήκευση του υδρογόνου πάνω στο όχημα. Η μια επιλογή είναι να τροφοδοτείται το ΟΚΚ με υγρό καύσιμο που περιέχει μεγάλο ποσοστό υδρογόνου, για παράδειγμα μεθανόλη ή υδρογονάνθρακας παρόμοιος με την βενζίνη.

Ένα υγρό καύσιμο που περιέχει  $H_2$  είναι ευκολότερο να διανεμηθεί αλλά απαιτεί επιπρόσθετους αναμορφωτές πάνω στο όχημα.

Τα υγρά καύσιμα είναι ευκολότερα στη διανομή και τη μεταφορά τους καθώς είναι ενεργειακά πυκνά, δεν χρειάζονται συμπίεση και γιατί η υπάρχουσα υποδομή ανεφοδιασμού των οχημάτων (δεξαμενές, σταθμοί ανεφοδιασμού, κλπ.) είναι σχεδιασμένη για υγρά καύσιμα. Η αποθήκευση πάνω στο όχημα, είναι επίσης ευκολότερη για τα υγρά καύσιμα, αφού τα οχήματα δεν απαιτούν ντεπόζιτα υψηλής πίεσης και η υψηλή ενεργειακή πυκνότητα επιτρέπει μεγάλη αυτονομία.

Ο ανεφοδιασμός με καθαρό  $H_2$  είναι η περιβαλλοντικά πιο φιλική λύση.

Οι κυψέλες καυσίμου όμως, πρέπει να τροφοδοτούνται με καθαρό αέριο υδρογόνο, άρα εάν χρησιμοποιείται υγρό καύσιμο τα ΟΚΚ πρέπει να διαθέτουν αναμορφωτές για να βγάσουν το  $H_2$  από το υγρό. Οι αναμορφωτές προσθέτουν βάρος και κόστος στο όχημα και εκπέμπουν άλλης κατηγορίας αέριους ρύπους από τα αέρια παραπροϊόντα που σχηματίζονται. Η χρήση υγρών καυσίμων ακυρώνει την πιθανότητα να προκύψει μια αμιγής 'οικονομία υδρογόνου' χρησιμοποιώντας υδρογόνο που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές.

Για αυτούς τους λόγους είναι πιο πιθανό τα ΟΚΚ να ανεφοδιάζονται με υδρογόνο, το οποίο θα αποθηκεύεται πάνω στο όχημα σε μορφή αερίου με πολύ υψηλή πίεση.

### Περιβαλλοντική Απόδοση

Οι κυψέλες καυσίμου που τροφοδοτούνται με  $H_2$  που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές υπόσχονται ενέργεια με μηδενικές εκπομπές  $CO_2$

Τα ΟΚΚ που τροφοδοτούνται με υδρογόνο δεν παράγουν ρύπους, εκτός από ατμό, και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν μεγάλο περιβαλλοντικό όφελος. Αρχικά το περισσότερο υδρογόνο θα παράγεται από φυσικό αέριο μέσω μιας διεργασίας που παράγει και  $CO_2$ . Όμως, εξαιτίας της υψηλής απόδοσης των κυψελών καυσίμου – ακόμα και έτσι θα προκύπτει σημαντική μείωση των συνολικών («από το κοίτασμα - στον τροχό») εκπομπών  $CO_2$ .

Μακροπρόθεσμα, το  $H_2$  μπορεί να παράγεται από ηλεκτρόλυση χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές και να διανέμεται μέσω αγωγών ώστε να εφοδιάζει κυψέλες καυσίμου για οχήματα και οικιακή χρήση.

Αυτό θα σηματοδοτήσει την άφιξη της ‘οικονομίας υδρογόνου’ μαζί με την υπόσχεσή της για ενέργεια με πρακτικά μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub>.

### **Οικονομική Βιωσιμότητα**

Η οικονομική βιωσιμότητα των ΟΚΚ εξαρτάται πολύ από την μείωση του κόστους παραγωγής των κυψέλων καυσίμου και από την ανάπτυξη εμπορικά βιώσιμης υποδομής ανεφοδιασμού.

Τα ΟΚΚ βρίσκονται τώρα σε επιδεικτικό στάδιο.

### **Διείσδυση στην Αγορά**

Αρκετές εκατοντάδες επιδεικτικά ΟΚΚ λειτουργούν παγκοσμίως συμπεριλαμβανομένων τριών λεωφορείων στο Λονδίνο που αποτελούν μέρος του έργου ‘Clean Urban Transport for Europe’ το οποίο περιλαμβάνει 30 λεωφορεία και 10 πόλεις και χρηματοδοτείται από την ΕΕ.

## Κινητήρες Εσωτερικής Καύσης με Υδρογόνο

Το υδρογόνο μπορεί να τροφοδοτήσει μηχανές εσωτερικής καύσης (MEK).

Το  $H_2$  μπορεί επίσης να καεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης (MEK) αντίστοιχες των βενζινοκινητήρων, οι οποίες όμως δεν παράγουν σχεδόν καθόλου αέριους ρύπους (εκτός από ελάχιστες ποσότητες που προκύπτουν από τα λιπαντικά). Οι MEK υδρογόνου παρουσιάζουν κάποια από τα πλεονεκτήματα των OKK αλλά με τεχνολογία ήδη πιστοποιημένη και περισσότερο αποδεκτή από τους καταναλωτές.

Οι MEK  $H_2$  μπορούν να γίνουν μια γέφυρα προς ένα μέλλον με κυψέλες καυσίμου.

Κάποιοι κατασκευαστές οχημάτων πιστεύουν ότι οι MEK υδρογόνου θα βοηθήσουν να καλυφθεί το κενό μέχρι το απώτερο μέλλον, που θα εισαχθούν τα OKK. Αυτό θα γίνει δημιουργώντας ζήτηση για καύσιμο  $H_2$ , οδηγώντας στην ανάπτυξη υποδομής για ανεφοδιασμό που θα μπορεί να τροφοδοτεί μακροπρόθεσμα και τα OKK. Η BMW επεκτείνει αυτόν τον συλλογισμό και πιστεύει ότι το μακροπρόθεσμο μέλλον ανήκει στις MEK υδρογόνου και όχι στα OKK.

Οι MEK  $H_2$  δεν είναι τόσο αποδοτικές όσο οι κυψέλες καυσίμου.

Όμως, οι περισσότεροι κατασκευαστές πιστεύουν ότι στο απώτερο μέλλον θα επικρατήσουν τα OKK, κυρίως γιατί είναι πολύ πιο αποδοτικά.

