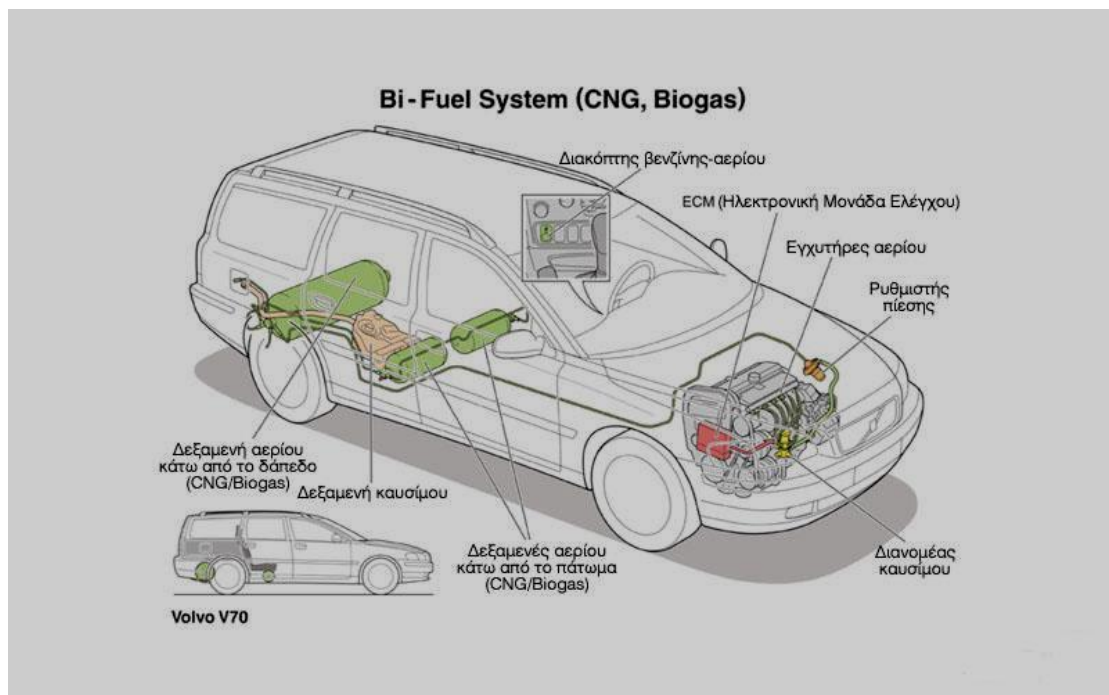


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΠΟΥΡΓΙΕΖΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΤΟΥΦΕΚΟΥΛΑΣ ΛΑΜΠΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε από τους σπουδαστές του Τμήματος Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην τεχνολογία του Φυσικού Αερίου στην Αυτοκινητοβιομηχανία. Η τεχνολογία του φυσικού αερίου χρησιμοποιείται ευρέως στην βιομηχανία τα τελευταία χρόνια. Η παρούσα εργασία θα προσπαθήσει να προσεγγίσει την εφαρμογή της παραπάνω τεχνολογίας στο χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας σε αυτοκίνητα ιδιωτικής και δημόσιας χρήσης, ελαφρού και βαρέως τύπου.

Θα ξεκινήσουμε από μία γενική αναφορά του φυσικού αερίου όπου θα επισημάνουμε κάποια ειδικά στοιχεία και ιδιότητες καθώς επίσης τα παγκόσμια και ελληνικά αποθέματα, τις χρήσεις του σε άλλους τομείς εκτός από την αυτοκινητοβιομηχανία καθώς και την συμμετοχή του φυσικού αερίου στην παγκόσμια οικονομική και ενεργειακή κρίση.

Αφού πρώτα δώσουμε μια γενική εικόνα για τις συμβατικές μηχανές εσωτερικής καύσης (κινητήρας Otto, κινητήρας Diesel) θα καταλήξουμε στην τεχνολογία κινητήρων με Φυσικό Αέριο και την εφαρμογή του σε οχήματα.

Δεν θα παραλείψουμε να κάνουμε μία αναφορά στην ασφάλεια αφού για μας τους μηχανικούς παίζει καθοριστικό ρόλο στις μελέτες μας καθώς επίσης και στη νομοθεσία καύσης.

Η εργασία ολοκληρώνεται παρουσιάζοντας τις συνέπειες στο περιβάλλον αλλά και για τα περιβαλλοντικά οφέλη αντικατάστασης των συμβατικών καυσίμων από το Φυσικό Αέριο. Καθώς επίσης για τις προοπτικές και την εμπειρία μας από άλλες χώρες.

Σε αυτό το σημείο θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Καλογήρου Ιωάννη, Αναπληρωτή καθηγητή του Τμήματος Μηχανολογίας, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας πρόσφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας καθώς και όλους όσους μας βοήθησαν. Επίσης θέλουμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας, που μας στήριξαν σε όλη αυτή την αξέχαστη φοιτητική διαδρομή.

**ΠΡΟΛΟΓΟΣ
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	9
1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ.....	14
1.3 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	16
1.4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΑΛΛΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ.....	21
1.4.1 Βιομηχανικό τομέα.....	22
1.4.2 Στον Εμπορικό Τομέα.....	24
1.4.3 Στον Οικιακό Τομέα.....	25
1.4.4 Στην Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας ΣΗΘ.....	27
1.4.5 Στην Αυτοκίνηση.....	30
1.5 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	32
1.5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	32
1.5.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	34
1.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

2.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	38
2.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	41
2.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΩΣΤΕ ΝΑ ΚΑΙΝΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	43

2.4 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ Φ.Α. ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗΣ.....	45
2.4.1 Επίδρασεις των συστατικών αερίου.....	49
2.5 ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΕΡΙΟΥ.....	51
2.6 ΜΗΧΑΝΕΣ ΚΠΕ ΚΑΙ ΔΙΠΛΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	52
2.7 ΟΧΗΜΑΤΑ ΕΛΑΦΡΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	56
2.8 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΟΙΗΣΗ.....	61
2.9 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	61
2.10 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΟΧΗΜΑ.....	63
2.11 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	66
2.12 ΜΙΑ ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΟΥΝ bi-fuel ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ.....	67
2.13 ΟΧΗΜΑΤΑ ΒΑΡΕΩΣ ΤΥΠΟΥ.....	73
2.14 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΗΔ,ΘΕΣΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΣ.....	75
2.15 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ.....	78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

3.1 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	81
3.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ.....	82
3.2.1 Κύλινδροι αποθήκευσης κ επιλογή κυλίνδρων.....	83
3.3 ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΟΧΗΜΑ.....	87
3.4 ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ	87
3.4.1 Φιλοσοφία των προτύπων.....	89
3.4.2 Συνθήκες λειτουργίας.....	90
3.4.3 Τύποι κυλίνδρων: Τέσσερις τύποι κυλίνδρων εξετάζονται στα νέα πρότυπα	90
3.5 ΜΑΖΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ COMPRESSED NATURAL GAS.....	92

3.6 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ LIQUID NATURAL GAS.....	93
3.6.1 ΙΔΙΩΤΗΤΕΣ ΤΟΥ LIQUID NATURAL GAS.....	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΣΦΑΛΕΙΑ

4.1 ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	96
4.2 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΚΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ.....	98
4.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ.....	99
4.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	101
4.5 ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ.....	102
4.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ.....	104

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΒΑΛΛΟΝ

5.1 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	107
5.2 Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΚΑΥΣΕΙΣ.....	108
5.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ.....	111
5.4 ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΝΑΝΤΙΟΝ LEAN-BURN ΜΗΧΑΝΕΣ.....	111
5.4.1 Lean-Burn μηχανές.....	112
5.5 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	112

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΑΠΟ ΟΧΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

6.1 ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ.....116

6.2 ΔΙΕΘΝΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ.....126

1.ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ.....134

2.ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ (επεξήγηση ορολογίας).....137

3.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....142

4.ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....143

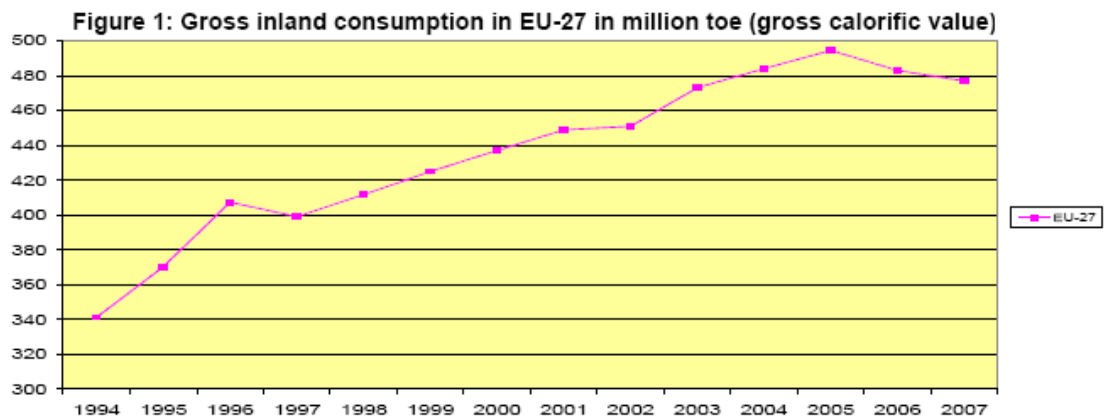
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η στασιμότητα της κρίσης στην περιοχή της Μέσης Ανατολής, ως συνέπεια τόσο του χρονίζοντος Παλαιστινιακού ζητήματος, της αμερικανικής επέμβασης στο Ιράκ και της αυξανόμενης εντάσεως στις σχέσεις της διεθνούς κοινότητας με το Ιράν έχει συμβάλει στην σταθερή αύξηση των διεθνών τιμών του αργού πετρελαίου. Στην ίδια κατεύθυνση έχει οδηγήσει και η ανάδειξη της Κίνας και της Ινδίας ως μειζόνων εξαγωγικών αγορών για το παραγόμενο στην Μέση Ανατολή αργό πετρέλαιο. Η ευρωπαϊκή οικονομία, εντόνως ελλειμματική σε πηγές ενεργείας και ένας από τους σημαντικότερους εισαγωγείς μεσανατολικού αργού πετρελαίου, έχει επηρεασθεί αρνητικά.

Η ανατίμηση του αργού πετρελαίου, σε συνδυασμό με αυξανόμενες οικολογικές ανησυχίες στην Ευρώπη έχουν συμβάλει στην αύξηση της σημασίας του φυσικού αερίου ως καυσίμου υποκαταστάτου του αργού πετρελαίου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ευρωπαϊκής αγοράς, η κατανάλωση φυσικού αερίου στα είκοσι επτά κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ενώσεως αυξήθηκε από 340 εκατομμύρια τόνους το 1994 σε περίπου 480 εκατομμύρια τόνους το 2007. Καθώς το φυσικό αέριο τείνει να υποκαταστήσει το αργό πετρέλαιο σε όλο και περισσότερες χρήσεις του τελευταίου στην βιομηχανία και την κίνηση, και ιδιαίτερα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η ελαφρότερη δυσμενής επίδραση των προϊόντων καύσεως του φυσικού αερίου για το περιβάλλον δημιουργεί ένα πρόσθετο κίνητρο για τις ευρωπαϊκές κυβερνήσεις οι οποίες θέλουν να λάβουν μέτρα περιορισμού της μόλυνσεως του περιβάλλοντος, στα πλαίσια και των συζητήσεων για την εκπλήρωση των δεσμεύσεων τις οποίες επιβάλλει το Πρωτόκολλο του Κιότο της 11ης Δεκεμβρίου 1997.

Ο ιδιαίτερος τρόπος μεταφοράς του φυσικού αερίου κατ' εξοχήν μέσω επιγείων αγωγών έχει περιορίσει την ευρωπαϊκή αγορά στην αγορά φυσικού αερίου από την Ρωσία. Ο ιδιαίτερος τρόπος μεταφοράς του φυσικού αερίου κατ' εξοχήν μέσω επιγείων αγωγών έχει αυξήσει τη σημασία της Ρωσίας για την ευρωπαϊκή αγορά φυσικού αερίου. Η γεωγραφική εγγύτητα και η ύπαρξη εκτεταμένου δικτύου αγωγών ήδη από τη σοβιετική περίοδο συνέβαλαν στην ανάδειξη της Ρωσίας ως του

αδιαφιλονικήτου βασικού προμηθευτή φυσικού αερίου για την ευρωπαϊκή αγορά. Η δημιουργουμένη εξάρτηση της ευρωπαϊκής οικονομίας από την Ρωσία ως δεσπύζοντα προμηθευτή φυσικού αερίου έχει θέσει μείζονα ζητήματα ενεργειακής ασφαλείας. Η πιθανότητα η Ρωσία να χρησιμοποιήσει τις εξαγωγές φυσικού αερίου ως όργανο εξωτερικής πολιτικής και διεθνούς πίεσης αποτέλεσε λόγο ανησυχίας για την ευρωπαϊκή διπλωματία. Οι ανησυχίες αυτές δικαιώθηκαν πανηγυρικά, όταν μία κρίση στις σχέσεις της Ρωσίας με την Ουκρανία τον Ιανουάριο του 2006 συνοδεύθηκε από την διακοπή παροχής ρωσικού φυσικού αερίου προς την Ουκρανία και επηρέασε την παροχή φυσικού αερίου προς την ευρωπαϊκή αγορά.



Η Κατανάλωση Φυσικού Αερίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 Μελών (σε εκατομμύρια τόνους).

1. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Τα αέρια καύσιμα και τα διάφορα είδη φυσικού αερίου είναι κατά κανόνα αέρια μίγματα και διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την σύνθεση, δηλαδή την ποσοστιαία αναλογία των καθαρών αερίων συστατικών και τις θερμοχημικές ιδιότητες αυτών. Η σύνθεση εξαρτάται από τον τύπο του κάθε αερίου και την προέλευση του.

Μια αυστηρά τυποποιημένη ταξινόμηση των αερίων με βάση την σύνθεση τους είναι πολύ δύσκολη. Επομένως έχει διεθνώς επιλεγεί η ομαδοποίηση τους σε σχέση με την παρεχόμενη ενέργεια κατά την καύση τους δηλαδή την θερμογόνο δύναμη τους. Έτσι ανάλογα με τη χρήση αερίου και τις ιδιότητες των αερίων καυσίμων και ειδικότερα του φυσικού αερίου έχει καθιερωθεί διεθνώς η ομαδοποίηση του στις ονομαζόμενες «οικογένειες αερίων». Έχουν γενικά επικρατήσει τέσσερις οικογένειες αερίων.

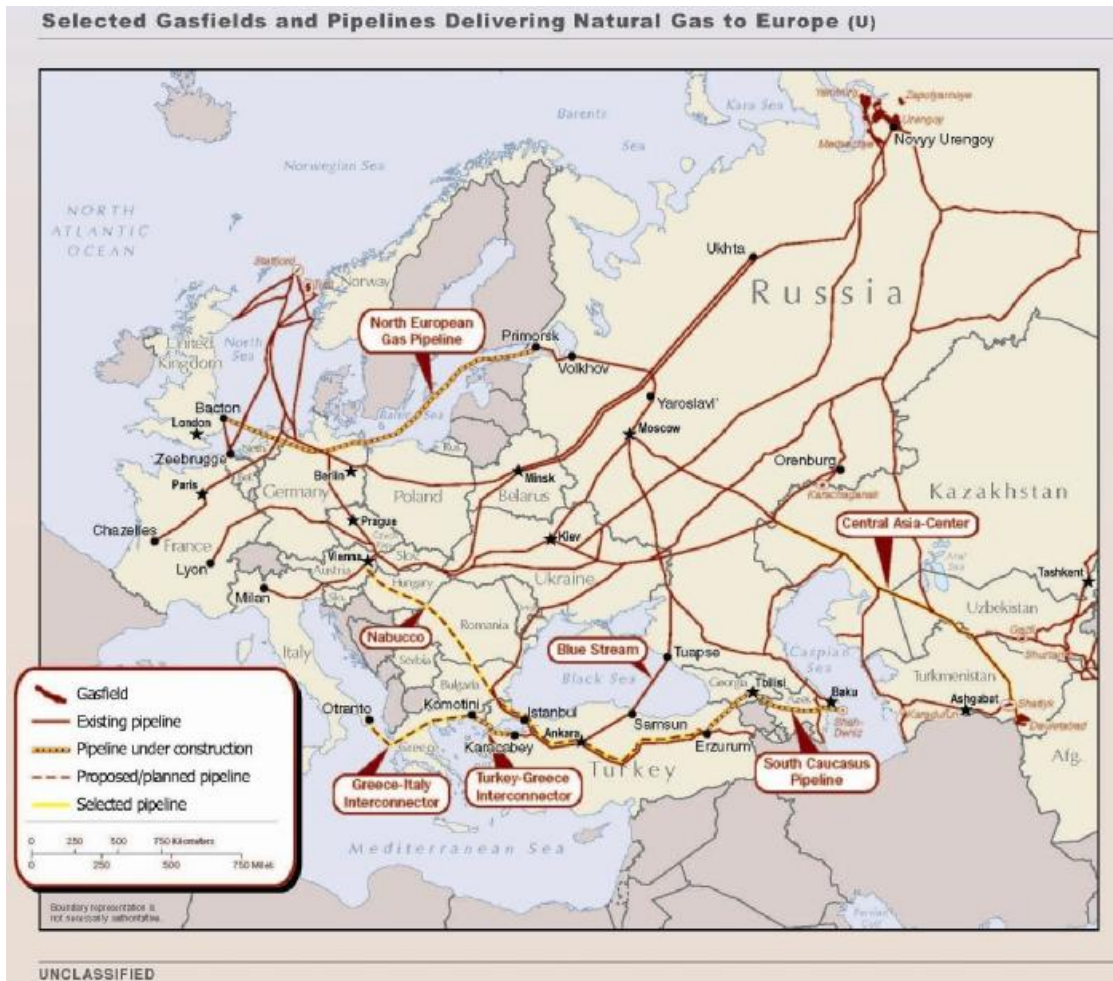
Το Φυσικό Αέριο ανήκει στην δεύτερη οικογένεια των αερίων καυσίμων είναι μίγμα υδρογονανθράκων σε αέρια κατάσταση αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο (CH_4). Εξάγεται από φυσικές υπόγειες ή υποθαλάσσιες κοιλότητες και είτε συναντάτε μόνο του είτε συνυπάρχει με κοιτάσματα πετρελαίου. Είναι άχρωμο και άοσμο. Η χαρακτηριστική του μορφή δίνεται τεχνητά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές. Είναι ελαφρύτερο από τον αέρα: έχει ειδικό βάρος ίσο με 0,59.

Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται συνήθως μακριά από τα κύρια κέντρα καταναλώσεως· συνεπώς πρέπει να μεταφερθεί, αν και οι βιομηχανίες χημικής επεξεργασίας είναι συχνά εγκατεστημένες στην περιοχή της παραγωγής. Η μεταφορά του φυσικού αερίου εξαρτάται από την κατάστασή του. Σε αέρια κατάσταση μεταφέρεται με αγωγούς υπό υψηλή πίεση, ενώ σε υγρή κατάσταση μεταφέρεται με πλοία.

Η μέθοδος μεταφοράς φυσικού αερίου με αγωγούς αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε ένα σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Το φυσικό αέριο αποτελεί το φιλικότερο συμβατικό

καύσιμο στο περιβάλλον και στον άνθρωπο. Εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται οικολογικό καύσιμο.

Οι μεγάλοι αγωγοί υψηλής πίεσης καθιστούν δυνατή τη μεταφορά του αερίου σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων. Παραδείγματα τέτοιων αγωγών είναι οι αγωγοί της Βόρειας Αμερικής, που εκτείνονται από το Τέξας και τη Λουιζιάνα μέχρι τη βορειοανατολική ακτή και από την Αλμπέρτα ως τον Ατλαντικό. Αγωγοί επίσης εκτείνονται από τη Σιβηρία μέχρι την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Οι έρευνες για πετρέλαιο έχουν αποκαλύψει την ύπαρξη μεγάλων κοιτασμάτων αερίου στην Αφρική, Μέση Ανατολή, Αλάσκα και αλλού. Η μεταφορά από τέτοιες περιοχές γίνεται με πλοία. Το αέριο υγροποιείται στους -160 βαθμούς Κελσίου και μεταφέρεται, όπως το πετρέλαιο, με δεξαμενόπλοια ειδικά κατασκευασμένα για τον σκοπό αυτό. Ένα κυβικό μέτρο υγρού φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε 600 κυβικά μέτρα αερίου σε ατμοσφαιρική πίεση. Το ειδικό βάρος του υγρού αερίου είναι σχετικά χαμηλό (περίπου 0,55). Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από την Ρωσία και την Αλγερία.



Χάρτης του Ευρωπαϊκού Δικτύου Αγωγών Φυσικού Αερίου (Από την Ιστοσελίδα του EIA)

Εικόνα 1.1

Το φυσικό αέριο που είναι απαλλαγμένο από τους υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου, δηλαδή το καθαρό μεθάνιο, συχνά αποκαλείται και ξηρό φυσικό αέριο. Αντίστοιχα, το φυσικό αέριο που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και υγρό φυσικό αέριο.

Η καύση του φυσικού αερίου, σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων όπως ο γαιάνθρακας ή το λάδι, έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον. Παράγει, για παράδειγμα, μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας.

Η άσφαλτος και τα βιτουμένια, τα πιο παλιά γνωστά προϊόντα του πετρελαίου, όπως και ενδείξεις για διαρροές φυσικού αερίου πρωτοβρέθηκαν μεταξύ 6000 και 2000 π.Χ. στην περιοχή που σήμερα βρίσκεται το Ιράν. Η χρήση του φυσικού αερίου αναφέρεται στην Κίνα το 900 π.Χ. περίπου, όπου ανοίχθηκαν γύρω στα 900-1100 φρέατα και το αέριο μεταφερόταν με αγωγούς από μπαμπού.

Στην Ευρώπη αυτές οι επιτεύξεις ήταν άγνωστες και το φυσικό αέριο δεν ανακαλύφθηκε παρά το 1659 στην Αγγλία. Το αέριο από απόσταξη ανθράκων ανακαλύφθηκε το 1670 και άρχισε να χρησιμοποιείται το 1790, γιατί ήταν πιο εύκολη η μεταφορά, η αποθήκευση και η χρησιμοποίησή του στις μηχανές εσωτερικής καύσεως και στον φωτισμό δρόμων και σπιτιών. Το 1821 η πόλη Φριντόνια (Fredonia) στην περιφέρεια της Νέας Υόρκης φωτιζόταν με φυσικό αέριο. Αλλά η χρησιμοποίηση του φυσικού αερίου εξακολουθούσε να είναι περιορισμένη, γιατί δεν υπήρχε τρόπος μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις και επί έναν αιώνα το φυσικό αέριο παρέμεινε στο περιθώριο της βιομηχανικής εξέλιξης, που βασίστηκε στον άνθρακα, το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό.

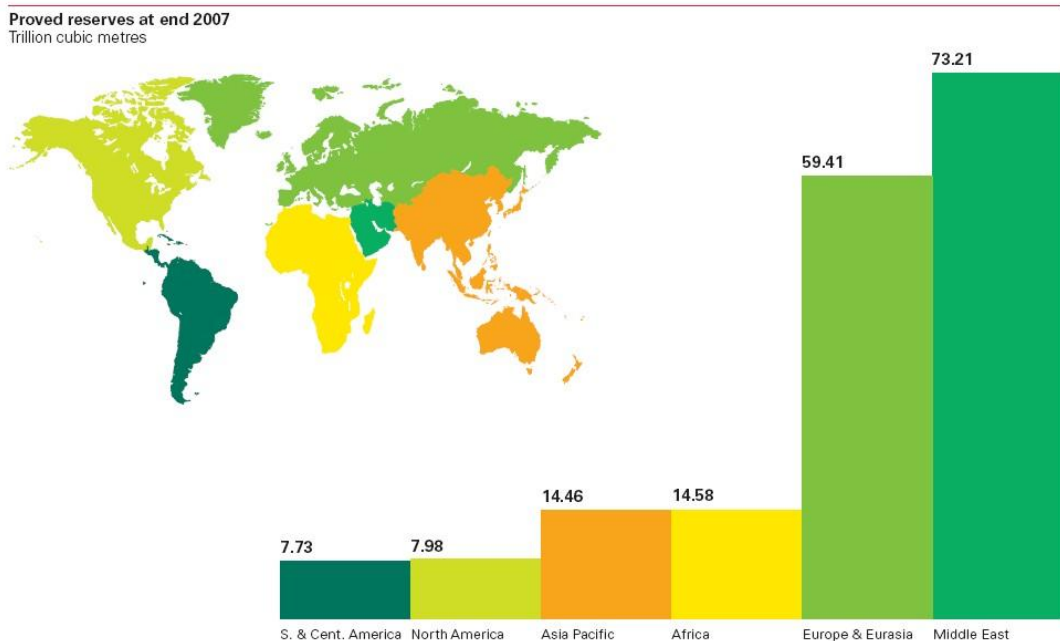
Δεν περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα και δεν είναι τοξικό. Στον πίνακα 1.1 δίδονται η χημική σύσταση και οι ιδιότητες των δύο τύπων Φυσικού Αερίου που προμηθεύεται η χώρα μας.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΩΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΛΓΕΡΙΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ		
ΣΥΣΤΑΣΗ-ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
Περιεκτικότητα (% κ. ο.) σε :		
Μεθάνιο (C ₁)	Min 85%	85,6-96,6%
Αιθάνιο (C ₂)	Max 7%	3,2-8,5%
Προπάνιο (C ₃)	Max 3%	0-3%
Βουτάνιο (C ₄)	Max 2%	0-1,2%
Πεντάνιο (C ₅) και βαρύτερα	Max 1%	0-0,7%
Άζωτο (N ₂)	Max 5%	0,2-1,4%
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	Max 3%	
Θειούχες ενώσεις		
Υδρόθειο (H ₂ S)	Max 5 mg/m ³	Max 0,5 ppm
Μερκαπτάνες	Max 15 mg/m ³	Max 2,3 mg/ m ³
Σύνολο Θείου (S ₂)	Max 60 mg/m ³	Max 30 mg/ m ³
Πυκνότητα	0,685 kg/ m ³	0,74-0,82kg/ m ³
Μέση Α.Θ.Δ.	9,524 kcal/N m ³	9,524 kcal/N m ³
Μέση Κ.Θ.Α.	8,686 kcal/N m ³	8,686 kcal/N m ³

Πίνακας 1.1

1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Το Φυσικό Αέριο (Φ.Α.) είναι μια φυσική πηγή ενέργειας που είναι πιο διαδεδομένη σε σχέση με τα άλλα εναλλακτικά καύσιμα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, το 43% της παγκόσμιας παραγωγής φυσικού αερίου προέρχεται από χώρες του ΟΟΣΑ και μόλις το 9,1% από χώρες της Μέσης Ανατολής. Για το πετρέλαιο, τα αντίστοιχα νούμερα είναι 28% από τον ΟΟΣΑ και 30% από τις χώρες της Μέσης Ανατολής. Ο εφοδιασμός της Ευρώπης σε φυσικό αέριο προέρχεται κατά 59% από τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 25 συν την Νορβηγία, το 24% από τη Ρωσία, το 10% από την Αλγερία και το υπόλοιπο 7% από άλλες χώρες.



Εικόνα 1.2

Τα αποθέματα του φυσικού αερίου είναι εξίσου κατανεμημένα παγκοσμίως με αυτά του πετρελαίου. Σύμφωνα με έρευνες τα αποθέματα Φυσικού Αερίου κατά το τέλος του 2007 όπως φαίνεται και στο παραπάνω χάρτη, ανέρχονται σε συνολικά 177,37 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα , εκ των οποίων τα 73,21 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα βρίσκονται στη Μέση Ανατολή και το υπόλοιπο είναι κατανεμημένο σε άλλες περιοχές του κόσμου.

1.3 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στο ξεκίνημα του 21^{ου} αιώνα η εισαγωγή του Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα υλοποιείται από την (ΔΕΠΑ Α.Ε.)-Δημόσια Επιχείρηση Αερίου η οποία διαδραματίζει έναν ευρύτερο ζωτικό ρόλο, στην προσπάθεια εκσυγχρονισμού και βελτίωσης του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας μας. Συμβάλει στη μετατροπή της χώρας μας σε ενεργειακό δίαυλο που συνδέει τις πηγές της Κασπίας, της Κεντρικής Ασίας και της Μέσης Ανατολής, μέσω της Τουρκίας και Ελλάδας, με τα κέντρα κατανάλωσης στην Ευρώπη και την Βαλκανική Χερσόνησο. Σχεδόν όλη η επένδυση χρηματοδοτείται κατά 75% περίπου από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η εισαγωγή και αξιοποίηση του Φυσικού Αερίου προϋποθέτουν την ύπαρξη κατάλληλης υποδομής, για την μεταφορά, την αποθήκευση και τη διανομή του. Για το σκοπό αυτό η ΔΕΠΑ συνεργάζεται με την αντίστοιχη εταιρεία της Τουρκίας Botas, και την Ιταλική εταιρεία Edison, στη βάση σχετικών συμφωνιών, οι οποίες έχουν περαιτέρω ενισχυθεί με Διακρατικές Συμφωνίες.

Στην Ελλάδα, η χρήση Φ.Α για τις μεταφορές χρησιμοποιείται μόνο στα αστικά λεωφορεία της ΕΘΕΛ η οποία διαθέτει 415 σύγχρονα λεωφορεία φυσικού αερίου. Υπάρχουν δύο σταθμοί ανεφοδιασμού: στα Άνω Λιόσια και ο νέος σταθμός ανεφοδιασμού στην Ανθούσα. Το τμήμα Περιβάλλοντος και Μεταφορές του ΚΑΠΕ εκπόνησε μελέτη για το Υπουργείο Ανάπτυξης, με σκοπό τη διερεύνηση δυνατοτήτων χρήσης φυσικού αερίου ως καύσιμο μεταφορών ιδιαίτερα σε επιβατικά οχήματα ιδιωτικής ή δημόσιας χρήσης. Στόχος της μελέτης είναι η διατύπωση προτάσεων για το περιεχόμενο ενός πλαισίου προώθησης της χρήσης ΦΑ σε Ι.Χ ή Δ.Χ οχήματα. Επιπλέον, περιλαμβάνονται γενικά τεχνολογικά θέματα κινητήρων ΦΑ και σταθμών ανεφοδιασμού, η διεθνής εμπειρία από τη χρήση φυσικού αερίου, οι προοπτικές και η πολιτική που διαμορφώνεται για τη χρήση του σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, η αξιολόγησή του σε σχέση με τα συμβατικά υγρά και άλλα εναλλακτικά καύσιμα, η διερεύνηση των τεχνολογικών τάσεων της αυτοκινητοβιομηχανίας για τη κατασκευή και διάθεση στην αγορά οχημάτων ΦΑ, η εξέταση θεμάτων δικτύων και υποδομής για την υποστήριξη οχημάτων Φ.Α.

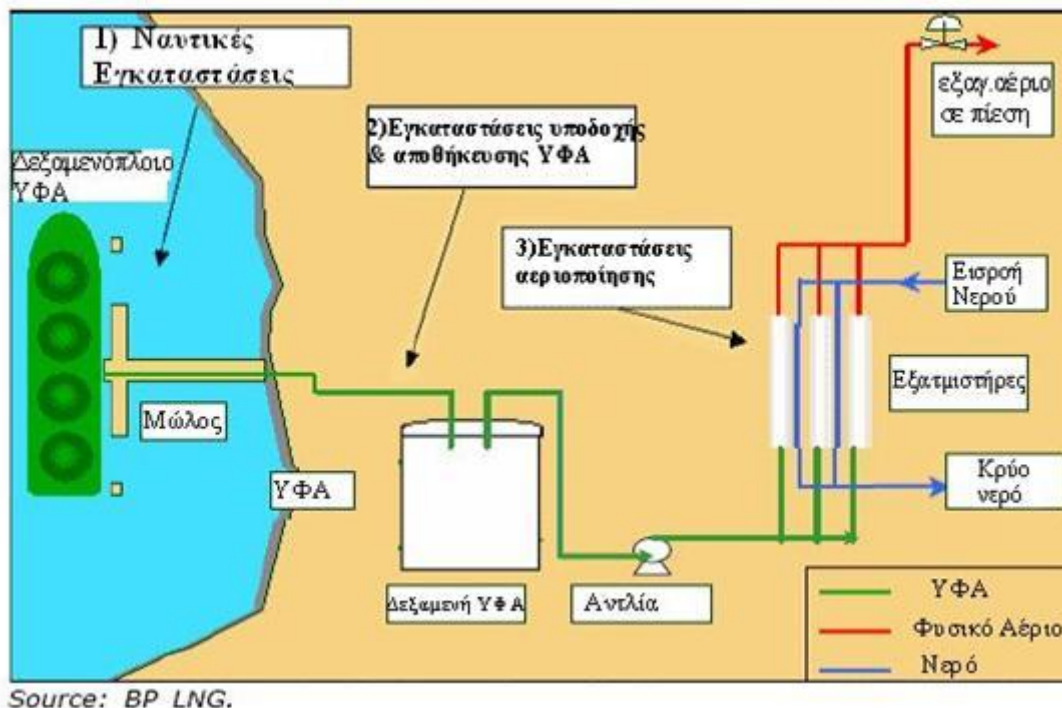


ΕΙΚΟΝΑ 1.3 ΣΤΑΘΜΟΣ ΡΕΒΥΘΟΥΣΑΣ



ΕΙΚΟΝΑ 1.4 ΣΤΑΘΜΟΣ ΡΕΒΥΘΟΥΣΑΣ

Τυπικός Τερματικός σταθμός υποδοχής/αεριοποίησης ΥΦΑ



ΕΙΚΟΝΑ 1.5

Η βασική υποδομή του Ελληνικού Συστήματος περιλαμβάνει :

- Τον κύριο αγωγό μήκους 511 χιλιομέτρων που εκτείνεται από τα βόρεια σύνορα μέχρι την Αττική, με παράπλευρους κλάδους συνολικού μήκους 400 χλμ.
- Τον τερματικό Σταθμό του Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (LNG), στην νησίδα Ρεβυθούσα στον κόλπο των Μεγάρων. Η ΔΕΠΑ αναβαθμίζει το σύστημα των εγκαταστάσεων στην Ρεβυθούσα με αποτέλεσμα να τριπλασιαστεί η δυναμικότητα αεριοποίησης , που θα φθάνει τα 1100 κυβικά μέτρα /ώρα.
- Τα Δίκτυα Κατανομής και Διανομής Φυσικού Αερίου στις πόλεις , συνολικού μήκους 6500 χιλιομέτρων περίπου.

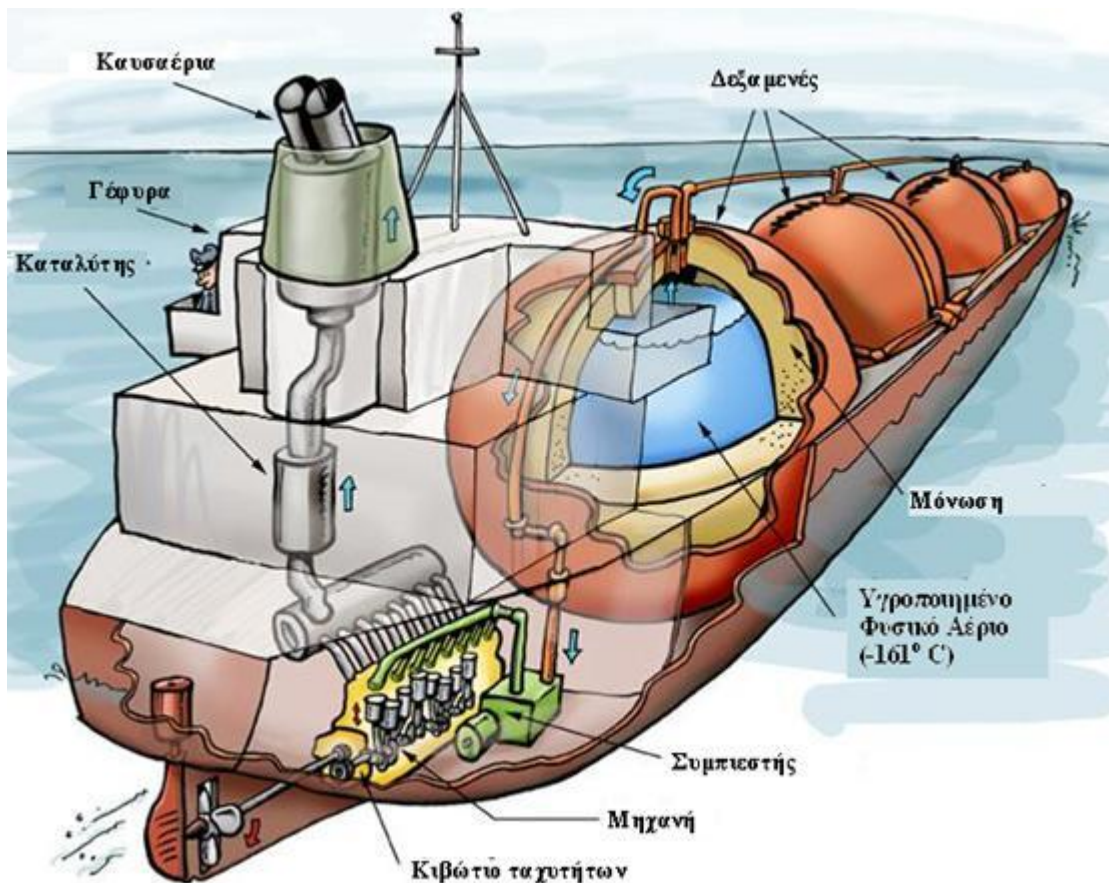


Εικόνα 1.6

Η ολοκλήρωση μεγάλου μέρους της υποδομής αυτής επέτρεψε την τροφοδότηση με αέριο του πρώτου βιομηχανικού καταναλωτή μέσα στο 1996.

Σήμερα βρίσκεται σε φάση ολοκλήρωσης ο αγωγός Τουρκίας – Ελλάδας, μήκους 295 χλμ επί των οποίων 87 χλμ επί ελληνικού εδάφους. Η διασύνδεση Ελλάδας – Ιταλίας έχει μελετηθεί και οριοθετηθεί, τεχνικά, οικονομικά, οικονομικά, εμπορικά και χρηματοδοτικά.

Η Ελλάδα προμηθεύεται Φυσικό Αέριο από δύο διαφορετικές χώρες, την Ρωσία και την Αλγερία. Το Φυσικό Αέριο από τη Ρωσία φθάνει μέσω αγωγού, ενώ αυτό από την Αλγερία θα μεταφέρεται με ειδικά δεξαμενόπλοια σε υγροποιημένη μορφή. Οι συνολικές ποσότητες του Φυσικού Αερίου, σε πλήρη ανάπτυξη της αγοράς αναμένεται να φθάσουν στα τέσσερα δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα το χρόνο περίπου.



Εικόνα 1.7

Έτσι ο βιομηχανικός τομέας για θερμικές και χημικές χρήσεις (καύσιμο ή πρώτη ύλη) θα φθάσει σταδιακά να απορροφά το 23% των συνολικών ποσοτήτων. Αντίστοιχα για τον εμπορικό και οικιακό τομέα το ποσοστό αυτό θα ανέλθει στο 28% και προορίζεται να καλύψει κυρίως ανάγκες σε θέρμανση, μαγείρεμα και ζεστό νερό.

Ένα σημαντικό μέρος των ποσοτήτων Φυσικού Αερίου, το 38% θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με χρήση νέων και αποδοτικών τεχνολογιών.

Τέλος το 11% των ποσοτήτων Φυσικού Αερίου προβλέπεται να απορροφηθεί από την αγορά της Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας.

Με τη χρησιμοποίηση του Φυσικού Αερίου θα μειωθεί η εξάρτηση της χώρας μας από τα πετρελαϊκά καύσιμα και θα εκσυγχρονισθεί σημαντικά ο θερμικός εξοπλισμός των βιομηχανιών, ενώ ο οικιακός καταναλωτής θα απολαύσει τα πλεονεκτήματα ενός οικονομικού, εύχρηστου, καθαρού και ασφαλούς καυσίμου.

Ιδιαίτερα θετικές θα είναι οι επιπτώσεις από την υλοποίηση του έργου στην βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών, αφού με τη χρήση του Φυσικού Αερίου θα περιοριστούν οι εκπομπές επικίνδυνων για την υγεία ρυπαντών, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για περιβαλλοντικά επιβαρημένες αστικές και βιομηχανικές περιοχές. Σημαντικά οφέλη θα υπάρξουν επίσης και στον τομέα της απασχόλησης, καθώς θα δημιουργηθεί αριθμός νέων θέσεων εργασίας.

1.4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΑΛΛΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ

Η διεύρυνση της χρήσης του φυσικού αερίου στον οικιακό, εμπορικό και βιομηχανικό τομέα συμβάλλει αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση της ανεργίας με τη δημιουργία νέων θέσεων και ειδικοτήτων στην αγορά εργασίας. Οφέλη από τη χρήση του φυσικού αερίου στον οικιακό και εμπορικό τομέα

- Είναι η πιο οικονομική ενέργεια.
- Οδηγεί σε γρήγορη απόσβεση της επένδυσης
- Η μέτρηση γίνεται με ακρίβεια
- Ο λογαριασμός πληρώνεται μετά την κατανάλωσή του
- Δεν απαιτείται αποθηκευτικός χώρος

Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Με την υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο, κυρίως στις οικιακές και εμπορικές χρήσεις, θα αποφευχθούν οι απώλειες μετατροπής του σε ηλεκτρική ενέργεια καθώς και στη μεταφορά της. Η χρησιμοποίηση φυσικού αερίου σε μονάδες συνδυασμένου κύκλου θα έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού σε 52-55% έναντι 35-40% των

συμβατικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών. Λόγω της "καθαρότητας" των προϊόντων καύσης του φυσικού αερίου, αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί απ'ευθείας σε ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών που έχουν ως συνέπεια ενεργειακές απώλειες.

Το φυσικό αέριο κάνει τη ζωή μας καλύτερη. Στο σπίτι, στη δουλειά, στην επιχείρηση, στην πόλη μας. Είναι μια νέα μορφή ενέργεια.

ας, φιλική προς το περιβάλλον, που χρησιμοποιείται εύκολα και με απόλυτη ασφάλεια. Επίσης, το φυσικό αέριο είναι 20% οικονομικότερο σε σχέση με το πετρέλαιο και 60% σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύμα. Μετά την εγκατάσταση, που γίνεται μια φορά, η χρήση του φυσικού αερίου αποδίδει οικονομικά για μια ζωή.

Το διογκούμενο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των πόλεων επιβάλλει τον προσανατολισμό σε καύσιμα αποδοτικά αλλά και φιλικά προς το περιβάλλον. Το Φυσικό Αέριο λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων του σε σχέση με τα άλλα καύσιμα βρίσκει ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών όπως είναι ο Βιομηχανικός, ο Εμπορικός, ο Οικιακός Τομέας, καθώς επίσης και στην Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), αλλά και στην Αεριοκίνηση

1.4.1 Στον Βιομηχανικό τομέα

Το φυσικό αέριο είναι ένα αέριο συμβατικό καύσιμο, το οποίο σε μια βιομηχανία μπορεί να υποκαταστήσει τα υγρά συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο νήζελ, μαζούτ) που καταναλώνονται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας σε λέβητες, φούρνους, κλίβανους κλπ.

Το Φυσικό Αέριο χρησιμοποιείται στη βιομηχανία με δύο κυρίως τρόπους :

- Σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή αμμωνίας, μεθανόλης και πολυολεφινών.
- Ως πηγή θερμικής ενέργειας.

Το φυσικό αέριο μπορεί να υποκαταστήσει όλα τα γνωστά και ευρέως χρησιμοποιούμενα καύσιμα και μορφές ενέργειας.

Τέτοιες χρήσεις, οι οποίες είναι συνήθως και ιδιαίτερα ενεργοβόρες υπάρχουν στις βιομηχανίες τσιμέντου (περιστροφικοί κλίβανοι παραγωγής), μετάλλων (φούρνοι τήξεως, ανόπτησης, βαφής, ομογενοποίησης κλπ), ύαλου (φούρνοι παραγωγής γυαλιού), οικοδομικών υλικών (παραγωγή τούβλων, κεραμικών, άσβεστου), μεταλλικών κατασκευών, ηλεκτρικών συσκευών και σε διάφορες βιομηχανίες για εξειδικευμένες ξηράσεις.

Τα χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου που ευνοούν τη χρήση του στον βιομηχανικό τομέα είναι :

- Είναι εφικτή η συνεχής παροχή καυσίμου. Κάτι τέτοιο εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια που σε άλλες περιπτώσεις απαιτούνται για τη διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων
- Έχει μειωμένες, σε σχέση με άλλα καύσιμα, εκπομπές ρύπων. Έτσι η χρήση του συμβάλλει στο καθαρότερο περιβάλλον και στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Έχει μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης
- Αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων
- Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου
- Αποκέντρωση θερμικών χρήσεων

1.4.2 Στον Εμπορικό Τομέα

Το Φυσικό Αέριο προσφέρει πλεονεκτήματα και στον εμπορικό τομέα, ο οποίος περιλαμβάνει τις παρακάτω κατηγορίες καταναλωτών

- Ξενοδοχεία και Νοσοκομεία.
- Εστιατόρια-Εργαστήρια ζαχαροπλαστικής.
- Αρτοποιεία.
- Εκπαιδευτικά ιδρύματα.
- Μεγάλα κτίρια και-Χώροι Αναψυχής.
- Αθλητικά και πολιτιστικά κέντρα.
- Πλυντήρια-Καθαριστήρια.
- Εμπορικά καταστήματα.
- Θερμοκήπια.
- Εργαστήρια αργυροχρυσοχοΐας.

Χρησιμοποιείται κυρίως για θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, μαγείρεμα και για άλλες εξειδικευμένες εφαρμογές ορισμένες από τις οποίες θα αναφέρουμε στη συνέχεια. Τα βασικά πλεονεκτήματα του Φυσικού Αερίου στον εμπορικό τομέα δεν διαφέρουν ουσιωδώς από τα πλεονεκτήματα του σε άλλους τομείς χρησιμοποίησης του και μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- Συνεχής παροχή
- Αυξημένη καθαριότητα χώρων και συσκευών χρησιμοποίησης Φυσικού Αερίου-Μειωμένη συντήρηση.
- Αποκέντρωση ενεργειακών χρήσεων.
- Αυξημένη λειτουργικότητα συσκευών.
- Θετικές επιπτώσεις στην προστασία του περιβάλλοντος.

Καθώς επίσης και το σημαντικό πλεονέκτημα ότι το πληρώνει κανείς αφού πρώτα το έχει χρησιμοποίησει. Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει στην ασφάλεια κατά τη χρήση του αερίου.

Το Φυσικό Αέριο δεν είναι τοξικό και συνεπώς δεν υπάρχει κίνδυνος δηλητηρίασης από την εισπνοή του. Όπως προαναφέραμε είναι ελαφρύτερο από

τον αέρα, σε περίπτωση διαρροής είναι εύκολη η διαφυγή του στο περιβάλλον. Έτσι ο κίνδυνος εκρήξεως είναι πολύ περιορισμένος σε σχέση με τους κινδύνους που υπάρχουν κατά τη χρήση υγραερίου. Πέραν όλων των ανωτέρω η διαρροή αερίων καυσίμων είναι σχεδόν αδύνατη λόγω των σύγχρονων ασφαλιστικών συστημάτων που διαθέτουν οι συσκευές, μπορεί δε να ανιχνευτεί εύκολα με τη χρήση ειδικών ανιχνευτών αερίου, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με ηλεκτροβάνια στην γραμμή κεντρικής παροχής αερίου προκαλούν αυτόματα διακοπή στην κεντρική παροχή αερίου σε περίπτωση ανίχνευσης διαρροής.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι σύμφωνα με στατιστική ατυχημάτων, το Φυσικό Αέριο ευθύνεται για τα λιγότερα ατυχήματα σε σχέση με την βενζίνη, το μαζούτ, το υγραέριο και το ηλεκτρικό ρεύμα.

1.4.3 Στον Οικιακό τομέα.

Η αξιοποίηση αερίων καυσίμων σε οικιακές χρήσεις χρονολογείται από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Το φωταέριο που στην αρχή χρησιμοποιήθηκε για τον φωτισμό των δρόμων του Λονδίνου γρήγορα έγινε το δημοφιλέστερο καύσιμο για τα νοικοκυριά της Αγγλίας. Αργότερα η έλευση του Φυσικού Αερίου σηματοδότησε μια νέα εποχή για την οικιακή οικονομία. Στο μαγείρεμα, στην θέρμανση νερού και στην θέρμανση των χώρων το φυσικό αέριο ήρθε να προσθέσει ευκολία, ταχύτητα και οικονομία με αποτέλεσμα να εκτόπισε άλλες πηγές ενέργειας όπως το πετρέλαιο και ο ηλεκτρισμός.

Σημαντικό μέρος από την παραγωγή φυσικού αερίου κατευθύνεται στην αστική κατανάλωση για την εξυπηρέτηση των ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών.

Σε ορισμένες δε χώρες με μακρόχρονη παράδοση στην χρήση αερίου όπως είναι η Αγγλία το ποσοστό παρουσιάζεται θεαματικά αυξημένο και φτάνει στο 46% περίπου.

Περισσότερα από 300 εκατομμύρια νοικοκυριά στην Ευρώπη και 300.000 νοικοκυριά στην Ελλάδα απολαμβάνουν με το φυσικό αέριο οικονομικότερη θέρμανση, άνετο και γρήγορο μαγείρεμα, ζεστό νερό όλες τις ώρες της ημέρας. Δημόσιοι Οργανισμοί, νοσοκομεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, χώροι αναψυχής, καταστήματα και άλλες επιχειρήσεις στην Ελλάδα χρησιμοποιούν φυσικό αέριο.

Κερδίζουν σε οικονομία και λειτουργικότητα, εξασφαλίζοντας συνεχή παροχή, υψηλότερη απόδοση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού.

Σήμερα, σε όλες τις χώρες που διαθέτουν βιομηχανία φυσικού αερίου, ο οικιακός τομέας αποτελεί ζωτικό κομμάτι των πωλήσεων και μάλιστα το πλέον προσοδοφόρο. Η ανάπτυξη βέβαια της συγκεκριμένης αγοράς διαρκεί αρκετά χρόνια και απαιτεί μεγάλες επενδύσεις σε δίκτυα διανομής. Στην Ελλάδα η προβλεπόμενη κατανάλωση φυσικού αερίου από τον οικιακό τομέα στο έτος 2020 υπολογίζεται σε 700 εκατομμύρια κυβικά μέτρα.

Βασικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα:

- Στη θέρμανση, χωρίς εξαρτήσεις και με σταθερή παροχή κάτω από τον απόλυτο έλεγχό σας,
- Στο μαγείρεμα, χωρίς χρόνους αναμονής και με άμεση ρύθμιση της θερμοκρασίας,
- Στο ζεστό νερό, τη στιγμή που το θέλετε, όπου και όταν το θέλετε,
- Και σε πολλές άλλες λειτουργίες του νοικοκυριού,
- Με μια σειρά νέων προϊόντων όπως στεγνωτήρια ρούχων, τζάκια και μπάρμπεκιου.
- Αυτονομία, αμεσότητα και ταχύτητα,
- Σταθερή και μόνιμη παροχή, χωρίς εξαρτήσεις,
- Ασφάλεια στη χρήση, χωρίς οσμές, θορύβους και ρύπους,
- Εύκολη και απλή εγκατάσταση εξοπλισμού με καθαριότητα και οικονομία χώρων,
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των συσκευών και του εξοπλισμού, με υψηλότερη απόδοση και μικρότερο κόστος συντήρησης, χωρίς πρόσθετες δαπάνες για την ομαλή λειτουργία του (δεξαμενές, αντλίες, προθερμαντήρες, κ.λπ.),
- Οικονομία αφού χρεώνεται όσο ακριβώς χρησιμοποιείται. Δεν προπληρώνεται όπως το πετρέλαιο,
- Είναι οικονομικότερο από το πετρέλαιο και είναι αρκετά φθηνότερο από τον ηλεκτρισμό.

1.4.4 Στην Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ)

Η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), αναγνωρίζεται ευρύτατα στο κόσμο σαν μια από τις πιο αποδοτικές χρήσεις του φυσικού αερίου, παρέχοντας οικονομική εναλλακτική λύση για τις περιπτώσεις εκείνες όπου απαιτούνται ταυτόχρονα σημαντικές ποσότητες θερμικών φορτίων αλλά και ηλεκτρισμού (Βιομηχανικός και μεγάλος Εμπορικός τομέας). Το σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας παράγουν ταυτόχρονα αξιοποιήσιμη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια μέσω ενός ενιαίου συστήματος. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θερμική χρήση όσο και για ψύξη ή κλιματισμό.

Κάτω από κατάλληλες προϋποθέσεις η οικονομία που επέρχεται από την επιλογή της λύσης ΣΗΘ στο σύνολο του ενεργειακού κόστους, μπορεί να είναι πολύ σημαντική. Δεν είναι μόνο χαμηλότερη η τιμή μονάδος του ηλεκτρισμού λόγω ιδιοπαραγωγής. Αλλά αποφεύγονται και άλλες επιβαρύνσεις που προκύπτουν από την υπέρβαση σε απορρόφηση ισχύος, των συμβατικών μέγιστων ορίων (βάση συμβολαίου με την εταιρεία διανομής ηλεκτρισμού). Επίσης μπορούν να προκύψουν οικονομικά ωφέλει από την πώληση του πλεονάζοντος ηλεκτρισμού στην εταιρεία διανομής. Ήδη υπάρχει και λειτουργεί διεθνώς ένας μεγάλος αριθμός τέτοιων εγκαταστάσεων όχι μόνο στον βιομηχανικό τομέα αλλά και σε πολλές εμπορικές εκμεταλλεύσεις.

Βασικό πλεονέκτημα και κίνητρο εφαρμογής αποτελεί αυξημένη απόδοση του συστήματος έναντι της χωριστής λειτουργίας συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και θερμικής ενέργειας. Έχει αποδειχτεί ότι με την αξιοποίηση των συστημάτων ΣΗΘ, επιτυγχάνεται συνολική απόδοση καύσιμου έως και 90% (έναντι 30-45% που είναι ο βαθμός απόδοσης των ηλεκτρικών συμβατικών συστημάτων), εξοικονομώντας ενέργεια κατά 15-40%, σε σχέση με την παραγόμενη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια από ανεξάρτητα συστήματα. Η εξοικονόμηση αυτή προκύπτει από την ανάκτηση και αξιοποίηση της θερμότητας, που διαφορετικά θα απορριπτόταν στο περιβάλλον.

Πλεονεκτήματα ΣΗΘ

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση των τεχνολογιών ΣΗΘ είναι συνοπτικά τα εξής:

- Εξοικονόμηση καυσίμου
- Ενεργειακή αυτονομία
- Υψηλότερος βαθμός απόδοσης σε σχέση με συμβατικές τεχνολογίες χωριστής ηλεκτροπαραγωγής και παραγωγής θερμότητας
- Ευελιξία, ελαχιστοποίηση απωλειών, προσαρμοστικότητα σε τοπικές ενεργειακές ανάγκες, συμβολή στο ενεργειακό δυναμικό και στην ασφάλεια εφοδιασμού
- Μείωση εκπεμπόμενων ρύπων προς το περιβάλλον.

Η ιδέα της συμπαραγωγής είναι αρκετά παλαιά και αναπτύχθηκε λόγω του χαμηλού βαθμού απόδοσης των συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής. Η τεχνολογική ανάπτυξη όμως που στόχευε και έφτασε σε υψηλότερες αποδόσεις ισχύος, καθώς και το νομικό πλαίσιο που εν τω μεταξύ θεσπίστηκε και επιτρέπει στους ανεξάρτητους παραγωγούς ηλεκτρικής ισχύος σε διάφορες χώρες να πωλούν την περίσσεια του ρεύματος στην εταιρεία διανομής έχουν καταστήσει την επιλογή ΣΗΘ με καύσιμο το φυσικό αέριο.

Συστήματα Συμπαραγωγής

- Συστήματα με αεριοστρόβιλο
- Συστήματα με ατμοστρόβιλο
- Συστήματα με μηχανές εσωτερικής καύσης
- Συστήματα με κυψέλες καυσίμων

Και στους δύο τύπους εξοπλισμού παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος δηλαδή στις παλινδρομικές μηχανές και στους στροβίλους, το φυσικό αέριο έχει να παρουσιάσει

σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το μαζούτ. Η καθαρότητά του και η ποιότητά του συντελούν σε περισσότερο αξιοπιστή και αποδοτική λειτουργία, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μονάδας και σημαντικά μειωμένη συντήρηση.

Τα προβλήματα προμήθειας και αποθήκευσης που υπάρχουν με την χρήση άλλων καυσίμων, υγρών και στερεών, με το φυσικό αέριο παύουν να υφίστανται καθώς αυτό μεταφέρεται εύκολα με σωληνώσεις σε όλα τα σημεία της κατανάλωσής του. Το φυσικό αέριο αναμιγνύεται πολύ εύκολα με τον αέρα και τα προϊόντα της καύσεως που δίνει είναι ελεύθερα θείου.

Εφαρμογές ΣΗΘ

Οι εφαρμογές των συστημάτων ΣΗΘ μπορούν να διακριθούν στις εξής κύριες κατηγορίες: **Βιομηχανικός τομέας:** Ο τομέας αυτός καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των εφαρμογών της ΣΗΘ στη χώρα μας.

Εφαρμοζόμενες τεχνολογίες είναι κυρίως με αεριοστρόβιλο και ατμοστρόβιλο και συνήθως το θερμικό προϊόν είναι ατμός υψηλής πίεσης.

Εμπορικός κτιριακός τομέας (τριτογενής τομέας): Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι κυρίως μηχανές εσωτερικής καύσης, ενώ το θερμικό προϊόν είναι ζεστό νερό ή ατμός χαμηλής πίεσης. Επίσης γίνεται χρήση συστημάτων απορρόφησης για την μετατροπή των θερμικών φορτίων σε ψυκτικά (κλιματισμός)

Θερμοκήπια: Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στα Θερμοκήπια διατίθεται στο Εθνικό Σύστημα Ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ με τα θερμικά φορτία γίνεται θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου και εμπλουτισμός του με διοξείδιο του άνθρακα για την ταχύτερη ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών.

1.4.5 Στην Αυτοκίνηση

Οι εφαρμογές του φυσικού αερίου συνεχώς επεκτείνονται σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό είναι μία πρακτική απόδειξη ότι το φυσικό αέριο είναι πράγματι το καύσιμο του μέλλοντος και ότι θα συμβάλει ουσιαστικά στη λύση του ενεργειακού και περιβαλλοντικού προβλήματος της ανθρωπότητας. Η κίνηση λεωφορείων με φυσικό αέριο είναι ένα τέτοιο παράδειγμα, σήμερα η ΔΕΠΑ διαθέτει δύο σταθμούς ανεφοδιασμού λεωφορείων με φυσικό αέριο που εφοδιάζουν το 20% των λεωφορείων του ΟΑΣΑ στην Αττική. Ο πρώτος σταθμός τέθηκε σε λειτουργία τον Ιανουάριο του 2001 στα Άνω Λιόσια, ενώ από τον Ιανουάριο του 2006 λειτούργησε και ο δεύτερος σταθμός ανεφοδιασμού λεωφορείων στην Ανθούσα της Αττικής ίδιας δυναμικότητας με τον αρχικό. Στους σταθμούς τροφοδοτούνται σήμερα 416 λεωφορεία φυσικού αερίου της ΕΘΕΛ και 106 απορριμματοφόρα ίδιου καυσίμου. Επισημαίνεται ότι οι δύο παραπάνω σταθμοί φυσικού αερίου ανήκουν στους μεγαλύτερους σταθμούς ανεφοδιασμού λεωφορείων στην Ευρώπη.

Κατά τη διάρκεια του 2008, συνεχίστηκαν οι επαφές με επιλεγμένους οργανισμούς και επιχειρήσεις του ευρύτερου δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, καθώς και με δυνητικούς εταιρικούς πελάτες, οι οποίοι διαθέτουν επαρκή στόλο οχημάτων. Σκοπός των επαφών αποτελεί η διερεύνηση της εισαγωγής των οχημάτων με καύσιμο το φυσικό αέριο, που θα τροφοδοτούνται από τους υφιστάμενους σταθμούς.

Επίσης, η ΔΕΠΑ παρέδωσε στα αρμόδια υπουργεία και φορείς προτάσεις δράσης για την διείσδυση του φυσικού αερίου στην κίνηση οχημάτων, ιδιαίτερα στον ευρύτερο δημόσιο τομέα. Σε αυτό το πλαίσιο έχει ληφθεί ήδη απόφαση εξομοίωσης των οχημάτων φυσικού αερίου με τα υβριδικά για τη χρήση τους ως οχήματα ταξί (1300cc)

Σε συνέχεια επαφών με το Υπουργείο Μεταφορών, εκδόθηκαν σχετικές νομοθετικές ρυθμίσεις που αφορούν στην ίδρυση πρατηρίων, στην εισαγωγή επιβατηγών και φορτηγών οχημάτων φυσικού αερίου και στην εγκατάσταση αντλιών τροφοδοσίας συμπιεσμένου φυσικού αερίου (cng) σε πρατήρια υγραερίου. Σύντομα θα είναι εφικτός ο εφοδιασμός με φυσικό αέριο και ιδιωτικών οχημάτων από τον υφιστάμενο σταθμό στην Ανθούσα Αττικής. Στο πλαίσιο αυτό η ΔΕΠΑ παρέιχε την εξειδικευμένη τεχνογνωσία της σε θέματα αεριοκίνησης, για τη διαμόρφωση

νομοθετικού πλαισίου από το Υπουργείο Μεταφορών, όσον αφορά τις μετατροπές οχημάτων, με βάση τη νομοθεσία ευρωπαϊκών χωρών (Γερμανία, Ιταλία), καθώς και την καθιέρωση ειδικότητας τεχνίτη αερίων καυσίμων και την ίδρυση συνεργείων μετατροπών και συντήρησης οχημάτων αερίων καυσίμων. Επιπρόσθετα, ανέπτυξε συνεργασία με το Υπουργείο Μεταφορών για την προώθηση της εισαγωγής φυσικού αερίου στο στόλο λεωφορείων του ΟΑΣΘ στη Θεσσαλονίκη.

Συνοπτικά οι σημαντικότερες εξελίξεις στο χώρο της αεριοκίνησης τα τελευταία χρόνια αποτελούν:

- Η από 18.01.2001 δρομολόγηση στην Αττική λεωφορείων που κινούνται με καύσιμο του φυσικό αέριο
- Η εισαγωγή 106 απορριμματοφόρων φυσικού αερίου σε διάφορους δήμους της πρωτεύουσας από το καλοκαίρι του 2008 και ένταξη τους στο σύστημα τροφοδοσίας με φυσικό αέριο
- Η σύναψη εμπορικών συμβάσεων με τους δήμους του λεκανοπεδίου που έχουν τα νέα απορριμματοφόρα οχήματα
- Άμεση υλοποίηση των αναγκαίων έργων στο σταθμό εφοδιασμού λεωφορείων της Ανθούσας για την τροφοδότηση με φυσικό αέριο και οχημάτων ιδιωτικής χρήσης
- Η προώθηση ενεργειών για την δημιουργία τρίτου σταθμού εφοδιασμού λεωφορείων εντός του αμαξοστασίου της ΕΘΕΛ στο Α .Ι. Ρέντη με στόχο της εξυπηρέτηση των νέων 200 λεωφορείων φυσικού αερίου που θα δρομολογηθούν σε κεντρικές περιοχές της πρωτεύουσας και τη μείωση των αποστάσεων για τον ανεφοδιασμό τους.
- Η έναρξη επαφών με φορείς και ερευνητικά κέντρα από το εξωτερικό για την μεταφορά τεχνογνωσίας, την μελλοντική συνεργασία σε ζητήματα αεριοκίνησης όπως και τη από κοινού υλοποίηση ερευνητικών προγραμμάτων για το φυσικό αέριο ως καύσιμο στην Ελλάδα.

1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο αλλάζει τα δεδομένα και στη βιομηχανία, προσφέροντας αυξημένη απόδοση, μικρότερα λειτουργικά κόστη, αλλά και μειωμένες εκπομπές ρύπων, για ένα καθαρότερο περιβάλλον. Η χρήση του φυσικού αερίου στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, αναβαθμίζει την ποιότητα ζωής στις πόλεις, με καλύτερες μεταφορές και λιγότερη επιβάρυνση στην ατμόσφαιρα. Σήμερα, στην Αττική κυκλοφορούν 416 «καθαρά» λεωφορεία της ΕΘΕΛ, που εξυπηρετούνται από τους δύο σταθμούς ανεφοδιασμού οχημάτων της ΔΕΠΑ. Σήμερα, μπορούμε να ζούμε, να εργαζόμαστε, να μετακινούμαστε καλύτερα, με την ενέργεια του μέλλοντος. Με το φυσικό αέριο.

1.5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Το φυσικό αέριο, ως καύσιμο, έχει δύο ιδιαίτερα σημαντικά πλεονεκτήματα και πολλά άλλα σε σχέση με το πετρέλαιο ντίζελ και το μαζούτ: αφενός παρουσιάζει αυξημένο βαθμό απόδοσης κατά την καύση του (σε καλοδιατηρημένες εγκαταστάσεις μπορεί να φθάσει και 94%) και συνεπώς επιτυγχάνεται ανάλογη εξοικονόμηση ενέργειας κατά την παραγωγή της θερμικής ενέργειας και αφετέρου οι εκπομπές αερίων ρύπων που προκύπτουν κατά την καύση του είναι σημαντικά χαμηλότερες από αυτές που προκύπτουν κατά την καύση του πετρελαίου και του μαζούτ.

Τα πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα;

- Είναι η πιο οικονομική ενέργεια
- Το φυσικό αέριο έχει ανταγωνιστικά τιμολόγια ως προς όλα τα συμβατικά καύσιμα.
- Είναι 20% πιο οικονομικό σε σχέση με το πετρέλαιο σε μηνιαία βάση και 60% σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Οδηγεί σε γρήγορη απόσβεση της επένδυσης
- Η μέτρηση γίνεται με ακρίβεια

- Η μέτρηση γίνεται από τις ενδείξεις του μετρητή, όπως ακριβώς και για τις καταναλώσεις της ΔΕΗ και της ΕΥΔΑΠ.
- Ο λογαριασμός πληρώνεται μετά την κατανάλωσή του σε αντίθεση με το πετρέλαιο που εξοφλείται κατά την παραλαβή
- Συνεχής ροή
- Δεν απαιτείται αποθηκευτικός χώρος
- Τα δίκτυα διανομής απαλλάσσουν από τα προβλήματα παραγγελίας, μεταφοράς, παραλαβής και αποθήκευσης.
- Είναι καθαρό
- Το φυσικό αέριο κάνει καθαρή καύση χωρίς τις οσμές και τα υπολείμματα του πετρελαίου.
- Είναι πιο φιλικό στο περιβάλλον
- Το φυσικό αέριο έχει τους χαμηλότερους ρύπους σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα.
- Παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα επομένως όταν υποκαθιστά άλλα καύσιμα συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Δεν περιέχει καθόλου θείο άρα δεν προκαλεί το φαινόμενο της όξινης βροχής.
- Η καύση του είναι καθαρή και πρακτικά δεν εκπέμπει αιθάλη και αιωρούμενα σωματίδια.

Βασικά Πλεονεκτήματα του Φυσικού Αερίου στον τριτογενή τομέα:

- Συνεχής παροχή και έλλειψη ενασχόλησης με παραγγελίες και παραλαβές καυσίμων.
- Δυνατότητα εκμετάλλευσης σημερινών αποθηκευτικών χώρων (δεξαμενών).
- Αισθητική αρτιότητα, αυξημένη καθαριότητα χώρων και συσκευών.
- Μειωμένη συντήρηση, ορθολογική χρήση ενέργειας, μείωση λειτουργικών δαπανών, οικονομία.
- Επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού, υψηλότερη απόδοση.

Το κύριο πλεονέκτημα του φυσικού αερίου -σε σύγκριση με τη βενζίνη και το πετρέλαιο- είναι ότι είναι φθηνότερο σε κόστος, με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται σε πολλές περιπτώσεις έως και 30% περισσότερη οικονομία και σε μερικές περιπτώσεις

έως και 50%. Σε κάθε περίπτωση, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι έως και 90% λιγότερες, σε σχέση με αυτές των βενζινοκίνητων οχημάτων. Αν και για μερικούς είναι οξύμωρο, τα αυτοκίνητα που κινούνται με φυσικό αέριο θεωρούνται ασφαλέστερα, διότι οι δεξαμενές αποθήκευσης του φυσικού αερίου είναι πιο ενισχυμένες, λόγω της πεπιεσμένης μορφής (όπου βρίσκεται εντός τους το αέριο), έτσι ώστε να είναι πιο ανθεκτικές σε συγκρούσεις και διατρήσεις. Το φυσικό αέριο χαρακτηρίζεται από υψηλό αριθμό οκτανίων, γι αυτό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από βενζινοκίνητες με υψηλή σχέση συμπίεσης, χωρίς κίνδυνο να εμφανιστεί προανάφλεξη.

Τέλος, σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης του φυσικού αερίου σε σχέση με το πετρέλαιο ντίζελ και το μαζούτ, είναι το γεγονός ότι η προμήθειά του και η διανομή του εντός της επιχείρησης ως τα σημεία κατανάλωσης απαιτεί λιγότερη φροντίδα και λιγότερο χρόνο από το προσωπικό της επιχείρησης, δηλ. τελικά λιγότερο κόστος (δεν απαιτούνται διαδικασίες παραγγελίας και παραλαβής, δεν απαιτούνται δεξαμενές αποθήκευσης, δεν απαιτείται προθέρμανσή του, όπως συχνά συμβαίνει με το μαζούτ κλπ).

1.5.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Λόγω των κατασκευαστικών ιδιοτεροτήτων τους, τα αυτοκίνητα που καταναλώνουν πεπιεσμένο φυσικό αέριο, φέρουν τιμή αυξημένη κατά 30% (σε ορισμένες περιπτώσεις) από τις αντίστοιχες βενζινοκίνητες εκδόσεις. Το φυσικό αέριο είναι λιγότερο εύφλεκτο εκρηκτικό μίγμα από τη βενζίνη, έτσι ώστε το ίδιο αυτοκίνητο να αποδίδει έως και 10 ίππους λιγότερους στην επιλογή κατανάλωσης φυσικού αερίου, από ό,τι στη λειτουργία καύσης βενζίνης (σε ορισμένα αυτοκίνητα). Από άποψη ενεργειακής πυκνότητας, το φυσικό αέριο θεωρείται αρκετά φτωχότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα γνωστά μας καύσιμα, γι αυτό το λόγο και ο όγκος που καταλαμβάνει ως ποσότητα είναι πολλαπλάσιος απ' αυτόν της βενζίνης.

Έτσι, για να αποκτήσει κάποιος ένα αυτοκίνητο φυσικού αερίου, με αυτονομία αντίστοιχη ενός βενζινοκίνητου ή ενός ντίζελ, χρειάζεται ρεζερβουάρ κατά πολύ μεγαλύτερο σε όγκο από κάποιο βενζίνης. Τέλος, επειδή το φυσικό αέριο

υγροποιείται στους -162 C, η αποθήκευσή του γίνεται σε αέρια μορφή, σε ειδικές μπουκάλες υψηλής πίεσης, οι οποίες σε πολλά αυτοκίνητα περιορίζουν το χώρο αποσκευών.

1.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Σύμφωνα με την ανάλυση του IOBE, το φυσικό αέριο αποτελεί τη φθηνότερη ενεργειακή πηγή στην εσωτερική αγορά τόσο για τη βιομηχανία όσο και για τα νοικοκυριά. Η τιμή του στη βιομηχανία είναι περίπου κατά 50% χαμηλότερη από την τιμή του πετρελαίου εσωτερικής καύσεως την περίοδο 1997-2005, και στον οικιακό τομέα είναι κατά 20% και 60% χαμηλότερη από την τιμή του πετρελαίου θέρμανσης και αυτή της ηλεκτρικής ενέργειας. Επισημαίνεται, ακόμη, ότι την ίδια περίοδο το ποσοστό του φόρου για τα νοικοκυριά προσέγγισε κατά μέσο όρο το 8% του συνόλου της τιμής. Από την άλλη πλευρά, για τη βιομηχανία, και προκειμένου να επιτευχθεί η ανταγωνιστικότητα του φυσικού αερίου σε σχέση με το μαζούτ, η οποία είναι απολύτως οριακή, παρέχονται ειδικές εκπτώσεις (φοροαπαλλαγές) επί του τιμολογίου των ΕΠΑ.

Σε διεθνές επίπεδο, η μαζική στροφή προς το φυσικό αέριο αρχίζει τη δεκαετία του 1970, σε μια προσπάθεια των χωρών να περιορίσουν τις επιπτώσεις από την υψηλή εξάρτηση των οικονομιών τους από το πετρέλαιο. Η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου εκτιμάται ότι ξεπέρασε τα 3 τρισ. κυβικά μέτρα το 2007, καταγράφοντας μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 2,8% την περίοδο 1990-2007. Η αυξανόμενη πορεία της κατανάλωσης φυσικού αερίου σε παγκόσμιο επίπεδο οφείλεται στο γεγονός ότι είναι ένα από τα «καθαρότερα» προς το περιβάλλον καύσιμο σε σύγκριση με τον άνθρακα και τα πετρελαιοειδή. Σημαντική ώθηση στην κατανάλωση αναμένεται ότι θα δώσουν οι πολιτικές επιλογές των κρατών σχετικά με την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, δεδομένου ότι κατ' αυτόν τον τρόπο ενθαρρύνεται η χρήση του φυσικού αερίου.

Βασικές προτεραιότητες για την εγχώρια αγορά του φυσικού αερίου αποτελούν: (α) η αύξηση της συμμετοχής του φυσικού αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, (β) η προσέλκυση νέων πελατών, (γ) η ανάπτυξη – προώθηση νέων χρήσεων του φυσικού αερίου και, τέλος, (δ) η αξιοποίηση των νέων υποδομών για αύξηση της ασφάλειας τροφοδοσίας. Ευνοϊκές προϋποθέσεις για την εξέλιξη της αγοράς συνιστούν οι διεθνείς συνεργασίες με την Ιταλία, τις χώρες της Δυτικής Βαλκανικής, την Τουρκία και τις χώρες της Κασπίας διότι θα εξασφαλίσουν τον ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας και θα δημιουργήσουν ανταγωνισμό στις τιμές προμήθειας.

Ωστόσο, σύμφωνα με την μελέτη του IOBE, η ανάπτυξη της αγοράς του φυσικού αερίου συναντά ορισμένα εμπόδια, όπως η έλλειψη παροχής άμεσου οικονομικού κινήτρου από το Κράτος και η ελλιπής ενημέρωση των καταναλωτών. Κρίσιμα είναι επίσης και τα ζητήματα της εφαρμοζόμενης τιμολογιακής πολιτικής τόσο στον τομέα μετατροπής όσο και στο βιομηχανικό τομέα, η διασφάλιση συνέπειας μεταξύ ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής, η ενίσχυση της περιφερειακής ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, η προώθηση της δημιουργίας νέων ενεργειακών διασυνδέσεων, η διασφάλιση της ανεξαρτησίας του διαχειριστή του συστήματος μεταφοράς, η ενίσχυση του ρόλου της ΡΑΕ, η συνέχιση της ανάπτυξης των υποδομών μεταφοράς και διανομής και η εξασφάλιση της ανεξαρτησίας των υφιστάμενων εταιρειών παροχής αερίου από τη ΔΕΠΑ, για να μπορέσουν αυτές να λειτουργήσουν ελεύθερα μόλις ανοίξει περαιτέρω η αγορά.

Για τη διαμόρφωση της τιμής του φυσικού αερίου ως βάση λαμβάνεται η μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης, σύμφωνα με την ελεύθερα διαμορφούμενη τιμή διυλιστηρίου, όπως αυτή γνωστοποιείται από το Υπουργείο Ανάπτυξης. Στην τιμή αυτή προστίθενται το περιθώριο κέρδους των διανομέων, οι νόμιμοι φόροι και ο ΦΠΑ, ενώ λαμβάνονται υπόψη και οι βαθμοί απόδοσης καύσης του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Η τελική τιμή χρέωσης του φυσικού αερίου διαμορφώνεται πάντοτε έτσι ώστε να είναι κατά 20% χαμηλότερη από την με τον παραπάνω τρόπο υπολογισθείσα τελική τιμή του πετρελαίου. Βέβαια, υπάρχει πιθανότητα το επόμενο διάστημα, που είναι κρίσιμο από πλευράς καταναλώσεων λόγω χειμώνα, και εφόσον το πετρέλαιο παραμείνει στα σημερινά επίπεδα (ή και χαμηλότερα) η τιμή του φυσικού αερίου για κάποια περίοδο (2-3 μήνες) να είναι υψηλότερη από αυτή του

πετρελαίου θέρμανσης. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό και με την περιοδικότητα των οικιακών καταναλώσεων θα έχει επιπτώσεις είτε στις ΕΠΑ (εφόσον εμμείνουν στη διαφοροποίηση του θερμιδικού κόστους του φυσικού αερίου κατά 20% σε σχέση με το ανταγωνιστικό καύσιμο) είτε στα νοικοκυριά που θα πρέπει να ελπίζουν σε ενδεχόμενη αναπλήρωση της ζημιάς κατά τον επόμενο χειμώνα.

Το κύριο πλεονέκτημα του φυσικού αερίου -σε σύγκριση με τη βενζίνη και το πετρέλαιο- είναι ότι είναι φθηνότερο σε κόστος, με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται σε πολλές περιπτώσεις έως και 30% περισσότερη οικονομία και σε μερικές περιπτώσεις έως και 50%. Σε κάθε περίπτωση, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι έως και 90% λιγότερες, σε σχέση με αυτές των βενζινοκίνητων οχημάτων. Αν και για μερικούς είναι οξύμωρο, τα αυτοκίνητα που κινούνται με φυσικό αέριο θεωρούνται ασφαλέστερα, διότι οι δεξαμενές αποθήκευσης του φυσικού αερίου είναι πιο ενισχυμένες, λόγω της πεπιεσμένης μορφής (όπου βρίσκεται εντός τους το αέριο), έτσι ώστε να είναι πιο ανθεκτικές σε συγκρούσεις και διατρήσεις. Το φυσικό αέριο χαρακτηρίζεται από υψηλό αριθμό οκτανίων, γι αυτό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από βενζινοκίνητες με υψηλή σχέση συμπίεσης, χωρίς κίνδυνο να εμφανιστεί προανάφλεξη.

Το φυσικό αέριο κοστίζει περίπου 0,60 έως 0,90 ευρώ το κιλό, έτσι ώστε η κατανάλωση από τη χρήση ενός αυτοκινήτου με φυσικό αέριο να παρουσιάζει αρκετά μικρότερο κόστος σε σχέση με κάποιο βενζινοκίνητο ή ντιζελοκίνητο. Αν πάρουμε για παράδειγμα το Opel Zafira 1,6 CNG που διαθέτει ρεζερβουάρ 20 κιλών φυσικού αερίου, τότε απαιτούνται 18 ευρώ για το γέμισμα, ενώ η αυτονομία του φτάνει τα 380 χλμ. Δηλαδή, για κάθε 100 χλμ. χρειάζεται να καταβάλουμε 4,77 ευρώ το μέγιστο, ενώ το αντίστοιχο κόστος για ένα βενζινοκίνητο ανέρχεται στα 9,5 ευρώ περίπου. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε, ότι τα αυτοκίνητα που κινούνται με φυσικό αέριο διαθέτουν και ντεπόζιτο βενζίνης ή πετρελαίου (αυτοκίνητα bi-fuel), προκειμένου να εξασφαλίζεται μεγαλύτερη αυτονομία.

2. ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

2.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο είναι ένα άριστο καύσιμο μηχανών. Τα χαρακτηριστικά της καύσης και των εκπομπών του, είναι ανώτερα από τα αντίστοιχα οποιαδήποτε άλλου ανταγωνιστικού καυσίμου και παρέχουν έτσι στο σχεδιαστή μηχανών ιδιαίτερη ευελιξία, για να εκμεταλλευτεί στο έπακρον τα πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου ως καύσιμο μηχανών, έτσι θα πρέπει να σχεδιάσουν μια μηχανή που θα ανταποκρίνεται σε αυτές τις ιδιαίτερες ιδιότητες.

Ένα βασικό σημείο κατά την εξέλιξη κινητήρων φυσικού αερίου, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη λειτουργία σε συνδυασμό με την όσο το δυνατό ελαχιστοποίηση των εκπεμπόμενων ρύπων, είναι η εύρεση της σωστής σχέσης συμπίεσης. Η σχέση αυτή ποικίλλει από κινητήρα σε κινητήρα. Το μέγιστο όριο συμπίεσης καθορίζεται από την τάση του κινητήρα να χτυπήσει πειράκια με το γκάζι πατημένο στο τέρμα. Όσο μεγαλύτερα περιθώρια έχουμε για αύξηση της σχέσης συμπίεσης, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αντοχή του κινητήρα.

Από τότε μέχρι σήμερα πολλές τεχνολογικές καινοτομίες έχουν εφαρμοστεί με αποτέλεσμα να έχει αλλάξει σημαντικά η εικόνα του αγαθού το οποίο λέγεται αυτοκίνητο, το οποίο όντας γνήσιο επίτευγμα της ανθρώπινης επινόησης, κινήθηκε σε όλη την κλίμακα της εξαιρετικής δημιουργικότητας, της λαμπρής ιδέας, της ξεχωριστής επινόησης και φυσικά δεν μπόρεσε να ξεφύγει από την επιπολαιότητα, την αλόγιστη εμπορευματοποίηση και την πλήρη αδιαφορία για το περιβάλλον. Ίσως οι επιπτώσεις αυτής της αδιαφορίας, περισσότερο από ότι οτιδήποτε άλλο αποτελέσουν κινητήριο μοχλό για την ρηξικέλευθη αλλαγή του αυτοκινήτου ως όλου από την εικόνα που έχουμε για αυτό σήμερα.

Στο τμήμα θερμοδυναμικών ερευνών της Τζένεραλ-Μότορς στις Η.Π.Α., οι μηχανικοί της εταιρίας εργάζονται εντατικά για την εξέλιξη κινητήρων φυσικού αερίου για επιβατικά αυτοκίνητα. Οι λόγοι για τους οποίους πιστεύουν ότι αξίζει η

προσπάθειά τους αυτή είναι πολλοί. Πρώτον, οι κινητήρες που καίνε φυσικό αέριο εκπέμπουν λιγότερους ρύπους. Δεύτερον, το φυσικό αέριο είναι καύσιμο που υπάρχει εν αφθονία και γι_ αυτό μπορεί να περιορίσει την εξάρτηση από το πετρέλαιο. Τρίτον, και σημαντικότερο, οι νόμοι των Η.Π.Α. αλλά και των υπόλοιπων χωρών για την εκπομπή ρύπων γίνονται συνεχώς πιο αυστηροί.

Με αποτέλεσμα, οι μηχανικοί των αυτοκινητοβιομηχανιών να στρέφονται πλέον σε εναλλακτικές μορφές καυσίμων για να καλύψουν αυτά τα όρια, καθώς οι βενζινοκινητήρες έχουν φτάσει σε τέτοιο επίπεδο εξέλιξης που ο περαιτέρω περιορισμός της εκπομπής των ρύπων από αυτούς είναι πολύ δύσκολος. Βέβαια, η εξέλιξη κινητήρων φυσικού αερίου δεν είναι καινούρια υπόθεση. Πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν, κατά καιρούς, κατασκευάσει διάφορους κινητήρες που καίνε φυσικό αέριο, οι οποίοι όμως έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως σε λεωφορεία, φορτηγά, και ημιφορτηγά διανομών.

Η περιορισμένη ως τώρα εφαρμογή αυτών των κινητήρων οφείλεται στο μεγάλο δοχείο καυσίμου που απαιτείται (αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα για τα μεγάλα οχήματα) καθώς και στη μικρή σχετικά αυτονομία των 320 χιλιομέτρων, αλλά και στο γεγονός ότι σπανίζουν τα πρατήρια που διαθέτουν φυσικό αέριο.

Ο περιορισμός των ρύπων Κατά τη γνώμη των μηχανικών που ασχολούνται με το θέμα, οι κινητήρες φυσικού αερίου που είναι εφοδιασμένοι με έναν τριοδικό καταλύτη εκπέμπουν λιγότερο διοξείδιο και μονοξείδιο του άνθρακα, καθώς και λιγότερα οξείδια του αζώτου, αλλά και υδρογονάνθρακες σε σχέση με τους υπάρχοντες βενζινοκινητήρες.

Η ποσότητα των εκπεμπόμενων ρύπων όμως εξαρτάται τόσο από τον τύπο του κινητήρα, όσο και από την ποιότητα του φυσικού αερίου που μπορεί να αλλάζει από χώρα σε χώρα και από μέρα σε μέρα.

Στη διάρκεια των ερευνών, οι μηχανικοί της GM μέτρησαν τις εκπομπές των ρύπων από ένα βενζινοκινητήρα V-6, και ακολούθως με τον ίδιο κινητήρα χρησιμοποίησαν φυσικό αέριο και πήραν τις αντίστοιχες μετρήσεις. Για να λειτουργήσει ο κινητήρας με φυσικό αέριο αύξησαν δύο φορές τη σχέση συμπίεσης του, από 9:1 που ήταν αρχικά, σε 11,5:1 και μετά σε 14:1.

Το συμπιεσμένο φυσικό αέριο περιέχει στη σύνθεσή του λιγότερο άνθρακα από τη βενζίνη και για αυτό εκπέμπει λιγότερα διοξείδια και μονοξείδια του άνθρακα, ακόμη κι αν τα καυσαέρια του κινητήρα δεν περάσουν από καταλύτη. Επιπρόσθετα, το φυσικό αέριο περιέχει μεγάλες ποσότητες μεθανίου οι οποίες συνεισφέρουν μεν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (όπως και το διοξείδιο του άνθρακα), αλλά όχι στη δημιουργία του νέφους.

Η προσθήκη, εξάλλου, ενός καταλύτη στην έξοδο των καυσαερίων, μπορεί να περιορίσει και τους υδρογονάνθρακες. Οι μηχανικοί της GM χρησιμοποίησαν για τον κινητήρα φυσικού αερίου καταλύτες από υλικά που ήταν παρόμοια με αυτά των βενζινοκινητήρων. Οι ποσότητες όμως των πρωτογενών υλικών από τα οποία κατασκευάζονται οι καταλύτες ήταν διαφορετικές, ακριβώς για να περιοριστούν οι ποσότητες των εκπεμπόμενων υδρογονανθράκων που περιέχουν μεθάνιο.

Το φυσικό αέριο για να λειτουργήσει σε έναν κύκλο ανάφλεξης συμπίεσης, έχει πάρα πολύ υψηλό αριθμό δεκαεξανίου (ο αριθμός δεκαεξανίου είναι ένα μέτρο της καθυστέρησης ανάφλεξης καυσίμων σε μια δοκιμή συμπίεσης ανάφλεξης). Η αναλογία συμπίεσης (CR) της χαρακτηριστικής μηχανής Diesel, όταν μετατρέπεται άμεσα στη λειτουργία ανάφλεξης σπινθήρων, είναι πάρα πολύ υψηλή για να λειτουργήσει στο φυσικό αέριο χωρίς κτύπο. Αντίθετα η μηχανή βενζίνης μπορεί να χρησιμοποιήσει το φυσικό αέριο αποτελεσματικά, αφού βέβαια πραγματοποιηθούν σχετικά απλές τροποποιήσεις, συμπεριλαμβανομένης της προσθήκης ενός κατάλληλου συστήματος ελέγχου αεριοδών καυσίμων. Αλλά η αναλογία συμπίεσης της μηχανής θα είναι πάρα πολύ χαμηλή και δεν θα έχουμε τα επιθυμητά χαρακτηριστικά λειτουργίας και την επιθυμητή οικονομία καυσίμων.

2.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Η Τεχνολογία των οχημάτων Φ.Α έχει παρουσιάσει εξαιρετικά αποτελέσματα ασφαλείας. Τούτο οφείλεται :

§ Στην ενδογενή ασφάλεια του Φ.Α ως ελαφρύτερου του αέρα (σχετική πυκνότητα 0,55-0,60 έναντι 1,6-2,0 του υγραερίου, ενώ η βενζίνη είναι υγρή και πτητική με ατμούς επίσης βαρύτερους του αέρα).

§ Στην ενδογενή επίσης ασφάλεια του Φ.Α ως εύφλεκτου μόνο σε στενό εύρος μίγματος του αέρα (5%-15%), ενώ και η θερμοκρασία αυτανάφλεξης του είναι υψηλή (540° C έναντι 230-280° C της βενζίνης και 225° C του ντίζελ.)

§ Στην ανθεκτικότητα των φιαλών αποθήκευσης Φ.Α, που κατασκευάζονται με τις γνωστές βιομηχανικές προδιαγραφές για πιεστικά δοχεία.

Το Φ.Α καίγεται σε κινητήρα τύπου Otto (με σπινθήρα), και έτσι είναι δυνατή η εναλλαγή καυσίμου μεταξύ βενζίνης και Φ.Α. Λόγω του υψηλότερου αριθμού οκτανίων του Φ.Α έναντι της βενζίνης, είναι δυνατή η καύση του Φ.Α με μεγαλύτερη συμπίεση έναντι της βενζίνης. Για το λόγο αυτό, οι κινητήρες που κατασκευάζονται αποκλειστικά για καύση Φ.Α έχουν υψηλότερο βαθμό αποδόσεως (~35% έναντι ~30% της βενζίνης).

Οι κινητήρες διπλού καυσίμου (bi-fuel, εναλλαγή Φ.Α- βενζίνης) λειτουργούν σε ενδιάμεσο βαθμό συμπίεσης, και ως αποτέλεσμα έχουν ενδιάμεσο βαθμό αποδόσεως (~33%) όταν λειτουργούν με Φ.Α. Η αύξηση αυτή του βαθμού αποδόσεως κατά την λειτουργία με Φ.Α, εξισορροπεί την αύξηση της κατανάλωσης που θα είχαμε λόγω του αυξημένου βάρους του αυτοκινήτου από τις φιάλες αποθήκευσης του Φ.Α. (~100 kg για ένα επιβατηγό Ι.Χ.). Κατά την εναλλαγή του καυσίμου με Φ.Α. όμως υπάρχει μία απώλεια ισχύος της μηχανής κατά 10% λόγω της αέριας φύσης του καυσίμου.

Σε σύγκριση με το Diesel, δεν είναι δυνατή η έναυση καύσης του Φ.Α. με συμπίεση, και έτσι δεν είναι δυνατή η εναλλαγή diesel- Φ.Α.. Είναι δυνατή η λειτουργία ντιζελοκινητήρα με μίγμα diesel- Φ.Α. (dual fuel system). Τούτο

περιλαμβάνει εκκίνηση της μηχανής με diesel και στη συνέχεια καθώς το όχημα αναπτύσσει ταχύτητα αυξάνεται το ποσοστό του Φ.Α. μέχρι τελικά μίγματος 80% αερίου και 20% diesel.

Η εμπειρία έχει αποδείξει ότι δεν επιτυγχάνονται σημαντικά οφέλη, ενώ υπάρχουν ακόμα τεχνικά προβλήματα. Έτσι, τα βαρέα οχήματα που λειτουργούν με Φ.Α. έχουν και αυτά κινητήρα Otto, και λειτουργούν συνήθως αποκλειστικά με Φ.Α. για οικονομικούς λόγους. Ως αποτέλεσμα, κατά τη μετάβαση από diesel σε Φ.Α. υπάρχει μια πτώση του βαθμού αποδόσεως της τάξεως του 20-30%, επομένως και της κατανάλωσης καυσίμου σε όρους κατώτερης θερμογόνου δύναμης, αφού οι ντιζελομηχανές έχουν υψηλότερο βαθμό αποδόσεως (40-45%)

Τούτο έχει επιβεβαιωθεί και σε πραγματικές δοκιμές, και μάλιστα, αν ληφθεί υπόψη και το επί πλέον βάρος των φιαλών που επωμίζεται το όχημα Φ.Α., η αύξηση κατανάλωσης μπορεί να φθάσει το 40%, αν και στο σημείο αυτό υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης, όπως έχει αποδειχθεί από τις νέες μηχανές Φ.Α. που σχεδιάζονται.

Η χρήση του Φ.Α. ως καυσίμου κινητήρων έχει τα εξής πλεονεκτήματα ως προς την βενζίνη:

- § Επειδή δεν περιέχει μόλυβδο ή άλλα πρόσθετα για την καύση
- § Αφήνει καθαρά τα μπουζί και έτσι αυξάνεται ο χρόνος ζωής τους.
- § Αυξάνεται ο χρόνος ζωής του λιπαντελαίου, αφού το Φ.Α. δεν μολύνει ή αραιώνει το λιπαντέλαιο της μηχανής.

Τα αυτοκίνητα που κινούνται με φυσικό αέριο δεν είναι κάτι καινούργιο για τις αυτοκινητοβιομηχανίες, Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες είναι διαθέσιμα αυτοκίνητα που ως βασικό καύσιμο χρησιμοποιούν το φυσικό αέριο καθώς και εκείνες με τη σειρά τους έχουν επενδύσει πολλά στη χρήση οικολογικών εφαρμογών στους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Αρκετά μοντέλα διαφόρων εταιρειών διατίθενται αυτή τη στιγμή προς πώληση, ενώ στη χώρα μας εισάγονται μόνο κατόπιν παραγγελίας, με εξαίρεση το Fiat Panda, όπως επίσης και την ανανεωμένη Mercedes B-Class, που αναμένουμε στην Ελλάδα τον προσεχή Αύγουστο. Σε χώρες όπως η Γερμανία, η Ιταλία και η Ελβετία κυκλοφορούν ευρέως στο εμπόριο τα Opel Zafira 1.6 CNG, Opel Astra Caravan 1.6 CNG, Volkswagen Touran EcoFuel και Caddy EcoFuel, Ford Focus CNG, ενώ η FIAT διαθέτει σχεδόν όλα τα αυτοκίνητα της γκάμας της σε

εκδόσεις που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο. Το τελευταίο διάστημα αρκετές από τις αυτοκινητοβιομηχανίες εξελίσσουν συστήματα όπως τα TNG (Turbo Natural Gas), δηλαδή υπερτροφοδοτούμενους κινητήρες φυσικού αερίου.

2.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΩΣΤΕ ΝΑ ΚΑΙΝΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Όπως είπαμε, είναι δυνατή η μετατροπή κινητήρα ώστε να καίει φυσικό αέριο, μόνο αν αυτός είναι βενζινοκινητήρας. Μια τέτοια μετατροπή περιλαμβάνει:

- Τις φιάλες αποθήκευσης του Φ.Α. και τους σωλήνες προσαγωγής του στη μηχανή.
- Τις διατάξεις ρύθμισης της πίεσης και ροής του Φ.Α. προς τη μηχανή.

Η μέθοδος της μετατροπής των βενζινοκίνητων οχημάτων ώστε να καίνε και Φ.Α. έχει εφαρμοσθεί ευρέως στην Ιταλία, στη Λατινική Αμερική, και στην Αίγυπτο. Έχει οδηγήσει σε μεγάλους αριθμούς Ι.Χ. οχημάτων διπλού καυσίμου. Το κίνητρο για τους οδηγούς ήταν η χαμηλή τιμή του Φ.Α. σε σύγκριση με την βενζίνη. Αντιθέτως, η Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη (Γερμανία, Γαλλία, Σουηδία κλπ.) προτιμά την εισαγωγή της αυτοκίνησης με Φ.Α. με καινούργια οχήματα, ενώ στις ΗΠΑ εφαρμόζονται και οι δύο μέθοδοι.

Το κυριότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει μια μετατροπή είναι η τοποθέτηση των φιαλών αποθήκευσης του καυσίμου. Δεδομένου ότι τούτο δεν έχει προβλεφθεί κατά την κατασκευή του οχήματος, υπάρχει σε μεγάλο βαθμό αυτοσχεδιασμός. Έτσι αν π.χ. δεν στερεωθούν καλά οι φιάλες είναι δυνατόν π.χ. σε ανώμαλο δρόμο, να προκύψουν προβλήματα. Επίσης μειώνεται ο λειτουργικός χώρος του αυτοκινήτου.

Επί πλέον, δεν γνωρίζουμε πως θα συμπεριφερθεί το όχημα σε εξαιρετικές καταστάσεις, αφού δεν θα έχει υποστεί τα σχετικά crash tests (παρά το γεγονός ότι οι φιάλες αυτές καθ' αυτές είναι πολύ ανθεκτικές). Σε κάθε περίπτωση, θα τροποποιηθεί η οδική συμπεριφορά του αυτοκινήτου σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό του.

Ένα δεύτερο πρόβλημα είναι το γεγονός ότι, επειδή το Φ.Α. δεν περιέχει πρόσθετα, απαιτούνται ειδικά μέταλλα στις έδρες των βαλβίδων της μηχανής. Έτσι, ενώ κανονικά οι κινητήρες Φ.Α. είναι μακροβιότεροι λόγω της καθαρότητας και του υψηλότερου αριθμού οκτανίων του Φ.Α., μπορεί να προκύψουν αντίθετα αποτελέσματα από την μετατροπή ενός βενζινοκινητήρα. Τέλος, τα on-board-diagnostic systems που θα τοποθετούνται στα νέα μοντέλα, δεν θα αναγνωρίζουν το καύσιμο και τα καυσαέρια Φ.Α. και θα οδηγούν σε διαγνωστικό σφάλματος.

Οι περισσότερες μετατροπές οχημάτων σε Φ.Α. πραγματοποιούνται από εταιρείες ανεξάρτητες από τις αυτοκινητοβιομηχανίες. Παρά το γεγονός ότι οι εταιρείες αυτές ακολουθούν συγκεκριμένα πρότυπα (standards) για την παραγωγή των επί μέρους εξαρτημάτων, δεν υπάρχει πρότυπο ή εγγύηση για το σύνολο της μετατροπής (όσον αφορά δηλαδή τη συνεργασία με τα υπόλοιπα μέρη του αυτοκινήτου).

Οι κατασκευαστές δεν αναγνωρίζουν ευθύνη για οχήματα που έχουν υποστεί μετατροπή από ανεξάρτητους μετατροπείς, ενώ οι τελευταίοι παρέχουν πιστοποιητικά και εγγυήσεις μόνο για τα εξαρτήματα που τοποθετούν.

Τη χορήγηση άδειας για πραγματοποίηση μετατροπών δίνεται μόνο σε ορισμένες μεγάλες εταιρείες που επιλέγονται εξ αρχής από την Πολιτεία.

Κανένα από τα ανωτέρω μέτρα όμως δεν αντιμετωπίζει το πρόβλημα της μη εμπλοκής και αναγνώρισης ευθύνης από τους κατασκευαστές των οχημάτων. Γι αυτό είναι άκρως ενδιαφέρουσα η περίπτωση της Γερμανίας, όπου έχουν εισαχθεί οι μετατροπές με προδιαγραφές και έγκριση από τις αυτοκινητοβιομηχανίες.

Στη περίπτωση μετατροπής των πετρελαιομηχανών απαιτείται επανασύσταση της μηχανής για να ταιριάζει με την αναλογία συμπίεσης του φυσικού αερίου. Αυτή η εργασία περιλαμβάνει συνήθως την κατεργασία των εμβόλων με σκοπό την μείωση της ανάλογης συμπίεσης. Η προσθήκη ενός συστήματος ανάφλεξης και ελέγχου καυσίμων είναι οι άλλες κύριες τροποποιήσεις. Το αποτέλεσμα είναι μία μηχανή με μεγάλη διάρκεια ζωής και πολύ χαμηλές μοριακές εκπομπές.

Με την χρήση του προηγμένου εξοπλισμού ελέγχου καυσίμων που είναι τώρα διαθέσιμος, τόσο οι βενζινομηχανές όσο και οι πετρελαιομηχανές μπορούν εύκολα να ανταποκριθούν στους σημερινούς κανονισμούς εκπομπών.

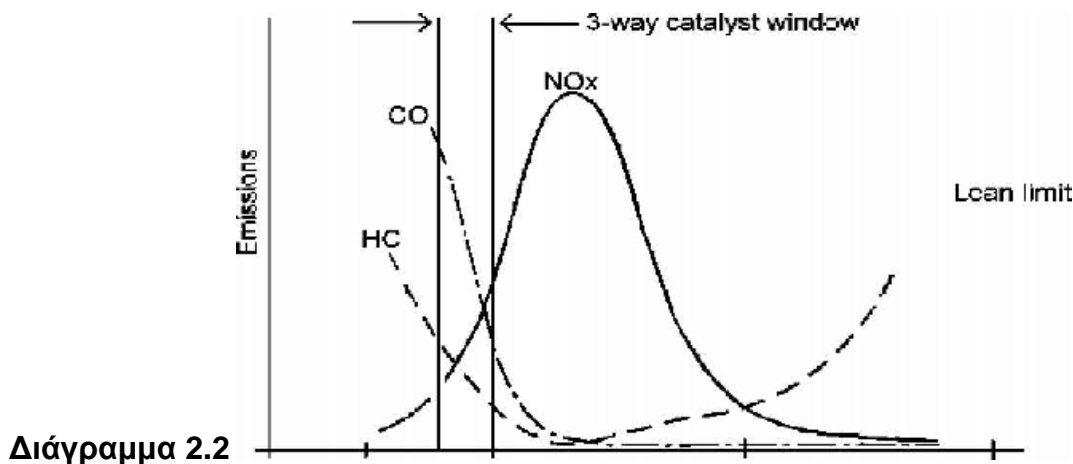
Αυτή η τροποποίηση των υπαρχόντων μηχανών δεν θεωρείται ως η ιδανική προσέγγιση στη ενίσχυση ενός στόλου οχημάτων NGV. Εντούτοις το πρόγραμμα

μετατροπής έχει προσφέρει πέρα από ένα εκατομμύριο οχήματα που λειτουργούν ακίνδυνα και επιτυχώς σε όλο τον κόσμο. Έχει αποδείξει την αξία του φυσικού αερίου ως καύσιμου που έχει προετοιμάσει το έδαφος για την εισαγωγή των οχημάτων OEM.

Όσο τα OEMS κινήθηκαν για να προσθέσουν NGV's ως επιλογή στα οχήματα παραγωγής, πολλές αρχές ανέμειναν η βιομηχανία μετατροπής να εκλείψει. Αυτό όμως φαίνεται ότι θα αργήσει να συμβεί, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Στο μεταξύ δεν πρέπει να υποτιμηθεί η υποδομή ανεφοδιασμού σε καύσιμα, στη διαδικασία της προώθησης και την γρήγορης συγκέντρωσης οχημάτων με φυσικό αέριο.

2.4 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ Φ.Α. ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗΣ

Μια σημαντική σχεδιαστική παράμετρος των μηχανών είναι η αναλογία αέρα / καυσίμου του μίγματος που εισάγεται στην αίθουσα καύσης. Αυτό περιγράφεται γενικά από έναν μη διαστασιακό όρο λ (λάμδα) ο οποίος στα χημικά σωστό μίγμα αέρα / καυσίμου έχει τη τιμή 1,0. Όταν είναι μεγαλύτερο από 1,0 το μίγμα είναι αδύνατο. Π.χ. για $\lambda=1,15$ έχουμε υπερβολικό αέρα κατά 15%. Όταν λ είναι λιγότερο από 1,0 το μίγμα είναι πλούσιο, ένας τρέχοντας όρος που δεν χρησιμοποιείται κανονικά, αν και η βέλτιστη τιμή για την καύση όταν χρησιμοποιείται καταλύτης, είναι πιθανό να βρεθεί στην περιοχή 0,98 έως 1,00. Για να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση ενός καταλύτη θα πρέπει η αναλογία καυσίμου / αέρα να βρίσκεται πού κοντά στη τιμή του λ .



Η μέγιστη δύναμη μηχανών παράγεται με μια δύναμη μιγμάτων ακριβώς στην πλούσια πλευρά του στοιχειομετρικού (π.χ. $\lambda=0,98$). Απομάκρυνση από αυτές τις τιμές υποδηλώνει αυτόματα μείωση της παραγωγικής δύναμης και την θερμικής απόδοσης. Η απόκλιση από αυτόν τον όρο οδηγεί επίσης σε βαθμιαία πτώση της δύναμης, αλλά και σε αύξηση της θερμικής αποδοτικότητας μέχρι την αρχή της αδύνατης διάλειψης.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε αναλυτικά, τις προδιαγραφές των συστατικών του φυσικού αερίου ως καύσιμο αυτοκίνησης καθώς και τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν.

- **Θείο**

Σύμφωνα με το πρότυπο SAE J1616 το Φ.Α. πρέπει να έχει οσμή αρκετά ισχυρή ώστε να ανιχνεύεται η παρουσία του σε μια συγκέντρωση στον αέρα όχι μεγαλύτερη από το 1/5 του κατώτερου ορίου αναφλέξιμου μίγματος δηλ. σε μίγμα με τον αέρα 1% κατ' όγκο. Μέγιστο ποσοστό δεν υπάρχει στα πρότυπα, δεδομένου ότι η διαβρωτικότητα του θείου ελέγχεται από την απουσία νερού. Υπάρχει όμως απαίτηση για μείωση του S λόγω απαιτήσεων των καταλυτών καθαρισμού των καυσαερίων. Το Φ.Α. τυπικά περιέχει 1-2 ppm (particles per million) S₂. Με την οσμητική ουσία που προστίθεται για να ανιχνεύονται οι διαρροές, το επίπεδο του θείου ανεβαίνει στα 10 ppm (7 mg/m³) περίπου. Τούτο δεν έχει δυσμενή επίδραση στους σημερινούς καταλύτες που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα αν και ορισμένες έρευνες έχουν δείξει ότι συγκέντρωση άνω του 10 ppm θα μπορούσε να

έχει δυσμενή επίδραση στους οξειδωτικούς καταλύτες που χρησιμοποιούνται στις μηχανές πτωχού μίγματος. (lean burn). Σε μηχανές στοιχειομετρικής καύσης, οι τριοδικόι καταλύτες γενικά λειτουργούν ικανοποιητικά λόγω των υψηλών θερμοκρασιών των καυσαερίων.

Ωστόσο, προωθείτε τώρα σε παγκόσμιο επίπεδο η εισαγωγή νέων πιο αποτελεσματικών καταλυτών οι οποίοι απαιτούν πρακτικά μηδενικό επίπεδο S_2 στα καύσιμα. Μέχρι το 2011 αναμένεται το επίπεδο του θείου στα υγρά καύσιμα να πέσει στα 10 ppm. Με βάση την τάση αυτή που διαγράφεται αναμένεται ότι θα αναπτυχθούν οσμητικές ουσίες χωρίς θείο, ώστε το φυσικό αέριο να συνεχίσει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των καταλυτών.

- **Νερό**

Η ύπαρξη υψηλού επιπέδου νερού μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό υγρού ή πάγου αφενός κατά την συμπίεση του φυσικού αερίου στα 200 - 250 bar προκειμένου να διοχετευθεί στη φιάλη του αυτοκινήτου, ιδίως αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι χαμηλή, και αφετέρου κατά την εκτόνωση που ακολουθεί για να διοχετευθεί στη μηχανή από τα 200 - 250 bar στα 4 - 10 bar, η εκτόνωση προκαλεί ψύξη του αερίου. Ο σχηματισμός υγρού ή πάγου μπορεί να οδηγήσει σε << σταμάτημα >> της μηχανής.

Οι προδιαγραφές σύμφωνα με το πρότυπο SAE J1616 είναι το σημείο δρόσου να είναι τουλάχιστον 5,6 °C κάτω από την μηνιαία ελάχιστη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου στην μέγιστη πίεση λειτουργίας της φιάλης. Το νερό δεν αποτελεί πρόβλημα στο LNG, αφού η διαδικασία υγροποίησης του φυσικού αερίου αφαιρεί τελείως το νερό.

Δεν επιτρέπεται επίσης να προστίθεται μεθανόλη στο CNG (Compressed Natural Gas, φυσικό αέριο υψηλής συμπίεσης) στον σταθμό (ως μέσο μείωσης του σημείου δρόσου του φυσικού αερίου), επειδή αυτή μπορεί να διαβρώσει τις φιάλες και τις σωληνώσεις του φυσικού αερίου. Συνήθως η συμβατική προδιαγραφή για το νερό είναι 112 mg / m³ και η συνήθης περιεκτικότητα 65 mg / m³ ή λιγότερο. Πάντως, στους σταθμούς CNG υπάρχει πάντα ξηρατήρας του φυσικού αερίου πριν την συμπίεση.

- **Βαρείς Υδρογονάνθρακες (C₃₊)**

Αν σχηματιστούν συμπυκνώματα βαρέων υδρογονανθράκων, αυτά όταν μειωθεί η πίεση στη φιάλη επί του οχήματος και επανεξατμηστούν, θα οδηγήσουν σε σημαντικά τροποποιημένη σύνθεση του αερίου, οπότε πιθανόν να προκύψουν δυσκολίες στον έλεγχο του λόγου αέρα προς καύσιμο.

Σύμφωνα με το πρότυπο SAE J1616, στην μέγιστη πίεση αποθήκευσης του καυσίμου και στην χαμηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν θα πρέπει να σχηματίζεται υγρό συμπύκνωμα άνω του 1%. Η μέγιστη συμπύκνωση λαμβάνει χώρα σε πιέσεις μεταξύ 55-83 bar.

- **Σωματίδια**

Πρέπει να ελαχιστοποιούνται για να αποφεύγεται η απόφραξη και η μηχανική διάβρωση (Erosion) του συστήματος καυσίμων. Το SNG που διοχετεύεται στο όχημα πρέπει να έχει σωματίδια $\leq 5\mu\text{m}$ σε μέγεθος, κατά το πρότυπο SAE J1616.

- **Λιπαντέλαιο**

Πολλές φορές λιπαντέλαιο παρασύρεται από τους συμπιεστές και εισέρχεται στο φυσικό αέρι. Όταν το ποσό του λιπαντέλαιο στο φυσικό αέριο είναι υψηλό, μπορεί να συμπυκνωθεί και να προκαλέσει λειτουργικά προβλήματα. Δεν υπάρχει μέχρι τώρα όριο για το λιπαντέλαιο στα διάφορα πρότυπα. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι αν χρησιμοποιούνται μηχανές τύπου injection, πρέπει να υπάρχει λιπαντέλαιο σε επίπεδο μέχρι 60 ppm κατά βάρος για την ομαλή λειτουργία.

- **Wobbe Index (δείκτης θέρμανσης)**

Δεν υπάρχει προδιαγραφή. Μια ευρεία διακύμανση του Wobbe Index μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα, κυρίως αν η μηχανή δεν είναι εφοδιασμένη με σύστημα ρύθμισης κλειστού κυκλώματος. Οι περισσότεροι κατασκευαστές συνιστούν εύρος δείκτη θέρμανσης 48,5-51 MJ / m³.

- Άλλες προδιαγραφές

Σύμφωνα με τις ποιοτικές προδιαγραφές της California για το CNJ, θα πρέπει εκτός από τα παραπάνω να ισχύουν και οι παρακάτω προδιαγραφές.

Specifications	Volume percent	Test method
Methane	88.0% min	ASTM D1945-81
Ethane	6.0%max	ASTM D1945-81
C ³ and higher HC	3.0%max	ASTM D1945-81
C ⁶ and higher HC	0.2%max	ASTM D1945-81
Hydrogen	0.1%max	ASTM D2650-88
Carbon monoxide	0.1%max	ASTM D2650-88
Oxygen	1.0%max	ASTM D1945-81
CO ₂ + N ₂	1.5-4.5%(range)	ASTM D1945-81

Πίνακας 2.1

2.4.1 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΑΕΡΙΟΥ

Το πρότυπο σχέδιο ISO "High pressure Cylinders for the Onboard Storage of Natural Gas for Automotive Vehicles"(ISO, 1996) θέτει περιορισμούς στα ποσά του H₂S, του Θείου, του CO₂ και του O₂ στο φυσικό αέριο. Αυτά τα όρια είναι:

H ₂ S	23 mg/m ³
Συνολικό θείο	460 mg/m ³
Διοξείδιο του άνθρακα	3% του συνολικού όγκου
Οξυγόνο	1% του συνολικού όγκου

Πίνακας 2.2

Οι πιθανές επιδράσεις αυτών και άλλων συστατικών του αερίου στη μετάδοση και την αποθήκευση συνοψίζονται παρακάτω.

Νερό

Όταν το φυσικό αέριο συμπιέζεται, το όριο ύδατος αυξάνεται έτσι ώστε - εκτός αν το αέριο είναι πολύ ξηρό -σταγονίδια να σχηματιστούν στις σωληνώσεις και τους κυλίνδρους CNG. Η πιθανότητα να συμβεί αυτό αυξάνεται ραγδαία το χειμώνα. Η παρουσία ύδατος μπορεί να προκαλέσει τη διάβρωση και το σχηματισμό ένυδρων ουσιών

Διοξείδιο του άνθρακα

Το CO₂ του αερίου που αποθηκεύεται σε carbon-steel κυλίνδρους μπορεί να αντιδράσει με το νερό και να δημιουργήσει FeCO₃. Η ταχύτητα της διάβρωσης εξαρτάται από την πίεση του αερίου, τη θερμοκρασία, τη συγκέντρωση των αντιδραστικών συστατικών και την ευπάθεια του στρώματος διάβρωσης. Η διάβρωση μπορεί να περιοριστεί στις περιοχές που συγκεντρώνεται περισσότερο νερό.

Σχηματισμός ένυδρων ουσιών

Στις υψηλές πιέσεις, ένυδρες ουσίες μπορούν να διαμορφωθούν σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 0°. Αυτό θα οδηγήσει σε προβλήματα στους σωλήνες, τις βαλβίδες, τους ρυθμιστές πίεσης και τις βαλβίδες ασφαλείας.

Ένα όριο έχει τεθεί ως στόχος στο επιτρεπόμενο ποσό ύδατος στους κυλίνδρους αποθήκευσης για να αποτραπούν αυτά τα προβλήματα. Η συγκέντρωση ύδατος πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή ώστε στα 200 bar η θερμοκρασία να είναι ίση ή μικρότερη από τους 5°C. Στην πράξη, αυτό οδηγεί συνήθως σε μια επιτρεπόμενη συγκέντρωση ύδατος 10-50 mg/m .

Σουλφίδιο υδρογόνου

Παρουσία του ύδατος, το H_2S μπορεί να διαμορφώσει ένα όξινο περιβάλλον που βοηθά τη διάβρωση των χαλύβων. Το ποσό υδρογόνου ικανό να διαπεράσει το μέταλλο εξαρτάται από το pH του περιβάλλοντος.

Θείο

Λόγω της χαμηλής διαλυτότητας του θείου στο νερό, το S_2 δεν βοηθά σημαντικά τη διάβρωση. Μια λεπτομερής συζήτηση των αποτελεσμάτων της επιλογής χάλυβα και της θερμικής επεξεργασίας δίνεται από τον Dowling (1994), ο οποίος αναφέρει επίσης τους κανόνες για την κατάλληλη εφαρμογή και την εγκατάσταση των ανακουφιστικών βαλβίδων πίεσης και των ζητημάτων της εγκατάστασης, την επιθεώρηση και τη λειτουργία σε χαμηλή θερμοκρασία. Έρευνες έχουν δείξει ότι κάτω από 23 mg/m^3 H_2S και 3% CO_2 κανένα πρόβλημα δεν εμφανίζεται με τον αποσβημένο και μετριασμένο χάλυβα σκληρότητας HRC κάτω από 33.

2.5 Τα Αποτελέσματα της σύνθεσης Αερίου

Τα προϊόντα εκπομπών που αφορούν κατά κύριο λόγο το φυσικό αέριο είναι το NO_x , το CO , οι HC και το CO_2 . Η παραγωγή του NO_x καθορίζεται από τη μέγιστη θερμοκρασία που πετυχαίνεται κατά την διαδικασία καύσης και τη διαθεσιμότητα του οξυγόνου. Εάν η σύνθεση του αερίου αλλάξει, ο σχηματισμός του NO_x επηρεάζεται μόνο εάν αλλάξει η μέγιστη θερμοκρασία και η αναλογία αέρα-καυσίμων.

Το CO παράγεται λόγω έλλειψη αέρα (λ λιγότερο από 1.0), δεν επηρεάζεται σχεδόν καθόλου από τις παραλλαγές της σύνθεσης του αερίου αρκεί η αέρα-καυσίμου αναλογία να παραμένει σταθερή. Το μεγαλύτερο μέρος των HC

προέρχονται από τα πιστόνια. Οι εκπομπές HC τείνουν να αυξηθούν όταν υπάρχει αδύναμο μίγμα λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών.

Οι παραλλαγές στη σύνθεση αεριωδών καυσίμων μπορούν να έχουν επιπτώσεις στο επίπεδο των μολυσματικών εκπομπών. Η πρωταρχική επίδραση οφείλεται στις παραλλαγές του δείκτη Wobbe, ο οποίος μπορεί άμεσα να έχει επιπτώσεις στην αναλογία αέρος-καυσίμου και έτσι στις μολυσματικές εκπομπές. Με τον κατάλληλο έλεγχο των μηχανών, software και hardware, οι λογικές παραλλαγές στο δείκτη Wobbe θα έχουν μικρή επίδραση στις εκπομπές ενός οχήματος LD που χρησιμοποιεί τη σύγχρονη τεχνολογία μηχανών, η οποία περιλαμβάνει στοιχειομετρικές μηχανές με τριπλούς καταλύτες και έλεγχο ανατροφοδότησης κλειστών βρόγχων με τη βοήθεια ενός αισθητήρα οξυγόνου. Αυτό το σύστημα ελέγχου ανατροφοδότησης καθιστά πιθανό να αντισταθμιστούν οι παραλλαγές της αναλογίας αέρος-καυσίμου.

2.6 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΠΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Οι αυτοκινητοβιομηχανίες δεν έχουν παρουσιάσει ακόμα ευρεία γκάμα μοντέλων διπλού καυσίμου ή Φ.Α. Η αιτιολόγηση είναι ότι δεν υπήρξε μέχρι τώρα αρκετή ζήτηση που να δικαιολογεί τη βαριά έρευνα και την δημιουργία τέτοιων γραμμών παραγωγής. Ωστόσο, τα τελευταία δύο χρόνια υπάρχουν ενδείξεις δραστηριοποίησης προς την κατεύθυνση αυτήν, δεδομένου ότι υπάρχουν πλέον σε εξέλιξη σε όλες σχεδόν τις χώρες μεγάλα προγράμματα εισαγωγής της αυτοκίνησης με Φ. Α., τα οποία ενθαρρύνονται από τις αντίστοιχες Κυβερνήσεις για περιβαλλοντικούς λόγους.

Το σχέδιο της μηχανής LD είναι ιδανικά δεμένο στο σχέδιο και την ανάπτυξη ενός νέου πρότυπου οχήματος. Αυτή δεν είναι η μέθοδος που υιοθετείται πάντα. Ακριβώς όπως η βιομηχανία NGV άρχισε με το μικρό βήμα της μετατροπής μιας υπάρχουσας μηχανής για να χρησιμοποιήσει τα νέα καύσιμα, έτσι και πολλοί άλλοι κατασκευαστές έχουν μπει στον τομέα της κατασκευής μιας μηχανής με Φ.Α που προέρχεται άμεσα από μια μηχανή βενζίνης. Αυτό δεν είναι ένας μικρός στόχος, και μπορεί να έχει καλό εμπορικό νόημα στην παροχή μιας βαθμιαίας εισαγωγής στην χρησιμοποίηση των νέων καυσίμων.

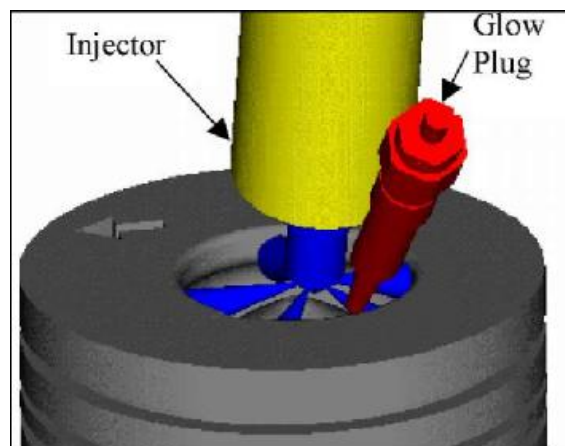
Είναι πιθανώς ευκολότερο, από την άποψη της δομής μηχανών HD, να παραχθεί μια μηχανή φυσικού αερίου που θα αντικαταστήσει ένα συγκεκριμένο πρότυπο της πετρελαιομηχανής η αυθεντική μηχανή θα έχει σχεδιαστεί για να συναντήσει τα φορτία μιας υψηλής μηχανής συμπίεσης. Ο στόχος μπορεί να είναι να παραχθεί μια μηχανή φυσικού αερίου παρόμοιου μεγέθους και μορφής της αυθεντικής πετρελαιομηχανής ώστε να συναντήσει μια υπάρχουσα εφαρμογή.

Μια εναλλακτική λύση για να μετατρέψουμε μια πετρελαιομηχανή για να λειτουργεί με τον τρόπο ανάφλεξης σπινθήρων κύκλου Otto, είναι να τροποποιηθεί σε dual-fuel (διπλού καυσίμου) λειτουργία. Στο σύστημα dual-fuel ένα μίγμα αερίου-αέρα συμπιέζεται σε έναν τυποποιημένο τεσσάρων-εμβόλων κύκλο πετρελαίου. Το μίγμα υπό κανονικούς όρους λειτουργίας δεν θα αυτοαναφλεχθεί, καθώς παρέχεται ελεγχόμενη ανάφλεξη από την έγχυση ενός μικρού «πειραματικού» ποσού πετρελαίου.

Οι τροποποιήσεις στη μηχανή που απαιτούνται για να λειτουργήσει με τον τρόπο των διπλών-καυσίμων είναι σχετικά δευτερεύουσες, και δεν περιλαμβάνουν κανονικά την αποξήλωση της μηχανής. Στην ουσία κάποια μορφή εξαέρωσης αερίου ή εγχύσεων εγκαθίσταται, και ένα σύστημα ελέγχου προστίθεται για να καθορίσει το αέριο και το πετρέλαιο να ταιριάζει με τις απαιτήσεις σε φορτίο των μηχανών. Οι δαπάνες της τοποθέτησης ενός συστήματος dual-fuel είναι επομένως χαμηλότερες απ' ό,τι η μετατροπή στην τροφοδότηση με καύσιμα αερίου 100%. Ένα άλλο

πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι ότι είναι δυνατό να επανέλθει στην κανονική, με πετρέλαιο, λειτουργία του κατ' απαίτηση του οδηγού.

Τα ποσοστά του πετρελαίου και του αερίου σε ένα δεδομένο φορτίο καθορίζονται κατά ένα μεγάλο μέρος από τα χαρακτηριστικά των μηχανών. Σε ένα πλήρες φορτίο ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας που χρειάζεται μπορεί να παρασχεθεί από το αέριο, και η πειραματική ενέργεια του πετρελαίου μπορεί να μειωθεί σε μερικά επί τις εκατό ποσοστά. Πρακτικά η ροή πετρελαίου δεν μειώνεται κάτω από 10 ή 15 τοις εκατό της συνολικής ενέργειας που απαιτείται - εν μέρει για να εξασφαλίσει επαρκή ψύξη των ακροφυσίων των εγχύσεων.



Εικόνα 2.10

Δεδομένου ότι το φορτίο μηχανών μειώνεται και η ροή αερίου ελαττώνεται, η αναλογία αέρα/αερίου μεγαλώνει, και γίνεται δύσκολο να διατηρηθεί η πλήρης καύση του μίγματος αερίου/αέρα. Αυτό οδηγεί στη χαμηλότερη αποδοτικότητα των μηχανών και στις υψηλότερες εκπομπές υδρογονανθράκων. Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του εξοπλισμού, το συνηθέστερο ήταν η πλήρης λειτουργία με πετρέλαιο των ελαφριών μηχανών, διατηρώντας το πλεονέκτημα της ανώτερης απόδοσης. Αυτή η προσέγγιση έχει το μειονέκτημα της μείωσης του ποσοστού του πετρελαίου που αντικατέστησε το φυσικό αέριο και ως εκ τούτου τη μείωση του οικονομικού οφέλους .

Ένα μεγάλο μέρος της εργασίας που καθιερώνει τα χαρακτηριστικά της λειτουργίας διπλών-καυσίμων ολοκληρώθηκε στη δεκαετία του '80 (Karim και λοιποί,

1988 Raine και λοιποί, 1984). Θα αναμενόταν ότι η διαθεσιμότητα των περιπλοκότερων συστημάτων ελέγχου και του εξοπλισμού ελέγχου αερίου θα είχε εντούτοις παράσχει τις λύσεις σε αυτά τα αρχικά προβλήματα.

Εντούτοις μια πιο πρόσφατη μελέτη (Kubota και λοιποί, 1996) για μια dual-fuel μηχανή έχει προσθέσει λίγα στην προηγούμενη εργασία, και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ενώ η λειτουργία dual-fuel μπορεί να μειώσει τα επίπεδα εκπομπών NOx και καπνού, η φτωχή θερμική αποδοτικότητα και οι αυξανόμενες εκπομπές THC παραμένουν σημαντικά προβλήματα.

Η χρήση των πλήρως ενσωματωμένων ηλεκτρονικών συστημάτων διαχείρισης καυσίμων αναμφισβήτητα παρέχει τις λύσεις σε αυτά τα προβλήματα. Η ακριβής έγχυση του φυσικού αερίου στον θάλαμο εισαγωγής, που συνδυάζεται με τους κατάλληλους αλγορίθμους στο σύστημα διαχείρισης καυσίμων, ιδιαίτερα στα ελαφριά φορτία, θα αποβάλει μερικές από τις ανεπάρκειες. Η δυνατότητα της άμεσης έγχυσης στον κύλινδρο του αερίου θα παράσχει επίσης τα μέσα στη λειτουργία ελαφρών-φορτίων του φυσικού αερίου.

Η προσθήκη των τεχνικών αυτοδιδασκαλίας επανακυκλοφορίας αερίου και εξάτμισης (egr), και η χρήση των καταλυτών αερίου εξάτμισης, θα επιτρέψει στα πολυσημειακά συστήματα εγχύσεων να διατηρήσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα του πετρελαίου και θα παράσχουν τις βελτιωμένες εκπομπές εξάτμισης. Είναι δυνατή η αντικατάσταση από το φυσικό αέριο 75% ως 80% των καυσίμων πετρελαίου που χρησιμοποιούνται κανονικά σε ένα λεωφορείο πόλεως.

2.7 Οχήματα Ελαφριού Τύπου

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα περιγράψουμε τον ρόλο των ελαφριών οχημάτων (LD) στη βιομηχανία NGV. Εδώ πραγματοποιείται μία ευρεία αξιολόγηση του οχήματος LD, το οποίο βρίσκεται ότι έχει συνολικό βάρος μικρότερο των 3.850 kg. Αυτή η αξιολόγηση υπαγορεύεται από την πολιτική που εφαρμόζεται στην Λατινική Αμερική και περιλαμβάνει επιβατικά αυτοκίνητα, ταξί και μία σειρά από μικρά φορτηγά και καμιόνια. Η σημασία και ο ρόλος των βαρέων (HD) NGV θα παρουσιαστεί στο επόμενο υποκεφάλαιο.



Honda Civic GX



F-150 Dedicated CNG Pickup



Dodge Ram 1500 Cargo Van

Εικόνα 2.11

Επίσης σε αυτό το σημείο θα δούμε ότι η βιομηχανία μεταποίησης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση του αριθμού των οχημάτων. Το γεγονός αυτό θεωρείται σημαντικό αφού ωθεί σε μία ραγδαία ανάπτυξη του δικτύου ανατροφοδότησης και φανερώνει το βαθμό βιωσιμότητας και αποδοτικότητας της βιομηχανίας NGV. Την ίδια στιγμή είναι φανερό ότι κάθε προσπάθεια θα πρέπει να στοχεύει στην ενθάρρυνση την παραγωγής και της διαφήμισης των οχημάτων OEM, έτσι ώστε να αξιοποιηθεί η αναπτυσσόμενη υποδομή της ανατροφοδότησης.

Κάνοντας μία σύντομη ανασκόπηση της βιομηχανίας μεταποίησης των οχημάτων LD σε χώρες όπου αυτός ο τομέας της βιομηχανίας NGV είναι επικερδής,

τα πλεονεκτήματα των OEM NGV θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να διασφαλίζουν μία ευνοϊκή αποδοχή από την αγορά. Η μεγάλη πλειοψηφία των ελαφριών οχημάτων NGV που κυκλοφορούν στην αγορά έχουν προέλθει από τη μετατροπή των οχημάτων που κινούνται με απλή βενζίνη. Δεν δίδεται το έναυσμα για τη μετατροπή μικρών κινητήρων ντίζελ (Diesel) λόγω του ότι διαθέτουν χαμηλή κατανάλωση καυσίμων και χρήση ενός συνήθως χαμηλού κόστους καυσίμου.

Από την στιγμή κατά την οποία η βιομηχανία μεταποίησης είναι πλέον πολύ καλά εγκαθιδρυμένη, μπορούμε να αναδείξουμε κάποια από τα πλεονεκτήματα, καθώς και τις παγίδες που κρύβει αυτή η προσέγγιση. Εδώ υπάρχει μία ευρεία γκάμα επιλογών εξαρτημάτων που είναι διαθέσιμα για μετατροπές .

Η αποθήκευση του φυσικού αερίου αποτελεί ένα από τα κεντρικά προβλήματα που θα πρέπει να επιλυθούν κατά το σχεδιασμό ή τη μετατροπή ενός LD NGV. Το μέγεθος, το σχήμα, το βάρος και το κόστος του αποθηκευτικού κυλίνδρου αποτελούν τον πυρήνα αυτού του προβλήματος. Σ' ένα τμήμα αυτού του κεφαλαίου θα ασχοληθούμε λίγο με αυτό το θέμα, ενώ περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την αποθήκευση δίδονται σε άλλη ενότητα. Η εργασία του σχεδιαστή οχημάτων διευκολύνεται από την αυξανόμενη ποικιλία των διατιθέμενων μεγεθών και σχημάτων.

Τα τελευταία συστήματα έγχυσης καυσίμων έχουν βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα των μετατροπών. Η διαθεσιμότητα των ελαφριών κυλίνδρων έχει επίσης ελαττώσει την πρόσθετη μάζα της εγκατάστασης. Από την άλλη μεριά, αυτά τα νέα συστήματα έχουν το μειονέκτημα ότι το κόστος μετατροπής είναι πολύ αυξημένο. Για την επίτευξη της συνέχισης της προόδου τόσο της βιομηχανίας μεταποίησης όσο και των πωλήσεων των οχημάτων OEM , θα πρέπει να περιοριστεί το κόστος. Αυτό θα αποτελέσει ένα από τα πλεονεκτήματα κατά την παραγωγή εξαρτημάτων σε ευρύτερη κλίμακα.

Η προσφορά κάποιων τύπων NGV το 1997 θα μεταπηδήσει από το στάδιο των μετατροπών στην παροχή περιορισμένου εύρους προσφοράς OEM. Επομένως, υπάρχει η προσμονή ότι η επιλογή του OEM θα αυξηθεί γρήγορα και επαρκώς. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει μία αξιοσημείωτη ποικιλία τέτοιων οχημάτων σε προσφορά τα νούμερα παραγωγής είναι μικρά.

Παραδείγματα παραγωγής ορισμένων οχημάτων από τα OEM δίδονται στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου. Γίνεται μία προσπάθεια να αναλύσουμε τη φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από το σχεδιασμό των διαθέσιμων οχημάτων. Αναλύονται οι περιορισμοί εκείνοι οι οποίοι έχουν επιβραδύνει την ανάπτυξη σε ορισμένες χώρες όταν την ίδια στιγμή σε άλλες (χώρες) παρατηρείται απόλυτη επιτυχία.

Η πρόκληση που αντιμετωπίζουν τα OEM είναι η παραγωγή ευρείας κλίμακας NGV η οποία θα ανταγωνίζεται το αρχικό κόστος, τα λειτουργικά έξοδα και τις εκπομπές των αυτοκινήτων βενζίνης και ντίζελ (Diesel). Δεν διερωτώνται πολλοί σχετικά με την υψηλή στάθμη του φυσικού αερίου που αποτελεί ένα καύσιμο χαμηλών εκπομπών ή για την αξία του ως εργαλείο της αγοράς. Τα λειτουργικά έξοδα εξαρτώνται κατά πολύ από τη διαφοροποίηση των τιμών ανάμεσα στο φυσικό αέριο και τη βενζίνη, η οποία με τη σειρά της αποδίδεται στην φορολογική δομή. Γίνεται όλο και πιο προφανές ότι το κόστος συντήρησης της χρήσης του φυσικού αερίου και της βενζίνης είναι χαμηλότερο από εκείνο των καυσίμων του ανταγωνισμού.

Αναμένεται να υπάρξει μεγαλύτερη ζήτηση των NGV σε σχέση με τα οχήματα που χρησιμοποιούν βενζίνη, αλλά μέχρι στιγμής η αγορά δεν έχει κατασταλάξει σε ένα ευδιάκριτο τρόπο λειτουργίας. Ούτε φυσικά και θα το πραγματοποιήσει μέχρι να αυξηθεί ο όγκος παραγωγής.



BMW



Econoline E-350
Super-Duty

Εικόνα 2.12

Παρατηρείται ότι τα bi-fuel NGV είναι περισσότερο αποδεκτά από τους πελάτες οι οποίοι τα χρησιμοποιούν για να γλιτώσουν χρόνο από τη διαδικασία δημιουργίας μίας εκτεταμένης υποδομής CNG εκτός αστικών περιοχών. Τα OEM χρειάζονται χρόνο για να εισέλθουν στην ισχύ της αγοράς των NGV και την ταχύτητα με την οποία αυτό το δίκτυο ανεφοδιασμού αναπτύσσεται.

Υπάρχουν σήμερα περισσότερα από ένα εκατομμύριο οχήματα LD CNG σε χρήση ανά τον κόσμο. Ο μεγαλύτερος όγκος του συγκεντρώνεται σε πέντε χώρες - Ιταλία, Αργεντινή, Ρωσία, Ενωμένες Πολιτείες και Νέα Ζηλανδία. Η συντριπτική τους πλειοψηφία έχει προκύψει από τη μετατροπή των οχημάτων που χρησιμοποιούν απλή βενζίνη.

Περιγράψαμε ήδη σε προηγούμενο κεφάλαιο λεπτομερώς τη διαδικασία μετατροπής ενός αυτοκινήτου που καίει απλή βενζίνη σε ένα που καίει καύσιμα NG. Η βιομηχανία μεταποίησης θα συνεχίσει να διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην αγορά, ενώ τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τις επιτυχίες και τα προβλήματά της θα πρέπει να μελετηθούν διεξοδικά.

Η προσφορά των OEM αναμένεται να ικανοποιήσει τη ζήτηση της αγοράς για NGV με όλο και πιο αυξανόμενους ρυθμούς. Όμως αυτό θα προηγηθεί χρονικά από την ουσιαστική αύξηση της ζήτησης η οποία και θα δικαιολογεί μία παραγωγή ευρείας κλίμακας. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η τιμή του διαφορικού ανάμεσα

στα CNG και τα βενζινοκίνητα είναι μεγάλη, θα υπάρξει ικανοποιητική ζήτηση που να δικαιολογεί τη συνεχιζόμενη ύπαρξη μίας ενεργούς βιομηχανίας μεταποίησης για πολλά χρόνια.

Θα πρέπει να τονιστεί ο σημαντικός ρόλος - ο οποίος συνεχίζει να υφίσταται - της βιομηχανίας μεταποίησης στην πρώιμη και ραγδαία ανάπτυξη της υποδομής NGV σε πολλές χώρες. Υπάρχουν καλοί λόγοι για τους οποίους θα πρέπει να ενθαρρύνεται η τοπική μετατροπή με την προϋπόθεση ότι η ποιότητα του εξοπλισμού και της μεταποίησης είναι υψηλή. Εκτός από το να ικανοποιεί τη ζήτηση και να εξοικειώνει το κοινό με το νέο καύσιμο, ενθαρρύνει και μία ραγδαία ανάπτυξη των ρυθμιστικών και ανατροφοδοτικών υποδομών. Αυτές με την πάροδο του χρόνου θα εξυπηρετήσουν τα OEM.

Ακόμη θα υπάρξουν βελτιώσεις στην αντιμετώπιση της μόλυνσης του περιβάλλοντος, οι οποίες, ενώ δεν θα είναι το ίδιο σημαντικές στα OEM, σε πολλές χώρες θα επιφέρουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην ποιότητα του αέρα και τις εκπομπές των θερμοκηπίων. Αυτό ισχύει τόσο για τα οχήματα LD όσο και για τα HD. Κατά τη μετατροπή, οι περιορισμένες δυνατότητες επιλογών της τοποθεσίας και του χώρου στον οποίον θα πρέπει να περιέχεται ο αποθηκευτικός κύλινδρος απαιτούν μία δύσκολη διαπραγμάτευση ανάμεσα στην επέκταση του χώρου αποθήκευσης του οχήματος και τον περιορισμό του εύρους του (οχήματος).

Σίγουρα η πιο χαρακτηριστική διαφορά ανάμεσα σε ένα OEM και ένα τροποποιημένο όχημα θα σχετίζεται με τις βελτιώσεις των διατάξεων της αποθήκευσης των καυσίμων

2.8 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Για την επίτευξη επιτυχημένης και υψηλής ποιότητας εργασίας, είναι σημαντική η ύπαρξη εκπαιδευμένων μηχανικών και επιτηρητών. Η συνεργασία με τις αρχές απαιτείται κατά το σχεδιασμό και την καθιέρωση εκπαιδευτικών σεμιναρίων καθώς και κατά την καθιέρωση κάποιου είδους απαιτούμενων προσόντων τα οποία θα είναι αποδεκτά από τη βιομηχανία.

Αυτού του είδους η εκπαίδευση θα πρέπει να πραγματοποιείται σε τεχνικά κολέγια. Είναι επίσης σημαντικό να ενθαρρυνθεί η έρευνα στα πανεπιστήμια, αφού οι κινητήρες και τα οχήματα R&D μπορούν να παραχθούν όταν δεν υπάρχει ισχυρή βιομηχανική υποστήριξη.

2.9 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Σε πολλά από τα οχήματα που χρησιμοποιούν αέριο μετά από μετατροπή τοποθετείται ένα μηχανικό σύστημα καρμπιρατέρ. Η διαδικασία μετατροπής περιέχει ουσιαστικά την προσθήκη ενός αποθηκευτικού κυλίνδρου υψηλής πίεσης και ένα καρμπιρατέρ αερίου.

Υπάρχουν ακόμη και σήμερα εκατομμύρια οχήματα που χρησιμοποιούν «παλαιά» τεχνολογία η οποία μπορεί να μετατραπεί με αυτόν τον απλό και χαμηλού κόστους τρόπο. Στην πραγματικότητα αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί σε πολλά οχήματα στα οποία δεν έχουν τοποθετηθεί καταλυτικοί μετατροπείς. Όταν ένα όχημα που κινείται με βενζίνη χρησιμοποιεί, μετά από μετατροπή, το φυσικό αέριο συνηθίζεται να αφήνεται το ντεπόζιτο της βενζίνης και τα εξαρτήματα του κινητήρα πάνω στο όχημα. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το όχημα να τρέχει και με τα δύο είδη καυσίμων δηλαδή θα είναι, σύμφωνα με τις περιγραφές, ένα bi-fuel όχημα.

Στην αγορά σήμερα υπάρχει ένα ευρύ φάσμα ηλεκτρονικών συστημάτων χειρισμού του κινητήρα τα οποία έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να

λειτουργούν σε σύνδεση με έναν αισθητήρα οξυγόνου ή σε πιο εξελιγμένους εξοπλισμούς με ένα πλήρες σύστημα χειρισμού του κινητήρα.

Σχετικά με την επιλογή των στοιχείων και την εργασία της μετατροπής, αυτός ο εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα κατάστημα μετατροπής για την παραγωγή επιπέδων εκπομπής τα οποία θα ικανοποιούν τις τρέχουσες προδιαγραφές εκπομπών. Είναι προτιμότερο κατά την χρήση του να χρησιμοποιείται καταλύτης εξάτμισης.

Η μετατροπή των οχημάτων γίνεται όλο και πιο δύσκολη καθώς οι κινητήρες εξελίσσονται. Για παράδειγμα, η χρήση των διαγνωστικών συστημάτων πορείας (OBD) θα δυσκολέψει τη λειτουργία του εξοπλισμού ελέγχου αερίων ο οποίος προστίθεται στο όχημα εκτός και αν παρακαμφθεί το σύστημα OBD. Υπάρχουν πολλές πιθανές λύσεις σε αυτό το πρόβλημα.

Η πρώτη βασίζεται στο γεγονός ότι τα OEM γνωρίζουν τα ηλεκτρονικά συστήματα διάγνωσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο κατασκευαστής του οχήματος ή ο τροφοδότης έρχεται σε συμφωνία με τον μετατροπέα και παρέχει όλες τις τεχνικές γνώσεις που είναι απαραίτητες έτσι ώστε να παραμερισθεί το σύστημα OBD. Αυτός ο διακανονισμός έχει το πλεονέκτημα ότι το OEM μπορεί να διατηρήσει ένα στενό έλεγχο της ποιότητας των μετατροπών κάτι που δεν θα συνέβαινε σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση. Η δεύτερη περιλαμβάνει τη συμμετοχή των κατασκευαστών των εξαρτημάτων μετατροπών οι οποίοι διαθέτουν τους πόρους έτσι ώστε να αναπτύξουν εξαρτήματα που περιέχουν δυνατότητες αυτογνωσίας. Αυτή η προσέγγιση παρακάμπτει την περίπτωση σύγκρουσης με τα αρχικά ηλεκτρονικά συστήματα διάγνωσης επιτρέποντας ταυτόχρονα την εύκολη εγκατάσταση και την αυτό-προσαρμογή στις πραγματικές συνθήκες του κινητήρα καθώς και σε ένα βαθμό στις αλλαγές της σύνθεσης των καυσίμων.

2.10 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑΚΟ ΟΧΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε ένα OEM και ένα τροποποιημένο όχημα CNG με δύο από αυτές να έχουν ιδιαίτερη σημασία. Η αποθήκευση καυσίμων στο όχημα OEM αναμένεται να ενσωματώνεται με καλύτερο τρόπο στη δομή του οχήματος ενώ ταυτόχρονα διεξάγεται κατά έναν ευκολότερο τρόπο. Το ντεπόζιτο της βενζίνης μπορεί να παραλείπεται ή μπορεί να ελαχιστοποιείται και να ανατοποθετείται σε ένα bi-fuel OEM και η εγκατάσταση CNG να εφαρμόζει στο όχημα κατά τη φάση σχεδιασμού.

Η δεύτερη διαφορά περιλαμβάνει το λόγο συμπίεσης (CR) του κινητήρα. Όπου το OEM διαλέγει την αφιερωμένη έκδοση NGV, ο σχεδιαστής του κινητήρα θα πρέπει να αυξήσει το CR(λόγος συμπίεσης) επιφέροντας σημαντικές βελτιώσεις στην αποτελεσματικότητα και την απόδοση του κινητήρα ο οποίος κινείται με φυσικό αέριο.

Όταν ένας υπάρχων κινητήρας βενζίνης αρχίζει από μετατροπή να χρησιμοποιεί φυσικό αέριο, θα υπάρχει συνήθως μία πτώση της μέγιστης δύναμης μεταξύ του 8% και 15%. Ο κυριότερος παράγοντας που συμβάλλει σε αυτήν την ελάττωση ισχύος είναι η μετατόπιση κατά 10% του αέρα κατά τη διάρκεια της πολλαπλής επαγωγής λόγω της παρουσίας αερίων καυσίμων (ο λόγος αέρα / καύσιμο είναι περίπου 10 προς 1).

Άλλοι παράμετροι που αφορούν τον κινητήρα όπως ο συγχρονισμός ανάφλεξης, η πολλαπλή επαγωγή και ο σχεδιασμός του χώρου καύσης δεν έχουν καμία σχέση με το νέο καύσιμο. Αυτοί θα μπορούσαν να προκαλέσουν πρόσθετες απώλειες. Οι πιο σημαντικές διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα σε ένα όχημα που χρησιμοποιεί βενζίνη και ένα τροποποιημένο (bi-fuel) που κινείται με φυσικό αέριο συνοψίζονται στον **Πίνακα 2.3**

ΑΛΛΑΓΕΣ - ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ από BENZINΗ ΣΕ CNG	Συνέπειες	ΒΑΘΜΟΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
Αλλαγή στα καύσιμα	Μείωση ισχύος	Μικρός
Χαμηλότερη πυκνότητα ενέργειας του καυσίμου	Μείωση του εύρους	Ιδιαίτερα σημαντικός
Αύξηση του όγκου αποθήκευσης καυσίμων	Μείωση του διατιθέμενου χώρου	Σημαντικός
Αύξηση του βάρους αποθήκευσης	Μείωση της επιτάχυνσης	Σημαντικός
Βελτιώσεις λόγω της τροφοδότησης μεθανίου	Βελτίωση των εκπομπών	Ιδιαίτερα σημαντικός
Κόστος καυσίμων	Μείωση του κόστους καυσίμων	Σημαντικός
Μείωση του κόστους συντήρησης του κινητήρα	Καθαρότερα καύσιμα και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής	Σημαντικός

Πίνακας 2.3 Οι σημαντικότερες συνέπειες που επιφέρει μία τυπική μετατροπή χρήσης από βενζίνη σε CNG

Κατά τη σύγκριση δύο παρόμοιων οχημάτων, ο κινητήρας του OEM NGV θα έχει μεγαλύτερη θερμική αποτελεσματικότητα. Αυτό θα προκληθεί από την αύξηση του λόγου της επιτρεπόμενης συμπίεσης. Λόγω του ότι το καύσιμο που περιέχει οκτάνιο αξιολογείται με 130 σε σύγκριση πάντα με το αρχικό καύσιμο που αξιολογείται περίπου στο 95, ο λόγος συμπίεσης μπορεί να αυξηθεί από το 9,5 στο 13 ή το 14. Αν ταιριάξουμε όλες τις άλλες παραμέτρους του κινητήρα στη λειτουργία χρήσης του φυσικού αερίου η αποτελεσματικότητα του κινητήρα θα αυξηθεί κατά 5% και πάνω.

Ο κίνδυνος του κτύπου της μηχανής - ο οποίος αυξάνεται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών του αέρα ή των ανεξέλεγκτων διαφοροποιήσεων της ποιότητας του αερίου καυσίμου - επηρεάζει το σχεδιαστή του κινητήρα στην απόφαση οριοθέτησης μίας τελικής τιμής του CR (λόγο συμπίεσης). Υπάρχει μια σειρά από άλλα πλεονεκτήματα της χρήσης του φυσικού αερίου ως καυσίμου του κινητήρα .

Παρατηρείται μία σημαντική μείωση της απόθεσης άνθρακα στον χώρο καύσης ενώ ταυτόχρονα το καύσιμο του κινητήρα είναι ευάλωτο κατά ένα ελάχιστο

ποσοστό σε μόλυνση και αραίωση, κάτι που δεν συμβαίνει κατά την χρησιμοποίηση βενζίνης .

ΑΛΛΑΓΕΣ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
Αύξηση του όγκου αποθεμάτων των καυσίμων	Κάποια μείωση του διαθέσιμου χώρου αποθεμάτων	Σημαντικός
Περισσότερο καύσιμο οκτανίου	Μεγαλύτερη οικονομία καυσίμων, βελτιωμένη απόδοση του κινητήρα	Σημαντικός
Αύξηση του συνολικού βάρους του οχήματος λόγω της παρουσίας του αποθηκευτικού κυλίνδρου	Μικρή αύξηση της φθοράς των ελαστικών και της κατανάλωσης καυσίμων	Αμελητέος
Κόστος καυσίμων	Μείωση του κόστους καυσίμων	Σημαντικός
Μείωση του κόστους συντήρησης του κινητήρα	Καθαρότερα καύσιμα, καθόλου αραίωση	Σημαντικός

Πίνακας 2.4: Οι κυριότερες συνέπειες της αλλαγής χρήσης από βενζίνη σε OEM NGV

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μία μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του κινητήρα και παρατεταμένες περιόδους ανάμεσα στις αλλαγές καυσίμων. Και άλλες συνέπειες, οι οποίες θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν σε ένα όχημα OEM, κατά την αλλαγή χρήσης από βενζίνη σε φυσικό αέριο. Αυτές συνοψίζονται στον Πίνακα 2.4.

Ένα από τα θέματα που απασχολούν τους σχεδιαστές κατά την επιλογή του λόγου συμπίεσης και το σχεδιασμό του συστήματος διαχείρισης της λειτουργίας του κινητήρα έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι εκπομπές είναι η ποιότητα του διαθέσιμου φυσικού αερίου (σε μορφή καυσίμου). Το γεγονός που προκαλεί ανησυχίες είναι ότι μεταβολές στις ιδιότητες των αερίων μπορεί να οδηγήσουν σε μία κάμψη στην απόδοση των εκπομπών ή σε ακραίες συνθήκες να προκαλέσουν τον κτύπο του κινητήρα.

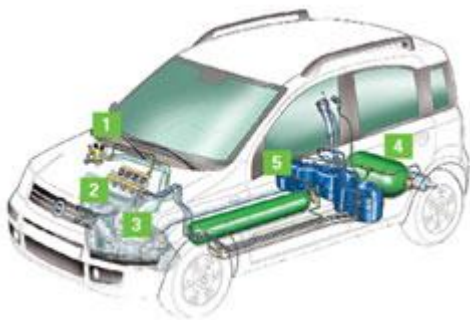
Σε μακροπρόθεσμη βάση υπάρχουν οι προοπτικές της δημιουργίας εξελιγμένων συστημάτων ελέγχου του κινητήρα οι οποίοι θα αναπληρώσουν αυτόματα τις διαφοροποιήσεις της ποιότητας των καυσίμων. Υπάρχουν βοηθήματα αναπροσαρμογής σε αυτήν τη δυνατότητα τα οποία δοκιμάζονται αυτόν τον καιρό. Σε έναν εντελώς ανασχεδιασμένο κινητήρα μπορεί να προβλέπεται η χρήση ενός turbo-φορτιστή. Σε αυτήν την περίπτωση η ίδια δύναμη μπορεί να επιτευχθεί από έναν πολύ πιο ελαφρύ και αποτελεσματικό κινητήρα. Αυτή είναι μία προσέγγιση η οποία θα αναπτυχθεί στο μέλλον όταν θα έχουμε την εμφάνιση των οχημάτων που καταναλώνουν ελάχιστα καύσιμα.

2.11 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Το ζήτημα των αποθεμάτων θα αναπτυχθεί παρακάτω. Όταν ένα όχημα βενζίνης μετατρέπεται σε CNG τότε ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που ανακύπτουν είναι η επιλογή και η εγκατάσταση των αποθηκευτικών κυλίνδρων αερίων. Κάθε ισοδύναμο λίτρο βενζίνης απαιτεί 4 με 5 λίτρα χωρητικότητας κυλίνδρου. Εν συνεχεία κάθε λίτρο χωρητικότητας κυλίνδρου προσθέτει ένα βάρος μετακίνησης της τάξεως των 0,35 με 0,8 kg. Η διάταξη αυτής της αποθήκευσης ως προς τον χώρο και το βάρος θα έχει, σε μία καλά σχεδιασμένη εγκατάσταση, μικρή οπτική επίδραση ή συνέπεια πρακτικότητας. Το βάρος θα επηρεάζει ελάχιστα την απόδοση του οχήματος τόσο σε σχέση με την επιτάχυνση όσο και με τη φθορά των ελαστικών.

2.12 ΜΙΑ ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΟΥΝ bi-fuel ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ

Τα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων χωρίζονται σε αυτά που καίνε υγρά καύσιμα (αιθανόλη, μεθανόλη) και καύσιμα σε αέρια μορφή (φυσικό αέριο, υγραέριο). Συνήθως, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης καίει και βενζίνη, για αυτό και ονομάζονται "διπλού καυσίμου" (bi-fuel). **Αμφότερα, ανήκουν στην κατηγορία των υδρογονανθράκων και άρα επιβαρύνουν ως ένα βαθμό την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα. Απλά, η διαφορά έγκειται στο ότι το ποσοστό επιβάρυνσης είναι μικρότερο (12% λιγότερο CO₂, 80% λιγότερα οξείδια του αζώτου) σε σχέση με τη βενζίνη ή το diesel.** Για αυτό θεωρούνται ως μια άμεση, αλλά συμπληρωματική λύση. Επίσης, η αρκετά χαμηλότερη τιμή τους αποτελεί ένα επιπλέον προτέρημα. Δυστυχώς, όμως το δίκτυο στην Ελλάδα είναι μικρό (42 συνολικά πρατήρια) και δεν επιτρέπει τη χρήση τους παρά μόνο αν κατοικείς κοντά σε κάποιο πρατήριο καυσίμου που να τα υποστηρίζει. Πάντως οι τελευταίες αυξήσεις στη τιμή της βενζίνης αναμένεται να αλλάξουν σύντομα την κατάσταση καθώς ήδη αρκετές εταιρείες (η Subaru με το Forester και η Alfa Romeo με την Mito) προσφέρουν την δυνατότητα κίνησης με υγραέριο. Αντίθετα, στην Ευρώπη το υγραέριο είναι αρκετά διαδεδομένο, π.χ. στην Ιταλία κυκλοφορούν 1.000.000



1. Ρυθμιστής πίεσης

Μπεκκιέρα

3. Ηλεκτρονικός εγκέφαλος

4. Ρεζερβουάρ υγραερίου

5. Ρεζερβουάρ βενζίνης

2.

BMW

Σε μία μελέτη η οποία περιγράφει το πρώτο NGV στην Ευρώπη που εισήλθε στα φυσιολογικά επίπεδα παραγωγής, (Langen, 1996), παρουσιάζεται το μοντέλο περιήγησης της διθέσιας συμπαγούς BMW και το αντίστοιχο όχημα 5 θέσεων. Και οι δύο τύποι οχημάτων είναι δικάυσιμοι και έχουν ενσωματωθεί πλήρως στο εύρος των αυτοκινήτων της BMW. Τα bi-fuel οχήματα πωλούνται στη λιανική αγορά (DM 7.000 - συμπεριλαμβανομένων των φόρων) σε μεγαλύτερη τιμή από εκείνα που Η BMW αντιμετωπίζει τους ομίλους στόχου της πρωτογενούς αγοράς ως λειτουργούς της ομάδας των οχημάτων και ως άλλους παροχείς κινητών υπηρεσιών που λειτουργούν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Επίσης διαβλέπει σε μία αγορά ιδιωτικών πελατών.

Αυτή η κίνηση ενθαρρύνεται από το γεγονός ότι το φυσικό αέριο εξαιρείται σε μεγάλο βαθμό από την φορολογία καυσίμων στη Γερμανία, ενώ η Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση της Γερμανίας επιθυμεί να προωθήσει καύσιμα χαμηλών εκπομπών.

Η BMW αναμένεται να πωλήσει 500 οχήματα του κάθε τύπου κατά τον πρώτο χρόνο παραγωγής. Το σύστημα χειρισμού του κινητήρα (DME) μένει σχεδόν αναλλοίωτο σε σχέση με την βενζινοκίνητη έκδοση. Διαθέτει έναν χάρτη ελέγχου του κινητήρα που σχετίζεται με το αέριο το οποίο κατευθύνει το συγχρονισμό ανάφλεξης, τον έλεγχο του κτύπου και της ταχύτητας αδρανείας - όπως και άλλες λειτουργίες - προς τα επιθυμητά επίπεδα. Ο συγχρονισμός προωθείται κατά 3 με 12 βαθμούς παραπάνω από εκείνον του βενζινοκίνητου στον εκκεντροφόρο άξονα. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα διακόπτη ποιότητας αερίου με τη βοήθεια του οποίου προσαρμόζεται στα τρία επίπεδα ποιότητας του χρησιμοποιούν βενζίνη. Ο κανονισμός έχει ιδιαίτερη σημασία αφού καθορίζει τη φιλοσοφία σχεδιασμού ενός OEM.

φυσικού αερίου που συναντώνται στην Ευρώπη. Τα οχήματα ικανοποιούν τις πιο σύγχρονες προδιαγραφές της EU II και της ULEV με ένα επαρκές περιθώριο ασφάλειας.

Ένα περιεκτικό σύστημα ασφαλείας ενσωματώνεται στο σύστημα ελέγχου των καυσίμων. Αυτό περιλαμβάνει:

- Μία ηλεκτρική καλά κλεισμένη βαλβίδα που τοποθετείται πολύ κοντά στο ντεπόζιτο.
- Σωλήνες και στοιχεία που τοποθετούνται σε ιδιαίτερα ανθεκτικές περιοχές.
- Έναν ελεγκτή ο οποίος περιορίζει τη ροή σε περίπτωση θραύσης των σωλήνων.
- Μία ηλεκτρική καλά κλεισμένη βαλβίδα ασφαλείας του αερίου η οποία ενεργοποιείται σε περίπτωση ελαττωματικής λειτουργίας ή ατυχήματος.
- Η αποθήκευση καυσίμων του οχήματος περιήγησης αποτελείται από ένα ατσάλινο ενισχυμένο με ινώδες γυαλί κύλινδρο των 80 L ο οποίος τοποθετείται πίσω από τις οπίσθιες θέσεις του.

Το εύρος ταξιδιού σταθερής ταχύτητας είναι περίπου 200km με χρήση αερίου. Σε ένα συμπαγές διαθέσιμο όχημα το ντεπόζιτο καυσίμων των 80 L τοποθετείται στο πίσω κάθισμα. Ενώ αυτό μετατρέπει το αυτοκίνητο σε διαθέσιμο, το τμήμα αποσκευών είναι πολύ μεγαλύτερο. Το εύρος ταξιδιού σταθερής ταχύτητας είναι 250 km. Το φυσικό αέριο αποτελεί το πρώτο βήμα της στρατηγικής της BMW, η οποία περιλαμβάνει τη μετακίνηση της τροφοδότησης υδρογόνου, κάτι το οποίο ακόμη για διάφορους λόγους δεν φαίνεται να πραγματοποιείται στο εγγύς μέλλον. Η στρατηγική της BMW αποτελείται από αρκετά βήματα. Το πρώτο αντιμετωπίζει μία κατάσταση στην οποία μόνο περιορισμένες ευκαιρίες τροφοδότησης καυσίμων είναι διαθέσιμες.

Το δεύτερο βήμα περιλαμβάνει μία αργή αλλά σταθερή μετακίνηση προς το LNG. Με μία σημαντική αύξηση του εύρους τα οχήματα θα χρησιμοποιούν μόνο το φυσικό αέριο. Η ικανότητα του NGV να δέχεται καύσιμα είτε CNG ή LNG στους

σταθμούς τροφοδότησης υγροποιημένου αερίου παρουσιάζεται ως ιδιαίτερα σημαντική.

Το τρίτο βήμα αυτής της προόδου είναι το όχημα υδρογόνου. Για την επίτευξη παροχής αποδεκτού εύρους, το υδρογόνο θα πρέπει να υγροποιείται σε θερμοκρασία $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η τεχνολογία αποθήκευσης και τροφοδότησης που απαιτείται για το σκοπό αυτό, μπορεί να βασιστεί στην εμπειρία που έχει αποκτηθεί μέσω της χρήσης του LNG .

Η πηγή του υδρογόνου αντιμετωπίζεται ως μία διαδικασία αναφόρτισης η οποία περιλαμβάνει την ηλεκτρόλυση που πραγματοποιείται με χρήση ηλεκτρικής ισχύος. Εφαρμογές ευρείας κλίμακας αυτού του είδους, όπως η ηλιοθερμική φόρτιση ηλεκτρισμού, πραγματοποιούνται στις μέρες μας.

Η BMW έχει πεισθεί ότι η μετάδοση κίνησης του υδρογόνου και η αντίστοιχη ηλεκτρική δεν ανταγωνίζονται η μία την άλλη, αλλά δρουν συμπληρωματικά. Η ηλεκτρική μετάδοση κίνησης φαίνεται κατάλληλη σε περιπτώσεις χρήσης της στην πόλη, ενώ εκείνη του υδρογόνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως σε όλες τις περιπτώσεις.

Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η BMW μελετά τον τρόπο χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου και ενδιαφέρεται να αναπτύξει αυτήν την ιδέα σε επίπεδα παραγωγής. Σε αυτό το στάδιο δεν έχουν καθοριστεί χρονικά όρια σε σχέση με το δεύτερο και το τρίτο βήμα από την BMW. Όμως η εταιρία τονίζει ότι οι πελάτες της NGV μπορούν να εμπιστευτούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα τα CNG.

VOLVO

Τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας του υγραερίου και του φυσικού αερίου αξιοποιεί άμεσα η Volvo, παρουσιάζοντας τους νέους κινητήρες της.

Μία πλήρη σειρά μοντέλων που θα χρησιμοποιούν ως καύσιμο τη βενζίνη, το υγραέριο (Liquid Petroleum Gas) ή το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (Compressed Natural Gas) κυκλοφορεί από τη Volvo.

Τα μοντέλα με τις επιλογές καυσίμου θα διατίθενται αρχικά με κινητήρα βενζίνης/LPG 1800κ.εκ. απόδοσης 116 ίππων στα S40/V40. Την άνοιξη θα κυκλοφορήσουν τα S80 και V70 με κινητήρα βενζίνης/LPG 2400κ.εκ. 140 ίππων ή με κινητήρα CNG.

Η κατανάλωση ενός κινητήρα που χρησιμοποιεί ως καύσιμο LPG είναι ελαφρώς αυξημένη σε σχέση με τη βενζίνη ή το πετρέλαιο, αλλά η μειωμένη τιμή του προσφέρει μεγαλύτερη οικονομία. Στη λειτουργία του κινητήρα με υγραέριο, παρατηρείται μειωμένη εκπομπή ρύπων κατά 10%, ενώ, όταν χρησιμοποιείται το φυσικό αέριο, υπάρχει μείωση κατά 20%.

Οι τιμές των V70 και S80 θα ανακοινωθούν στις αρχές του επόμενου έτους, ενώ, όπως αναμένεται, θα υπερβαίνουν αυτές των αντίστοιχων συμβατικών μοντέλων με διαφορά 2.000 στερλινών για το LPG και 2.500 στερλινών για το CNG.

Τα S40 και V40 με τους κινητήρες εναλλακτικού καυσίμου θα κοστίζουν 1.800 στερλίνες επιπλέον από τα αντίστοιχα μοντέλα με το συμβατικό κινητήρα.

VOLKSWAGEN

Το Volkswagen Golf 6 BiFuel το είχαμε δει για πρώτη φορά στην έκθεση της Μπολόνια τον περασμένο Δεκέμβρη. Έτσι από σήμερα το αυτοκίνητο είναι διαθέσιμο προς παραγγελία και στην έκδοση Golf Plus. Το αυτοκίνητο εφοδιάζεται με έναν κινητήρα που μπορεί να καταναλώσει και βενζίνη και υγραέριο ενώ είναι τα πρώτα αυτοκίνητα που βγαίνουν από την γραμμή παραγωγής της VW με αυτή τη δυνατότητα. Όταν καταναλώνει υγραέριο το αυτοκίνητο μπορεί και αποδίδει 97 ίππους από τον 1600αρη κινητήρα του με 9.8 λίτρα μέση κατανάλωση ανά 100 χλμ

ενώ όταν καταναλώνει βενζίνη καταναλώνει 7.5 λίτρα/100 χλμ όμως εκπέμπει 10% περισσότερους CO₂. Βέβαια στην χώρα μας δεν βλέπω να έρχεται γιατί. σε αντίθεση με την Γερμανία όπου υπάρχουν 4.700 πρατήρια υγραερίου, δεν πιστεύω να υπάρχουν πάνω από 10 σε όλη την χώρα που διαθέτουν αντλίες υγραερίου. Το εκπληκτικό στο αυτοκίνητο είναι η αυτονομία του που μπορεί να φτάσει στα 1.100 χλμ. Η τιμή του στην Γερμανία ξεκινά από 22.460€.

Με την δημιουργία των εκδόσεων BiFuel η VW δημιουργεί μια νέα σειρά μοντέλων που χρησιμοποιούν για την κίνηση τους υγραέριο (LPG). Μαζί με τα είδη υπάρχοντα Golf και Golf Plus, το νέο Polo BiFuel είναι το τρίτο μοντέλο της εταιρείας το οποίο μπορεί να κινηθεί και με υγραέριο (περίπου 0,7€ ανά λίτρο), καύσιμο σημαντικά φτηνότερο από την αμόλυβδη βενζίνη. Τη βάση αποτέλεσε η έκδοση βενζίνης 1.4 λίτρων, με τους 85 ίππους, στην οποία προστέθηκε ένα επιπλέον ρεζερβουάρ υγραερίου, χωρητικότητας 52 λίτρων. Η μέση κατανάλωση του Polo BiFuel υπολογίζεται στα 8,1 lt/100km υγραερίου, πράγμα που του δίνει μια αυτονομία σχεδόν 600km, αποκλειστικά με τη χρήση υγραερίου. Αν υπολογίσουμε και την ύπαρξη ρεζερβουάρ βενζίνης, με την οποία λόγω της μεγαλύτερης της ενεργειακής πυκνότητας, το Polo επιτυγχάνει μέση κατανάλωση 6,1 lt/100km, η συνολική αυτονομία προσεγγίζει τα 1300km.

Η εργοστασιακή φύση της εγκατάστασης υγραερίου στο νέο Polo, δεν επηρεάζει την εργοστασιακή εγγύηση. Η τιμή του στην Γερμανία είναι κατά 2500€ αυξημένη, από την αμιγώς βενζινοκίνητη έκδοση. Τιμή, που το φέρνει ουσιαστικά σε αντιπαράθεση με τις μοντέρνες πετρελαιοκίνητες εκδόσεις BlueMotion.

FORD

Μία προσθήκη στο πρόγραμμα QVM της Ford του 1996 είναι το bi-fuel όχημα Contour με κινητήρα Zeta 2,0 L. Αυτή η προσθήκη πραγματοποιήθηκε αναφορικά με κάποιες αιτήσεις των λειτουργών οι οποίοι ζητούσαν αυτό το μέγεθος του NGV για την πραγματοποίηση των λειτουργιών των ομάδων των οχημάτων τους.

Η GRI συμμετείχε στην ανάπτυξη της Contour μέσω ενός συμβολαίου με τη Ford για να υποστηρίξει την τεχνική πρωτοπορία των προϊόντων QVM. Η GRI επίσης χρηματοδότησε τη μηχανική και σχεδιαστική εργασία η οποία πραγματοποιήθηκε από την Ένωση Παραγωγών της NGV. Οι δοκιμές αντοχής και διάρκειας ολοκληρώθηκαν από τη Ford, ενώ και αυτές έλαβαν χρηματοδότηση από την GRI.

Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά περιλαμβάνονται στο Contour:

- Ένα πακέτο κινητήρα 2.0 L GFP.
- Εγγύηση 3 ετών / 36.000 μιλίων νέου οχήματος.
- Ο όγκος του ντεπόζιτου υπολογίζεται στα 8,3 κυβικά πόδια (feet) με τα ντεπόζιτα στις θέσεις τους. Η χωρητικότητα καυσίμων των CNG είναι το ισοδύναμο των 14,5 γαλονιών (gallons).
- Μία ακόμη συνεισφορά της Ford στην αγορά του OEM έχει υπάρξει η παραγωγή των NGV στα αφιερωμένα εργοστάσια της Crown - Victoria. Αυτή η μεγάλη sedan είναι η αγαπημένη των υπηρεσιών taxi και της αστυνομίας. Η αποθήκευση των καυσίμων ενσωματώνεται προσεκτικά στο όχημα, ελαχιστοποιώντας την απώλεια του χώρου. Έχει πιστοποιηθεί ότι ικανοποιεί τα όρια των επιπέδων εκπομπών των ΗΠΑ και της ULEV της California.

2.13 ΟΧΗΜΑΤΑ ΒΑΡΕΩΣ ΤΥΠΟΥ

Σ' αυτήν την ενότητα εξετάζουμε τη χρήση του φυσικού αερίου στα μέσης απόδοσης (MD) και στα βαρέου τύπου οχήματα (HD). Η σωστή ταξινόμηση αυτών των οχημάτων είναι βασισμένη στο ακαθάριστο βάρος (GVW) μεγαλύτερο των 3.850 Kg. Διακρίσεις που γίνονται σε αυτήν τη μελέτη έχουν σχέση επίσης με τη

λειτουργική χρήση των οχημάτων αυτών και αυτό επηρεάζει σημαντικά τις απαιτήσεις της σειράς και του ανεφοδιασμού σε καύσιμα.

Το ενδιαφέρον για τα οχήματα φυσικού αερίου HD, ιδιαίτερα στα αρχικά στάδια ενός προγράμματος, θα επικεντρωθεί σε εκείνα για τα οποία μια κεντρική οργάνωση είναι αρμόδια για τις διαδικασίες. Αυτό παρέχει την ευκαιρία να ελεγχθεί και να μελετηθεί η κρίσιμη διαδικασία ανεφοδιασμού σε καύσιμα.

Η επιλογή οχημάτων HD να κυκλοφορούν σε αστικές περιοχές μεγιστοποιεί τα περιβαλλοντικά αποτελέσματα. Δεδομένου ότι η υποδομή ανεφοδιασμού ενισχύεται και η τεχνολογία οχημάτων βελτιώνεται, μπορεί να επεκταθεί και η λειτουργική σειρά των οχημάτων.

Οι αποφάσεις σχετικά με την πολιτική που ακολουθείται στον ανεφοδιασμό εξαρτώνται από την επιθυμητή χρήση των οχημάτων και από τις απαιτήσεις που αυτή έχει, από τους διαθέσιμους χώρους στάθμευσης και τον ρυθμό ανάπτυξης της υποδομής. Η αυτονομία των ως προς εξέταση οχημάτων θα είναι περίπου 250 έως 400 χλμ αλλά με την εφαρμογή των διαθέσιμων ελαφριών κυλίνδρων το ανώτερο όριο μπορεί να αυξηθεί και στα 500 χλμ. Εξετάζεται τέλος και ο ρόλος του LNG στη μακροχρόνια λειτουργία.

Τα οχήματα που χρησιμοποιούν τα λεγόμενα υψηλά καύσιμα, παρουσιάζουν αναλογικά μείωση των εκπομπών μετά την μετατροπή τους σε οχήματα με αέριο και επομένως αποτελούν πρωταρχικό στόχο για εισαγωγή τους σε ένα πρόγραμμα NGV. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί το σημαντικό οικονομικό όφελος. Παρόλο ότι με την αντικατάσταση του πετρελαίου το οικονομικό αυτό όφελος, ανάλογα με τη φορολογική δομή, μπορεί να είναι οριακό, το κέρδος από την μείωση των εκπομπών θα είναι πάντα μεγάλο. Όσο υψηλότερη είναι η ετήσια απόσταση που θα διανύεται, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η μείωση του κόστους του αερίου ως καύσιμο.

2.14 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΗΔ,ΘΕΣΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΣ

Η μετατροπή μιας μηχανής πετρελαίου σε φυσικού αερίου είναι πιο περίπλοκη διαδικασία από τη μετατροπή μιας μηχανής βενζίνης. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η μηχανή πρέπει να «γδυθεί» για να μπορέσουν να γίνουν οι απαιτούμενες τροποποιήσεις στην αίθουσα καύσης (συνήθως στα έμβολα) και να μειωθεί έτσι η αναλογία συμπίεσης ώστε να είναι κατάλληλη για το υψηλό βαθμό οκτανίου του φυσικού αερίου. Η προσέγγιση μετατροπής σταδιακά καταργείται στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες καθώς διατίθενται μηχανές OEM, αλλά θα συνεχιστεί για μερικά έτη ακόμα τουλάχιστον στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Με τη χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων διαχείρισης καυσίμων και των καταλυτών, οι εκπομπές αυτών των οχημάτων μπορούν ακόμα και να βελτιώσουν τα παρόντα επιτρεπόμενα ημερήσια επίπεδα εκπομπών. Επιπλέον οι μοριακοί και ανεξέλεγκτοι ρύποι μειώνονται πολύ σημαντικά. Αυτό απαιτεί την άριστη κατάσταση των μηχανών ώστε να μην γίνεται υπερβολική καύση λαδιού.

Υπάρχουν τώρα σπουδαίες και μεγάλες επιχειρήσεις με εμπειρία σε αυτόν τον τομέα για να επιτρέψουν την προοδευτική μετατροπή μεγάλων στόλων λεωφορείων και άλλων οχημάτων μεγάλης απόδοσης. Σε μερικές χώρες η ποιότητα του δικτύου του φυσικού αερίου δεν είναι σε καλή κατάσταση ώστε να επιτρέπεται η χρήση τους στις υψηλής τεχνολογίας μηχανές που διαθέτει και διαμορφώνουν οι OEMs.

Οι αυξανόμενες απαιτήσεις περιλαμβάνουν τα όρια των υψηλών υδρογονανθράκων και άλλων αερίων να βρίσκονται σε τέτοια επίπεδα ώστε να μειώνεται η αναλογία οκτανίου στα καύσιμα και να διευκολύνεται ο έλεγχος των εκπομπών. Ακόμα όμως και σε αυτές τις χώρες υπάρχουν ευκαιρίες για μετατροπή στόλων.

Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δύο ή τριών ετών έχει υπάρξει ιδιαίτερη βελτίωση στη διαθεσιμότητα των ελαφριών κυλίνδρων αποθήκευσης. Αυτός ο

παράγοντας έκανε τη σημαντική διαφορά στην ευκολία με την οποία τα οχήματα HD και ειδικότερα τα λεωφορεία μπορούν να ανασχεδιαστούν και να μετατραπούν σε φυσικό αέριο. Το μικρότερο βάρος της γενικής εγκατάστασης επιτρέπει, σε πολλές περιπτώσεις, την εγκατάσταση των κυλίνδρων αποθήκευσης στην οροφή του οχήματος.

Οποιαδήποτε και αν είναι τα πλεονεκτήματα εκπομπών που αποκομίζονται, ακόμα παραμένει η ανάγκη για οικονομικό κίνητρο που μπορεί να παρασχεθεί με τη χρήση του φυσικού αερίου. Αυτό γίνεται όλο και περισσότερο σημαντικό καθώς το κόστος των μετατροπών αυξάνεται λόγω του αυξανόμενου κόστους των κυλίνδρων.

Στην περίπτωση των καυσίμων πετρελαίου πολλοί από τους χειριστές στόλου υποστηρίζουν τον καθημερινό ανεφοδιασμό των οχημάτων τους με τις γρήγορες αντλίες πλήρωσης. Οι απαιτήσεις για τα φορτηγά είναι πιο ποικίλες και εξαρτώνται ευρέως από τα σχετικά καθήκοντα. Εδώ δίνεται έμφαση στις απαιτήσεις των λεωφορείων.

Ένα χαρακτηριστικό πετρελαιοκίνητο λεωφορείο πόλεων διανύει από 300 έως 500 χμ ανά ημέρα και καταναλώνει 40-60 λίτρα καύσιμα ανά 100 χλμ. Κατά συνέπεια οι δεξαμενές πετρελαίου χωρητικότητας 250-300 λίτρων παρέχουν επαρκή κάλυψη για μια έως δύο ημέρες. Η εγκατάσταση δεξαμενών μεγαλύτερης περιεκτικότητας δεν δημιουργεί προβλήματα αύξησης βάρους και μείωσης χώρου.

Για τα λεωφορεία CNG, εντούτοις, αυτός ο τύπος λειτουργίας θα οδηγούσε σε μια κατανάλωση καυσίμων 45 έως 65 Kg αερίου ανά 100 χλμ. Έχοντας διαθέσιμους κυλίνδρους από τυποποιημένο χάλυβα χωρητικότητας 120 lit νερού και 30 Kg αερίου ο καθένας, απαιτούνται συνολικά 10 κύλινδροι. Χρησιμοποιώντας χαλύβδινους hoop-wrapped κυλίνδρους, οι οποίοι ζυγίζουν περίπου 120 Kg ο καθένας, και μαζί με τα υποστηρίγματα απαιτείται συνολικό βάρος περίπου 1,4 τόνων. Ακόμη και αν αφαιρέσουμε τον εξοπλισμό της πετρελαιομηχανής, ένα λεωφορείο CNG της ίδιας σειράς με το αντίστοιχο πετρελαίο θα έφερνε ένα πρόσθετο βάρος περίπου 1,2 τόνων.

Αυτό το πρόσθετο βάρος μπορεί να μεταφραστεί σε, καλύτερα και μεγαλύτερα ελαστικά αυτοκινήτου και τα φρένα, καθώς και μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμων. Σε κάθε περίπτωση ο διαθέσιμος χώρος για την τοποθέτηση των κυλίνδρων είναι συχνά περιορισμένος. Με την τάση που υπάρχει για τα χαμηλωμένα λεωφορεία η μόνη πρακτική θέση για τους κυλίνδρους CNG είναι η οροφή του λεωφορείου.

Στην περίπτωση όπου ένας οδικός φόρος είναι βασισμένος στο βάρος οχημάτων, εισάγεται μια άλλη ποινική ρήτρα. Η ποινική ρήτρα βάρους μπορεί να μειωθεί κατά περίπου 50% με την επιλογή των πλήρως τυλιγμένων σύνθετων κυλίνδρων και την αποδοχή του υψηλότερου αρχικού κόστους - περίπου \$5,000.

Υπάρχει μια σειρά λύσεων σε αυτό το πρόβλημα της επιλογής κυλίνδρων, και καμία γενική σύσταση δεν μπορεί να υποβληθεί. Η τελική απάντηση θα εξαρτηθεί από τις λειτουργικές απαιτήσεις και την αξία που ορίζεται στη χαμηλότερη προκύπτουσα μορφή εκπομπών και δαπανών καυσίμων μετά την μετατροπή. Πρέπει να εξεταστούν οι πιθανές βελτιώσεις στην απόδοση της μηχανής μετά τη χρήση του φυσικού αερίου και τον ανασχεδιασμό του σώματος του οχήματος. Η βιομηχανία αναμένει με ενδιαφέρον την διαθεσιμότητα ελαφρύτερων και φθηνότερων κυλίνδρων καθώς αυξάνεται ο όγκος παραγωγής τους.

Η συνηθισμένη πορεία ανεφοδιασμού με CNG πετρελαιοκίνητων αρχικά λεωφορείων περιλαμβάνει κίνηση-μέσω των παρόδων με bowsers πετρελαίου σε κάθε πάροδο και αυτοματοποιημένο εξοπλισμό διανομής καυσίμων, λαδιού και νερού. Εάν τα οχήματα θα πρέπει να ανεφοδιάζονται καθημερινά κατά τη διάρκεια της βάρδιας τους, θα πρέπει να ρυθμιστεί ο αργός ρυθμός ανεφοδιασμού με CNG.

Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπισθεί με την εγκατάσταση συστημάτων αργής πτώσης πίεσης και στα οχήματα αλλά και στον εξοπλισμό ανεφοδιασμού. Μια άλλη δυνατότητα είναι η υιοθέτηση της αργής-γέμισης και ο ανεφοδιασμός να γίνεται σε μερικά από τα οχήματα του στόλου σε ώρες μη αιχμής ή

τη νύχτα. Η ρύθμιση της αργής γέμισης παραμένει η οικονομικότερη λύση αφού μπορεί να εγκατασταθεί και σε υπαίθρια περιοχή χώρου στάθμευσης.

Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό τότε το κόστος εγκατάστασης αυξάνεται καθώς προστίθεται και το κόστος των επιπρόσθετων μέτρων πυρασφάλειας που αλλάζουνε ανάλογα με τους τοπικούς κανονισμούς. Η LNG τεχνολογία οχημάτων δεν είναι τόσο ώριμη όσο η τεχνολογία οχημάτων CNG. Οι καλύτερες τεχνικές προσεγγίσεις για τις μηχανές LNG, τα συστήματα καυσίμων, τον εξοπλισμό και την υποδομή του ανεφοδιασμού δεν είναι ακόμα απόλυτα σαφείς.

2.15 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

Οι μηχανές CNG είναι πολύ καθαρές και σε αυτό τον τομέα δεν υπάρχει καμία σύγκριση με τις πετρελαιομηχανές. Οι μηχανικοί που συνήθως αντιμετωπίζουν ακόμα και προβλήματα υγείας, λόγω της κατάστασης που αναπόφευκτα αντιμετωπίζουν με τις τελευταίες, δεν έχουν κανένα πρόβλημα με τις μηχανές CNG. Ακόμη και τα χρησιμοποιημένα λάδια μηχανών διατηρούν ένα χρυσό χρώμα, και μπορούν ακόμα και να επαναχρησιμοποιηθούν.

Οι μηχανές CNG που προέρχονται από μετατροπή πετρελαιομηχανής διατηρούν τα ουσιαστικά χαρακτηριστικά της αρχικής μηχανής. Οποιοσδήποτε αδυναμίες του πετρελαίου θα μεταφερθούν στη μονάδα CNG, και μπορούν να υπερβληθούν. Παραδείγματος χάριν, είναι γεγονός ότι μια μηχανή αερίου θερμαίνεται πιο εύκολα και εάν το σύστημα ψύξης της αρχικής μηχανής δεν λειτουργεί σωστά, αυτό θα παραμείνει και θα ενισχυθεί στην έκδοση του CNG. Και αυτό γιατί το φυσικό αέριο δεν παρέχει καμία λίπανση στη βάση των βαλβίδων, αν και το υλικό των βαλβίδων και των βάσεων τους διευκρινίζονται σωστά, τα ποσοστά υποχώρησης πρέπει να είναι παρόμοια με τα ποσοστά πετρελαίου.

Οι υψηλές πιέσεις συμπίεσης στις μηχανές CNG είναι πολύ απαιτητικές ως προς το σύστημα ανάφλεξης, και μόνο ο καλύτερος ποιοτικά εξοπλισμός είναι

αποδεκτός. Το σύστημα ελέγχου του εξοπλισμού CNG (ρυθμιστές, εξαερωτήρες, εγχυτήρες, διακόπτες, κ.λ.π.) που τοποθετείται στο χώρο της μηχανής είναι εκτεθειμένο είτε σε υψηλές θερμοκρασίες, όταν η μηχανή δεν είναι με κάποιο τρόπο προστατευμένη, είτε στην υγρασία και στη σκόνη εάν η μηχανή αφήνεται εκτεθειμένη.

Ο εξοπλισμός υποβάλλεται σε υψηλά επίπεδα δόνησης και η διάρκεια ζωής του μπορεί να είναι αρκετά πιο σύντομη από τον ισοδύναμο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για τα επιβατικά αυτοκίνητα. Αξιοπίστος είναι μόνο ο εξοπλισμός που είναι ειδικά σχεδιασμένος για τα HD οχήματα .

Δεδομένου ότι τα λεωφορεία σταματούν πολύ συχνά, εγκαθίστανται πνευματικά φρένα για να μειωθεί η φθορά των φρένων. Οι μηχανές CNG δεν μπορούν να λειτουργήσουν με ένα τυποποιημένο φρένο. Κατά συνέπεια οι συμπληρωματικές δαπάνες συντήρησης φρένων υπάρχουν μόνο στις περιπτώσεις που δεν είναι διαθέσιμα τα πνευματικά φρένα, αν και μερικές νέες μηχανές φυσικού αερίου παρέχουν αυτή τη δυνατότητα.

Οι περισσότεροι υπάρχοντες κύλινδροι αποθήκευσης πρέπει να ελέγχονται σε πενταετή βάση. Αυτό περιλαμβάνει την αφαίρεση τους από το όχημα για τη δοκιμή πίεσης και την εσωτερική εξέταση. Ανάλογα με τη θέση των κυλίνδρων και το σύστημα των σωλήνων, το όχημα μπορεί να είναι εκτός λειτουργίας για αρκετές ημέρες. Αυτό βέβαια σημαίνει αύξηση των δαπανών γι' αυτό και σε έναν μεγάλο στόλο θα πρέπει να υπάρχουν πρόσθετα οχήματα.

Είναι απαραίτητο επίσης να αδειάζουν οι κύλινδροι και να εξαερίζονται πριν απομακρυνθούν από το όχημα. Οι νέοι κύλινδροι που σχεδιάζονται κατά τα νέα πρότυπα ISO δεν θα απαιτείται να υποβληθούν σε αυτήν την δοκιμή, δεδομένου ότι κατασκευάζονται για μια διευκρινισμένη διάρκεια ζωής 20 ετών.

Το σύστημα εξαερωτήρων ανοικτών βρόχων πρώτης γενεάς απεικονίζει τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε στις μηχανές πετρελαίου που υπέστησαν μετατροπή σε φυσικό αέριο στη πρόσφατη δεκαετία του '80. Οι 2ης και 3ης γενιάς μηχανές χρησιμοποιούν εξοπλισμό κλειστών βρόχων με τον ανάμικτη αερίου και πολυσημειακή έγχυση αντίστοιχα. Τελικά απεικονίζεται το σύστημα ελέγχου ανοικτών βρόχων με το στροβιλοσυμπιεστή. Η τελευταία προσέγγιση υιοθετείται στη Βόρεια Αμερική, ενώ στην Ευρώπη, όπου γενικά οι ανησυχίες σχετικά με το κοβάλτιο αντικαθίστανται από εκείνους για το NOx, υποστηρίζεται η στοιχειομετρική προσέγγιση. Η τελική στήλη δίνει τα χαρακτηριστικά αποτελέσματα για την τεχνολογία dual-fuel. Θεωρείται ότι το επί της % ανώτερο όριο θορύβου σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας θα πρέπει να είναι το 80% παρά το 100%,

Η τελική σειρά στον πίνακα δίνει τις εκτιμήσεις της σχετικής κατανάλωσης ενέργειας που προβλέπεται για τις διαδικασίες στις οποίες κάθε τεχνολογία είναι πιθανό να εφαρμοστεί. Κατά συνέπεια για τον εξοπλισμό πρώτης και δεύτερης γενεάς, φαίνεται μια η αύξηση της τάξης του 25% και 30% στην κατανάλωση καυσίμων σε σύγκριση με τη λειτουργία με πετρέλαιο. Αυτές οι αυξήσεις απεικονίζονται στα επίπεδα εκπομπών. Έχει υπάρξει πολλή συζήτηση σχετικά με αυτές τις αυξήσεις, δεδομένου ότι έχουν επιπτώσεις και στην παραγωγή εκπομπής και στο οικονομικό όφελος της χρήσης των καυσίμων.

Διάφορες διαδικασίες λεωφορείων στις οποίες η κατανάλωση καυσίμων έχει ελεγχθεί προσεκτικά έχουν παρουσιαστεί αυξήσεις στην κατανάλωση καυσίμων στη σειρά 5% 10%. Προτείνεται ότι, σε περιπτώσεις όπου η αύξηση κατανάλωσης ενέργειας είναι μεγαλύτερη από 25%, την εφαρμογή μπορεί κανένας να είχαν ταιριάξει καλά στη λειτουργία CNG.

3. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

3.1 Αποθήκευση Φυσικού Αερίου.

Η αποθήκευση του Φ.Α. στο όχημα γίνεται σε κυλινδρικές φιάλες υπό πίεση 200-250 bar (compressed natural gas, CNG). Το μέγεθος των φιαλών επιλέγεται ώστε να εξασφαλίζει αυτονομία κίνησης τουλάχιστον 200-250 km. Τούτο σημαίνει ~80 lt χωρητικότητα για ένα Ι.Χ., πράγμα που προσθέτει ένα επί πλέον βάρος στο αυτοκίνητο ~100 kg. Σε ένα κανονικό λεωφορείο, αυτονομία 270 km (με απομένουσα πίεση στις φιάλες 40 bar) εξασφαλίζεται με φιάλες συνολικού όγκου 840 lt και βάρους 1.650 kg και σε ένα αρθρωτό λεωφορείο με 1.120 lt και 2.100kg. Έτσι, ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα των οχημάτων Φ.Α., είναι να προσδιορισθεί ο χώρος για την τοποθέτηση των φιαλών Φ.Α. Η πιο πρόχειρη λύση είναι να τοποθετηθούν στο χώρο αποσκευών, πράγμα που μειώνει όμως ανάλογα τη χωρητικότητα του χώρου αυτού. Για τον λόγο αυτόν, τα νέα μοντέλα σχεδιάζονται με πιο λειτουργικές λύσεις: Τοποθέτηση των φιαλών πάνω στο σασί, κάτω από τα πίσω καθίσματα, ή, σε βαρέα οχήματα (επομένως και υψηλά) κάτω από το σασί κατάλληλα προφυλαγμένες φυσικά από το εξωτερικό περιβάλλον, ή, σε λεωφορεία, στην οροφή αυτών.

Το υλικό των φιαλών ποικίλει από χαλύβδινες (που χρησιμοποιούνται κυρίως στα μικρά οχήματα), μέχρι συνθετικές με ενίσχυση fiberglass, οι οποίες είναι ελαφρότερες και ακριβότερες, και χρησιμοποιούνται συνήθως στα βαρέα οχήματα όπου και το μέγεθος των φιαλών μεγαλώνει. Οι χαλύβδινες φιάλες θεωρούνται πιο 'δοκιμασμένες' (μεγαλύτερη και πιο προβλέψιμη αντοχή σε κρούση, σε διάβρωση, σε υπερθέρμανση και σε γήρανση). Ωστόσο, και οι συνθετικές βελτιώνονται συνεχώς. Σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς (Tuv), απαιτείται λεπτομερής έλεγχος των χαλύβδινων φιαλών κάθε 10 χρόνια και μόνο μακροσκοπικός έλεγχος κάθε 2-3 χρόνια, ενώ για τις συνθετικές φιάλες απαιτείται λεπτομερής έλεγχος κάθε 5 χρόνια.

Εναλλακτικά με την αποθήκευση του Φ.Α. υπό πεπιεσμένη μορφή, μπορεί το Φ.Α. να αποθηκευθεί ως υγροποιημένο (LNG) υπό ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία -160°C . Η αποθήκευση υπό τη μορφή αυτή εξασφαλίζει καλύτερη αξιοποίηση των χώρων της δεξαμενής (1m υγρού Φ.Α.=600 Nm αέριου), αλλά απαιτεί ειδικές μονώσεις (κρυογενικές) και έτσι είναι αντισοικονομική και χρησιμοποιείται προς το παρόν μόνο σε ερευνητικά projects. Τόσο η συντήρηση όσο και το πάρκιγκ οχημάτων Φ.Α. απαιτεί χώρους καλά αεριζόμενους, ώστε σε περίπτωση διαφυγής Φ.Α. από τις φιάλες να υπάρξει ταχεία διάχυσή του.

3.2 Προσεγγίσεις στην Αποθήκευση.

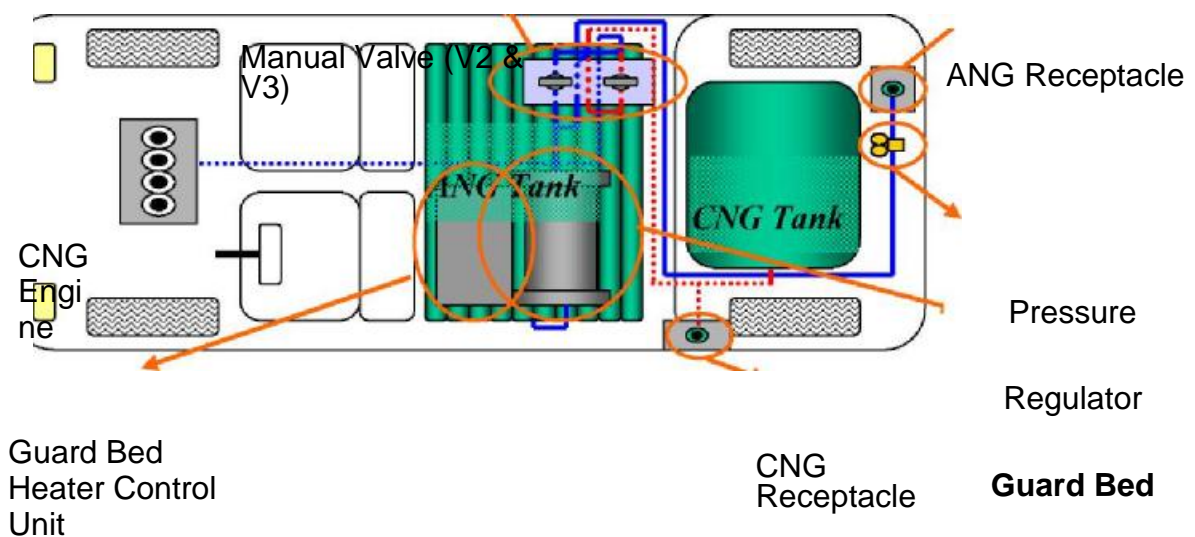
Η δυσκολία της αποθήκευσης του φυσικού αερίου στα αυτοκίνητα είναι ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια στη ραγδαία ανάπτυξη των NGV's. Οι τρεις βασικές προσεγγίσεις της αποθήκευσης των αεριωδών καυσίμων είναι κυρίως η συμπίεση, η υγροποίηση και η προσρόφηση. Η πρώτη προσέγγιση είναι η πιο κοινή σε χρήση σήμερα.

Οι κύλινδροι αποθήκευσης υψηλής πίεσης που είναι τώρα διαθέσιμοι έχουν βελτιώσει κατά πολύ τα NGV's το βάρος τους και κατά επέκταση ολόκληρου του οχήματος έχει μειωθεί στο μισό και επίσης υπάρχει διαθέσιμη μεγάλη ποικιλία κυλίνδρων σε σχήμα και μέγεθος. Περαιτέρω πρόοδος αναμένεται λόγω της εφαρμογής των νέων προτύπων ISO.

Έχουν εφαρμοστεί επίσης ή βρίσκονται στο στάδιο επίδειξης και άλλοι μέθοδοι αποθήκευσης Φ.Α. Η χρήση του LNG έχει αποδειχθεί ήδη λειτουργική ειδικά όσον αφορά τα οχήματα βαραίου τύπου. Έχει αποδεχτεί πιο οικονομικό από το συμπιεσμένο αέριο ειδικά για τις μεγάλες αποστάσεις. Επίσης έχουν υπάρξει πολλές επιτυχείς επιδείξεις για την αποθήκευση με την μέθοδο της προσρόφησης.

3.2.1. Κύλινδροι αποθήκευσης on-vehicle κ επιλογή κυλίνδρων

Η αποθήκευση είναι ένα μεγάλο ζήτημα στη βιομηχανία των NGV's και αφορά κυρίως την on-vehicle αποθήκευση, όπου το βάρος του κυλίνδρου είναι ύψιστης σημασίας, καθώς επίσης και η στατική αποθήκευση του αερίου στους σταθμούς ανεφοδιασμού. Στη τελευταία περίπτωση το κόστος είναι σημαντικότερος παράγοντας από το βάρος. Δεδομένου ότι η ασφάλεια είναι πάντα ένα ζήτημα πολύ μεγάλης σημασίας όταν μιλάμε για αποθήκευση καυσίμων, συμπεραίνουμε ότι τα πρότυπα ασφαλείας των κυλίνδρων είναι πρωταρχικής σπουδαιότητας.



Σχήμα 3.1



Στον πίνακα 3.1 δίνονται κατά προσέγγιση, από άποψη βάρους (kg) και κόστους, ανά λίτρο, οι τιμές για διάφορους τύπους κυλίνδρων αποθήκευσης. Αναμένεται ότι οι δαπάνες θα μειωθούν κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών καθώς θα έχουμε αύξηση της παραγωγής.

Τύπος κυλίνδρου	Κόστος, \$/L	Βάρος, kg/L
Ατσάλι	6	0.9-1.2
Αλουμίνιο	6	0.9-1.0
Σταφανοειδές Μέταλλο	10	0.8
Πλήρως περιβαλλόμενο από συνθετικές ίνες αλουμινίου	10	0.3-0.4
Συνθετικό	12	0.3-0.4

Πίνακας 3.1 Κατά προσέγγιση τιμές για το βάρος και το κόστος των κυλίνδρων αποθήκευσης CNG

Για ένα ελαφριού τύπου όχημα, η επιλογή της σειράς και των κυλίνδρων που θα εγκατασταθούν είναι απόφαση κρίσιμη που θα πρέπει να παρθεί κατά την σχεδιαστική φάση. Όσο μεγαλύτερο όγκο καταλαμβάνει η on-vehicle αποθήκευση, τόσο μεγαλύτερο είναι και το κόστος και το συνολικό βάρος του οχήματος. Παράλληλα όμως εάν οι κύλινδροι αποθήκευσης είναι υπερβολικά μικροί, τότε θα απαιτείται συχνότερος ανεφοδιασμός το οποίο θα μειώσει τη λειτουργική ευελιξία του οχήματος και θα δυσαρεστήσει τους οδηγούς. Αυτό το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα σημαντικό σήμερα, όπου τα NGV's βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο και δεν υπάρχει μεγάλη επιλογή όσον αφορά τους σταθμούς ανεφοδιασμού.

Το ποσό ενέργειας που αποθηκεύεται στον κύλινδρο υψηλής πίεσης CNG εξαρτάται από τη σύνθεση του φυσικού αερίου, και δεν υπάρχει κανένα γενικά συμφωνηθέν πρότυπο.

Χωρητικότητα νερού σε λίτρα	Χωρητικότητα αερίου, m ³	GLE	GGE
50	12.5	15.6	4.2
60	15.0	18.7	5.0
70	17.5	21.8	5.8
100	25.0	31.2	8.4
120	30.0	37.4	10.0

Πίνακας 3.2 Χαρακτηριστική χωρητικότητα αποθήκευσης στα 200bar για μια σειρά κυλίνδρων

Στο μέσο αυτοκίνητο, μια δεξαμενή 60 L επιτρέπει μια αυτονομία της τάξης των 180 έως 200 χλμ. Αυτό είναι το χαρακτηριστικό γνώρισμα των οχημάτων bi-fuel ειδικά στις χώρες με ένα καλά αναπτυγμένο σύστημα ανεφοδιασμού και με οικονομική πολιτική τέτοια ώστε να παρακινούνται οι οδηγοί να χρησιμοποιούν το φυσικό αέριο.

Μακροπρόθεσμα, με την αυξανόμενη παραγωγή και τη λειτουργική εμπειρία των OEM NGV's, καθώς και τη διαθεσιμότητα ενός ευρύτερου φάσματος μορφών και μεγεθών κυλίνδρων, θα επιλυθούν πολλά προβλήματα συμπεριλαμβανομένου και του οικονομικού.

Στις περισσότερες μετατροπές η υπάρχουσα δεξαμενή βενζίνης παραμένει άθικτη και ο κύλινδρος CNG εγκαθίσταται στο χώρο των αποσκευών. Αυτή η καταπάτηση του χώρου των αποσκευών είναι ένα από τα κύρια μειονεκτήματα μιας μετατροπής. Σε μερικά μεγαλύτερα οχήματα είναι δυνατό να εγκατασταθούν οι κύλινδροι πλήρως ή μερικώς κάτω από το πάτωμα. Σε τέτοιες περιπτώσεις η δεξαμενή βενζίνης αφαιρείται και αντικαθίσταται από μια μικρότερη. Εντούτοις αυτό είναι μια αντιοικονομική επιλογή για μια μετατροπή, αλλά παρουσιάζει μια πιθανή προσέγγιση όταν επιθυμείται μικρή παραγωγή.

3.3 Κύλινδροι αποθήκευσης στο όχημα

Τα πιεστικά δοχεία που χρησιμοποιούνται τώρα για την αποθήκευση CNG στα οχήματα αντιπροσωπεύουν την τέμνουσα άκρη της υψηλής τεχνολογίας κυλίνδρων πίεσης (Webster, 1996). Οι βελτιώσεις που γίνονται στα υλικά, το σχέδιο και την κατασκευή των υψηλών κυλίνδρων πίεσης είναι κρίσιμες για αυτήν την πρόοδο. Για μία περίοδο 15 ετών το βάρος ανά λίτρο όγκου των κυλίνδρων έχει μειωθεί περίπου από 1,4 στα 0,3 κιλά. Μπορεί να υπενθυμιστεί ότι περίπου 10 έτη πριν μια τιμή της τάξης των 0,4 κιλών προτεινόταν ως θεωρητικό χαμηλότερο όριο.



3.4 Τα πρότυπα κυλίνδρων

Στο στάδιο αυτών των εξελίξεων οι διαφορετικές χώρες έχουν υιοθετήσει μια σειρά προτύπων. Εντούτοις η ανάγκη για διεθνή πρότυπα έχει αναγνωριστεί από καιρό. Για αυτόν τον σκοπό προσχέδια τυποποίησης ISO, συγκεκριμένα για CNG ήταν σε προετοιμασία για αρκετά έτη. Αυτό θα επιτρέψει στον σχεδιασμό και κατά συνέπεια την κατασκευή των κυλίνδρων να συναντήσει τα συγκεκριμένα καθήκοντα που υποβάλλονται στις εφαρμογές μεταφορών. Τα πρότυπα είναι τώρα στα

πρόθυρα της έγκρισης ως επίσημα διεθνή πρότυπα (DIS), το τελικό βήμα πριν γίνουν πλήρη πρότυπα.

Μέρος της εργασίας που απαιτήθηκε για την παρούσα μορφή των τυποποιήσεων, έγινε από τον διεθνή οργανισμό IANGV. Μια ομάδα εργασίας συστάθηκε για να γράψει πρότυπα συγκεκριμένα για τους κυλίνδρους CNG. Αυτό έγινε Τμήμα εργασίας στο πλαίσιο της Τεχνικής Επιτροπής TC 58 του ISO. Το τελικό προϊόν της εργασίας της ομάδας (ISO/TC587SC3/WG17), ήταν ένα διεθνές έγγραφο με τον τίτλο «High Pressure Cylinders for the On-Board Storage of Natural Gas as a Fuel for Automotive Vehicles».

Οι απαιτήσεις στα πρότυπα είναι βασισμένες σε πολλά έτη λειτουργούσας εμπειρίας σε όλο τον κόσμο. Συγκεκριμένα η Ιταλία, η Νέα Ζηλανδία, ο Καναδάς και οι ΗΠΑ έχουν συμβάλει στην ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας.

Με βάση μια πίεση εργασίας της τάξης των 200bar σε 150^Λ, τα πρότυπα επιτρέπουν άλλες πιέσεις εργασίας με μια σταδιακή διαδικασία. Οι μοναδικές πτυχές των προτύπων είναι ότι επιτρέπουν ένα συγκεκριμένο εύρος υλικών και μεθόδων κατασκευής των κυλίνδρων, με αποτέλεσμα να περιορίζει παρά να καθοδηγεί.

Τα πρότυπα ικανοποιούν τις ειδικές ανάγκες της αυτοκίνητης βιομηχανίας. Οι απαιτήσεις περιλαμβάνουν την αποθήκευση ενός ανομοιογενούς αερίου σε μια σταθερή εγκατάσταση ανεφοδιασμού των οχημάτων, που υπερβαίνει οποιαδήποτε εφαρμογή που περιλαμβάνει τους βιομηχανικούς κυλίνδρους αερίου. Η προσέγγιση στη διατύπωση προτύπων ήταν μια σημαντική μορφή αναχώρησης η κανονική καθοδηγητική προσέγγιση για τους βιομηχανικούς κυλίνδρους αερίου (James, 1996).

3.4.1 Φιλοσοφία των προτύπων

Η λειτουργική εμπειρία που υπήρχε από τους κυλίνδρους που αρχικά προορίζονταν για βιομηχανικές εφαρμογές είχε αποδείξει την ανάγκη για κυλίνδρους αποθήκευσης υψηλής πίεσης. Αλλά ένας μικρός αριθμός αποτυχιών που αποδόθηκαν στις ρωγμές κατασκευής και τον σχεδιασμό καθόρισε ότι αυτά τα πρότυπα ήταν ανεπαρκή για τους όρους υπηρεσιών των NGV.

Τα νέα πρότυπα έχουν αναπτυχθεί για να επιτρέψουν την κατασκευή ελαφριών κυλίνδρων χαμηλότερου κόστους διατηρώντας το επίπεδο ασφάλειας άλλων πιεστικών δοχείων. Αυτό πραγματοποιήθηκε μετά από λεπτομερή διευκρίνιση των αναγκών των οχημάτων φυσικού αερίου. Τα πρότυπα θα εξασφαλίσουν ότι οι κύλινδροι που κατασκευάζονται θα έχουν ένα μεγάλο στάδιο λειτουργίας.

Σύμφωνα με τα νέα πρότυπα, οι κύλινδροι NGV προορίζονται να αντικαθιστούνται στο τέλος της ζωής υπηρεσιών τους. Η περιοδική πιστοποίηση καλής λειτουργίας των κυλίνδρων μπορεί να περιλάβει μόνο την εξωτερική οπτική επιθεώρηση που αυτό είναι λιγότερο ενοχλητικό και ακριβό από τη συμβατική υδροστατική δοκιμή πίεσης. Είναι πιθανό, εκτός από τα ταξί και τα οχήματα μαζικών μεταφορών, πολλά οχήματα ιδιωτικής χρήσης θα αποσυρθούν πολύ πριν οι κύλινδροι αποθήκευσης ξεπεράσουν τη χρονική διάρκεια λειτουργίας τους. Εφ' όσον υπάρχει μια αγορά για τους μεταχειρισμένους κυλίνδρους στην αγορά μετατροπής, θα είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι διατηρείται η καλή κατάσταση λειτουργίας του κυλίνδρου.

Μετά από μια λεπτομερή συζήτηση των απαιτήσεων απόδοσης, Webster (1996) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η μακροπρόθεσμη απόδοση των κυλίνδρων εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται και διατηρούνται, και από την πίεση στην οποία τους γεμίζουν. Η ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για τους σύνθετους τυλιγμένους κυλίνδρους, οι οποίοι είναι πιο ευαίσθητοι σε μηχανικές βλάβες που προκαλούνται από ατύχημα.

3.4.2 Συνθήκες λειτουργίας

Η σχεδιαστική πίεση λειτουργίας είναι 200bar σε 150°. Η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση ανεφοδιασμού είναι 260bar, η οποία είναι και η μέγιστη πίεση των σταθμών ανεφοδιασμού το οποίο όμως εξαρτάται και από την θερμοκρασία. Ο ελάχιστος αριθμός ανεφοδιασμού ενός κυλίνδρου σε τέτοια πίεση είναι 15.000 ενώ η διάρκεια ζωής του είναι 20 χρόνια

Στην ανάγκη να οδηγηθεί μεγαλύτερη συνειδητοποίηση της σημασίας των συνθηκών λειτουργίας και στην εξωτερική επιθεώρηση, δίνεται ισχυρή έμφαση και στα πρότυπα σχεδιασμού από τους κατασκευαστές κυλίνδρων

3.4.3 Τύποι κυλίνδρων: Τέσσερις τύποι κυλίνδρων εξετάζονται στα νέα πρότυπα

Τύπος -1:

Αν και οι τύποι κραμάτων και οι πιέσεις σχεδίου δεν διευκρινίζονται, αυτοί οι κύλινδροι χάλυβα ή αργιλίου πρέπει να συναντήσουν τα μέτρα απόδοσης. Δοκιμές απαιτούνται για να εξασφαλίσουν την επαρκή ανθεκτικότητα και την αντίσταση σπασίματος και άλλες μορφές ραγίσματος πίεσης. Οι κύλινδροι που καλύπτουν τις απαιτήσεις των προτύπων του ISO για τους μεταλλικούς βιομηχανικούς κυλίνδρους απαλλάσσονται από κάποιες διαδικασίες δοκιμής και ανάλυσης.

Τύπος -2:

Κύλινδρος υψηλής πίεσης από χάλυβα ή αλουμίνιο ενισχυμένος με ρητίνη για ομογενοποίηση των ινών. Αυτός ο τύπος κυλίνδρων χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές από την αρχή της δεκαετίας του '80. Το σχέδιο είναι βασισμένο στη δυνατότητα του σκάφους της γραμμής από μόνο του για να περιέχει το μέγιστο γεμίζει την πίεση. Αυτό το σχέδιο επιτρέπει υψηλότερες τιμές πίεσης στις ίνες του τυλίγματος. Οι απαιτήσεις δοκιμής εξασφαλίζουν ότι η χρονικά εξαρτημένη επιδείνωση που συνδέεται με το υψηλές φορτίο και τη θερμοκρασία δεν θα προκαλέσει την επιδείνωση.

Τύπος -3:

Κύλινδρος πίεσης που ενισχύεται πλήρως, τυλιγμένος με συνεχή ίνα. Αυτός ο τύπος βρίσκεται στην υπηρεσία για τους αερόβιους κυλίνδρους από τα μισά της δεκαετίας του '70. Το σύνθετο περικάλυμμα αυτού του τύπου μπορεί να φέρει ένα μεγαλύτερο μερίδιο του φορτίου από του κυλίνδρους που ανήκουν στον τύπο-2 , και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ένα πολύ χαμηλότερο σχέδιο βάρους.

Τύπος -4:

Παρόμοιος με τον τύπο-3 ,όπου η ρητίνη περιβάλλει πλήρως τις ίνες, χωρίς όμως αυτό να περιλαμβάνει μεταλλικά στοιχεία. Αυτός ο τύπος είναι ιδιαίτερα ελκυστικός στη βιομηχανία NGV. Έχει τη δυνατότητα για την παραγωγή στα μακροχρόνια μήκη και στις μεγάλες διαμέτρους. Το πιεστικό δοχείο προορίζεται να παρέχει τη συμπίεση αερίου, ενώ όλο το φορτίο φέρεται από το σύνθετο περικάλυμμα. Οι δοκιμές κόπωσης, έχουν παρουσιάσει ζωή κύκλων μεγαλύτερη από 100.000 κύκλους με πολύ λίγη μείωση στην επόμενη πίεση έκρηξης.

Τα νέα πρότυπα καθορίζουν λεπτομερώς ποικίλες περιβαλλοντικές, δοκιμές πυρκαγιάς, αντίκτυπου και διείδυσης. Σύμφωνα με άλλα πρότυπα του ISO ένα πληροφοριακό παράρτημα παρέχει ένα παράδειγμα ενός συστήματος εξασφάλισης αποδεκτής ποιότητας .

Μετά από διάφορες αποτυχίες κατά την λειτουργία των τυλιγμένων κυλίνδρων τα τελευταία χρόνια, υπάρχει συνειδητοποίηση της ανάγκης να προστατευθεί ο κύλινδρος από ζημιές που μπορεί να προκληθούν κατά τη διάρκεια του χειρισμού και της εγκατάστασης, και επίσης από τη διάδοση των υγρών και των στερεών σε λειτουργία. Υπάρχει επίσης μια ανησυχία για φθορά της εξωτερικής επιφάνειας του κυλίνδρου από τα υποστηρίγματα και τις λωρίδες συγκράτησης.

3.5 Μαζική Αποθήκευση για το πιεσμένο φυσικό αέριο

Οι κύλινδροι για αυτόν τον ρόλο μεταφορών τοποθετούνται μόνιμα στους σταθμούς ανεφοδιασμού ή σε ρυμουλκά που χρησιμοποιούνται για τις εφαρμογές αποθήκευσης. Εμπίπτουν σε τρεις ευρείες κατηγορίες (Webster, 1996):

- Κύλινδροι DOT:

Οι κύλινδροι DOT είναι μεγάλοι σε διαστάσεις (π.χ. μήκος 6.8m, όγκος 1,750L) και σχετικά ακριβοί, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πίεση 25MPa. Ένα ρυμουλκό με επτά τέτοιους κυλίνδρους θα φέρει 3600 m³ αερίου.

- Κύλινδροι σειράς



Εικόνα 3.3

- Κύλινδρος οχημάτων:

Οι κύλινδροι οχημάτων είναι ελαφρύτεροι και μπορούν μόνο να χρησιμοποιηθούν για πίεση 20 MPa, αλλά εάν τίθεται στην προσωρινή χρήση σε έναν μεταφορέα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν αργότερα στα οχήματα. (Kelly, 1988). Η τεχνολογία και τα οικονομικά για αυτήν την εφαρμογή αποδεικνύονται καλά για τη μεταφορά των όγκων 2.000 έως 10.000 m³ για αποστάσεις μεγαλύτερες από 50 έως 70 χλμ.

Οι κύλινδροι οχημάτων για αυτήν την εφαρμογή μεταφορών πρέπει να σχεδιαστούν προσεκτικά για να προστατευτούν από ζημιές, και λόγω του υψηλότερου κινδύνου που γίνεται αντιληπτού σε λειτουργία τους πρέπει να υπόκειται σε πιο αυστηρούς εξεταστικούς κανονισμούς από τον κανονικό εξοπλισμό οχημάτων (Dowling, 1996).

3.6 Αποθήκευση υγροποιημένου φυσικού αερίου

Η ρευστοποίηση παρέχει μια εναλλακτική λύση στην αποθήκευση του αερίου στη συμπιεσμένη μορφή. Το φυσικό αέριο μετατρέπεται σε υγρό στους -162°C στην ατμοσφαιρική πίεση. Αυτά τα καύσιμα μπορούν να αποθηκευτούν στις απομονωμένους κυλίνδρους των σταθμών ανεφοδιασμού καυσίμων και να τροφοδοτήσουν τα LNG οχήματα ως κρυογόνο υγρό. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα μετατροπής του LNG άμεσα σε CNG.

Το LNG έχει ένα τεράστιο πλεονέκτημα αποθήκευσης σε σχέση με το CNG. Σε αεριώδη κατάσταση το CNG έχει μια ενέργεια 200 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το ασυμπύεστο αέριο, ενώ το LNG υπερβαίνει 600 φορές την ενέργεια του ασυμπιέστου αερίου, ή περίπου 60% του πετρελαίου ανά λίτρο, βασισμένο στη χαμηλότερη αξία θέρμανσης.

Λόγω αυτής της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, ένα τροφοδοτημένο LNG όχημα μπορεί να έχει ένα εύρος εργασίας παρόμοιο με αυτό του τροφοδοτημένου με καύσιμα πετρέλαιο οχήματος, με μια σχετικά δευτερεύουσα αύξηση σε βάρος και τον όγκο αποθήκευσης καυσίμων.

Το LNG μπορεί επίσης να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις στους για να καταλήξει στα δίκτυα διανομής και στον τελικό χρήστη, από το σημείο παραγωγής. Ένα πολύ καλά γνωστό παράδειγμα είναι η μεταφορά LNG από το αυστραλιανό βορειοδυτικό τμήμα στην Ιαπωνία, η οποία κινεί περίπου 6 εκατομμύρια τόνους του προϊόντος ετησίως, που αποφέρει κάτι παραπάνω από \$1 δισεκατομμύρια στο εισόδημα εξαγωγής στην Αυστραλία. Στην περίπτωση LNG για τα οχήματα, οι ποσότητες μεταφέρονται οδικώς.

Οι πολύ μεγάλοι πελάτες μπορούν να έχουν μια επί τόπου εγκατάσταση, οπότε σ' αυτή την περίπτωση γίνεται η αποταμίευση μεταφορών καυσίμων. Εντούτοις η οικονομική παραγωγή LNG απαιτεί ποσότητες που είναι χαρακτηριστικά αρκετά μεγαλύτερες σε σχέση με τις απαιτήσεις καυσίμων ενός στόλου λεωφορείων πόλεων. Ένα κοινό σενάριο είναι ένα στο οποίο η αποθήκευση καυσίμων εγκαθίσταται στο χώρο του πελάτη, μαζί με έναν διανομέα καυσίμων (dispenser).



Εικόνα 3.4

3.6.1 Ιδιότητες του υγροποιημένου φυσικού αερίου

Σε χαμηλότερη βάση θερμοκρασίας αξίας, ένα λίτρο LNG είναι ισοδύναμο με 0,605 λίτρα πετρελαίου. Το ερευνητικό ίδρυμα αμερικανικού αερίου (GRI) έχει υπολογίσει ότι, για την ισοδύναμη σειρά οχημάτων, και να υποθέσει την ίδια αποδοτικότητα μηχανών, η σύγκριση μεταξύ των δύο καυσίμων είναι όπως ταξινομείται στον παρακάτω πίνακα:

		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	LNG
Πυκνότητα καυσίμων, kg/L		0.84	0.41
Χαμηλότερη Θερμογόνος δύναμη	MJ/L	36.3	23.5
	MJ/kg	43.4	57.3
Εξωτερικός όγκος δεξαμενών καυσίμων σχετικός μέσος όρος		1.0	2.0
Σχετικό βάρος καυσίμων		1.0	0.85
Κατά προσέγγιση σχετικό πλήρες βάρος δεξαμενών καυσίμων *		1.0	1.4

Πίνακας 3.3 : Σύγκριση μεταξύ του πετρελαίου και του LNG για την τροφοδότηση με καύσιμα οχημάτων

Για τους πιο λεπτομερείς υπολογισμούς ένας παράγοντας αποδοτικότητας περίπου 1,15 πρέπει να εφαρμοστεί κατά την υπολογισμό των απαιτήσεων LNG καυσίμων. Κατά συνέπεια επιτρέπει τις παρούσες σχετικές αποδοτικότητες ημέρας για τις μηχανές πετρελαίου και αερίου. Οι ανωτέρω πληροφορίες είναι βασισμένες σε χαρτί από τη LY (1995).

4. ΑΣΦΑΛΕΙΑ

4.1 ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Τα θέματα ασφαλείας έχουν ευρέως - και λανθασμένα - θεωρηθεί ως πιθανά μειονεκτήματα για τα NGV. Οι πελάτες που σκέπτονται να μετατρέψουν ένα όχημα συχνά προβάλλουν το ζήτημα της ασφάλειας. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να υπάρχει διαθέσιμο υλικό το οποίο να αντικρούει αυτούς τους ισχυρισμούς. Το διακεκριμένο ρεκόρ ασφαλείας που έχει εγκαθιδρυθεί με την χρησιμοποίηση μεταποιημένων οχημάτων κινούμενα με φυσικό αέριο τόσο κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού όσο και της λειτουργίας του οχήματος θα πρέπει να τονιστεί και να δημοσιευθεί.

Η βιομηχανία NGV σε κάποιες χώρες θα μπορούσε να κάνει περισσότερα για να διασφαλίσει τη διαθεσιμότητα αξιόπιστων στατιστικών στοιχείων. Είναι σημαντικό σε κάθε χώρα ή περιοχή να υπάρχει ένα αναγνωρισμένο κέντρο το οποίο να ασχολείται με τη διαχείριση της συλλογής των στατιστικών στοιχείων αναφορικά με περιστατικά και ατυχήματα. Θα ήταν επίσης χρήσιμο να υποδειχθεί σε ένα συγκεκριμένο φορέα στα πλαίσια της βιομηχανίας NGV η ευθύνη της συλλογής, της ταξινόμησης και της διασποράς αυτών των στατιστικών στοιχείων. Κατά το παρελθόν έχει υπάρξει μία τάση να συλλέγονται τα διεθνή στατιστικά στοιχεία με κατά κάποιον τρόπο αμέθοδη βάση. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει στην εμφάνιση αναληθών πληροφοριών.

Σε γενικές γραμμές, τα ευρήματα που σχετίζονται με την ασφάλεια δικαιολογούν την εγκυρότητα των προδιαγραφών που έχουν τεθεί για τους αποθηκευτικούς κυλίνδρους υψηλής πίεσης CNG και τα αντίστοιχα συστήματα καυσίμων. Η αντίσταση των κυλίνδρων CNG ως προς τη θραύση στην περίπτωση ατυχήματος και ο χαμηλός κίνδυνος φωτιάς ή έκρηξης όταν πραγματοποιείται έκλυση αερίων παρέχουν σημαντικούς λόγους για τους οποίους θα πρέπει να

διατηρήσουμε με απόλυτη σιγουριά αυτό το αρχείο ασφάλειας. Χωρίς αμφιβολία η εφαρμογή των νέων προδιαγραφών που αναπτύσσονται θα επιβεβαιώσει αυτήν την τάση. Με την χρήση ινών υψηλής αντοχής, οι οποίες έχουν αρχικά χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία του αεροδιαστήματος, υιοθετείται μία νέα σχεδιαστική προσέγγιση.

Υπάρχουν τώρα αρκετά στοιχεία που αποδεικνύουν, ότι η χρήση κυλίνδρων αποθήκευσης υψηλής πίεσης φυσικού αερίου στα οχήματα παρουσιάζει έναν χαμηλότερο κίνδυνο από την αποθήκευση της βενζίνης. Δεδομένου ότι τα μέτρα ασφάλειας NGVs γίνονται ευρύτερα αποδεκτά, έτσι οι απαιτήσεις προκύπτουν για να επεκτείνουν το εύρος των εφαρμογών για τα καύσιμα. Τα παραδείγματα αυτού εμφανίζονται στον ανεφοδιασμό σε καύσιμα των λεωφορείων διέλευσης φυσικού αερίου, και στις εγκαταστάσεις συντήρησης για αυτόν τον τύπο οχήματος.



Κύλινδρο αποθήκευσης μετά από ατύχημα

4.2 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ

Το νομοθετικό σώμα του Τέξας απαίτησε από το τμήμα μεταφορών, από το 1991 να περιορίσει τις αγορές στα οχήματα ικανά σε CNG ή άλλα χαμηλά εναλλακτικά καύσιμα εκπομπών. Το 1990, μετά από μια μελέτη μιας σειράς καυσίμων, η κύρια μητροπολιτική αρχή μεταφορών (CMTA) ενέκρινε την ανάπτυξη μιας εναλλακτικής στρατηγικής μετατροπής καυσίμων.

Τροποποιήσεις σε υπάρχουσα εγκατάσταση απαιτήθηκαν για την οικοδόμηση μιας μονάδας συντήρησης, ανεφοδιασμού και πλυσίματος λεωφορείων σε ένα χώρο 5.574m². Τα κτίρια εφοδιάστηκαν με ένα σύστημα εξαερισμού για να δώσουν πέντε εναλλαγές αέρα ανά ώρα. Τα υπάρχοντα ηλεκτρικά συστήματα αναβαθμίστηκαν για να συμμορφωθούν με NFPA 52 (1992). Εξοπλισμός ανίχνευσης μεθανίου προστέθηκε για να καλύψει το χώρο της εγκατάστασης. Αυτοί είχαν ως σκοπό να ανιχνεύσουν τις καθορισμένες συγκεντρώσεις του μεθανίου, να ελέγξουν τα συστήματα συναγερμών και εξαερισμού και να αποκλείσουν όλη την ηλεκτρική δύναμη εκτός από τους ανεμιστήρες εξαερισμού σε περίπτωση έκρηξης.

Το σύστημα των συμπιεστών εγκαταστάθηκε τον Ιούνιο του 1993 και αποτελείται από δύο δίδυμους συμπιεστές που εκτιμήθηκαν σε 2.580 m³/h με πίεση εισόδου 3 bar και 310 bar πίεση εξόδου. Χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση ένας κινητήρας αερίου της Caterpillar. Επίσης έγινε υποδομή και για τρίτη μονάδα συμπιεστών που θα ανεβάζει την παροχή στα 7.644m /h.

Το σύστημα ASME 9 κυλίνδρων υψηλής πίεσης χρησιμοποιήθηκε για την αποθήκευση του αερίου που προμηθεύτηκε από την CP Industries. Σχεδιάστηκε για να παρέχει μια ικανότητα αποθήκευσης 9.000 λίτρων.

Οι διανομείς καυσίμων (DVCO 2030) πέντε στο σύνολο τους διαμορφώθηκαν με τα διαφορετικά ποσοστά ροής παράδοσης, τις πιέσεις ανεφοδιασμού και τα

διαφορετικά ακροφύσια για να προσαρμόσουν τους διαφορετικούς τύπους οχημάτων και τα διαφορετικά καύσιμα που λαμβάνουν τα ποσοστά στο στόλο CMTA. Τέσσερις από τους διανομείς βρέθηκαν στα καύσιμα και το κτήριο πλυσίματος για τον εσωτερικό ανεφοδιασμό. Αυτό οδήγησε στις ειδικές απαιτήσεις κτηρίου και εξοπλισμού. Αν και οι explosion-proof αγωγοί εξαερισμού φωτισμού και συνήθειας εγκαταστάθηκαν, η ηλεκτρονική εγκατάσταση των διανομών στεγάστηκε σε ένα ειδικά σχεδιασμένο κιβώτιο ελέγχου που τοποθετήθηκε σε μια απομακρυσμένη, μη-επικίνδυνη θέση.

4.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ

Μια διαφορετική προσέγγιση στα ζητήματα ασφάλειας παρέχεται σε μια σύγκριση των κινδύνων καύσης των LPG και CNG. Μια προσομοίωση της παρουσίας μιγμάτων καύσιμου αερίου στη μηχανή κοντά ενός οχήματος CNG πραγματοποιήθηκε από την ένωση αερίου της Ιαπωνίας. (1995). Ο κίνδυνος φαίνεται για να προκύψει μορφή η δυνατότητα της υψηλής πίεσης αποθήκευσης των αεριωδών καυσίμων προκαλώντας μια γρηγορότερη διάδοση ενός καύσιμου μίγματος απ'ό,τι στην περίπτωση των υγρών καυσίμων. Η ανάλυση κινδύνου σύγκρινε CNG και τα LPG στη μέγιστη πίεση αποθήκευσης. Περιέλαβε τη χειρότερη υπόθεση περίπτωσης της ζημίας σε μια γραμμή καυσίμων σε έναν κόλπο μηχανών.

Μια ταξινομημένη σε πίνακες αξιολόγηση της ασφάλειας παρουσιάζεται για τις περιπτώσεις ρυμούλκησης στον πίνακα 5.4. Η υψηλότερη πίεση αποθήκευσης του φυσικού αερίου είναι ο μόνος παράγοντας για τον οποίο CNG δεν ευνοείται. Εντούτοις είναι το υψηλότερο ποσοστό ροής του φυσικού αερίου που ελαχιστοποίησε τη διάρκεια της παρουσίας του καύσιμου μίγματος. Λόγω του υψηλού ποσοστού ροής του φυσικού GA στον κόλπο μηχανών, ένα μίγμα καύσιμου αερίου υπήρξε για μόνο 0,7 δευτερόλεπτα (c.f. περισσότερο από 2,6 δευτερόλεπτα για τα LPG).

Οι διανομείς πέντε - DVCO καυσίμων που 2030 μονάδες - διαμορφώθηκαν με τα διαφορετικά ποσοστά ροής παράδοσης, γεμίζουν τις πιέσεις και τα ακροφύσια για να προσαρμόσουν τους διαφορετικούς τύπους οχημάτων και τα διαφορετικά καύσιμα που λαμβάνουν τα ποσοστά στο στόλο CMTA. Τέσσερις από τους διανομείς βρέθηκαν στα καύσιμα και το κτήριο πλυσίματος ως ανεφοδιάζοντας σε καύσιμα δυνατότητα εσωτερικών. Αυτό οδήγησε στις ειδικές απαιτήσεις κτηρίου και εξοπλισμού. Αν και οι explosion-proof αγωγοί εξαερισμού φωτισμού και συνήθειας εγκαταστάθηκαν, η ηλεκτρονική διανομών στεγάστηκε σε ένα ειδικά σχεδιασμένο κιβώτιο ελέγχου που τοποθετήθηκε σε μια μη- επικίνδυνη θέση.

Ο μεγάλη ποσότητα σε εξοπλισμό υψηλής πίεσης CNG, η διοχέτευση του με σωλήνες εντός της εγκατάστασης και η πιθανότητα του ανθρώπινου λάθους στη συντήρηση των οχημάτων παρουσίασαν έναν πιθανό εσωτερικό κίνδυνο διαρροής. Για να αποφευχθεί η πιθανότητα πυρκαγιάς ή έκρηξης εγκαταστάθηκε ένα συνεχές σύστημα ελέγχου μεθανίου. Η εκτίμηση των λειτουργικών παραγόντων οδήγησε στη χρήση 63 αισθητήρων και 18 μακρινών μονάδων συναγερμών που διανεμήθηκαν μεταξύ τριών χωριστών κτηρίων.

Στοιχείο σύγκρισης	CNG	Αξιολόγηση της ασφάλειας: * δείχνει ασφαλέστερο	LPG
Διάρκεια της παρουσίας καύσιμου αερίου (sec)	0.7	*	2.6 or more
Αρχικό πίεση (Bar)	196		
Ποσότητα απαλλαγής (λίτρα)	11.0	*	3.4
Χαμηλότερος δείκτης θέρμανσης, MJ/m ³	37.6	*	13.7
Ποσοστό καύσης, vol%	4.4-14.3		90.5
Διάχυση καύσιμου αερίου		*	1.85-8.6

Πίνακας 3.4 : Σύγκριση CNG με LNG όσον αφορά την ασφάλεια.

4.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ

Ο ανεφοδιασμός των οχημάτων Φ.Α. Δημοσίας Χρήσεως (Δ.Χ). είναι το πιο κρίσιμο σημείο στον όλο σχεδιασμό για την εισαγωγή του Φ.Α. στον τομέα της αυτοκίνησης. Κανείς δεν επενδύει σε σταθμούς αν δεν υπάρχει ήδη ικανός αριθμός οχημάτων Φ. Α., και κανείς δεν αγοράζει αυτοκίνητο Φ.Α. αν δεν υπάρχει ικανός αριθμός πρατηρίων ανεφοδιασμού. Για τον λόγο αυτόν έχουν άλλωστε προβλεφθεί στο Κ.Π.Σ. ΙΙΙ ειδικές χρηματοδοτήσεις σε υψηλό ποσοστό (70%) για νέους σταθμούς ανεφοδιασμού

4.5 ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ

Ένας τυπικός σταθμός ανεφοδιασμού CNG ή LNG αποτελείται από:



- ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ LNG ΣΕ CNG
- ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ
- DISPENSER
- ΟΧΗΜΑ



2. Τον συμπιεστή που το συμπιέζει στα 300-350 bar

3. Το σύστημα αποθήκευσης (σε σταθμούς ταχείας πλήρωσης), που αποτελείται από συστοιχία χαλύβδινων κυλίνδρων υπό πίεση 300-350 bar

4. Το σύστημα διανομής , και προκειμένου για σταθμούς Δ.Χ., και μέτρησης του αερίου που εισάγεται στο αυτοκίνητο



Εικόνα 3.5

5. τα βοηθητικά συστήματα : το σύστημα παροχής ηλεκτρισμού, το οποίο πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένο σύμφωνα με τα πρότυπα (να μη δημιουργεί σπινθήρες), και το σύστημα έλεγχου.

4.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ

Οι σταθμοί 'αργής πλήρωσης' (slow fill), όπου το όχημα συνδέεται στον συμπιεστή, ο οποίος γεμίζει από ένα όχημα έως ένα μικρό αριθμό οχημάτων εν παραλλήλω σε διάστημα συνήθως μερικών ωρών. Οι σταθμοί αυτοί χρησιμοποιούνται για την πλήρωση των οχημάτων συνήθως κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στη μικρότερη έκδοσή τους περιλαμβάνουν ένα μικρό φορητό σταθμό συμπίεσης για πλήρωση ενός οχήματος (Vehicle Refueling Appliance ή Home Refueling Appliance)



Σύστημα διανομής (Dispenser) CNG
αργής πλήρωσης



Συμπιεστής CNG αργής πλήρωσης

Οι σταθμοί «ταχείας πλήρωσης» περιλαμβάνουν επί πλέον το σύστημα αποθήκευσης του Φ.Α. υπό υψηλή πίεση. Ο συμπιεστής γεμίζει το σύστημα αποθήκευσης, και στη συνέχεια το όχημα ανεφοδιάζεται από τη δεξαμενή σε διάστημα ολίγων λεπτών (χρόνος πλήρωσης ίδιος με των υγρών καυσίμων). Σε ορισμένες διατάξεις ταχείας πλήρωσης χρησιμοποιείται και δεύτερος συμπιεστής μεταξύ της δεξαμενής και του οχήματος (booster) με σκοπό την καλύτερη εκμετάλλευση του αποθηκευτικού χώρου που διατίθεται, καθώς και της μείωσης του λειτουργικού κόστους συμπίεσης. Στα συστήματα αυτά το αέριο αποθηκεύεται στο σύστημα αποθήκευσης σε πίεση 200-250 bar και γίνεται εκμετάλλευση του 75% του αποθηκευμένου όγκου., ενώ χωρίς booster το αέριο πρέπει να αποθηκευθεί στα 300-350 bar, και γίνεται εκμετάλλευση πολύ μικρότερου ποσοστού του χώρου (~20%). Μια άλλη διάταξη αποθήκευσης περιλαμβάνει 3 συστήματα με διαφορετική πίεση (cascade system) και η πλήρωση ξεκινά από την αποθήκη Φ.Α. με τη χαμηλότερη πίεση, η δε εναλλαγή γίνεται αυτόματα. Ποσοστό εκμετάλλευσης χώρου ~40%.



Μονάδα Συμπιεστών CNG



Μονάδα Υγροποίησης

Εικόνα 5.15 Σταθμός Ανεφοδιασμού Αστικών Λεωφορείων του ΟΑΣΑ στην περιοχή Άνω Λιόσια.

5. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

5.1 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τα φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης τα οποία εμφανίζονται συχνά σε διάφορες πόλεις στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, η αυξανόμενη σημασία του φαινομένου του θερμοκηπίου, η ελάττωση του στρώματος του όζοντος, η διάβρωση αρχαίων μνημείων και η καταστροφή των δασών, έχουν καταστήσει κυρίαρχης σημασίας το πρόβλημα της προστασίας του περιβάλλοντος. Υπάρχει άμεση ανάγκη αντιμετώπισης του προβλήματος με την εφαρμογή υφισταμένων και νέων κανονισμών και την εισαγωγή αποτελεσματικότερων μέτρων.

Κύρια αιτία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η χρήση καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Είναι αναγκαίο λοιπόν οι ενεργειακές επιλογές να συνδυάζουν την ανάπτυξη με την περιβαλλοντική προστασία.

Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα των οχημάτων Φ.Α. είναι βέβαια η καθαρότητα των καυσαερίων του. Λόγω μάλιστα της ενδογενούς καθαρότητας του Φ. Α., η μείωση των ρύπων διαρκεί ακόμα και αν ο καταλύτης δεν λειτουργεί στις ευνοϊκότερες συνθήκες, πράγμα σύνηθες στην πράξη, ιδίως με την πάροδο της ηλικίας του αυτοκινήτου. Εν συντομία, με το Φ.Α. επιτυγχάνεται, σε σχέση με τη βενζίνη, μείωση των non-methane Hydrocarbons (NMHC) κατά 80% ενώ ιδιαιτέρως οι αρωματικοί και πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες, που θεωρούνται καρκινογόνοι, μηδενίζονται.

Οι εκπομπές NO_x μειώνονται κατά 50%, του CO κατά 40%, του CO₂ κατά 20%. Έτσι, η δυνατότητα σχηματισμού όζοντος (νέφους) μειώνεται κατά 80%- 90%. Σε σχέση δε με το ντίζελ έχουμε και μείωση των λεπτών σωματιδίων (καπνού) κατά 90%-95%. Επίσης δεν υπάρχουν εκπομπές επιβλαβών ρύπων κατά τη διάρκεια ανεφοδιασμού του οχήματος, όπως υπάρχει στην περίπτωση της βενζίνης οπότε μέρος αυτής εξατμίζεται στο περιβάλλον.

Επίσης, τα οχήματα Φ.Α. είναι λιγότερο θορυβώδη από τα ντιζελοκίνητα οχήματα, πράγμα ιδιαίτερα χρήσιμο για τα λεωφορεία και απορριμματοφόρα που λειτουργούν σε κατοικημένες περιοχές, πολλές φορές σε ώρες κοινής ησυχίας. Η μείωση του θορύβου έχει μετρηθεί σε 1 db κατά την κίνηση σε σταθερή ταχύτητα, ενώ κατά την επιτάχυνση έφθασε τα 3,3 db. Μια διαφορά 3 db ισοδυναμεί με υποδιπλασιασμό του θορύβου.

5.2 Η συμβολή του Φυσικού Αερίου στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων κατά τις καύσεις

Κατά τη διεργασία της καύσης σχηματίζονται χημικές ενώσεις οι οποίες εκλύονται στο περιβάλλον προκαλώντας ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι κυριότεροι ρύποι είναι το διοξείδιο του θείου SO_2 , τα οξειδία του αζώτου NO_x , το μονοξείδιο του άνθρακα CO , τα αιωρούμενα σωματίδια και οι ακουστοί πτητικοί υδρογονάνθρακες.

Το Φυσικό Αέριο λόγω της μορφής και της σύστασης του θεωρείται κατ'εξοχήν οικολογικό καύσιμο. Στον πίνακα 5.1 παρουσιάζονται τυπικές τιμές μη ελεγχόμενων ρύπων που εκπέμπονται κατά την καύση διάφορων καυσίμων σε μονάδα ατμοπαραγωγής.

Από τον πίνακα προκύπτει ότι το Φυσικό Αέριο εκπέμπει σε σχέση με το μαζούτ 4.700 φορές λιγότερο SO_2 , 2 φορές λιγότερο CO , 24 φορές λιγότερα σωματίδια, 3 φορές λιγότερους ακουστούς υδρογονάνθρακες και 1,7 φορές λιγότερα NO_x .

Τύπος καυσίμου	σωματίδια	Οξειδία του αζώτου	Διοξείδιο του θείου	Μονοξείδιο του άνθρακα	Υδρογονάνθρακες
Κάρβουνο	1092	387	2450	13	2
Μαζούτ	96	170	1400	14	3
Ντίζελ	6	100	220	16	3
Φ.α.	4	100	0,3	7	1

Πίνακας 5.1

Η χρήση του Φυσικού Αερίου συμβάλει επίσης στον περιορισμό των μεταλλικών ρύπων. Στον άνθρακα και στο πετρέλαιο υπάρχουν π.χ ίχνη υδραργύρου, μολύβδου, βαναδίου και νικελίου τα οποία δεν περιέχονται στο Φυσικό Αέριο. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 5.1 τα NO_x είναι ο μόνος ρύπος του οποίου η εκπομπή δεν μειώνεται σημαντικά με τη χρήση Φυσικού Αερίου καθώς ο σχηματισμός NO_x οφείλεται στο άζωτο που πάντα περιέχεται στον αναγκαίο για την καύση αέρα. Η ποσότητα τους εξαρτάται από τη θερμοκρασία, το χρόνο παραγωγής των απαερίων και την περίσσεια οξυγόνου στο θάλαμο καύσης, που ωστόσο για το Φυσικό Αέριο είναι μικρότερη από ότι για παράδειγμα στο μαζούτ.

Υπάρχουν διεθνώς δύο μέθοδοι για τη μείωση των παραγόμενων NO_x. Η πρώτη στηρίζεται στην καταλυτική επεξεργασία των απαερίων και η δεύτερη σε επεμβάσεις στη διεργασία της καύσης.

Μελέτη που πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Ερευνών Ηλεκτρικής Ενέργειας των ΗΠΑ έδειξε ότι η μέθοδος καταλυτικής επεξεργασίας απαερίων έχει δεκαπλάσιο κόστος από αυτήν των επεμβάσεων στη διεργασία της καύσης.

Επεμβάσεις αυτής της μορφής είναι οι εξής:

- Χρήση συστήματος διπλής καύσης. Συνίσταται στη διεξαγωγή της καύσης σε δύο φάσεις. Αρχικά καίγεται μίγμα πλούσιο σε καύσιμο (με πρωτογενές ρεύμα αέρα) και στη συνέχεια η καύση συμπληρώνεται με προσθήκη δευτερογενούς ρεύματος αέρα.

- Χρήση καυστήρων μειωμένης παραγωγής NO_x
- Χρήση συστήματος διπλής έγχυσης καυσίμου

Ενώ δηλαδή το Φυσικό Αέριο συμμετέχει στην κατανάλωση καυσίμων κατά 22,5% ευθύνεται μόνο για το 16% των εκπομπών SO₂ παγκοσμίως. Η εισαγωγή του Φυσικού Αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδος αναμένεται να μειώσει σημαντικά τις ποσότητες τόσο των ρύπων όσο και του διοξειδίου του άνθρακα στη ατμόσφαιρα.

**ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ
ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ (ΤΝ/ΕΤΟΣ)**

ΠΕΡΙΟΧΗ	SO ₂	NO _x	ΔΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	CO ₂
Αττική	9.978	5.196	1.703	2.878.739
Θεσσαλονίκη	10.699	2.554	891	1.245.723
Λάρισα	3.993	778	294	278.100
Βόλος	3.728	721	275	250.362

Πίνακας 5.2

**ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ
ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (ΤΝ/ΕΤΟΣ)**

ΠΕΡΙΟΧΗ	SO ₂	NO _x	ΔΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	CO ₂
Αττική	10,6	1.924	16,49	1.930.400
Θεσσαλονίκη	4,46	838	6,9	812.630
Λάρισα	1,04	210	1,62	188.700
Βόλος	0,92	188	1,43	168.060

Πίνακας 5.3

Οι παραπάνω πίνακες δείχνουν καθαρά τι θα συμβεί στις τέσσερις μεγάλες πόλεις της Ελλάδας αναφορικά με τη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας σε ρύπους κατά το έτος πλήρους διείσδυσης του Φυσικού Αερίου.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι για την ποσότητα των καυσίμων που υποκαθιστά το Φυσικό Αέριο, σχεδόν εξαλείφονται τα οξειδία του θείου (SO_x), επέρχεται σημαντική μείωση της ποσότητας των Αιωρούμενων Σωματιδίων ενώ

συμβαίνει και μείωση εκπομπών οξειδίων του Αζώτου (NOx). Ταυτόχρονα επέρχεται και μείωση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το οποίο συμμετέχει σε πολύ μεγάλο βαθμό στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

5.3 Έλεγχος της παραγωγικής δύναμης

Στις πετρελαιομηχανές παραλλαγές των μιγμάτων χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της παραγωγικής δύναμης. Οι μηχανές Otto χρησιμοποιούν ένα στραγκαλιστή για να ελέγξουν την εισαγωγή αέρα και επομένως και το φορτίο. Οι απώλειες λόγω του στραγκαλιστή οδηγούν αναπόφευκτα σε μείωση της απόδοσης της μηχανής όταν αυτή λειτουργεί με μειωμένη εισαγωγή αέρα.

Αυτές οι απώλειες μπορούν ως ένα ορισμένο βαθμό να μειωθούν με τη χρησιμοποίηση της αδύνατης λειτουργίας στη χαμηλότερη παραγωγή. Μια άλλη προσέγγιση που χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο είναι η παράκαμψη της ροής μέσω στροβίλου, χαμηλώνοντας κατά συνέπεια την παραγωγική δύναμη.

Κάποιος έλεγχος των ποσοστών καύσης στις μηχανές κύκλων Otto μπορεί να πραγματοποιηθεί στο στάδιο σχεδίου με τον έλεγχο της μετακίνησης αέρα και στον κύλινδρο. Τα ποσοστά καύσης φυσικού αερίου είναι σχετικά μικρά και οι μηχανές γενικά ωφελούνται από την υψηλή ροή στο στρόβιλο και τη μέτρια σύνθλιψη.

5.4 Στοιχειομετρικές μηχανές εναντίον lean-burn μηχανές.

Οι Στοιχειομετρικές μηχανές, όπου το λάμδα (λ) είναι κοντά στο 1,0, τώρα γενικά εγκαθίστανται με έναν τριπλό καταλύτη για τα αέρια εξάτμισης. Ένας αισθητήρας λάμδα που είναι ευαίσθητος στα επίπεδα οξυγόνου των καυσαερίων τοποθετείται στην πολλαπλή της εξάτμισης, στο πάνω μέρος του καταλύτη, για να παρέχει ένα σήμα για τον έλεγχο της αναλογίας αέρος-καυσίμου.

Οι καταλύτες είναι αποτελεσματικότεροι για τους υψηλότερους υδρογονάνθρακες όπως για παράδειγμα το μεθάνιο. Το μεθάνιο απαιτεί ειδικά μια υψηλή φόρτωση με το υλικό καταλυτών, υψηλή θερμοκρασία εξάτμισης και μια χαμηλή ταχύτητα. Το παλλάδιο θεωρείται ως προτιμώμενο υλικό για τη μετατροπή του μεθανίου. Εάν ο καταλύτης και ο ελεγκτής λάμδα δεν χρησιμοποιούνται, οι εκπομπές NOx και CO θα επηρεαστούν έντονα εάν οι αλλαγές στη σύνθεση καυσίμων προκαλέσουν αλλαγές στην αναλογία αέρος-καύσιμου.

5.4.1 Lean-burn μηχανές

Όπως παρατηρήθηκε η μεγάλη αύξηση στην αναλογία αέρος-καυσίμου (lean-burn) οδηγεί σε μείωση του NOx. Ο επιπρόσθετος αέρας επιτρέπει να βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα οι μέγιστες θερμοκρασίες της μηχανής. Επομένως οι lean-burn μηχανές έχουν χαμηλά επίπεδα NOx. Εντούτοις οι υδρογονάνθρακες αυξάνονται γρήγορα δεδομένου ότι οι τιμές του λ είναι μεγαλύτερες από 1,4 λόγω της αρχής της ασταθούς καύσης. Εάν πραγματοποιηθούν αλλαγές στη σύνθεση του καυσίμου και επομένως αλλάξει η αναλογία αέρος-καυσίμου και η ταχύτητα καύσης, θα μεταβληθεί η μέγιστη θερμοκρασία καύσης και επομένως και η παραγωγή NOx.

5.5 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και το Φυσικό Αέριο.

Τα αέρια θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα είναι ουσιαστικά στη ζωή στη γη. Παγιδεύουν μερικές από την ηλιακή ενέργεια που επανακτινοβολείται από τη γήινη επιφάνεια. Αυτό αυξάνει τη θερμοκρασία της γήινης ατμόσφαιρας από -18°C στον ετήσιο μέσο όρο $+15^{\circ}\text{C}$. Από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης στο μέσο του 19ου αιώνα, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν αυξήσει αρκετά τη συγκέντρωση

των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Πολλοί επιστήμονες τώρα θεωρούν ότι, λόγω αυτής της αύξησης, η μέση θερμοκρασία στη γη θα αυξηθεί.

Το πιο κυρίαρχο αέριο θερμοκηπίου είναι διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Επιπλέον, υπάρχουν διάφορα άλλα αέρια όπως οι χλωροφλωροάνθρακες (CFCs), το νιτρώδες οξείδιο (N_2O) και το μεθάνιο (CH_4) που επηρεάζουν άμεσα την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υπάρχουν διάφορα αέρια όπως οι υδρογονάνθρακες μη-μεθανίου (NMHC), το μονοξείδιο άνθρακα (CO), και τα οξείδια αζώτου (NO_x) που ενισχύουν έμμεσα το φαινόμενο του θερμοκηπίου λόγω των χημικών μετασχηματισμών τους στην ατμόσφαιρα. Ο τομέας των μεταφορών συμβάλλει σημαντικά στις εκπομπές προκαλούμενο από τον άνθρωπο και άλλων αερίων θερμοκηπίου, όπως το N_2O και οι υδρογονάνθρακες.

Από την άποψη της κατανάλωσης ενέργειας, ο τομέας των οχημάτων είναι κατά πολύ ο σημαντικότερος. Γενικά τα οχήματα αποτελούν περίπου τρία τέταρτα της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας μεταφορών. Η συμβολή της οδικής κυκλοφορίας στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου αναμένεται να αυξηθεί, όπως και ο αριθμός αυτοκινήτων καθώς και η άνοδος των βιομηχανικών και αναπτυσσόμενων χωρών στις ερχόμενες δεκαετίες. Έτσι έχουμε την αυξανόμενη συμβολή του τομέα των μεταφορών στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι ειδικά σχεδιασμένοι καταλύτες φυσικού αερίου είναι σε θέση να μετατρέψουν το μεθάνιο αποτελεσματικότερα από τους κανονικούς καταλύτες βενζίνης, με συνέπεια τις χαμηλότερες εκπομπές μεθανίου.

Το TNO και τα προγράμματα Cleanfleet παρουσιάζουν διαφορετικά αποτελέσματα για NGVs που μετατρέπονται από τη βενζίνη. Αυτό οφείλεται πιθανότατα στο γεγονός όπου οι διαφορετικές μηχανές, οι κύκλοι δοκιμής και GWPs

χρησιμοποιήθηκαν στα δύο προγράμματα. Η μελέτη TNO βασίστηκε στα ευρωπαϊκά σχέδια και τα οχήματα κίνησης που πωλήθηκαν στην Ευρώπη, ενώ το πρόγραμμα Cleanfleet χρησιμοποίησε τα οχήματα που πωλήθηκαν στις ΗΠΑ και εξέτασε τη χρησιμοποίηση της ομοσπονδιακής διαδικασίας δοκιμής (εμάς-FTP). Η μελέτη TNO απεικονίζει καλύτερα τις πραγματικές σε χρήση εκπομπές για τις ευρωπαϊκές περιστάσεις, όπως αυτή η μελέτη προσαρμόστηκε συγκεκριμένα στους ευρωπαϊκούς όρους.

Η κατανάλωση όλων των ενεργειακών μορφών έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον μας, και άμεσα και έμμεσα. Αυτές οι επιδράσεις μπορούν να εμφανιστούν στο σημείο της κατανάλωσης, ή μπορούν να πραγματοποιηθούν στα διάφορα σημεία κατά τη διάρκεια της ενεργειακής εξαγωγής, της επεξεργασίας, της μετατροπής, της μεταφοράς ή της διανομής. Ενώ η ενεργειακή χρήση συνδέεται συνήθως με τα ποιοτικά ζητήματα, ο αντίκτυπός του στο έδαφος και το ύδωρ πρέπει επίσης να εξεταστεί. Ενώ η ενεργειακή συντήρηση μπορεί βεβαίως να βελτιώσει την περιβαλλοντική ποιότητα. Όταν όλοι οι τύποι περιβαλλοντικών επιδράσεων εξετάζονται, το φυσικό αέριο ξεχωρίζει ως ανώτερη ενεργειακή μορφή. Το καθαρό φυσικό αέριο μπορεί να βοηθήσει τον κόσμο να εξετάσει αρκετές από τις σημερινές περιβαλλοντικές προκλήσεις.

Τα οχήματα φυσικού αερίου εκπέμπουν πολύ λιγότερους ρύπους από τη βενζίνη ή τα ντιζελοκίνητα οχήματα. Είναι αμόλυβδα καύσιμα που δεν περιέχουν κανένα οξείδιο θείου και διάφορα σωματίδια. Τα οχήματα φυσικού αερίου ανταποκρίνονται αυτήν την περίοδο σε όλα τα πρότυπα εκπομπών αντιπροσωπείας προστασίας του ευρωπαϊκού και αμερικάνικου περιβάλλοντος (EPA).

Οι συγκεκριμένες μειώσεις εκπομπής εξαρτώνται από τους διαφορετικούς παράγοντες (ο τύπος του οχήματος, παραδείγματος χάριν) αλλά στο μέσο όρο, οι

προσδοκώμενες μειώσεις των ρυθμισμένων εκπομπών είναι: μείωση 77% NOx έναντι της βενζίνης 80% έναντι του diesel 76-95% και μείωση του μονοξειδίου άνθρακα (CO) έναντι της βενζίνης 85-90% μείωση όζον-διαμόρφωσης των υδρογονανθράκων (HC) (-- ο τύπος που εκπέμπεται με τη βενζίνη και τα πετρελαιοκίνητα οχήματα -- χαρακτηριστικά είναι αντιδραστικοί στο φως του ήλιου για να δημιουργήσουν το όζον.)

Το φυσικό αέριο μειώνει τις εκπομπές βενζολίου κατά 97% είτε στα βενζινοκίνητα είτε στα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Οι εκπομπές από το μπροστινό μέρος του οχήματος που δεν υπόκεινται στον κανονισμό (λογιστική για περίπου 45-50% των αυτοκίνητων εκπομπών) είναι κοντά σε μηδέν. Αυτό είναι επειδή τα υγρά καύσιμα εξατμίζουν λίγο πολύ ανεξέλεγκτα στις παραδοσιακές μηχανές, αλλά το φυσικό αέριο είναι ήδη ένας ατμός και δεν διαρρέει από το υψηλό σύστημα μηχανών πίεσής του.

Επειδή το φυσικό αέριο είναι καθαρό καύσιμο, μειώνει την απαραίτητη συντήρηση των οχημάτων. Η πρακτική, οδική εμπειρία με τα οχήματα φυσικού αερίου δείχνει ότι η τυποποιημένη συντήρηση μπορεί να είναι η μισή από τα οχήματα που τροφοδοτούνται με βενζίνη.

6. ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

6.1 Ευρωπαϊκή Εμπειρία

Η αυτοκίνηση με Φ.Α. (CNG) παρουσιάζει αλματώδη αύξηση τα τελευταία χρόνια, ενώ προβλέπεται περαιτέρω άνοδος για το μέλλον. Η κινητήριος δύναμη για την αύξηση αυτή είναι η καθαρότητα του Φ. Α., με αποτέλεσμα να αποτελεί συστατικό στοιχείο των περιβαλλοντικών προγραμμάτων σχεδόν όλων των μεγαλουπόλεων. Ταυτόχρονα, η ενδογενής και αποδεδειγμένη ασφάλεια των οχημάτων CNG δίνει στο Φ.Α. πλεονέκτημα ως προς το LPG. Επίσης, το γεγονός ότι τα αποθέματα του Φ.Α. είναι μεγαλύτερα και αντλούνται με μικρότερο ρυθμό από του πετρελαίου, καθιστά την αυτοκίνηση με Φ.Α. συστατικό στοιχείο και των ενεργειακών προγραμμάτων πολλών κρατών, καθώς και της Ε. Ε. Καθοριστικό στοιχείο για την επιτυχία της αυτοκίνησης με Φ.Α. αποτελεί τέλος το γεγονός ότι τα οχήματα Φ.Α. έχουν τις ίδιες επιδόσεις με τα βενζινοκίνητα, και δεν αντιμετωπίζουν τεχνολογικά προβλήματα, όπως π.χ. τα ηλεκτροκίνητα με τους συσσωρευτές.

Έχοντας συνειδητοποιήσει τα ανωτέρω οι Κρατικές Αρχές, σε συνεργασία με τις εταιρίες αερίου που έχουν έννομο συμφέρον, προωθούν τα τελευταία χρόνια με ταχείς ρυθμούς την αεριοκίνηση.

Η Ε.Ε. έχει θέσει ως στόχο το 2020 να υπάρχουν τα εξής ποσοστά αγοράς με εναλλακτικά καύσιμα:

Εναλλακτικά Καύσιμα	Ποσοστό Συμμετοχής
Bio-Fuel	8%
Natural Gas	5%
Hydrogen	10%
Σύνολο	23%

Πίνακας 6.1

Σήμερα στην Ε.Ε. (Ε.Υ. 25) υπάρχουν συνολικά 210 εκατ. επιβατηγά Ι.Χ. αυτοκίνητα και 22 εκατ. εμπορικής χρήσεως, και εξ αυτών τα οχήματα Φ.Α. είναι ~400.000, δηλ μόλις το 0,18% και οι σταθμοί ανεφοδιασμού CNG ~850, πολλοί από τους οποίους μόνο Ι.Χ. Είναι φανερή επομένως η προσπάθεια που πρέπει να γίνει για να επιτευχθεί ο στόχος του 2020, αλλά και τα περιθώρια ανάπτυξης που υπάρχουν στον τομέα αυτόν. Παγκοσμίως τα οχήματα Φ.Α. έχουν φθάσει σήμερα τα 2,1 εκατομμύρια.

Γερμανία

Η περίπτωση της Γερμανίας είναι αξιοπρόσεκτη, αφ' ενός λόγω της πρωτοπορίας που έχει στην τεχνολογία των αυτοκινήτων και των συμπιεστών και αφ' ετέρου λόγω της αυστηρότητας των προτύπων ασφαλείας και ποιότητας που εφαρμόζει.

Στη Γερμανία, οι αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν ξεκινήσει με μικρά βήματα, αλλά οργανωμένα, την δραστηριοποίησή τους στα οχήματα Φ.Α. Έχουν αρχίσει τον σχεδιασμό και την παραγωγή μικρών οχημάτων διπλού καυσίμου [BMW, Opel], και έχουν προχωρήσει και σε μετατροπές βενζινοκίνητων μοντέλων σε διπλού καυσίμου κάτω από προδιαγραφές που έχουν θέσει οι ίδιες (Manufacturers' Authorized Conversions) [VW, Ford]. Επίσης, η Mercedes-Benz και η M.A.N. έχουν δημιουργήσει κινητήρες Φ.Α. για βαρέα οχήματα (λεωφορεία, απορριμματοφόρα, φορτηγά).

Ο ανεφοδιασμός των οχημάτων γίνεται για τα Ι.Χ. από πρατήρια που χωροθετούνται εντός των πόλεων στον ίδιο χώρο με πρατήρια βενζίνης/ντίζελ. Ακολουθούνται οι αυστηρές Γερμανικές προδιαγραφές για την κατασκευή τους - στις οποίες βασίζεται και το σχέδιο Κοινοτικού προτύπου prEN- 13638.

Στο διαγράμμα 6.1 φαίνεται η θεαματική άνοδος της αεριοκίνησης στη Γερμανία τα τελευταία χρόνια.

Σημαντικές εξελίξεις για την περαιτέρω άνοδο της αεριοκίνησης στη Γερμανία αποτελούν τα εξής:

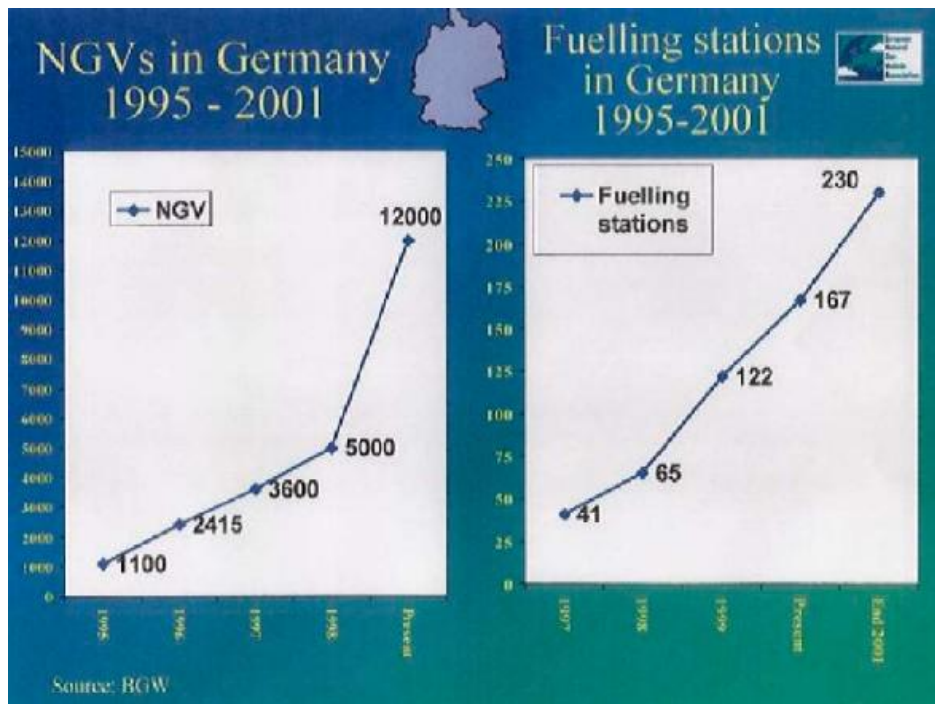
1. Η ίδρυση το 1998 ομάδας εργασίας (working group) μεταξύ των κατασκευαστών οχημάτων και των εταιριών πετρελαίου / Φ.Α. υπό την αιγίδα του Ομοσπονδιακού Υπουργείου Μεταφορών, στα πλαίσια του προγράμματος

"Economic Energy Strategy for traffic (V.E.S.)" και η καθιέρωση το 1999 σχεδόν μηδενικού φόρου στο Φ.Α. μέχρι τα τέλη του 2009. Το Πρόγραμμα V.E.S. έχει θέσει ως στόχο το 2010 το 2,5% και το 2020 το 15% της κατανάλωσης καυσίμων για αυτοκίνηση να είναι Φ.Α., και επίσης το 2010 το 5-10% και το 2020 το 25-30% των οχημάτων να είναι Φ.Α.

Το Πρόγραμμα του Βερολίνου να εισάγει 1.000 οικολογικά ταξί (CNG) (Πρόγραμμα T.U.T. - Tausend Umwelt Taxis). Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε στις 30.10.2000 και προγραμματίζεται να ολοκληρωθεί σε μια 3ετία. Προβλέπει την παραγωγή 1.0000 αεριοκίνητων ταξί και 100 σχολικών minibuses. Συμμετέχοντες στο πρόγραμμα είναι οι : BMU, η Γερουσία του Βερολίνου, η GASAG, η Ruhrgas και η VNG. Η αγορά των οχημάτων επιχορηγείται από το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Περιβάλλοντος με € 3.070 ανά όχημα. Η GASAG αναλαμβάνει την υποχρέωση να κρατά την τιμή του Φ.Α. τουλάχιστον 30% κάτω από την τιμή του diesel μέχρι τουλάχιστον τα τέλη του 2004 και να ιδρύσει 10 επί πλέον πρατήρια ανεφοδιασμού Δ.Χ. μέσα σε 2 χρόνια. (Έτσι τα πρατήρια στο Βερολίνο από 2 θα γίνουν 12).

2. Το 2001, ανακοινώθηκε συνεργασία των Γερμανικών εταιριών αερίου Bayerngas, GASAG, Heingas και Thyssengas με την Ομοσπονδία ΤΑΞΙ ADAC, η οποία αριθμεί ~ 15 εκατομμύρια μέλη στη Γερμανία. Η συνεργασία αποσκοπεί στην διάδοση της αυτοκίνησης με ΦΑ στα ΤΑΞΙ της Γερμανίας.
3. Τον Απρίλιο 2002, ίδρυση της "ERDGAS MOBIL". Σ' αυτήν συμμετέχουν ~700 τοπικές εταιρίες αερίου και οι εταιρίες πετρελαίου ARAL, BP, ESSO, TOTAL καθώς και ορισμένα «ελεύθερα» πρατήρια. Σκοπός είναι η δημιουργία ενός εθνικού δικτύου πρατηρίων ανεφοδιασμού CNG σε όλη τη Γερμανία, με προτεραιότητα στα σημεία υψηλής κυκλοφορίας οχημάτων και υψηλής πίεσης δικτύου αερίου. Τα πρατήρια CNG θα συνδυασθούν με πρατήρια ανεφοδιασμού βενζίνης / πετρελαίου. Επίσης, οι σταθμοί θα προτυποποιηθούν και θα κατασκευασθούν με τη φιλοσοφία του modular design, ώστε αφ'ενός να είναι και επεκτάσιμοι, και αφ'ετέρου να επιτευχθεί μείωση του κόστους. Οι εταιρίες αερίου έχουν καθορίσει ένα εύρος τιμής (price corridor) στο οποίο θα κυμαίνονται οι τιμές που θα διαθέτουν το Φ.Α. στους οδηγούς. Σκοπός είναι να ιδρυθούν ~ 1.000 νέοι σταθμοί ανεφοδιασμού Δ.Χ. fast fill τα επόμενα 5 χρόνια, με συνολικό εκτιμώμενο κόστος ~ 250 Μεuro.

Οι προδιαγραφές που έχουν τεθεί είναι η απόσταση μεταξύ των σταθμών στις πόλεις να είναι ~5 km, σε αγροτικές περιοχές 20-25 km και σε μικτές περιοχές 10-15 km. Σκοπός του συντονισμού αυτού είναι αφ' ενός να προκύψει βελτιστοποίηση της χωροθέτησης και του αριθμού των πρατηρίων, και αφ' ετέρου να προκύψουν οικονομίες στο κόστος επένδυσης και συντήρησης μέσω των μαζικών παραγγελιών.



Γαλλία

Στη Γαλλία, η προτεραιότητα έχει εστιασθεί στην ανάπτυξη των λεωφορείων και των απορριμματοφόρων με οχήματα CNG. Έτσι, μέχρι τώρα :

- 800 λεωφορεία ευρίσκονται ήδη σε κυκλοφορία
- 1400 λεωφορεία CNG έχουν παραγγελθεί
- 1 στα 3 καινούρια λεωφορεία που αφορούν πόλεις μεγάλου και μεσαίου μεγέθους είναι CNG.
- 100 απορριμματοφόρα CNG κυκλοφορούν ήδη

Η Γαλλική αυτοκινητοβιομηχανία Renault πρωτοστατεί στην ανάπτυξη κινητήρων Φ.Α, τόσο επιβατηγών αυτοκινήτων όσο και βαρέων (λεωφορείων κλπ.). Σ' ό,τι αφορά στους σταθμούς ανεφοδιασμού, η Gaz de France έχει ιδρύσει την θυγατρική GNVert η οποία αφ' ενός παρέχει τεχνική υποστήριξη στις Τοπικές Αρχές της Γαλλίας για την προώθηση της αυτοκίνησης με ΦΑ, και αφ' ετέρου ιδρύει και

λειτουργεί σταθμούς ανεφοδιασμού CNG. Στο άμεσο μέλλον, πρόκειται να δραστηριοποιηθεί στον τομέα αυτόν και το group TOTAL FINA ELF. Η ίδια η Gaz de France έχει πολλά οχήματα CNG.

Από νομοθετικής πλευράς το πλαίσιο καθορίζεται στο νόμο της 30/12/96 "Sur l' air et l' utilisation nationale de l' energie". Ο νόμος υποχρεώνει: Το Κράτος, τις Δημοτικές αρχές και τα δημόσια νομικά πρόσωπα τα οποία διαχειρίζονται άνω των 20 οχημάτων να μετατρέψουν τουλάχιστον το 20% του στόλου των σε «καθαρά» οχήματα. Ως κίνητρα έχουν δοθεί ορισμένες φορολογικές απαλλαγές στις επιχειρήσεις για τα εταιρικά αυτοκίνητα, και για τους ιδιώτες φορολογικές απαλλαγές ύψους € 1.524 με την απόσυρση του παλαιού οχήματός τους και την αντικατάστασή του με νέο «καθαρό».

Στις επιχειρήσεις μέσω μαζικής μεταφοράς αποκομιδής απορριμμάτων δίνεται επιχορήγηση € 7.500 για την αγορά «καθαρών» οχημάτων (λεωφορείων και απορριμματοφόρων) . Σε ό,τι αφορά τους σταθμούς ανεφοδιασμού, στη Γαλλία εφαρμόζονται κυρίως οι σταθμοί slow και fast fill μικρού και μεσαίου μεγέθους που έχει αναπτύξει η Γαλλική εταιρία CIRRUS, οι οποίοι κρίνονται ως πλέον κατάλληλοι για τον τρόπο που έχει αναπτυχθεί η αγορά της αεριοκίνησης στη χώρα αυτή (πολλοί, σχετικά μικροί, δημοτικοί ή ιδιωτικοί στόλοι).

Στη Γαλλία, ήδη οι μισές από τις μεγάλες Γαλλικές πόλεις έχουν εφοδιασθεί με λεωφορεία ΦΑ (Nantes, Bordeaux, Lille, Paris, Nice, Grenoble, Poitiers, Montpellier, Strassbourg, Nancy, Besancon, Le Mans, Dunekirk).

A.1.3 Σουηδία

Η Σουηδία, ως Σκανδιναβική χώρα, έχει ιδιαίτερα ανεπτυγμένη περιβαλλοντική πολιτική. Το ΦΑ στην αυτοκίνηση υποστηρίζεται θερμά από την Πολιτεία, μαζί με το βιοαέριο, το οποίο παράγεται από τοπικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων. Σήμερα υπάρχουν 29 σταθμοί ανεφοδιασμού οχημάτων και έχουν προγραμματισθεί άλλοι 25. Μόνο στο GÖTEBURG υπάρχουν 1.000 οχήματα CNG.

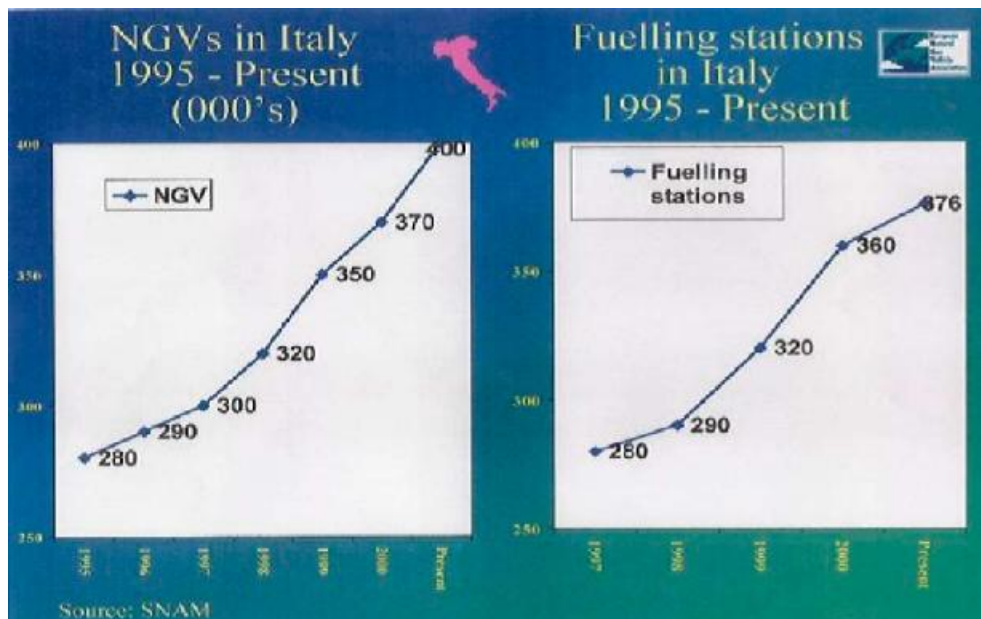
Στο GÖTEBURG , εμπρός από τους σταθμούς υπάρχουν ειδικές λωρίδες προτεραιότητας για ΤΑΞΙ Φ.Α. ή biogas. Σε 10 Σουηδικές πόλεις υπάρχουν ειδικοί χώροι δωρεάν parking για NGVs.

Η Σουηδική Volvo έχει αναπτύξει ιδιαίτερη δραστηριότητα στην παραγωγή μοντέλων επιβατηγών αυτοκινήτων bi-fuel, και είναι η πρώτη εταιρία που έχει εισάγει την παραγωγή αυτών σε γραμμή παραγωγής πλήρως robotized. Επίσης έχει αναπτύξει και λεωφορεία και απορριμματοφόρα ΦΑ. Η SCANIA έχει αναπτύξει λεωφορεία , απορριμματοφόρα και άλλα φορτηγά οχήματα ΦΑ. Στη Σουηδία η ζήτηση NGVs είναι σήμερα μεγαλύτερη από την προσφορά.

Ιταλία

Η Ιταλία είναι η χώρα με τα περισσότερα αυτοκίνητα ΦΑ στην Ευρώπη: ~380.000 οχήματα. Η ανάπτυξη αυτή έχει βασισθεί στη μετατροπή βενζινοκίνητων οχημάτων, ήδη από τα μέσα του 20ου αιώνα, με κινητήριο δύναμη τη χαμηλή τιμή του Φ.Α., το οποίο στη χρήση αυτή είναι αφορολόγητο. Ωστόσο, η Ιταλική FIAT έχει αναπτύξει τελευταία και ειδικά μοντέλα οχημάτων bi-fuel, ενώ η IVECO έχει αναπτύξει λεωφορεία, απορριμματοφόρα και vans Φ.Α.

Η ανάπτυξη της αυτοκίνησης με ΦΑ στην Ιταλία την τελευταία 7ετία φαίνεται στα διαγράμματα που ακολουθούν. Στις 5.01.02 το Ιταλικό Υπουργείο Περιβάλλοντος και ο Ιταλικός Σύνδεσμος Εταιριών Πετρελαίου υπέγραψαν συμφωνία για την προώθηση των NGVs. Η Κυβέρνηση έχει καθορίσει προϋπολογισμό ύψους 578 ΜΕΜΟ για να δοθούν κίνητρα για την υλοποίηση του προγράμματος αυτού, με προτεραιότητα σε 21 πόλεις με πληθυσμό >150.000 κατοίκων (Ρώμη, Μιλάνο, Τορίνο, Νάπολη, Παλέρμο, κ.α.). Σκοπός είναι να διπλασιασθούν τα οχήματα ΦΑ και οι σταθμοί ανεφοδιασμού τα επόμενα 5 χρόνια:



Ελλάδα

Η Ελληνική εταιρία Network Consulting μετά από υπόδειξη του Υπουργείου Μεταφορών & Συγκοινωνιών, της ΔΕΠΑ Α.Ε του ΟΑΣΑ αλλά και άλλων οργανισμών, εκπόνησε μελέτη για το μέλλον της αεριοκίνησης στην Ελλάδα, το πόρισμα όμως αυτής ήταν αρνητικό ως προς τη χρήση του Φ.Α σε οχήματα ιδιωτικής χρήσης συνάμα όμως θετικό για τις δημόσιες συγκοινωνίες, αφού η απόσβεση της επένδυσης ήταν τάχιστα, ενώ η Ευρωπαϊκή Ένωση επιδοτούσε σε μεγάλο ποσοστό την επένδυση αυτή.

Έτσι στην Ελλάδα και κυρίως στην Αθήνα εν όψη των Ολυμπιακών αγώνων, για να αντιμετωπιστεί άμεσα η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τους ρύπους, ο στόλος του ΟΑΣΑ ενισχύθηκε από 295 λεωφορεία, τα οποία χρησιμοποιούν για καύσιμο συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) του γαλλικού οίκου Renault. Ωστόσο ο στόλος του ΟΑΣΑ θα ενισχυθεί με ακόμα 400 λεωφορεία νέας αντιρρυπαντικής τεχνολογίας μέχρι και το τέλος του 2006.



Ρωσία

Στη Ρωσία τα πρώτα οχήματα CNG κυκλοφόρησαν (ως μετατροπές) το 1939, ενώ καινούρια οχήματα άρχισαν να παράγονται από τα τέλη της δεκαετίας του 1940.

Η ανάπτυξη της αεριοκίνησης βασίζεται στη χαμηλή τιμή Φ. Α.: Σύμφωνα με Κυβερνητική απόφαση, η τιμή του Φ.Α. για οχήματα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% της ισοδύναμης τιμής της βενζίνης. Σε μερικές περιοχές της Ρωσίας, το Φ.Α. κοστίζει το 30% της βενζίνης. Σε σύγκριση με το diesel, η τιμή του ΦΑ είναι περίπου το 40% . Διάφορα άλλα κίνητρα εφαρμόζονται από τις τοπικές αρχές της Ρωσίας.

Το 1981 ξεκίνησε ένα πρόγραμμα διάδοσης της αεριοκίνησης. Κατασκευάστηκαν σταθμοί ανεφοδιασμού: Περίπου 400 έχουν κατασκευαστεί μέχρι τώρα στην πρώην Σοβιετική Ένωση, ενώ 207 υπάρχουν στην Ρωσία με συνολική ικανότητα ανεφοδιασμού 90.000 οχημάτων / ημέρα.

Επίσης, παρήχθησαν νέα μοντέλα αυτοκινήτων Φ.Α. από τις εγχώριες εταιρείες GAZ, KAMAZ και ZIL. Μετά το 1991, λόγω του restructuring της οικονομίας, διεκόπη η παραγωγή καινούργιων οχημάτων Φ.Α., όμως τώρα έχουν ξαναρχίσει τα προγράμματα ανάπτυξης τέτοιων οχημάτων από τις εγχώριες αυτοκινητοβιομηχανίες (κυρίως την GAZ).

Στην Ρωσία κυκλοφορούν σήμερα περίπου 31.000 οχήματα ΦΑ και το 85% αυτών είναι φορτηγά. Οι περισσότεροι σταθμοί ανεφοδιασμού έχουν τοποθετηθεί στις εθνικές οδούς.

Το "Blue Corridor Project" αποσκοπεί στην εισαγωγή ΦΑ στην κυκλοφορία μακράς διαδρομής οχημάτων μεταφοράς εμπορευμάτων. Το πρόγραμμα αυτό υποστηρίζεται από τα Ηνωμένα Έθνη, το European Business Congress και την ENGVA, και συνίσταται στην επιλογή Διεθνών Διαδρόμων μεταφοράς αγαθών προς και από την Ρωσία, όπου υπάρχουν ήδη αρκετοί σταθμοί ανεφοδιασμού και όπου θα εγκατασταθούν και ορισμένοι νέοι, για την ολοκλήρωση του δικτύου και την κίνηση επ' αυτών φορτηγών Φ.Α.

Στο πρώτο meeting του Task Force για το project αυτό, που έλαβε χώρα στη Βαρσοβία στις 27 -28 Ιουνίου 2002 υπό την αιγίδα του Ο.Η.Ε., αποφασίσθηκαν δύο 'καθαροί διάδρομοι' που θα αναπτυχθούν ως πιλοτικοί: Μόσχα - Βερολίνο και Βερολίνο - Ρώμη. Ενδιαφέρων θεωρείται και ο διάδρομος που συνδέει τη Ρωσία με τη Φινλανδία.

6.2 ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

Ιαπωνία

Η Ιαπωνική Κυβέρνηση υλοποιεί ένα πρόγραμμα αύξησης των NGVs από 10.000 το 2001 σε 1 εκατομμύριο μέχρι το 2010. Υπάρχουν περίπου 180 σταθμοί ανεφοδιασμού. Βασικό κίνητρο για την εισαγωγή της αεριοκίνησης είναι το πρόγραμμα του Υπουργείου Οικονομίας, Εμπορίου και Βιομηχανίας «Ενθάρρυνση εισαγωγής Καθαρών Οχημάτων», το οποίο επιχορηγεί τους ιδιοκτήτες καθαρών οχημάτων με το ήμισυ της διαφοράς κόστους από ένα συμβατικό αντίστοιχο βενζινοκίνητο ή νηζελοκίνητο, και με 90 εκατομ. Yen (~€ 7.150) κάθε σταθμό ανεφοδιασμού Δ.Χ.

Τον Ιούνιο 2001 ο Πρωθυπουργός Koizumi δήλωσε ότι τα «επίσημα κρατικά αυτοκίνητα (περίπου 7.000) θα αντικατασταθούν με «καθαρά» μέσα σε 3 χρόνια». Τούτο οδήγησε στην ανάπτυξη ενός μεγάλου αυτοκινήτου 5 lt για χρήση VIP.

Η Ιαπωνική αυτοβιομηχανία έχει αναπτύξει και άλλα μοντέλα τόσο Ι.Χ. όσο και φορτηγών και mini-buses. Η Honda ανέπτυξε το 2001 την μηχανή 1,7 lt για το Honda Civic GX, η οποία είναι η πλέον 'καθαρή' του είδους παγκοσμίως και έλαβε πιστοποίηση ως 'ultra-low emission vehicle', το οποίο σημαίνει τουλάχιστον 75% μείωση από το σημερινό όριο εκπομπής ρύπων στην Ιαπωνία, ενώ ικανοποιεί και τις προδιαγραφές της California των AT P-ZEV (Advanced Technology Patrial-Zero Emission Vehicles) .

Η ζήτηση για σταθμούς ανεφοδιασμού CNG αυξάνεται σε αναλογία με την αύξηση των NGVs . Λόγω της γνωστής έλλειψης χώρων στις πόλεις της Ιαπωνίας, πολλές εγκαταστάσεις τοποθετούνται στις οροφές ή υπογείως.

Δεδομένου ότι στην Ιαπωνία το Φ.Α. είναι ακριβό επειδή εισάγεται όλο ως LNG, το κίνητρο για την αντικατάσταση του diesel και της βενζίνης με Φ.Α. είναι πολύ μικρότερο απ'ότι σε άλλες περιοχές της γης. Εν τούτοις, λόγω της πολιτικής της Κυβέρνησης ως προς τα περιβαλλοντικά όρια εκπομπών των οχημάτων, ιδιαίτερα σε περιοχές όπως το Τόκιο, καθώς και των κινήτρων, η αεριοκίνηση αναπτύσσεται και εκεί γρήγορα.

Αίγυπτος

Η Αίγυπτος είναι μια ακόμα περίπτωση ταχείας εισαγωγής του Φ.Α. στην αυτοκίνηση μέσω μετατροπών βενζινοκίνητων οχημάτων, κατά το πρότυπο της Ιταλίας. Η κινητήρια δύναμη για τη δραστηριοποίηση αυτή είναι η χαμηλή τιμή του Φ.Α. -κάτω από το ήμισυ της αντίστοιχης της βενζίνης - που αποτελεί εγχώριο πόρο από τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Η Κυβέρνηση της Αιγύπτου προώθησε την εφαρμογή αυτή και λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων του Καΐρου. Η υλοποίηση του προγράμματος εισαγωγής CNG στην Αίγυπτο έγινε με 3 εταιρίες που έχουν εγκριθεί από το Υπουργείο Πετρελαίου, και οι οποίες με διάταγμα του ίδιου Υπουργείου υποχρεούνται να ιδρύσουν σταθμούς ανεφοδιασμού CNG και κέντρα μετατροπής οχημάτων.

Η Αίγυπτος είναι μια ακόμα περίπτωση ταχείας εισαγωγής του Φ.Α. στην αυτοκίνηση μέσω μετατροπών βενζινοκίνητων οχημάτων, κατά το πρότυπο της Ιταλίας. Η κινητήρια δύναμη για τη δραστηριοποίηση αυτή είναι η χαμηλή τιμή του Φ.Α. -κάτω από το ήμισυ της αντίστοιχης της βενζίνης - που αποτελεί εγχώριο πόρο από τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Η Κυβέρνηση της Αιγύπτου προώθησε την εφαρμογή αυτή και λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων του Καΐρου. Η υλοποίηση του προγράμματος εισαγωγής CNG στην Αίγυπτο έγινε με 3 εταιρίες που έχουν εγκριθεί από το Υπουργείο Πετρελαίου, και οι οποίες με διάταγμα του ίδιου Υπουργείου υποχρεούνται να ιδρύσουν σταθμούς ανεφοδιασμού CNG και κέντρα μετατροπής οχημάτων.

Στην πρώτη εξ αυτών συμμετέχει η BP, στη δεύτερη η ENI και στην τρίτη η SHELL. Σήμερα υπάρχουν 26 κέντρα μετατροπής και έχουν μετατραπεί μέσα σε διάστημα 6 ετών 39.000 οχήματα. Μια τυπική μετατροπή κοστίζει ~1.500 USD.

Οι εταιρίες που πραγματοποιούν τις μετατροπές έχουν εισάγει και μια μορφή χρηματοδότησης πολύ αποτελεσματική: Ο πελάτης δανειοδοτείται για τη μετατροπή και λαμβάνει μια κάρτα ("Gas card"). Όταν ανεφοδιάζει το αυτοκίνητό του με Φ.Α. πληρώνει την τιμή της βενζίνης και η διαφορά από την τιμή του Φ.Α.

Η.Π.Α.

Η ανάπτυξη των εναλλακτικών καυσίμων αυτοκίνησης περιλαμβάνεται στον νόμο 102 -486, γνωστό ως "Energy Policy Act ή EFACT" που ψηφίσθηκε από το Κογκρέσο στις 24 Οκτωβρίου 1992. Ο νόμος όρισε ως «εναλλακτικά καύσιμα αυτοκίνησης» τα εξής:

- Μεθανόλη, αιθανόλη και άλλες αλκοόλες και μίγματα αλκοόλης τουλάχιστον 85% με βενζίνη.
- Φ.Α. και υγρά καύσιμα που παράγονται εγχώριος από Φ.Α.
- LPG (προπάνιο)
- Υγρά καύσιμα παραγόμενα από το κάρβουνο
- Υδρογόνο και ηλεκτρισμός

Οι ενέργειες που περιλαμβάνονται στον EFACT και αφορούν στα εναλλακτικά καύσιμα περιλαμβάνουν τόσο εθελοντικές όσο και θεσμικές προσεγγίσεις. Οι εθελοντικές προσεγγίσεις υλοποιούνται δια μέσου του προγράμματος καθαρών

πόλεων (Clean Cities Program) του Ομοσπονδιακού Υπουργείου Ενέργειας (Department of Energy, DOE).

Στα ανωτέρω πλαίσια:

- Οι Πολιτείες και οι παροχείς εναλλακτικών καυσίμων (όπως οι εταιρίες Φ.Α.) που έχουν στόλους άνω των 50 οχημάτων σε μια από 125 ορισμένες μητροπολιτικές περιοχές, υποχρεούνται να αγοράσουν εναλλακτικά οχήματα (Alternative Fuel Vehicles, AFVs) σε ορισμένο ποσοστό των ετήσιων αγορών οχημάτων τους. Τούτο ονομάζεται "State and Alternative Fuel Provider Program".
- Το 75% των νέων αγορών που αφορούν τους Ομοσπονδιακούς στόλους οχημάτων πρέπει να είναι AFVs. Τίθεται επίσης στόχος το 2005 να επιτευχθεί από τους στόλους αυτούς μείωση της κατανάλωσης πετρελαιοειδών κατά 20% σχετικά με το 1999. ("Federal Fleet Program").
- Η EPACT έδωσε στο Υπ. Ενέργειας την εξουσιοδότηση να επιβάλει ποσόστωση αγοράς νέων οχημάτων και στους ιδιωτικούς στόλους και στους στόλους των τοπικών αρχών. ("Private and Local Government Fleet Program"). Ωστόσο, το πρόγραμμα αυτό δεν έχει υλοποιηθεί ακόμα - δημόσιες συζητήσεις διεξάγονται για το θέμα.
- Τέλος, υπάρχει και μια σειρά από κίνητρα (φορολογικά, κλπ.) ανά Πολιτεία, για τους ιδιώτες αγοραστές AFVs.

Το αποτέλεσμα των προγραμμάτων αυτών είναι μια ετήσια ζήτηση για ~30.000 AFVs. Έτσι, τώρα οι κατασκευαστές αυτοκινήτων στις Η.Π.Α. κατασκευάζουν άνω των 30 μοντέλων ελαφρών AFVs, ενώ πριν την ψήφιση της EPACT ήταν ελάχιστα. Τα καύσιμα που κυρίως αναπτύχθηκαν ήταν το Φ. Α., η αιθανόλη και το biodiesel.

Επί πλέον, εγκαταστάθηκαν πολλοί σταθμοί ανεφοδιασμού από ομοσπονδιακούς στόλους, οι οποίοι είναι διαθέσιμοι και στο κοινό. Τέλος, εντατικοποιήθηκε η έρευνα

πάνω στα AFVs. Άλλες ειδικές αγορές (niche markets) των οχημάτων CNG που έχουν αναπτυχθεί με επιτυχία στις Η.Π.Α. είναι:

- Τα αεροδρόμια , τόσο για την επικοινωνία με τη λοιπή υποδομή μεταφοράς επιβατών (shuttle services) όσο και για οχήματα μεταφοράς ή συντήρησης εντός του αεροδρομίου (Baltimore / Washington International Airport, Philadelphia International Airport, Sacramento International Airport, Salt Lake City International Airport, San Francisco International Airport, Denver International Airport, Los Angeles Airports, Dallas / Fort Worth International Airport).
- Στόλοι διανομής. Π.χ. η ταχυδρομική υπηρεσία των Η.Π.Α. (USPS) η οποία διαχειρίζεται 208.000 οχήματα έχει μετατρέψει ~ 7.500 delivery vans σε διπλού καυσίμου (Φ.Α./ βενζίνης). Πρέπει να σημειωθεί ότι η πλειοψηφία των οχημάτων της Ταχυδρομικής Υπηρεσίας των Η.Π.Α. είναι ειδικά βενζινοκίνητα vans αλουμινίου, που κατασκευάζονται από την Grumman Corporation και έχουν χρόνο ζωής 24 χρόνια (long - life vehicles). Η μετατροπή κόστισε ~2.000 USD . Είχαν όμως την εξής άσχημη εμπειρία : Οι αυτοβιομηχανίες δεν υποστήριξαν τεχνικά τα kits μετατροπής και οι δύο από τους τρεις κατασκευαστές μετατροπών που χρησιμοποιήθηκαν έκλεισαν.
- Επί πλέον, άλλοι κατασκευαστές μετατροπών απαίτησαν την αντικατάσταση των εξαρτημάτων που είχαν τοποθετηθεί με δικά τους, προκειμένου να τα υποστηρίξουν τεχνικά. Έτσι τώρα προωθείται η αγορά καινούργιων οχημάτων κατασκευασμένων εξ αρχής για ΦΑ. Επί πλέον, μετά την έκρηξη που συνέβη σε φιάλη Φ.Α. σε pick - up της GM το 1994, λόγω διάβρωσης, η Ταχυδρομική Υπηρεσία των ΗΠΑ εγκαθιστά κάλυψη σε όλες τις φιάλες Φ.Α. που έχουν τοποθετηθεί στα οχήματά της.

Για τον ανεφοδιασμό των οχημάτων της η Ταχυδρομική Υπηρεσία των ΗΠΑ χρησιμοποιεί σταθμούς ανεφοδιασμού εταιριών αερίου. Γενικά, οι χρήστες οχημάτων Φ.Α. αποφεύγουν να επενδύσουν σε σταθμούς CNG για να αποφύγουν το κόστος και την ευθύνη λειτουργίας τους.

Το αποτέλεσμα από το project αυτό είναι μια payback period ~10 ετών. Αυτή θεωρείται αποδεκτή λόγω του μεγάλου χρόνου ζωής των οχημάτων που προαναφέρθηκε, ωστόσο θα μπορούσε να μειωθεί αν τα οχήματα διένυαν ημερησίως περισσότερα km (έναντι μέσου όρου 40 km) και αν υπήρχαν περισσότεροι σταθμοί ανεφοδιασμού ώστε το όχημα διπλού καυσίμου να λειτουργεί περισσότερο χρόνο με Φ.Α.

- ΤΑΞΙ. Η Barwood Inc., εταιρία cabs στο Kensington, Maryland, η Yellow Cab Co. του Connecticut , η American Livery Co. του Los Angeles και η Atlanta Checker Cab Co. έχουν ξεκινήσει την εισαγωγή οχημάτων CNG στους στόλους τους.

Συνολικά υπάρχουν ~ 102.000 οχήματα ΦΑ στις ΗΠΑ

Λατινική Αμερική

Η Λατινική Αμερική έχει παράδοση στα εναλλακτικά καύσιμα αυτοκίνησης. Στη Βραζιλία, περίπου το % των οχημάτων είναι αιθανόλης, ενώ η Αργεντινή είναι πρώτη στον κόσμο στα οχήματα Φ.Α.

Αργεντινή

Η χρήση του Φ.Α. για αυτοκίνηση στη Λατινική Αμερική εισήχθη πρώτα στην Αργεντινή το 1984. Μέχρι το τέλος του 2001, άνω των 700.0000 οχημάτων στην Αργεντινή κινούνται με Φ.Α.(επί συνόλου οχημάτων 5 εκατομ., δηλ. το 14%), έχοντας μετατραπεί από βενζινοκίνητα σε διπλού καυσίμου, με κίνητρο τη χαμηλή τιμή του Φ.Α. Άνω των 1.000 σταθμών ανεφοδιασμού είναι εγκατεστημένοι. Χρησιμοποιήθηκε η εμπειρία της Ιταλίας, του Καναδά και της Ν. Ζηλανδίας. Τον Νοέμβριο 1999 πραγματοποιούνταν ~ 10.000 μετατροπές / μήνα, ενώ σήμερα είναι 1.500- 2.000 / μήνα, λόγω της οικονομικής κρίσης.

Μια άσχημη εμπειρία της Αργεντινής ήταν με τις συνθετικές φιάλες (aluminum hoop wrapped composite cylinders) , οι οποίες απεδείχθησαν επικίνδυνες. Συνέβησαν μερικές εκρήξεις, ευτυχώς μόνο με υλικές ζημιές, και έκτοτε δεν επιτρέπονται οι συνθετικές φιάλες να χρησιμοποιούνται στις μετατροπές.

Εκτός από αυτά τα περιστατικά, έχουν καταγραφεί άλλες δύο περιπτώσεις εκρήξεων, όπου ιδιοκτήτες οχημάτων προσπάθησαν να γεμίσουν ντεπόζιτα LPG με CNG. Σήμερα, υπάρχει Εθνική Αρχή (η ENARGAS), η οποία παρέχει πιστοποίηση στις μετατροπές, και μόνο οχήματα που έχουν το σχετικό πιστοποιητικό (sticker) μπορούν να ανεφοδιάζονται με Φ.Α. Προκειμένου να λαμβάνουν το sticker τα οχήματα πρέπει να μετατρέπονται σε εξουσιοδοτημένα συνεργεία και να υφίστανται ετήσιο έλεγχο. Οι μετατροπές αφορούν βέβαια στα βενζινοκίνητα οχήματα και έτσι το Φ.Α. δεν έχει εισέλθει ακόμα σημαντικά στην αγορά των νηζελοκίνητων βαρέων οχημάτων. Ωστόσο, σήμερα το Φ.Α. αποτελεί το 30% των καυσίμων ΦΑ + βενζίνης για αυτοκίνηση, ενώ σε επίπεδο προϊόντων πετρελαίου για αυτοκίνηση έχει υποκαταστήσει το 11,5% αυτών.

Βραζιλία

Η Βραζιλία χρησιμοποίησε την εμπειρία της Αργεντινής, και σήμερα 320.000 NGVs κυκλοφορούν στη χώρα αυτή εκ μετατροπής από βενζινοκίνητα. Από το 2003 χρησιμοποιούνται τα ISO standards. Τα ατυχήματα είναι πιο συχνά στη Βραζιλία και έτσι έχει ξεκινήσει και εδώ η εισαγωγή της πιστοποίησης των μετατρεπόμενων οχημάτων.

Χιλή

Η Χιλή εισήγαγε πολύ αυστηρές διαδικασίες πιστοποίησης και έτσι το κόστος της μετατροπής είναι περίπου διπλάσιο από ότι στην Αργεντινή, ενώ και ο αριθμός των οχημάτων που έχουν μετατραπεί είναι μόνο 4.000. Υπάρχει ενδιαφέρον να εισαχθεί

η αεριοκίνηση στον τομέα των λεωφορείων. Το θέμα της εναρμόνισης των μηχανισμών πιστοποίησης σε όλη τη Λατινική Αμερική είναι πρώτης προτεραιότητας, προκειμένου να είναι δυνατός ο ανεφοδιασμός και εκτός των εθνικών συνόρων.

Πίνακες Μετατροπών

To Convert	In	From	In	Multiply by
Inches	in	Millimetres	Mm	25.4
Feet	Ft.	Metres	M	0.305
Land miles	mi.	Kilometres	Km	1.609
Nautical miles	Miles	Kilometres	Km	1.853
Short Tonnes	Sh.ton.	Tonnes	T	0.907
Long tonnes	Long ton.	Tonnes	T	1.016
Pounds	Lb.	Kilogrammes	Kg	0.454
Kilograms (weight)	Kg	Newton	N	9.81
Pounds per sq. inch	Psi	Psi bar	Bar	68.95 x 10 ⁻³
Kilogram per sq. quad	Kg/cm³	Bar	Bar	0.981
Atmosphere	Atm	Bar	Bar	1.013
Cubic feet	Cu.ft	Cubic metres	m ³	28.32 x 10 ⁻³
U.S. gallons	Gal	Litres	L	3.785
Barrel (42 U.S. gal.)	bbl	Cubic metres	m ³	0.159
kilocalorie	Kcal	Joule	J	4.185
kilocalorie	Kcal	KiloBar	Bar	1.163 x 10 ⁻³
British thermal unit	Btu	Joule	J	1.055
Metric horsepower	CV	Kilowatt	kW	0.735
Horse power	Hp	Kilowatt	kW	0.746

To Convert	Pounds (Lb)	Kilograms (kg)	Cubic Feet (SCF)	Cubic Meters (Nm ³)	Gallons (gal)	Liters (L)
1 Pound	1.0	0.4536	24.69	0.6489	0.2828	1.0703
1 Kilogram	2.205	1.0	54.44	1.4306	0.6234	2.360
1 SCF Gas	0.04050	0.018370	1.0	0.02628	0.011452	1.04335
1 Nm ³	1.5410	0.6990	38.04	1.0	0.4358	1.6494
1 Gal Liquid	3.536	1.6041	87.32	2.295	1.0	3.785
1 L Liquid	0.9343	0.4238	23.07	0.6063	0.2642	1.0

To Convert	In	From	In	Multiply by
Barrel of petroleum	bbl	Tonnes of petroleum	t	0.135
Barrel of petroleum a day	Bbl/d	Tonnes of petroleum	t/a	50
Cubic metres of liquid natural gas	M ³	A year cubic metres of gaseous natural gas (normal	M ³	600
Tonnes of liquid natural gas	t	Cubic meters of gaseous natural gas (normal)	M ³	1400
Cubic feet per day	Cuft/d	Cubic meters per year	M ³ /a	10.34
Kilocalorie	Kcal	Cubic meters of gas (L)	M ³	0.11 x 10 ⁻³
Million Btu	MM Btu	Cubic meters gas (L)	M ³ /a	27.69
Megajoule	Mj	Cubic meters gas (L)	M ³ /a	0.026

2. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ (επεξήγηση ορολογίας)

All-composite cylinder: Cylinder with a non-metallic, liner, reinforced with filament winding = κύλινδρος με μη μεταλλικό χιτώνιο, ενισχυμένος με νημάτιο περιελίξεως

Aluminium-composite cylinder: Cylinder with an aluminium liner, reinforced with filament winding = κύλινδρος με ένα χιτώνιο αλουμινίου ενισχυμένο με ένα νημάτιο περιελίξεως

ANSI: American National Standards Institute The co-ordinating organisation for the United States' federated national standards system = Αμερικανικό Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων, ο συντονιστικός εθνικός οργανισμός για τις ΗΠΑ ομόσπονδο σύστημα προτύπων

ANSI NGV1: North American Standard - Compressed Natural Gas Fuelling Connector Devices. The standard is used to certify fuelling nozzles and receptacles = βόρειο αμερικανικό πρότυπο-συμπιεσμένου φυσικού αερίου τροφοδοτικών μηχανισμών. Το πρότυπο χρησιμοποιείται για να πιστοποιήσει τα τροφοδοτικά στόμια και δοχεία **ANSI NGV2:** North American Standard - Basic Requirements for CNG Fuel Containers = Βορειοαμερικανικό πρότυπο – βασικών προδιαγραφών για δοχεία καυσίμων CNG

Bi-fuel vehicle: A vehicle with two separate fuel systems designed to run on either an alternative fuel or conventional fuel, using only one fuel at a time = ένα όχημα με δύο ξεχωριστά συστήματα καυσίμων σχεδιασμένο να λειτουργεί με το ένα ή με το άλλο καύσιμο αλλά ποτέ και με τα δύο μαζί

CARB: California Air Resources Board = Συμβούλιο Αέριων Πόρων της Καλιφόρνιας

CNG: Compressed natural gas - Natural gas that is highly compressed (though not to the point of liquefaction; q.v. LNG) and stored in high-pressure surface = συμπιεσμένο φυσικό αέριο – Φυσικό αέριο που είναι συμπιεσμένο πολύ αν και όχι μέχρι το σημείο υγροποίησης του και αποθηκευμένο σε δοχεία με επιφάνειες υψηλής πίεσης

Containers: CNG is used as a transportation fuel for cars, trucks and buses = CNG χρησιμοποιείται σαν καύσιμο για μεταφορικά αυτοκίνητα, φορτηγά και λεωφορεία **CO:** Carbon monoxide = μονοξείδιο του άνθρακα

Compressor: Mechanical device used to increase the pressure of a gas = συμπιεστής- μηχανική συσκευή που χρησιμοποιείται για να αυξήσει την πίεση του αερίου

Conversion system:

System for retrofitting a vehicle engine to run on natural gas = σύστημα μετατροπής- σύστημα για να μετατρέπει τη μηχανή οχήματος να λειτουργεί με φυσικό αέριο **CSA**

B 51-97: Canadian National Standard - Part 2: High Pressure Cylinders for the On-Board Storage of Natural Gas as a Fuel for Automotive Vehicles; = Καναδικό εθνικό πρότυπο μέρος 2 –κύλινδροι υψηλής πίεσης για την ενσωματωμένη αποθήκευση φυσικού αερίου ως καύσιμο αυτοκίνησης **Part 3:** Requirements for CNG Refuelling Systems and Ground Storage Vessels = μέρος 3 προδιαγραφές για CNG σύστημα ανεφοδιασμού και δοχείων αποθήκευσης εδάφους **D3:** German Exhaust Emissions Standard= Γερμανικά πρότυπα εκπομπής καυσαερίων

Dedicated vehicle: Vehicle with an engine designed to operate with a single fuel (e.g. natural gas) only.= όχημα με μια μηχανή σχεδιασμένη να λειτουργεί με ένα μόνο καύσιμο(πχ φυσικό αέριο)

Dual-fuel vehicle: A vehicle running on a combination of alternative fuel such as natural gas and diesel. Such a vehicle typically has two separate fuel systems that inject both fuels simultaneously into the engine fuel chamber = ένα όχημα που λειτουργεί με συνδυασμό ενός εναλλακτικού καυσίμου όπως φυσικό αέριο και πετρέλαιο.ένα τέτοιο όχημα συνήθως έχει δύο ξεχωριστά συστήματα καυσίμων που ψεκαζει και τα δύο καύσιμα ταυτόχρονα στο θάλαμο καυσίμων της μηχανής

EEV: Enhanced Environmentally Friendly Vehicle which is a vehicle propelled by an engine which complies with the permissive emission target values given in Directive 88/77/EEC = βελτιωμένο όχημα φιλικό προς το περιβάλλον ,σύμφωνα με τις επιτρεπόμενες στοχευόμενες τιμές εκπομπής καυσαερίων [που δίνεται στην οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης

EPA: Environmental Protection Agency - United States government agency responsible for setting = Υπηρεσία προστασίας περιβάλλοντος- Κυβερνητική υπηρεσία των ΗΠΑ **LPG:** Liquid petroleum gas = υγρό πετρελαϊκό αέριο

Mono-fuel vehicle: A vehicle either converted to run on an alternative fuel or factory-built by an original equipment manufacturer to run on an alternative fuel such as natural gas = ένα όχημα που ή έχει μετατραπεί να λειτουργεί με ένα εναλλακτικό καύσιμο ή είναι εργοστασιακά κατασκευασμένο από ένα κατασκευαστή πρότυπου εξοπλισμού να λειτουργεί με ένα εναλλακτικό καύσιμο όπως φυσικό αέριο

NBN EN 1964-1 / DIN EN 1964-1: Belgian / German mobile gas bottles standard (1999) - Design and construction of seamless, refillable, mobile steel gas bottles with capacities from 0.5 to 150 litres - Part 1: Seamless steel bottles with a Rm value less than 1100 MPa = πρότυπο Βελγικών/Γερμανικών μεταφερόμενων φιαλών αερίου. Σχέδιο και κατασκευή μεταφερόμενων ατσάλινων φιαλών αερίου με χωρητικότητα από 0,5 μέχρι 150 λίτρα μέρος 1. Ατσάλινες φιάλες με μια Rm τιμή λιγότερο από 1100 Mpa.

New ETC test cycle: 'ETC test' means a European test cycle consisting of 1800 second-by-second transient modes to be applied = σημαίνει ένα Ευρωπαϊκό τεστ χρόνου κινητήρα που αποτελείται από 1800 sec/sec παροδικών μεθόδων να εφαρμόζονται

NGV-1: Industry standard that pertains to natural gas fuelling nozzle and receptacle certification = Βιομηχανικό πρότυπο που αναφέρεται στην πιστοποίηση του στομίου τροφοδοσίας και δοχείου αποθήκευσης φυσικού αερίου

NGV-2: Industry standard that pertains to onboard fuel storage cylinder certification = Βιομηχανικό πρότυπο που αναφέρεται στην πιστοποίηση ενσωματωμένου αποθηκευτικού κυλίνδρου καυσίμων

Nm³: Norm cubic metres. 1 Nm³ = 4 L

NMHC: Non-methane hydrocarbon = μέτρο απόδοσης σε κυβικά μέτρα

Nozzle: Device on a natural gas fuelling dispenser that connects to the receptacle onboard the vehicle and allows fuel to flow into the onboard storage cylinders = στόμιο-μηχανισμός σε ένα διανεμητή καυσίμων φυσικού αερίου που συνδέει το ενσωματωμένο δοχείο αποθήκευσης του οχήματος και επιτρέπει στο καύσιμο να ρέει στους ενσωματωμένους αποθηκευτικούς κυλίνδρους

NOx: Nitrogen oxides. By-product of fuel combustion that contributes to ozone and smog = οξειδία Αζώτου, υποπροϊόν της καύσης καυσίμου που συμβάλει στο όζον και στο νέφος

NZS 5454: Standard requirements for light weight steel automotive compressed natural gas cylinders for use in New Zealand (1989) = πρότυπες προδιαγραφές για ελαφρύς ασάλινους κυλίνδρους αυτοκινήτων συμπιεσμένο φυσικό αέριο για χρήση στη Νέα Ζηλανδία

OEM: Original Equipment Manufacturer. A vehicle or engine manufacturer who provides original design materials and manufactures the product. The OEM is responsible for manufacturing the vehicle, making it commercially available and providing the warranty = κατασκευαστής πρότυπου εξοπλισμού, ένας κατασκευαστής οχήματος ή μιας μηχανής που παρέχει τα πρότυπα σχεδιαστικά υλικά και κατασκευάζει το προϊόν. Είναι υπεύθυνος για την κατασκευή του οχήματος κάνοντας το εμπορικά διαθέσιμο και παρέχοντας την εγγύηση

Off-road vehicle: A vehicle that is usually not operated on streets, roads and highways. Such vehicles include forklifts, construction vehicles and locomotives. = εκτός δρόμου οχήματα – ένα όχημα που λειτουργεί συνήθως σε δρόμους εθνικές οδούς. τέτοια οχήματα περιλαμβάνουν περνοφόρου ανυψωτές, κατασκευαστικά οχήματα και άμαξες έλξης συρμάτων

Otto cycle engine: Any engine in which the primary means of controlling power output is by limiting the amount of air and fuel that can enter the combustion chambers of the engine (commonly referred to as a spark-ignited engine) = οποιαδήποτε μηχανή όπου ο πρωταρχικός τρόπος ελέγχου της ισχύος είναι μέσω περιορισμού της ποσότητας αέρα και καυσίμου που μπορεί να εισέλθει στους θαλάμους καύσης της μηχανής με μπουζί **PM:** Particulate matter; airborne particles, such as soot and dust = ύλη σε μορφή σωματιδίων

αιωρούμενα σωματίδια όπως αιθάλη και σκόνη **Receptacle:** Onboard device that connects to the dispenser's nozzle and allows natural gas to flow into the onboard storage cylinders = ενσωματωμένο σύστημα που συνδέεται με τον καταναμητή το στόμιο και επιτρέπει στο φυσικό αέριο να ρέει μέσα στους ενσωματωμένους κυλίνδρους

Regulator: Component in a conversion system that reduces the pressure of the fuel = ρυθμιστής εξάρτημα στο σύστημα μετατροπής που ελαττώνει την πίεση του καυσίμου **Shut-off valve:** Valve that is usually located between the onboard fuel storage cylinders and the regulator. This valve usually has a manual shut-off feature = βαλβίδα που συνήθως βρίσκεται ανάμεσα στους ενσωματωμένους κυλίνδρους αποθήκευσης καυσίμου, αυτή η βαλβίδα έχει συνήθως ένα χειρονακτικό στοιχείο διακοπής.

Βιβλιογραφικά Δεδομένα

The European Gas Conference-3rd Annual Meeting (28/01/2010)

Διεθνές Συνέδριο: "Φυσικό Αέριο και Ασφάλεια Ενεργειακού Εφοδιασμού στην ΕΕ"(26/11/2010)

Πρακτικά 8ου Διεθνούς συνεδρίου WORLD NGV* (8-10 Οκτωβρίου 2002),
Washington D.C. Η.Π.Α.

Πρακτικά 8ου ετήσιου Ευρωπαϊκού συνεδρίου NGV (Μάιος, 2002), Νίκαια Γαλλίας

Δίτομη μελέτη της ENGVA* * "European NGV Case Study Book"

Μελέτη για την αποθήκευση του Φυσικού Αερίου (2008)

Μελέτη της Ε.Ε. "The Natural Gas Vehicle Equipment Guide"

Μελέτη της Ε.Ε. "The Decision Makers' Guide to Natural Gas Vehicles".

Μελέτη της I.A.N.G.V.**"Effect of Natural Gas Composition Variations on the
Operation Performance and Exhaust Emissions of Natural Gas - Powered
Vehicles".

Report της Ε.Ε. "Introducing the Targeted Transport Projects"

Πηγές από το διαδίκτυο:

Φυσικό Αέριο Αττικής ΑΕ
ΔΕΠΑ
Το Φυσικό Αέριο-Βικιπαίδεια
ΡΑΕ-Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΕΙΑ- Natural Gas Data, Reports, Analysis, Surveys
Natural Gas.org

Αναφορές:

European Commission , ENERGY, Task Force Natural Gas Vehicles "The Decision Makers' Guide to Natural Gas Vehicles", prepared by MVV Inno Tec GmbH, ENGVA, The European Office of the City of Cologne, The City of Stockholm

European Commission , ENERGY, Task Force Natural Gas Vehicles "The Natural Gas Vehicles Equipment Guide", prepared by MVV Inno Tec GmbH & ENGVA

ENGVA "European NGV Case Study Book"

I.A.N.G.V. "Effects of Natural Gas Composition Variation on the Operation, Performance and Exhaust Emissions of Natural Gas-Powered Vehicles", prepared by Hien Ly, Sydney, Australia, Dec.2002

ΠΕΔΦΑ ΑΤΤΙΚΟ ΑΕΡΙΟ Α. Ε. "Τεχνικοοικονομική Προμελέτη Σκοπιμότητας Μετατροπής του Στόλου των Οχημάτων των Δήμων και Κοινοτήτων της Βόρειας Ανατολικής και Νοτιοανατολικής Αττικής, μετόχων της Αττικό Αέριο Α.Ε., σε καύση Φ.Α." από την Network Consulting Group

Καρδοματέας Δημήτριος 'Κίνηση λεωφορείων και ταξί με φυσικό αέριο: Μια πρόταση για την αντιμετώπιση του «νέφους»'. Ε.Δ. ΤΕΕ Τεύχος 2056/21.6.99 (Μέρος Α) και Τεύχος 2057/28.6.99 (Μέρος Β)

Diego A. Goldin "NGV Integration in Latin America", World NGV 2002 Conference, 8 - 10 Oct. 2002, Washington D.C., U.S.A.