

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

‘Συγκριτική ανάλυση χρήσης φυσικού αερίου στον τομέα βιομηχανίας και δημοσίων μεταφορών για συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές στην Ελλάδα σε σχέση με απόδοση και εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.’



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΣΕΡΒΕΤΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ (Α.Μ. 5068)

ΚΟΚΟΒΕΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Α.Μ. 5281)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΚΟΥΡΑΣ ΕΥΓΕΝΙΟΣ

ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Ανωτάτου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στη χρήση του φυσικού αερίου στην βιομηχανία και στις μεταφορές σε σχέση με την απόδοση και τις εκπομπές άλλων αερίων που επηρεάζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όπως είναι γνωστό ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες αστικές κοινωνίες, είναι οι ρύποι που εκπέμπονται από τα μεταφορικά μέσα οι οποίοι επηρεάζουν άμεσα την υγεία μας και προκαλούν κλιματολογικές αλλαγές

Στην αρχή περιγράφεται ο ρόλος του φυσικού αερίου από τον τρόπο εξόρυξης του έως την παραγωγή ανά τον κόσμο και τη μεταφορά του στη χώρα μας. Στη συνέχεια αναπτύσσεται λεπτομερέστατα ο τρόπος λειτουργίας του δικτύου μεταφοράς και η χρήση του φυσικού αερίου, γιατί στις μέρες μας θεωρείται ένα «φιλικό» προς το περιβάλλον καύσιμο και είναι φθηνότερο από τα υπόλοιπα αέρια. Τέλος δίνονται πίνακες και διαγράμματα ως προς τους ρύπους και τις καταναλώσεις από σύγχρονα λεωφορεία της Αθήνας σε σχέση με τα παλαιά λεωφορεία της Άρτας.

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Σκούρα Ευγένιο, Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολογίας, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Σερβετάς Βασίλειος
Κοκοβές Κωσταντίνος
Νοέμβριος 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην μελέτη των αποτελεσμάτων της χρήσης Φυσικού Αερίου στην βιομηχανία και στις μεταφορές στην Ελλάδα σε σχέση με την απόδοση και τις εκπομπές άλλων αερίων όπως π.χ. (πετρέλαιο) που επηρεάζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Εξαιτίας του μεγάλου προβλήματος που αντιμετωπίζουμε στη χώρα μας όσον αφορά τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (λεωφορεία), πραγματοποιούμε μία στατιστική έρευνα σχετικά με τους ρύπους και τις καταναλώσεις των σύγχρονων αστικών λεωφορείων της Αθήνας σε αντιπαράθεση με τα αντίστοιχα παλαιάς τεχνολογίας λεωφορεία της Άρτας.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε οκτώ κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία ιστορική αναδρομή στον τρόπο προέλευσης, εξόρυξης, επεξεργασίας, μεταφοράς και παραγωγής του Φυσικού Αερίου. Επίσης, αναφέρεται η ενεργειακή κατάσταση και η ζήτηση ενέργειας στην Ελλάδα αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς τα τεχνολογικά και οικονομικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα αέρια καύσιμα. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη σύσταση και ιδιότητες του Φυσικού Αερίου κυρίως του Αλγερινού και Ρωσικού αερίου καθώς είναι οι χώρες τις οποίες το προμηθευόμαστε αλλά και στη συσχέτιση του με την γεωλογία του εδάφους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται με πάσα λεπτομέρεια το φαινόμενο του θερμοκηπίου, οι επιπτώσεις του στο περιβάλλον και αναλύονται οι κυρίως ρύποι που επηρεάζουν το φαινόμενο αυτό. Αναφέρονται επίσης μέσα εφαρμογής περιβαλλοντικής πολιτικής στο χώρο της ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο κάνουμε λόγο για το δίκτυο μεταφοράς του Φυσικού Αερίου κυρίως για τα τεχνικά χαρακτηριστικά μεταφοράς, για το πώς και με ποιο τρόπο εισέρχεται στη χώρα μας, αναφέρουμε το σύστημα διανομής

επίσης με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, τους σταθμούς ελέγχου, ποιες εταιρείες το εκμεταλλεύονται και πως το διαχειρίζονται καθώς και τις προδιαγραφές ασφαλείας για τη χρήση του Φυσικού Αερίου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφερόμαστε σε όλες τις χρήσεις του Φυσικού Αερίου από την ηλεκτροπαραγωγή στην βιομηχανία και από την βιομηχανία στην οικιακή χρήση. Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε τα πλεονεκτήματα του Φυσικού αερίου σε σχέση με το πετρέλαιο στις οικιακές και βιομηχανικές εφαρμογές.

Στο πέμπτο και κυριότερο κεφάλαιο παρουσιάζουμε το πρόβλημα ρύπανσης στην αυτοκίνηση και την ανάγκη να στραφούμε σε καθαρότερες μορφές ενέργειας. Αναλύουμε τον τρόπο λειτουργίας των μηχανών εσωτερικής καύσης και τονίζουμε τα πλεονεκτήματα της αεριοκίνησης οχημάτων. Στη συνέχεια κάνουμε λόγο για τα μέσα αστικής συγκοινωνίας στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις στην Αττική.

Το έκτο κεφάλαιο θα μπορούσαμε να το χαρακτηρίσουμε ένα «ανατρεπτικό» κεφάλαιο διότι περιγράφεται η χρήση μεικτής καύσης σε κινητήρα ντίζελ. Ένας κινητήρας δηλαδή που θα μπορεί να κινείται με πετρέλαιο και φυσικό αέριο ταυτόχρονα. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται μια πειραματική διερεύνηση σε εργαστηριακό κινητήρα ντίζελ.

Στο έβδομο κεφάλαιο περιγράφουμε την κατάσταση της Αθήνας όσον αφορά την ενεργειακή και ερευνητική πολιτική του ΟΑΣΑ.

Στο όγδοο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζουμε με πίνακες και διαγράμματα την στατιστική έρευνα που πραγματοποιήσαμε στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας μας τα λεωφορεία της Αθήνας με τα αντίστοιχα λεωφορεία της Άρτας καταλήγοντας σε πολύ σημαντικά συμπεράσματα σε σχέση με τους ρύπους που εκπέμπονται και τις καταναλώσεις.

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα Εργασία είναι (α) ότι κρίνεται επιτακτική ανάγκη να στραφούμε σε καθαρότερες μορφές ενέργειας όπως είναι το Φυσικό αέριο, το Υδρογόνο, το Βιοντίζελ κ.α. και (β) σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποιήσαμε, από τους ρύπους του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που εκπέμπονται από τους παλαιούς κινητήρες ντίζελ που χρησιμοποιούνται στα λεωφορεία της Άρτας καταλήξαμε πως για κάθε ένα λεωφορείο που κινείται στην Άρτα είναι σαν κινούνται πολλά περισσότερα λεωφορεία της Αθήνας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1 |
| 1. Σκοπός – Στόχος..... | 1 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο | 5 |
| 1 Το Φυσικό Αέριο..... | 5 |
| 1.1 Ενέργεια και πολιτική ισχύς..... | 5 |
| 1.2 Παγκόσμια και Ελληνική ενεργειακή κατάσταση Η συμμετοχή των αέριων καυσίμων..... | 5 |
| 1.3 Τα τεχνολογικά και οικονομικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου..... | 8 |
| 1.4 Αέρια Καύσιμα..... | 9 |
| 1.5 Ιστορία του φυσικού αερίου..... | 11 |
| 1.6 Σύσταση και Ιδιότητες Φυσικού Αερίου..... | 12 |
| 1.7 Σχηματισμός Φυσικού αερίου και Γεωλογία Εδάφους..... | 18 |
| 1.8 Το Φυσικό Αέριο σε σχέση με άλλες Πηγές Ενέργειας..... | 19 |
| 1.8.1 Διαφορές με το υγραέριο..... | 22 |
| 1.9 Προέλευση των αέριων καυσίμων..... | 22 |
| 1.9.1 Απαερίωση του άνθρακα..... | 22 |
| 1.9.2 Εξαερίωση του άνθρακα..... | 23 |
| 1.9.3 Αέριο διάσπασης..... | 24 |
| 1.9.4 Υγραέριο..... | 24 |
| 1.9.5 Η προέλευση του φυσικού αερίου..... | 25 |
| 1.9.6 Βιοαέρια..... | 26 |
| 1.9.7 Υδρογόνο..... | 26 |
| 1.10 Τα αποθέματα και το παγκόσμιο εμπόριο φυσικού αερίου..... | 26 |
| 1.11 Η μεταφορά φυσικού αερίου..... | 28 |
| 1.11.1 Το ευρωπαϊκό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου..... | 28 |
| 1.11.2 Το Ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου..... | 31 |
| 1.12 Η διανομή του φυσικού αερίου..... | 33 |
| 1.13 Φυσικό αέριο και ποιότητα περιβάλλοντος..... | 34 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο | 39 |
| 2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου..... | 39 |
| 2.1 Περιγραφή του φαινομένου του θερμοκηπίου..... | 39 |
| 2.2 Τα αέρια του θερμοκηπίου..... | 41 |
| 2.3 Επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου..... | 45 |
| 2.4 Η αντίδραση της Διεθνούς κοινότητας..... | 47 |
| 2.5 Πολιτικές για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου..... | 51 |
| 2.5.1 Προβλήματα διαμόρφωσης και εφαρμογής μιας αποτελεσματικής περιβαλλοντικής πολιτικής στο χώρο της ενέργειας..... | 51 |

| | |
|---|------------|
| 2.5.2 Μέσα εφαρμογής περιβαλλοντικής πολιτικής στο χώρο της ενέργειας..... | 52 |
| 2.5.2.1 Άμεση θεσμοθέτηση – Περιβαλλοντική κανονισμοί (direct regulation)..... | 53 |
| 2.5.2.2 Οικονομικά εργαλεία περιβαλλοντικής πολιτικής..... | 54 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο | 57 |
| 3 Μεταφορά. Διανομή. Διαχείριση και Προδιαγραφές Ασφαλείας χρήσης του φυσικού αερίου..... | 57 |
| 3.1 Έργο μεταφοράς φυσικού αερίου..... | 57 |
| 3.1.2 Δίκτυο μεταφοράς..... | 57 |
| 3.1.3 Σύστημα διανομής..... | 58 |
| 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά της μεταφοράς του φυσικού αερίου..... | 58 |
| 3.3 Δίκτυο μεταφοράς εντός συνόρων..... | 61 |
| 3.3.1 Σταθμός ελέγχου – μετρήσεων δικτύου..... | 62 |
| 3.4 Γενική εικόνα διαχείρισης φυσικού αερίου..... | 64 |
| 3.5 Δίκτυα φυσικού αερίου..... | 65 |
| 3.6 Διακίνηση με πιεστικά δοχεία..... | 67 |
| 3.7 Προδιαγραφές ασφάλειας χρήσεως φυσικού αερίου..... | 67 |
| 3.8 Συστήματα ασφαλείας στις εγκαταστάσεις ΥΦΑ..... | 68 |
| 3.8.1 Βασικές αρχές ασφαλείας και ρόλος ασφαλείας των συστημάτων..... | 68 |
| 3.8.2 Διαρροές ΥΦΑ..... | 70 |
| 3.8.3 Ανθρώπινος ρόλος..... | 71 |
| 3.9 Πρακτική εφαρμογή των συστημάτων ασφαλείας σε περίπτωση διαρροής..... | 71 |
| 3.10 Ειδικά κεφάλαια του συστήματος διανομής – διαχείρισης..... | 73 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο | 75 |
| 4 Χρήσεις Φυσικού Αερίου..... | 75 |
| 4.1 Ηλεκτροπαραγωγή..... | 75 |
| 4.2 Βιομηχανία..... | 75 |
| 4.2.1 Παραδείγματα εφαρμογών σε βιομηχανίες/βιοτεχνίες..... | 77 |
| 4.3 Πλεονεκτήματα σε σχέση με πετρέλαιο σε οικιακές – βιομηχανικές εφαρμογές..... | 97 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο | 101 |
| 5 Πετρέλαιο (Diesel) – Φυσικό Αέριο στις μεταφορές..... | 101 |
| 5.1 Πετρέλαιο (Diesel) – Φυσικό Αέριο, σύντομη επισκόπηση στις μεταφορές..... | 101 |
| 5.2 Καθαρότερα οχήματα και καύσιμα..... | 102 |
| 5.3 Μηχανή εσωτερικής καύσης..... | 104 |
| 5.3.1 Ιστορία..... | 104 |
| 5.3.2 Διάκριση ΜΕΚ..... | 105 |
| 5.3.3 Λειτουργία..... | 106 |
| 5.4 Χαρακτηριστικά και Πλεονεκτήματα..... | 110 |
| 5.5 Λεωφορείο..... | 111 |
| 5.5.1 Κατάσταση στην Ελλάδα..... | 112 |
| 5.6 Άλλες εφαρμογές καθαρών οχημάτων και καυσίμων..... | 114 |
| 5.6.1 Οχήματα Βιοντήζελ..... | 114 |
| 5.6.2 Βιοαιθανόλη..... | 115 |
| 5.6.3 Υβριδικά οχήματα..... | 115 |
| 5.6.4 Οχήματα κυψελών καυσίμου..... | 116 |
| 5.7 Εφαρμογές καθαρών οχημάτων και καυσίμων..... | 117 |
| 5.7.1 Κινητήρες εσωτερικής καύσης με Υδρογόνο..... | 117 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο | 119 |
| 6 Χρήση Τεχνικής Μεικτής Καύσης..... | 119 |
| 6.1 Χρήση τεχνικής μεικτής καύσης σε υπάρχοντα κινητήρα ντήζελ..... | 119 |
| 6.2 Πειραματική διερεύνηση σε εργαστηριακό κινητήρα ντήζελ..... | 121 |
| 6.3 Επίδραση χρήσης φυσικού αερίου στη λειτουργία του κινητήρα..... | 123 |
| 6.3.1 Επίδραση της χρήσης φυσικού αερίου στη μέγιστη πίεση καύσης..... | 123 |

| | |
|--|-----|
| 6.3.2 Επίδραση της χρήσης φυσικού αερίου στην ειδική κατανάλωση καυσίμου..... | 125 |
| 6.4 Επίδραση της χρήσης φυσικού αερίου στην εκπομπή ρύπων..... | 127 |
| 6.4.1 Επίδραση της χρήσης φυσικού αερίου στην εκπομπή αιθάλης..... | 127 |
| 6.4.2 Επίδραση της χρήσης φυσικού αερίου στις εκπομπές NO _x | 129 |
| 6.4.3 Επίδραση της χρήσης φυσικού αερίου στην εκπομπή CO..... | 131 |
| 6.4.4 Επίδραση της χρήσης φυσικού αερίου στην εκπομπή Υδρογονανθράκων (HC)..... | 133 |
| 6.5 Συμπεράσματα..... | 135 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο | 137 |
| 7 Η περίπτωση της Αθήνας..... | 137 |
| 7.1 Το σύστημα των αστικών συγκοινωνιών της Αθήνας..... | 137 |
| 7.2 Ενεργειακή πολιτική του ΟΑΣΑ..... | 138 |
| 7.2.1 Ο στόλος λεωφορείων του ομίλου ΟΑΣΑ (ΕΘΕΛ, ΗΛΠΑΠ)..... | 140 |
| 7.3 Θερμικοί κινητήρες λεωφορείων..... | 141 |
| 7.3.1 Εξέλιξη των Συμβατικών Κινητήρων Diesel σε Σύγχρονους Κινητήρες Diesel Ελεγχόμενων Εκπομπών Καυσαερίων (Τεχνολογία ECD, Emission Controlled Diesel)..... | 141 |
| 7.3.2 Κινητήρες Φυσικού Αερίου (CNG)..... | 144 |
| 7.3.3 Σύγκριση Σύγχρονων Κινητήρων Diesel Ελεγχόμενων Εκπομπών Καυσαερίων (Τεχνολογία ECD, Emission Controlled Diesel) και Κινητήρων Φυσικού Αερίου (CNG)..... | 144 |
| 7.3.4 Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας CNG έναντι της τεχνολογία ECD είναι τα εξής..... | 148 |
| 7.4 Ερευνητική δραστηριότητα ΟΑΣΑ και Υδρογόνο..... | 149 |
| 7.4.1 Ερευνητικά Έργα ΟΑΣΑ..... | 149 |
| 7.4.2 Ερευνητικό Έργο bio-Diesel..... | 149 |
| 7.4.2.1 Τα οφέλη από τη χρήση του βιοντίζελ..... | 150 |
| 7.4.2.2 Χημικά Πρόσθετα & Χρήση Μαγνητικών ή Άλλων Συσκευών στην Γραμμή Τροφοδοσίας Καυσίμου Diesel..... | 151 |
| 7.5 ΟΑΣΑ και Υδρογόνο..... | 153 |
| 7.5.1 Οφέλη από την συμμετοχή του ΟΑΣΑ σε ερευνητικά έργα υδρογόνου..... | 154 |
| 7.6 Πλεονεκτήματα από τη καύση υδρογόνου σε εμβολοφόρους κινητήρες..... | 157 |
| 7.7 Εφαρμογή τεχνολογίας ηλεκτροκίνησης με κυψέλες καυσίμου (fuel cell) & Υδρογόνο σε αστικά λεωφορεία..... | 159 |
| 7.7.1 Τεχνολογία Ηλεκτροκίνησης με Κυψέλες Καυσίμου (Fuel - Cell) & Υδρογόνο σε Αστικά Λεωφορεία..... | 159 |
| 7.7.2 Τύπος Ηλεκτροκίνητου Αστικού Λεωφορείου με Κυψέλες Καυσίμου (Fuel - Cell) & Υδρογόνο..... | 159 |
| 7.7.3 Τύπος Προμήθειας ή Κατασκευής του Λεωφορείου..... | 161 |
| 7.8 Σύνθεση Ομάδας Έργου & Πακέτα Εργασίας (Work Packages)..... | 163 |
| 7.9 Συμπεράσματα..... | 169 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο | 171 |
| 8 Στατιστική έρευνα στα αμαξοστάσια Ανθούσας και Άρτας..... | 171 |
| 8.1 Εισαγωγή..... | 171 |
| 8.2 Υπεραστικά λεωφορεία Αθήνας και Άρτας..... | 172 |
| 8.3 Αστικά λεωφορεία Αθήνας..... | 174 |
| 8.4 Αστικά λεωφορεία Άρτας..... | 177 |
| 8.5 Όρια ευρο και τεχνικά χαρακτηριστικά καυσίμων..... | 178 |
| 8.6 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα..... | 180 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο | 191 |
| 9 Συμπεράσματα..... | 191 |
| Βιβλιογραφία | 193 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΣΚΟΠΟΣ – ΣΤΟΧΟΣ

Οι κλιματικές αλλαγές είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας απειλής για τον πλανήτη μας, αφού η ύπαρξη της ανθρώπινης ζωής και του πολιτισμού εξαρτώνται άμεσα από το πόσο εμείς επηρεάζουμε το κλίμα. Η κοινωνική αναγκαιότητα για μείωση ενεργειακών απαιτήσεων και οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις κλιματικές αλλαγές, οδηγούν το σύγχρονο άνθρωπο αναμφίβολα στην υιοθέτηση σύγχρονων τεχνικών και τεχνολογιών για την μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Για όλες τις χώρες, και ιδιαίτερα τις βιομηχανικές, είναι υψίστης σημασίας η μακρόχρονη εξασφάλιση της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών, αφ' ενός με την εκμετάλλευση των ιδίων πηγών πρωτογενούς ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή ακόμη και πυρηνικό καύσιμο) και αφ' ετέρου με τη σύναψη ασφαλών συμβάσεων τροφοδοσίας από χώρες πλούσιες σε ενεργειακά αποθέματα.

Η ενέργεια είναι η βάση της ύπαρξης του ανθρώπου. Χωρίς αυτήν είναι αδιανόητη η τεχνική πρόοδος και η οικονομική ανάπτυξη της ανθρωπότητας. Η κατοχή ή ο έλεγχος των πηγών ενέργειας δίνει σε κράτη τη δύναμη να επιβάλλουν τις οικονομικές ή πολιτικές επιδιώξεις τους και ήταν, είναι και θα είναι η ουσιαστική αιτία πολέμων.

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχει καταστεί το κύριο περιβαλλοντικό πρόβλημα των σύγχρονων μεγαλουπόλεων. Με βάση διαθέσιμα στοιχεία διαφαίνεται ότι κύρια συμβολή στο πρόβλημα αυτό έχουν τα μεταφορικά μέσα ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές. Για το λόγο αυτό διεξάγονται διεθνώς εκτεταμένες έρευνες για την αντιμετώπιση του προβλήματος με ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση νέων τεχνολογιών καύσης, τη χρήση εξελιγμένων ή εναλλακτικών καυσίμων και την εξέλιξη των ήδη υπαρχόντων εμβολοφόρων κινητήρων.

Το φυσικό αέριο είναι το ιδανικότερο καύσιμο και η ιδανικότερη μορφή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις υδατοπτώσεις.

Λόγω της αέριας φύσης του δεν απαιτεί καμιά προετοιμασία για την καύση του (π.χ. άλεση για τα στερεά καύσιμα, προθέρμανση και εξαερίωση μέσω σταγονιδιοποίησης για τα υγρά) και καίγεται με τους υψηλότερους βαθμούς απόδοσης, άνω του 90%. Η καύση γίνεται χωρίς τεχνικά προβλήματα και δεν παράγονται αιθάλη ή άλλοι ρύποι.

Το φυσικό αέριο επί πλέον επιτρέπει τη μέγιστη εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων (επειδή δεν περιέχει θείο), ακόμη και εκμετάλλευση της θερμότητας συμπύκνωσης των υδρατμών σε ειδικά σχεδιασμένες συσκευές, όπου η αύξηση της εκμετάλλευσης της θερμότητας μπορεί να φθάσει τα 15%

Η καύση του σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον παράγοντας μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Αποτελεί την 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 περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Στα πλαίσια πολιτικής για την προώθηση των καθαρότερων καυσίμων και οχημάτων στις οδικές μεταφορές, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ήδη τον στόχο της υποκατάστασης του 20% των συμβατικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές με εναλλακτικά καύσιμα μέχρι το 2020. Για τον σκοπό αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη προβεί σε έκδοση Οδηγιών, αποφάσεων και προτάσεις οδηγιών για την προώθηση της αγοράς των εναλλακτικών καυσίμων στα κράτη-μέλη.

Σύμφωνα με την στρατηγική της ΕΕ για τις εκπομπές CO₂ στα ελαφρά οχήματα μεταφοράς εμπορευμάτων, θα πρέπει να επιτευχθούν για τα σχετικά καινούργια οχήματα κατά μέσον όρο εκπομπές CO₂ 140 g/km μέχρι το 2008/09 και 120 g/km μέχρι το 2012.

Επομένως, τα εναλλακτικά καύσιμα (όπως βιοκαύσιμα, φυσικό αέριο, υδρογόνο) πρόκειται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών και ενέργειας επειδή αποτελούν μία από τις λίγες διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές με την οποία η βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης θα αντικατασταθούν ως καύσιμα για τις μεταφορές.

Η αειφόρα και βιώσιμη διαχείριση των οδικών μεταφορών, περιλαμβάνει σε επίπεδο τελικών χρηστών την αλλαγή των συνηθειών στον τρόπο μετακίνησης και την προώθηση της χρήσης των ενεργειακά και περιβαλλοντικά αποδοτικών τύπων οδικών μεταφορών (π.χ. μέσα μαζικής μεταφοράς, οικονομικότερα οχήματα, car-

sharing, ποδήλατο κλπ.) ενώ σε επίπεδο διαχειριστών μεταφορικού έργου (π.χ. λεωφορεία, οχήματα διανομής αγαθών κλπ.) περιλαμβάνει εφαρμογές διαχείρισης στόλου με αποδοτικά επιχειρησιακά σχέδια, χρήση οικονομικότερων και «καθαρότερων» οχημάτων κλπ.

Με τη χρήση φυσικού αερίου στα οχήματα επιτυγχάνεται, ανάλογα με το συγκρινόμενο καύσιμο και τον τύπο του οχήματος :

- ▶ Μείωση των εκπομπών μη-μεθανιούχων υδρογονανθράκων μέχρι και 80 %.
- ▶ Ελαχιστοποίηση εκπομπών καρκινογόνων αρωματικών και πολυκυκλικών υδρογονανθράκων
- ▶ Μείωση των εκπομπών NOx μέχρι και 85 %
- ▶ Μείωση των εκπομπών CO περισσότερο από 90 %
- ▶ Μείωση των εκπομπών CO2 μέχρι και 20 %
- ▶ Μείωση του σχηματισμού όζοντος (νέφους) κατά 80-90 %
- ▶ Μείωση των εκπομπών λεπτών σωματιδίων (PM) μέχρι και 99 %

Σκοπός της ανωτέρω πτυχιακής εργασίας είναι να δείξει το πόσο επιβλαβείς είναι οι ρύποι που εκπέμπονται τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον με σκοπό να στραφούμε σε φιλικότερες μορφές ενέργειας.. Ασχοληθήκαμε κυρίως με τα Μέσα Αστικής Συγκοινωνίας γιατί είναι ένα μέσο που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι καθημερινά και θα συνεχίσει να υπάρχει για να καλύπτει τις καθημερινές μας δραστηριότητες και αισθανόμαστε κατά κάποιο τρόπο «συνένοχοι» κάθε φορά που κάνουμε χρήση του μέσου. Η Αθήνα πιστή στον κανόνα της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει στο δυναμικό της σύγχρονα λεωφορεία (Φυσικού Αερίου "CNG" & Ντίζελ "EURO V"), τα οποία εκπέμπουν ελάχιστες ρυπογόνες ουσίες σε αντιδιαστολή με τα απαρχαιωμένα λεωφορεία της επαρχίας όπως αυτά της Άρτας.

Κεφάλαιο 1

1 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ

Η ενέργεια είναι η βάση της ύπαρξης του ανθρώπου. Χωρίς αυτήν είναι αδιανόητη η τεχνική πρόοδος και η οικονομική ανάπτυξη της ανθρωπότητας. Η κατοχή ή ο έλεγχος των πηγών ενέργειας δίνει σε κράτη τη δύναμη να επιβάλλουν τις οικονομικές ή πολιτικές επιδιώξεις τους και ήταν, είναι και θα είναι η ουσιαστική αιτία πολέμων.

Για όλες τις χώρες, και ιδιαίτερα τις βιομηχανικές, είναι υψίστης σημασίας η μακρόχρονη εξασφάλιση της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών, αφ' ενός με την εκμετάλλευση των ιδίων πηγών πρωτογενούς ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή ακόμη και πυρηνικό καύσιμο) και αφ' ετέρου με τη σύναψη ασφαλών συμβάσεων τροφοδοσίας από χώρες πλούσιες σε ενεργειακά αποθέματα.

1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ. Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Μέχρι την πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του 70 (73/74) οι καταναλωτές στις βιομηχανικές χώρες συμπεριφέρονταν ως να ήταν αυτονόητο ότι η ενέργεια θα είναι πάντοτε διαθέσιμη στις επιθυμητές ποσότητες σε χαμηλές τιμές. Τα παράγωγα του πετρελαίου χρησιμοποιούνταν ως καύσιμα στα νοικοκυριά, τις βιοτεχνίες και τις βιομηχανίες καθώς και στις μεταφορές σε τιμές χαμηλές. Από το 1950 έως το 1970 μόνον στη Δ. Ευρώπη δεκαπλασιάσθηκε η κατανάλωση πετρελαίου από 60'106 σε 600'106 ton αργού πετρελαίου.

Μετά την πετρελαϊκή κρίση φυσικά η κατάσταση αλλάζει άρδην. Γίνεται σε όλους κατανοητό ότι τα αποθέματα σε ορυκτά καύσιμα και κυρίως το πετρέλαιο δεν είναι απεριόριστα. Οι χώρες αφ' ενός προσπαθούν να μειώσουν την κατανάλωση πετρελαίου, βελτιώνοντας ή αλλάζοντας τις τεχνολογίες χρήσης του, και αφ' ετέρου στρέφονται στη χρήση άλλων μορφών πρωτογενούς ενέργειας, με στόχο να αποφύγουν την εξάρτηση από τις χώρες του ΟΠΕΚ, οι οποίες διαθέτουν άνω του 70% των βεβαιωθέντων παγκοσμίων αποθεμάτων πετρελαίου, χωρίς βεβαίως να ανασταλεί η ανάπτυξη. Έτσι παρατηρούμε στροφή προς την πυρηνική ενέργεια και τα αέρια καύσιμα, από τα οποία σημαντικότερο είναι το φυσικό αέριο, όπως φαίνεται καθαρά από τον πίνακα 1, τόσο στη Δ. Ευρώπη, όσο και σ' όλο τον κόσμο. Για παράδειγμα αναφέρεται ότι στη Γερμανία, ενώ το 1970 το φυσικό αέριο κάλυπτε το 5,5% της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, σήμερα καλύπτει το 17% περίπου. Η κατάσταση στην Ευρώπη το 1990 δείχνεται στον πίνακα 2. Η μέση τιμή του ποσοστού του φυσικού αερίου στην κάλυψη πρωτογενούς ενέργειας είναι περίπου 16%, όμως οι συνθήκες είναι διαφορετικές στις επί μέρους χώρες. Στην Ελλάδα και την Πορτογαλία η χρήση του δεν έχει ουσιαστικά αρχίσει, στην Ισπανία, τη Δανία και την Ιρλανδία βρίσκεται στην αρχική φάση, ενώ στην κορυφή βρίσκεται η Ολλανδία, ο μεγαλύτερος παραγωγός του φυσικού αερίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με ποσοστό που σήμερα φθάνει το 50%.

Πίνακας 1 : Παγκόσμια και δυτικοευρωπαϊκή ζήτηση ενέργειας

| | έτος | μονάδα | πετρέλαιο | φυσικό αέριο | στερεά καύσιμα | πυρηνική | υδρο-ηλεκτρική | σύνολο |
|---------------|------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------|----------------|--------|
| Κόσμος | 1970 | 10 ⁶ toe* | 2332,1 | 954,3 | 7570,2 | 22,4 | 310,1 | 5189,3 |
| | | % | 44,9 | 18,4 | 30,3 | 0,4 | 6,0 | 100 |
| | 1980 | 10 ⁶ toe | 3001,5 | 1306,1 | 2006,5 | 169,4 | 420,1 | 6903,6 |
| | | % | 43,4 | 18,9 | 29,1 | 2,5 | 6,1 | 100 |
| | 1990 | 10 ⁶ toe | 3101,4 | 1738,1 | 2192,1 | 461,1 | 540,6 | 8033,3 |
| | | % | 38,7 | 21,6 | 27,3 | 5,7 | 6,7 | 100 |
| Δυτική Ευρώπη | 1970 | 10 ⁶ toe | 630,4 | 82,4 | 229,3 | 14,1 | 86,0 | 1042,2 |
| | | % | 60,4 | 7,9 | 22,0 | 1,4 | 8,3 | 100 |
| | 1980 | 10 ⁶ toe | 680,1 | 184,4 | 265,5 | 103,1 | 46,3 | 1279,4 |
| | | % | 53,1 | 14,6 | 20,8 | 8,3 | 3,6 | 100 |
| | 1990 | 10 ⁶ toe | 593,3 | 222,7 | 289,8 | 156,6 | 91,7 | 1354,1 |
| | | % | 43,8 | 16,4 | 21,4 | 11,6 | 6,8 | 100 |

1 toe = 1 ton of oil equivalent = 1 τόνος ισοδύναμου πετρελαίου

Πίνακας 2 : Ζήτηση ενέργειας στις δυτικοευρωπαϊκές χώρες το 1990

| | μονάδα | πετρέλαιο | φυσικό αέριο | στερεά καύσιμα | πυρηνική | υδρο-ηλεκτρική | σύνολο |
|------------------|---------------------|-----------|--------------|----------------|----------|----------------|--------|
| Αυστρία | 10 ⁶ toe | 10,7 | 5,0 | 3,5 | — | 8,1 | 27,3 |
| | % | 39,2 | 18,3 | 12,8 | — | 29,7 | 100 |
| Βέλγιο | 10 ⁶ toe | 24,1 | 8,3 | 9,9 | 9,9 | 0,1 | 52,3 |
| | % | 46,1 | 15,9 | 18,9 | 18,9 | 0,2 | 100 |
| Δανία | 10 ⁶ toe | 8,8 | 1,9 | 5,3 | — | — | 16,0 |
| | % | 55,0 | 11,9 | 33,1 | — | — | 100 |
| Γαλλία | 10 ⁶ toe | 88,7 | 25,2 | 18,8 | 61,1 | 11,2 | 204,9 |
| | % | 43,4 | 12,5 | 9,2 | 30,0 | 5,5 | 100 |
| Γερμανία | 10 ⁶ toe | 126,2 | 53,2 | 126,5 | 33,0 | 3,7 | 342,6 |
| | % | 36,8 | 15,5 | 36,9 | 9,7 | 1,1 | 100 |
| Ελλάδα | 10 ⁶ toe | 14,5 | 0,1 | 8,4 | — | 0,6 | 23,6 |
| | % | 61,4 | 0,4 | 35,6 | — | 2,5 | 100 |
| Ιρλανδία | 10 ⁶ toe | 4,4 | 1,4 | 2,1 | — | 0,2 | 8,1 |
| | % | 54,3 | 17,3 | 25,9 | — | 2,5 | 100 |
| Ιταλία | 10 ⁶ toe | 92,3 | 39,3 | 15,7 | — | 7,7 | 155,0 |
| | % | 59,5 | 25,4 | 10,1 | — | 5,0 | 100 |
| Ολλανδία | 10 ⁶ toe | 34,2 | 30,4 | 8,9 | 0,8 | — | 74,3 |
| | % | 46,0 | 40,9 | 12,0 | 1,1 | — | 100 |
| Νορβηγία | 10 ⁶ toe | 9,2 | — | 0,6 | — | 23,8 | 33,6 |
| | % | 27,4 | — | 1,8 | — | 70,8 | 100 |
| Πορτογαλία | 10 ⁶ toe | 11,0 | — | 0,8 | — | 0,8 | 12,6 |
| | % | 87,4 | — | 6,3 | — | 6,3 | 100 |
| Ισπανία | 10 ⁶ toe | 48,1 | 5,0 | 19,9 | 11,5 | 5,7 | 90,2 |
| | % | 53,4 | 5,5 | 22,1 | 12,7 | 6,3 | 100 |
| Σουηδία | 10 ⁶ toe | 15,0 | 6,0 | 1,6 | 15,8 | 17,7 | 50,7 |
| | % | 29,6 | 11,8 | 3,2 | 31,7 | 34,9 | 100 |
| Ελβετία | 10 ⁶ toe | 12,8 | 1,3 | 0,4 | 5,8 | 7,0 | 28,2 |
| | % | 45,4 | 4,6 | 1,4 | 20,6 | 24,8 | 100 |
| Ηνωμένο Βασίλειο | 10 ⁶ toe | 82,4 | 48,8 | 64,1 | 14,2 | 1,5 | 214,0 |
| | % | 39,1 | 23,1 | 30,4 | 6,7 | 0,7 | 100 |
| σύνολο | 10 ⁶ toe | 593,3 | 222,7 | 289,8 | 156,6 | 91,7 | 1354,1 |
| | % | 43,8 | 16,4 | 21,4 | 11,6 | 6,8 | 100 |

Εκτός από τους ανωτέρω οικονομικούς και πολιτικούς λόγους, η αύξηση της κατανάλωσης του φυσικού αερίου ευνοείται και από το ότι η κοινή γνώμη έχει πλέον συνειδητοποιήσει, ότι το φυσικό αέριο είναι το φιλικότερο για το περιβάλλον καύσιμο.

Στη χώρα μας το ποσοστό της πρωτογενούς ενέργειας, το οποίο καλύπτεται (1996) από αέρια καύσιμα είναι πολύ μικρό, κάτω του 1%. Φυσικό αέριο (ΦΑ) λαμβάνεται μετά το 1982 από τις πετρελαιοπηγές του Πρίνου και χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία λιπασμάτων, ενώ στην Αττική υπάρχει μικρό δίκτυο διανομής αερίου εναλλακτικού του φυσικού αερίου. Κατανάλωση αερίου κωκερίας (ΑΚ) υπήρξε από το 1972 έως το 1981, ενώ κατανάλωση αερίου υφικαμίνου (ΑΥ) από το 1967 έως το 1981. Η κατανάλωση υγρών υδρογονανθράκων του φυσικού αερίου (ΥΦΑ) άρχισε το 1985. Επίσης τα διυλιστήρια παράγουν και

ιδιοκαταναλώνουν ορισμένες ποσότητες αερίων. Στον πίνακα 3 δίνεται η εξέλιξη της κατανάλωσης αερίων καυσίμων στη χώρα μας.

Πίνακας 3 : Κατανάλωση αερίων καυσίμων στη χώρα μας

| έτος | ΦΑ | ΦΤΑ | ΑΚ | ΑΥ | ΥΦΑ | υγραέρια | σύνολο |
|------|--------------------|-----|------|------|--------------------|----------|---------------------|
| | 10 ¹² J | | | | 10 ³ tn | | 10 ³ toe |
| 1960 | | 197 | | | | 12 | 56 |
| 1965 | | 151 | | | | 45 | 83 |
| 1970 | | 126 | | 1964 | | 121 | 586 |
| 1975 | | 105 | 1654 | 2093 | | 146 | 993 |
| 1980 | | 105 | 1164 | 1290 | | 189 | 763 |
| 1985 | 2458 | 365 | | | 23 | 182 | 837 |
| 1990 | 4289 | 690 | | | 28 | 243 | 1375 |

1.3 ΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο είναι το ιδανικότερο καύσιμο και η ιδανικότερη μορφή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις υδατοπτώσεις.

Λόγω της αέριας φύσης του δεν απαιτεί καμιά προετοιμασία για την καύση του (π.χ. άλεση για τα στερεά καύσιμα, προθέρμανση και εξαερίωση μέσω σταγονιδιοποίησης για τα υγρά) και καίγεται με τους υψηλότερους βαθμούς απόδοσης, άνω του 90%. Η καύση γίνεται χωρίς τεχνικά προβλήματα και δεν παράγονται αιθάλη ή άλλοι ρύποι. Οι καυστήρες και οι συσκευές αερίου επιτρέπουν την ακριβέστερη ρύθμιση και διεύθυνση. Οι σωστά ρυθμισμένοι καυστήρες και συσκευές αερίου μειώνουν τις δαπάνες για προληπτική συντήρηση και επισκευές. Δεν απαιτείται χώρος και δεξαμενή αποθήκευσης.

Το φυσικό αέριο επί πλέον επιτρέπει τη μέγιστη εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων (επειδή δεν περιέχει θείο), ακόμη και εκμετάλλευση της θερμότητας συμπύκνωσης των υδρατμών σε ειδικά σχεδιασμένες συσκευές, όπου η αύξηση της εκμετάλλευσης της θερμότητας μπορεί να φθάσει τα 15%.

1.4 ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Το φυσικό αέριο είναι το κυριότερο αέριο καύσιμο, επομένως η χρησιμοποίηση του σε διάφορους τομείς, οι ιδιότητες του, καθώς και ό,τι άλλο σχετίζεται με αυτό θα πρέπει να αποτελούν το βασικό θέμα στα αέρια καύσιμα.

Τα αέρια καύσιμα είναι μείγματα καυσίμων και άκαυστων αερίων. Τα καύσιμα συστατικά τους είναι οι αέριοι υδρογονάνθρακες (μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και πεντάνιο), το υδρογόνο και το μονοξείδιο του άνθρακα.

Διακρίνονται σε κατηγορίες σύμφωνα με:

1. Την προέλευση τους σε φυσικά αέρια (natural gas) και συνθετικά αέρια SNG (Synthetic Natural Gas).
2. Τη μέθοδο παραγωγής τους σε α) προϊόντα εξαερίωσης, β) προϊόντα απαερίωσης, γ) αέρια διυλιστηρίων) δ) μείγματα υδρογονανθράκων με τον αέρα.
3. Τα χαρακτηριστικά της καύσης τους σε διαφορετικές οικογένειες αερίων.

Πιο συγκεκριμένα:

Τα προϊόντα εξαερίωσης που έχουν μικρή θερμογόνο δύναμη είναι α. το αέριο των αεριογόνων που παράγεται από τη χημική μετάσταση των γαιανθράκων, του κωκ και των πετρελαίων και β. το αέριο που είναι παραπροϊόν της λειτουργίας των βιομηχανικών υψικαμίνων.

Τα προϊόντα εξαερίωσης είναι:

α. Το Φωταέριο (town gas) που παράγεται από την απόσταξη των γαιανθράκων με την απουσία αέρα ή από την πυρόλυση του πετρελαίου, β. Το Φέρνγκας ή Τηλαέριο παρόμοιας σύνθεσης με το προηγούμενο, μεταφέρεται από τις κωκερίες, όπου παράγεται, μέσω δικτύου σωληνώσεων υπό υψηλή πίεση, γ. Κωκαέριο που δεν είναι τίποτα άλλο παρά το παραπροϊόν της παραγωγής του κωκ. δ. Αέριο ημικώκ παραγόμενο από στερεά καύσιμα σε θερμοκρασίες 500°C έως και 700°C. ε. Υδραέριο ή ανθρακαέριο που παράγεται από τη χημική μετάσταση των γαιανθράκων κάτω από την επίδραση υδρατμών. στ. Υδραέριο κωκ από τη χημική μετάσταση του κωκ με την επίδραση υδρατμών. Τα αέρια διυλιστηρίων (LPG ή GPL) είναι προπανοβουτάνια, που υγροποιούνται (υγραέρια) με υπερπίεση και είναι και αυτά παραπροϊόντα της λειτουργίας των διυλιστηρίων. Τα μείγματα υδρογονανθράκων-αέρα είναι μείγματα του προπανίου ή του φυσικού αερίου με τον αέρα. Τα συνθετικά αέρια προέρχονται από τη διάσπαση των προϊόντων του

πετρελαίου με τη βοήθεια του ατμού. Αυτά σε συνδυασμό με άλλα αέρια δίνουν προϊόντα που έχουν παραπλήσια σύνθεση με το φωταέριο. Τα φυσικά αέρια είναι τα αέρια των ορυχείων, το υγρό και το ξηρό φυσικό αέριο. Όταν τα φυσικά αέρια περιέχουν υδρογονάνθρακες με μεγάλα μόρια που συμπυκνώνονται εύκολα, ονομάζονται υγρά. Πριν από τη χρήση του φυσικού αερίου, απομακρύνονται το υδρόθειο και το νερό.

Οικογένειες αερίων κατά WOBBE

Τα αέρια κατατάσσονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες σύμφωνα με τον Γερμανικό σύνδεσμο για τα αέρια και το νερό - DVGW.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό κριτήριο για την κατάταξη ενός αερίου σε μια οικογένεια, αλλά και για τον χαρακτηρισμό του αερίου, είναι ο συντελεστής ή δείκτης Wobbe.

Ο δείκτης Wobbe είναι η θερμογόνος δύναμη του αερίου (ξηρού) διαιρεμένη με την τετραγωνική ρίζα της πυκνότητας του αερίου σε σχέση με τον αέρα.

1η οικογένεια: Περιλαμβάνει τα αέρια πόλεων ή φωταέρια που είναι πλούσια σε μονοξειδίο του άνθρακα και υδρογόνο αλλά δε χρησιμοποιούνται στη χώρα μας. Είναι βιομηχανοποιημένα αέρια που παράγονται ή από τον άνθρακα ή από την καταλυτική σχάση της νάφθας.

2η οικογένεια: Περιλαμβάνει τα φυσικά αέρια (φ.α.) και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες L και H. Το L σημαίνει φτωχό και H πλούσιο φυσικό αέριο.

3η οικογένεια: Συμπεριλαμβάνει τα υγραέρια.

4η οικογένεια: Συμπεριλαμβάνει τα τεχνητά αέρια που με τις κατάλληλες προσμείξεις συμπεριφέρονται όπως τα αέρια της 2ης οικογένειας. Τυπικό παράδειγμα είναι το αέριο που παραγόταν από τα Ελληνικά Διυλιστήρια και διανεμόταν από τη ΔΕΦΑ στην Αθήνα. Ανήκει πλέον στην κατηγορία 2H.

Σε σχέση με τα άλλα καύσιμα αέρια το φυσικό αέριο ανήκει στη δεύτερη οικογένεια βάσει του δείκτη WOBBE. Ο δείκτης WOBBE είναι η θερμογόνος δύναμη του αερίου (ξηρού) διηρημένου με την τετραγωνική ρίζα της πυκνότητας του αερίου σε σχέση με τον αέρα. Στις άλλες δύο οικογένειες ανήκουν στην πρώτη τα βιομηχανοποιημένα αέρια που παράγονται ή από άνθρακα ή από την καταλυτική σχάση της νάφθας και στη Τρίτη το LPG.

1.5 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Η εκτεταμένη κατανάλωση αέριων καυσίμων άρχισε με την ανάπτυξη της χαλυβουργίας, η οποία για την αναγωγή του σιδηρομεταλλεύματος χρειαζόταν μεγάλες ποσότητες κωκ. Το κωκ παράγεται με απαερίωση των γαιανθράκων. Όταν οι παραγόμενες ποσότητες δεν μπορούσαν να καταναλώνονται στην ίδια τη χαλυβουργία, άρχισαν να διανέμονται σε κατ' αρχή τοπικά και στη συνέχεια ευρύτερα δίκτυα. Η αυξημένη ζήτηση οδήγησε στην παραγωγή αερίου καυσίμου μέσω εξαερίωσης του άνθρακα. Στα τέλη της δεκαετίας του 50 αρχίζει η διανομή αερίων παραγομένων από κλάσματα του πετρελαίου, ενώ μετά το 1960 άρχισε στην Ευρώπη (όπως ήδη στις ΗΠΑ) η διανομή φυσικού αερίου.

Τα αέρια που παράγονταν με απαερίωση και εξαερίωση και μεταφέρονταν σε μεγάλες αποστάσεις για να καταναλωθούν ονομάζονταν συλλογικά Ferngas (γερμανικά) ή Grid Gas (αγγλικά), όρο που θα μπορούσαμε να μεταφράσουμε Τηλεαέριο. Τα αέρια που παράγονταν κοντά στις πόλεις σε εργοστάσια κυρίως από υδρογονάνθρακες αλλά και από άνθρακα ονομάζονταν συλλογικά Stadtgas (γερμανικά) ή Town Gas (αγγλικά) και τα ονομάζουμε αέριο πόλης ή φωταέριο. Σήμερα η διανομή του φυσικού αερίου μέσω δικτύων διεθνώς συνδεδεμένων τείνει να επικρατήσει πλήρως.

Τα πρώτα στοιχεία που έχουμε για την ύπαρξη φυσικού αερίου έχουν καταγραφεί πολύ παλαιότερα από ότι μπορεί να φανταστεί κανείς, το 6000 και το 2000 π.Χ. στην περιοχή που σήμερα βρίσκεται το Ιράν.

Ο Αμερικανός συγγραφέας E.N.Tiratsoo στο βιβλίο του "NATURAL GAS" αναφέρει ότι η ύπαρξη του φυσικού αερίου ήταν ήδη γνωστή στην Κίνα από τον 3ο αιώνα, ενώ στη βόρειο Ιταλία τον 17^ο αιώνα χρησιμοποιούταν τόσο για θέρμανση όσο και φωτισμό.

Υπάρχουν και άλλοι μελετητές που αναφέρουν πως οι πρώτοι που έκαναν χρήση φυσικού αερίου οι Κινέζοι το 900 π.Χ. περίπου και το μετέφεραν με αγωγούς από μπαμπού. Στην Ευρώπη αυτές οι επιτεύξεις ήταν άγνωστες και το φυσικό αέριο δεν ανακαλύφθηκε παρά το 1659 στην Αγγλία.

Τον 18^ο αιώνα έγινε στη Νέα Υόρκη η πρώτη διανομή φυσικού αερίου μέσω δικτύου, ενώ στο δεύτερο μισό του 19^ο αιώνα ήταν ήδη πολύ διαδεδομένη η διανομή φυσικού αερίου μέσω αγωγών, στις Ανατολικές πολιτείες της Αμερικής.

Εντυπωσιακό είναι το γεγονός πως το 1821 η πόλη 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.

Η μέθοδος μεταφοράς φυσικού αερίου με αγωγούς αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε ένα σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου. Ο πρώτος διεθνής αγωγός μεταφοράς φυσικού αερίου έγινε το 1891 μεταξύ Καναδά και Αμερικής, όταν φυσικό αέριο μεταφέρθηκε από το Οντάριο στο Μπούφαλο της Νέας Υόρκης.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας κατασκευής αγωγών για την μεταφορά φυσικού αερίου σε μεγάλες αποστάσεις καθώς και με την παράλληλη ανάπτυξη της τεχνολογίας των εξορύξεων καθιερώθηκε πλέον η χρήση του φυσικού αερίου σαν πηγή ενέργειας για πολλαπλές χρήσεις.

Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και το 1979 ήταν 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα.

Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) η κατανάλωση φυσικού αερίου θα υπερβεί την κατανάλωση άνθρακα μετά το 2010 και περί το 2030 θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών.

1.6 ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα αερίων, κυρίως ελαφρών υδρογονανθράκων αλλά και διαφόρων άλλων σε ελάχιστα όμως ποσοστά. Βρίσκεται σε κοιλότητες του υπεδάφους τόσο μόνο του όσο και με την παρουσία αργού πετρελαίου. Το κυριότερο συστατικό των ελαφρών υδρογονανθράκων είναι το μεθάνιο ενώ υπάρχουν και οι ολίγον βαρύτεροι υδρογονάνθρακες όπως π.χ. αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο κλπ. ενώ από τα υπόλοιπα αέρια το κυριότερο είναι το N₂, CO₂, He, H₂S, O₂, και Ar αλλά σε ελάχιστα ποσοστά όπως προαναφέραμε. Επίσης μερικά φυσικά αέρια περιέχουν

σε μεγαλύτερο ποσοστό κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες παρά μεθάνιο. Συνήθως το φυσικό αέριο που διανέμεται στις πόλεις περιέχει 80-90 % μεθάνιο και το υπόλοιπο αποτελείται κυρίως από αιθάνιο και προπάνιο.

Τα αέρια αυτά θα μπορούσε κανείς να τα κατατάξει σε τρεις ομάδες όπως φαίνεται στο πίνακα 4.

Στο πίνακα 5 μπορείτε να παρατηρήσετε την σύσταση του φυσικού αερίου από διάφορα κοιτάσματα σε διάφορες χώρες της γης και στο πίνακα 6 τη χημική σύσταση του φυσικού αερίου.

Πίνακας 4 : Κατάταξη αερίων ανά ομάδα

| ΟΜΑΔΑ | ΑΖΩΤΟ | ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ | ΜΕΘΑΝΙΟ | BTU/cu ft |
|-------------------------|------------|--------------|-------------|-------------|
| ΥΨΗΛΟ % N ₂ | 6.3 - 16.2 | 0.66 - 0.708 | 71.9 - 83.2 | 958 - 1051 |
| ΥΨΗΛΟ % CH ₄ | 0.1 - 2.39 | 0.59 - 0.614 | 87.6 - 95.7 | 1008 - 1071 |
| ΥΨΗΛΟ btu | 1.2 - 7.5 | 0.62 - 0.719 | 85 - 90.1 | 1071 - 1124 |

Το ΦΑ που είναι απαλλαγμένο από υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου "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. Το ΦΑ είναι άχρωμο και άοσμο ενώ η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε περίπτωση διαρροής. Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων και είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με ειδικό βάρος 0,59 το οποίο αποτελεί και μεγάλο πλεονέκτημα του έναντι του υγραερίου LPG.

Πίνακας 5 : Σύσταση φυσικού αερίου σε διάφορες χώρες της Γής

| Geological Time Scale | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------|
| Era | Period | Age (million years) |
| Cainozoic | Quaternary | 1.0 |
| | Tertiary | 70 |
| Mesozoic | Cretaceous | 135 |
| | Jurassic | 180 |
| | Triassic | 225 |
| Palaeozoic | Parmian Zechstein/Rotllegende | 270 |
| | Carbonnerou | 350 |
| | Devoniar | 400 |
| | Silurial | 440 |
| | Ordoviciar | 500 |
| | Cambrian | 600 |

Η καύση του σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον παράγοντας μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Αποτελεί την 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 περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Πίνακας 6 : Χημική σύσταση του φυσικού αερίου

| ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ | % ΚΑΤ'Α ΟΓΚΟ ΣΥΣΤΑΣΗ |
|--|----------------------|
| Μεθάνιο (CH ₄) | 70 έως 90 |
| Αιθάνιο (C ₂ H ₆) | 5 έως 15 |
| Προπάνιο (C ₃ H ₈) & Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀) | < 5 |
| CO ₂ , N ₂ , H ₂ S κτλ. | μικρότερες ποσότητες |

Το φ.α. βρίσκεται σε υπόγεια κοιτάσματα ή συνυπάρχει με το αργό πετρέλαιο και δημιουργείται κατά τη μεταμόρφωση υδρόβιων μικροοργανισμών κάτω από την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλων πιέσεων.

Στον πίνακα 7 φαίνονται οι ιδιότητες και η χημική σύσταση του ρωσικής προέλευσης φ.α. και του αλγερινής προέλευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), που μεταφέρεται με ειδικά διαμορφωμένα δεξαμενόπλοια σε ατμοσφαιρική πίεση και κρυογενική θερμοκρασία - 162°C

Πίνακας 7 : Σύσταση και ιδιότητες Ρωσικού και Αλγερινού φυσικού αερίου

| ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΩΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΛΓΕΡΙΝΟΥ ΑΕΡΙΟΥ | | |
|---|----------------------------|--------------------------------|
| ΣΥΣΤΑΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ | ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ | ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (SΚΙΚΔΑ) |
| Περιεκτικότητα (% κ.ο.) σε ² : | | |
| Μεθάνιο (c1) | min 85% | 85,6 - 96,6% |
| Αιθάνιο (c2) | max 7% | 3,2 - 8,5% |
| Προπάνιο (c3) | max 3% | 0 - 3% |
| Βουτάνιο (c<i>i <td>max 2%</td> <td>0 - 1,2%</td> | max 2% | 0 - 1,2% |
| Πετάνιο (Cs) και βαρύτερα | max 1% | 0 - 0,7% |
| Άζωτο (N2) | max 5% | 0,2 - 1,4% |
| Διοξείδιο του άνθρακα (CO2) | max 3% | |
| Θειούχες Ενώσεις : | | |
| Υδρόθειο (H2S) | max 5 mg/m ³ | max 0,5 ppm |
| Θείο από Μαρκαπτάνες | max 15 mg/m ³ | max 2,3 mg/m ³ |
| Σύνολο θείου (S2) | max 60 mg/m ³ | max 30 mg/m ³ |
| Πυκνότητα | 0,685 kg/m ³ | 0,74 - 0,82 kg/m ³ |
| Μέση Ανώτερη θερμογόνος δύναμη | 9,524 kcal/Nm ³ | 9,982 kcal/Nm ³ |
| Μέση Κατώτερη θερμογόνος δύναμη (Κ.Θ.Δ.) | 8,686 kcal/Nm ³ | 9,016 kcal/Nm ³ |
| Οξυγόνο | max 0,2 % | |
| Η Κ.Θ.Δ. ισούται με την ενέργεια που εκλύεται σε θερμίδες κατά την καύση ενός κιλού καυσίμου όταν το νερό στο καυσαέριο βρίσκεται σε αέρια φάση | | |

Για την ανώτερη θερμογόνο δύναμη (HHV) το νερό βρίσκεται σε υγρή φάση. Τα φυσικά αέρια των κοιτασμάτων του Πρίνου έχουν την ακόλουθη κατ' όγκο σύσταση (%).

Πίνακας 8 : Σύσταση φυσικού αερίου Πρίνου

| ΣΥΣΤΑΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΠΡΙΝΟΥ | |
|---|-----------------------|
| | ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ % Κ.Ο. |
| Μεθάνιο | 65 έως 75 |
| Αιθάνιο | 5 έως 15 |
| Προπάνια | 5 έως 15 |
| Βουτάνια | 3 έως 5 |
| Πεντάνια | 0.2 έως 1 |
| Άζωτο | - |
| CO ₂ | - |
| Θείο από υδρόθειο | 2 - 10ppm |
| Θείο από μαρκαπτάνες | 100 - 200 ppm |
| Nm ³ = κανονικό κυβικό μέτρο (μονάδα όγκου) | |

Τα χαρακτηριστικά του το κάνουν συμβατό με τους υφιστάμενους εναλλακτικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης (δείκτης οκτανίου υψηλότερος του 110, θερμιδική δύναμη 10% μεγαλύτερη του πετρελαίου).

Περιληπτικά οι Ιδιότητες του Φυσικού Αερίου

- Είναι φυσικό προϊόν
- Είναι ελαφρύτερο του αέρα και άρα σε περίπτωση διαρροής δε συγκεντρώνεται εκμηδενίζοντας τον κίνδυνο έκρηξης
- Είναι άοσμο, αλλά κατά τη μεταφορά του προστίθεται μια ειδική ουσία με χαρακτηριστική οσμή ώστε να ανιχνεύεται εύκολα σε περίπτωση διαρροής
- Δεν είναι τοξικό
- Λόγω της σύστασης του κατά την καύση του έχει τη μικρότερη εκπομπή ρύπων από όλα τα συμβατικά καύσιμα.

Το φυσικό αέριο, είναι μη τοξικό, καθαρό, άοσμο και άχρωμο, δε διαλύεται στο νερό και σε συγκέντρωση 5% έως 15% κατ' όγκο στον αέρα μπορεί να αναφλέγει. Για τη μείωση των εξ αερίων κινδύνων επιβάλλεται και προσδίδεται οσμή. Το φ.α. είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και σε περίπτωση διαρροής του διαφεύγει εύκολα στην ατμόσφαιρα. Η σχετική πυκνότητα του είναι $\rho = 0.59$ (αέρας =1) έως και 0,605 (ΕΛΔΑ).

Η κινηματική συνεκτικότητα είναι $\nu = 14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$, θερμοκρασία αυτανάφλεξης = 650°C έως 670°C (στον αέρα), μέγιστη ταχύτητα ανάφλεξης 0,30 έως 0,35 m/sec, θερμοκρασία καύσης για $\lambda = 1$ (στοιχειομετρικό) 1950° έως 2000°C, ελάχιστη πίεση φυσικού αερίου >18mbar, $\text{maxCO}_2\% = 11,8\%$ στα καυσαέρια.

Το υγροποιημένο φ.α. (υ.φ.α.) είναι η υγρή μορφή μείγματος κορεσμένων υδρογονανθράκων χαμηλού μοριακού βάρους.

Η σύσταση του είναι κυρίως το μεθάνιο με διαφορετική εκατοστιαία περιεκτικότητα στα υπόλοιπα συστατικά, ανάλογα με το βαθμό κατεργασίας κατά την υγροποίηση του και την προέλευση του. Το υ.φ.α., όταν θερμαίνεται, εξατμίζεται και επιστρέφει στην αέρια φάση του.

1.7 ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ο σχηματισμός του φυσικού αερίου είναι στενά συνδεδεμένος με την γεωλογική ιστορία των πρώτων 10 km του φλοιού της Γής.

Ως παράδειγμα θα αναφέρουμε τις περιοχές της βορείου θαλάσσης στην Αγγλία. Το αέριο το οποίο βρέθηκε στα βόρεια κοιτάσματα της προέρχεται από την Πέρμιον και Τριάσιον περίοδο, ενώ υπάρχουν μεγάλα αποθέματα ανεκμετάλλευτα στους αμμόλιθους αυτών των περιόδων. Τεράστια επίσης κοιτάσματα φυσικού αερίου ανιχνεύονται στους σχιστόλιθους της Δεβονίου περιόδου στην Αμερική. Δυστυχώς όμως η μικρή διαπερατότητα αυτών καθιστά προς το παρόν ανεκμετάλλευτα αυτά τα κοιτάσματα. Ενώ τα κοιτάσματα της Δυτικής Σιβηρίας προέρχονται κυρίως από την Κρητιδική και Ιουράσιο περίοδο.

Η διεργασία για τον σχηματισμό του φυσικού αερίου είναι παρόμοια με αυτή του σχηματισμού του αργού πετρελαίου.

Υπάρχει όμως μια υπόθεση για τον σχηματισμό του φυσικού αερίου την οποία θα πρέπει να αναφέρουμε. Αυτή η υπόθεση είναι ταυτισμένη με το όνομα του αστροφυσικού Thomas Gold.

Είναι γνωστό ότι η ατμόσφαιρα του πλανήτη Κρόνου αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, ενώ υγρό μεθάνιο βρίσκεται στην επιφάνεια του. Από αυτό ο Gold υπέθεσε ότι κατά τη διάρκεια του σχηματισμού των πρώτων πλανητών και φυσικά της Γής η πρωτογενής ατμόσφαιρα περιείχε τεράστιες ποσότητες μεθανίου, Σύμφωνα με την άποψη πολλών γεωλόγων κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης της Γής μεγάλες ποσότητες μεθανίου αποβάλλονταν από το εσωτερικό της πριν ακόμη σχηματισθεί ο φλοιός της. Ο Gold όμως, υποστηρίζει μια εκ διαμέτρου αντίθετη άποψη, ισχυριζόμενος ότι πρώτα σχηματίστηκε ένας μανδύας ο οποίος εγκλώβισε τεράστιες ποσότητες μεθανίου κατά τη διάρκεια αποβολής μεθανίου από το εσωτερικό της Γής. Εν συνεχεία με την πάροδο δισεκατομμυρίων ετών διάφοροι τεκτονικοί μηχανισμοί έφεραν το μεθάνιο στα επάνω στρώματα του φλοιού της Γής.

Αν λοιπόν αυτό είναι ευσταθές θα πρέπει να υπάρχουν κοιτάσματα όπου το μεθάνιο, και κατ' επέκταση το φυσικό αέριο, δεν υπήρξε προϊόν βιογενούς σχηματισμού αλλά αβιογενούς.

Το ερώτημα που τίθεται είναι πως μπορεί κανείς να διαπιστώσει πότε έχουμε βιογενή και πότε αβιογενή σχηματισμό.

Πρέπει λοιπόν να βρεθούν τρόποι οι οποίοι να ανιχνεύουν τις τυχόν διαφορές μεταξύ αυτών των δύο σχηματισμών του μεθανίου και των άλλων αερίων που συνυπάρχουν με το μεθάνιο στο φυσικό αέριο.

Ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος είναι τα ισότοπα του Ηλίου (He) το οποίο ως γνωστό υπάρχει στο φυσικό αέριο.

Το Ήλιον που ανιχνεύεται στον φλοιό της Γής είναι γνωστό ότι σχηματίσθηκε από την ραδιενεργό μετάπτωση του ουρανίου και του θορίου, διεργασία κατά την οποία παράγονται σωματίδια μαζικού αριθμού 4, τα οποία σταθεροποιούνται σαν Ήλιον (4He). Άρα τα πρωτογενή αέρια, αυτά τα οποία προήλθαν από αβιογενή σχηματισμό θα περιέχουν εκτός από 4He και το ελαφρότερο ισότοπο του το 3He . Αν και ο σχηματισμός του 3He δεν είναι τόσο κρυστάλλινος, η αρχέγονη αντίδραση σχηματισμού του θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι $6\text{Li} \xrightarrow{(n,\alpha)} 3\text{H} \xrightarrow{\text{----}} 3\text{He}$

Εξετάζοντας λοιπόν το λόγο $3\text{He} : 4\text{He}$ θα μπορούσαμε να βγάλουμε το συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση του 3He είναι σχετικά μεγάλη έχουμε αβιογενή σχηματισμό και φυσικά ισχύει και το αντίθετο.

1.8 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παρατηρώντας τον πίνακα 9 βλέπουμε την τρομερή ανάπτυξη του φυσικού αερίου τα τελευταία 40 χρόνια.

Πίνακας 9 : Ανάπτυξη φυσικού αερίου τα τελευταία 40 χρόνια

| CONSUMPTION OF NATURAL GAS THE LAST 40 YEARS | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|-----------|
| YEAR | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1988 | 1990/2000 |
| % GN | 6 | 10 | 13 | 17 | 20 | 20 |

| COMPARISON WITH VARIOUS SOURCES OF ENERGY IN 1988 | | | |
|---|-------------|---------|------------|
| COAL 30% | PETROIL 38% | G.N 22% | OTHERS 10% |

Από 6% το 1940 ανήλθε περίπου στο 20% την δεκαετία του 80-90, ενώ πιστεύεται ότι αυτή τη στιγμή θα παραμείνει σταθερή την τελευταία δεκαετία. Βέβαια μετά τα γεγονότα του Περσικού κόλπου, τα οποία επηρέασαν θετικά στην ανάπτυξη του φυσικού αερίου σαν πηγή ενέργειας.

Το επί της % των άλλων πηγών ενέργειας είναι

Πετρέλαιο $\approx 38\%$

Άνθρακας $\approx 30\%$

Άλλες πηγές ενέργειας $\approx 10\%$ (περιλαμβάνεται και η πυρηνική ενέργεια)

Μιλώντας σε επίπεδο κοιτασμάτων παρατηρούμε στο πίνακα 10 ότι τα τελευταίως ανακαλυφθέντα κοιτάσματα είναι στο ίδιο επίπεδο με αυτά του πετρελαίου. Ενώ τα αποθέματα του άνθρακα είναι 8 φορές μεγαλύτερα.

Πίνακας 10 : Επίπεδο κοιτασμάτων σε φυσικό αέριο, πετρέλαιο και άνθρακα

| GAS - OIL - COAL WORLD WIDE RESERVES UNTIL 01.01.1989 IN 10 ⁹ TOE (tonnes of oil equivalent) (1000 M ³ OF NATURAL GAS=0.9 TOE) | | | |
|---|---------|---------|------|
| | GAS | OIL | COAL |
| PROVED RESERVES | 104 | 133 | 900 |
| ULTIMATE RESERVES | 240/325 | 260/330 | 7500 |

Προϊόντα που αντικαθιστά το Φυσικό Αέριο, ανταγωνιστικά προϊόντα.

- Το πετρέλαιο θέρμανσης
- Το πετρέλαιο κίνησης
- Το ηλεκτρικό ρεύμα
- Το υγραέριο
- Το μαζούτ

Μορφές ενέργειας που αντικαθιστά το Φυσικό Αέριο ανάλογα με τη χρήση του :

Πίνακας 11 : Μορφές ενέργειας που αντικαθιστά το φυσικό αέριο

| <u>ΧΡΗΣΗ</u> | <u>ΥΠΟΚΑΘΙΣΤΟΥΜΕΝΟ</u> <u>ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟ ΚΑΥΣΙΜΟ</u> |
|--------------------------------------|--|
| Θέρμανση χώρων (κεντρική ή αυτόνομη) | Πετρέλαιο Θέρμανσης ή Ηλεκτρισμός |
| Παραγωγή ζεστού νερού | Ηλεκτρισμός ή Πετρέλαιο Κίνησης |
| Παραγωγή ατμού | Πετρέλαιο κίνησης ή Μαζούτ |
| Μαγείρεμα - Ψήσιμο | Ηλεκτρισμός, Υγραέριο ή Πετρέλαιο Κίνησης |
| Κλιματισμός (ψύξη - θέρμανση) | Ηλεκτρισμός |
| Συμπαγωγή θερμότητας - ηλεκτρισμού | Ηλεκτρισμός ή Πετρέλαιο |
| Βιομηχανικές χρήσεις | Μαζούτ, πετρέλαιο Κίνησης ή Υγραέριο |

1.8.1 Διαφορές με το υγραέριο

Πίνακας 12 : Εκπομπές αερίων ρύπων

| ΚΑΥΣΙΜΟ | ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ (g/kwh) | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| | Διοξείδιο του άνθρακα | Διοξείδιο του θείου | Μονοξείδιο του άνθρακα | Μονοξείδιο του αζώτου | Υδρογονάνθρακες | Σωματίδια |
| Μαζούτ χαμηλού θείου | 260 | 1.147 | 0.046 | 0.439 | 0.015 | 0.150 |
| Πετρέλαιο θέρμανσης | 249 | 0.056 | 0.045 | 0.189 | 0.015 | 0.023 |
| Πετρέλαιο κίνησης | 244 | 0.054 | 0.044 | 0.185 | 0.015 | 0.022 |
| Υγραέριο | 227 | 0 | 0.025 | 0.157 | 0.006 | 0.007 |
| Ηλεκτρικό ρεύμα | 850 | 15.500 | 0.180 | 1.200 | 0.050 | 0.800 |
| Φυσικό Αέριο | 177 | 0 | 0.022 | 0.137 | 0.005 | 0.007 |

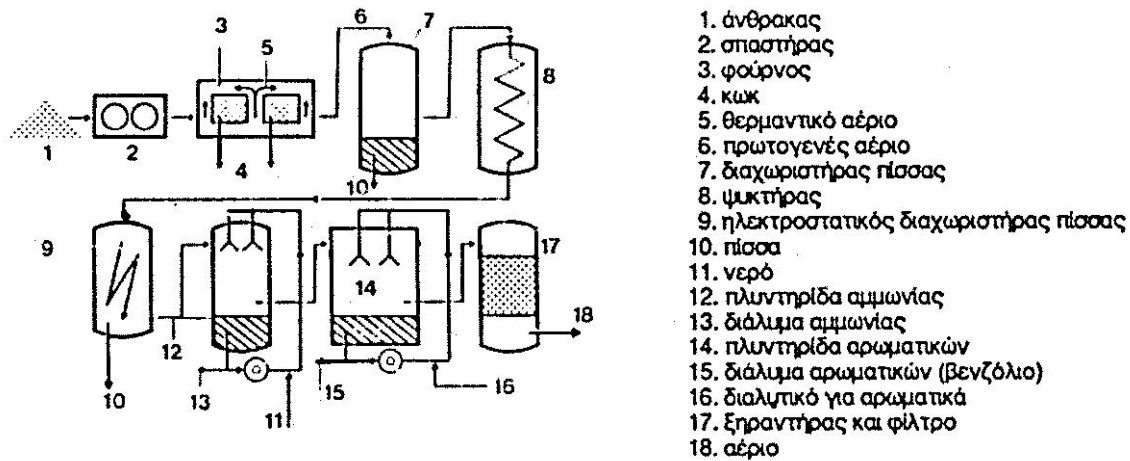
Το Φυσικό Αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο ενώ το υγραέριο από βαρύτερους υδρογονάνθρακες. Αυτή η διαφορά κάνει το ΦΑ ελαφρύτερο του αέρα και σε περίπτωση διαρροής διαχέεται και διαφεύγει προς την ατμόσφαιρα ενώ το υγραέριο είναι βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα και σε τυχόν διαφυγή του συγκεντρώνεται χαμηλά με κίνδυνο έκρηξης. Το ΦΑ φτάνει στα νοικοκυριά και στα σημεία ακριβώς που το χρειαζόμαστε (κουζίνα, μπάνιο, κλπ.) μέσω του εγκαταστημένου δικτύου.

1.9 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

1.9.1 Απαερίωση του άνθρακα

Η απαερίωση του άνθρακα γίνεται με θέρμανση γαιανθράκων σε συνθήκες έλλειψης αέρα. Σε κωκερίες σε θερμοκρασίες περί τους 900°C η μάζα του άνθρακα διασπάται σχηματίζοντας κωκ και πτητικές ουσίες σε κατάσταση αέρια ή ατμού,

όπως πίσσες, βενζολικοί και λοιποί υδρογονάνθρακες καθώς και το πρωτογενές αέριο κωκερίας. Αφού αφαιρεθούν από το αέριο η σκόνη, οι πίσσες, οι ενώσεις του θείου, η αμμωνία, οι υδρατμοί και ορισμένοι υδρογονάνθρακες, το



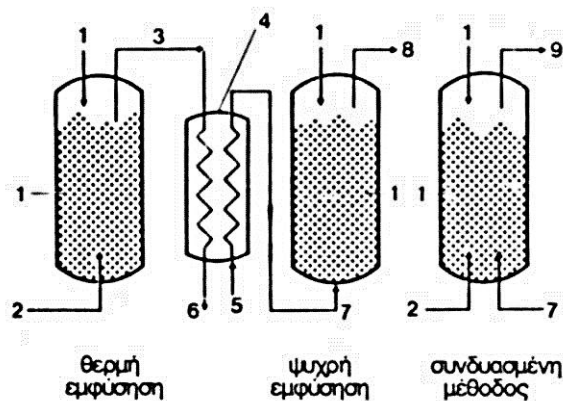
Εικόνα 1 : Σχήμα της απαερίωσης του άνθρακα

αέριο συμπιέζεται σε μια πίεση περίπου 8 bar και δίνεται στη δημόσια διανομή. Το αέριο κωκερίας περιέχει κυρίως υδρογόνο (55+60 % κατ' όγκο) και μεθάνιο (20+25 % κ.ο.). Παλαιότερα χρησιμοποιείτο λιγνίτης για εξαερίωση σε θερμοκρασίες 600+700°C με σκοπό την παραγωγή αερίου για διανομή σε πόλεις (φωταέριο). Μετά το 1945 η απαερίωση χαμηλής θερμοκρασίας σταδιακά εγκαταλείφθηκε.

1.9.2 Εξαερίωση του άνθρακα

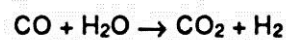
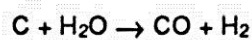
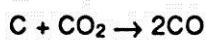
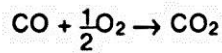
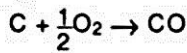
Ως εξαερίωση του άνθρακα εννοείται η μετατροπή λιθανθράκων και λιγνιτών σε μίγματα, τα οποία περιέχουν υδρογόνο, μονοξείδιο του άνθρακα και σε ορισμένες διεργασίες μεθάνιο. Αν η εξαερίωση γίνεται με αέρα, παράγεται ένα αέριο πλούσιο σε μονοξείδιο του άνθρακα, γνωστό ως αέριο αεριογόνου. Αν στην αντίδραση προστεθεί υδρατμός, τότε παράγεται επί πλέον υδρογόνο, και το προϊόν μίγμα αερίων είναι γνωστό ως υδραέριο. Αν αντί για αέρα χρησιμοποιηθούν καθαρό οξυγόνο και υδρατμός, τότε παράγεται ένα μίγμα αερίων χωρίς άζωτο, αποτελούμενο σχεδόν αποκλειστικά από υδρογόνο, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, γνωστό ως αέριο σύνθεσης, το οποίο είναι πρώτη ύλη σε χημικές διεργασίες.

Οι κύριες χημικές αντιδράσεις, οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά την εξαερίωση του άνθρακα, είναι:



1. άνθρακας
2. αέρας
3. αέριο αεριογόνου
4. εναλλάκτης θερμότητας
5. νερό
6. λήψη
7. υδρατμός
8. υδραέριο
9. μίκτο αέριο
(υδραέριο + αέριο αεριογόνου)

Εικόνα 2 : Σχήμα της εξαερίωσης του άνθρακα



Το παραγόμενο με εξαερίωση του άνθρακα μίγμα αερίων, ιδίως το αέριο σύνθεσης, μπορεί περαιτέρω να μετατραπεί σε αέριο εναλλακτικό του φυσικού αερίου. Ήδη υπάρχει μεγάλη εμπειρία σ' αυτήν την τεχνολογία και έτσι είναι δυνατόν να αντικαταστήσει μέρος της κατανάλωσης φυσικού αερίου, όταν οι οικονομικές συνθήκες θα συνηγορούν.

1.9.3 Αέριο διάσπασης

Με τη διάσπαση υγρών υδρογονανθράκων μέσω υδρατμού παράγεται αέριο διανομής πλούσιο σε υδρογόνο (55+60 % κ.ο.) και μεθάνιο (20+25 % κ.ο.). Η μέθοδος σχεδόν εγκαταλείφθηκε σήμερα λόγω της υψηλής τιμής των πρώτων υλών.

1.9.4 Υγραέρια

Τα υγραέρια, γνωστά διεθνώς ως LPG = Liquefied Petroleum Gas, είναι το προπάνιο, το βουτάνιο και τα μίγματα τους. Λαμβάνονται από τις γεωτρήσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου καθώς και από τα διυλιστήρια ως παραπροϊόντα.

Αποθηκεύονται και μεταφέρονται σε υγρή κατάσταση, ενώ εξαεριώνονται πριν τη χρήση. Αποθηκεύονται σε μεγάλα δοχεία χωρίς πίεση υπό χαμηλές θερμοκρασίες (το προπάνιο στους -42°C και το βουτάνιο στους -10°C), ενώ σε μικρότερες ποσότητες σε δοχεία πίεσης στη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

1.9.5 Η προέλευση του φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο μέχρι τελευταία εθεωρείτο ότι είναι οργανικής προέλευσης. Σήμερα υποστηρίζεται ότι μέρος των αποθεμάτων φυσικού αερίου, και μάλιστα το μεγαλύτερο, δεν έχει προκύψει από βιολογικές διεργασίες. Για την οργανική προέλευση του φυσικού αερίου υπάρχει συμφωνία για την ύπαρξη δύο διαδικασιών δημιουργίας του.

Ένα μέρος των αποθεμάτων φυσικού αερίου δημιουργήθηκε μαζί με το πετρέλαιο. Η πρώτη ύλη ήταν τα νεκρά υπολείμματα πλαγκτού και αλγών σε αβαθείς αρχέγονες θάλασσες, τα οποία υπέστησαν ζύμωση στους πυθμένες των θαλασσών. Στη συνέχεια καλύφθηκαν από ανόργανα ιζήματα (άμμος, άσβεστος, πηλός) και μετατράπηκαν μέσω καταλυτικών διεργασιών σε άσφαλο. Με την αυξανόμενη βύθιση του πυθμένα της θάλασσας, η οποία συνοδεύεται από αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας, σχηματίστηκαν από την άσφαλο υγροί και αέριοι υδρογονάνθρακες. Το φυσικό αέριο αυτής της προέλευσης εμφανίζεται στις πλούσιες σε υδρογονάνθρακες λεκάνες της Γης, δηλαδή κάτω από τη Βόρεια Θάλασσα και τον Περσικό Κόλπο.

Ένα άλλο μέρος των αποθεμάτων φυσικού αερίου δημιουργήθηκε μαζί με τους άνθρακες. Ανώτεροι φυτικοί οργανισμοί, από παλαιότερες γεωλογικές περιόδους, κυρίως την Εποχή του Άνθρακα, μετά από απότομη βύθιση του εδάφους βρέθηκαν σε βαθύτερα στρώματα της Γης. Αυτή η φυτική ύλη μέσω της διεργασίας ενανθράκωσης μετατράπηκε κατά σειρά σε τύρφη, λιγνίτη, λιθάνθρακα και ανθρακίτη. Κατά τη διάρκεια της ενανθράκωσης σχηματίστηκαν σε μεγάλες ποσότητες αέρια προϊόντα διάσπασης, κυρίως μεθάνιο. Το φυσικό αέριο αυτής της προέλευσης εμφανίζεται στην Ολλανδία και στο νότιο τμήμα της Βόρειας Θάλασσας.

Μια νεώτερη θεωρία (Th. Gold, Cornell) υποστηρίζει ότι το μεγαλύτερο των αποθεμάτων φυσικού αερίου προέρχεται από την πρωταρχική ύλη του ηλιακού συστήματος. Έτσι μέσα στο εσωτερικό της Γης είναι αποθηκευμένες τεράστιες

ποσότητες φυσικού αερίου, και μια απόδειξη τούτου είναι ότι κατά τις εκρήξεις Ηφαιστίων και τους σεισμούς παρατηρούνται επί το πλείστον έντονες εκλύσεις αερίων. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία θα πρέπει σε μεγάλα βάθη να υπάρχουν πρακτικώς παντού τεράστια αποθέματα φυσικού αερίου. Ενδείξεις για την ορθότητα της θεωρίας έδωσαν γεωτρήσεις στις ΗΠΑ σε βάθη 4,5 έως 9 km και στη χερσόνησο Κόλα κοντά στο Μούρμανσκ της Ρωσίας σε βάθη 12 km.

1.9.6 Βιοαέρια

Τα βιοαέρια παράγονται από φυσικές ουσίες και ζωικά απόβλητα. Από τις οργανικές ουσίες σε ειδικές εγκαταστάσεις παράγεται μέσω της δράσης αναερόβιων οργανισμών ένα αέριο, το οποίο αποτελείται κατά 50 έως 60% από μεθάνιο. Βιοαέρια λαμβάνονται επίσης από τους χώρους ταφής απορριμμάτων και από την επεξεργασία της ιλύος στις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων.

1.9.7 Υδρογόνο

Το υδρογόνο παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον ως καύσιμο του μέλλοντος, επειδή είναι το φιλικότερο για το περιβάλλον καύσιμο (καίγεται προς υδρατμό). Σήμερα φυσικά η παραγωγή του είναι πολύ ακριβή, ενώ αυξημένες είναι και οι δαπάνες για τη μεταφορά και την αποθήκευση του σε σύγκριση με το φυσικό αέριο. Μελλοντικά σενάρια προβλέπουν παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά ή θερμικές μετατροπές της ηλιακής ενέργειας. Στη συνέχεια θα παράγεται υδρογόνο με ηλεκτρόλυση του νερού. Όλα τα βήματα της διεργασίας υπόκεινται σε συνεχή εξέλιξη.

1.10 Τα αποθέματα και το παγκόσμιο εμπόριο φυσικού αερίου

Η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου το 1993 ανήλθε σε 2,2· 10¹² m³. Τα ασφαλή (δηλ. αποδεδειγμένα μέσω γεωτρήσεων) παγκόσμια αποθέματα ανέρχονταν το 1993 περίπου σε 1.421.012 m³. Επίσης έχουν διαπιστωθεί μέσω γεωλογικών

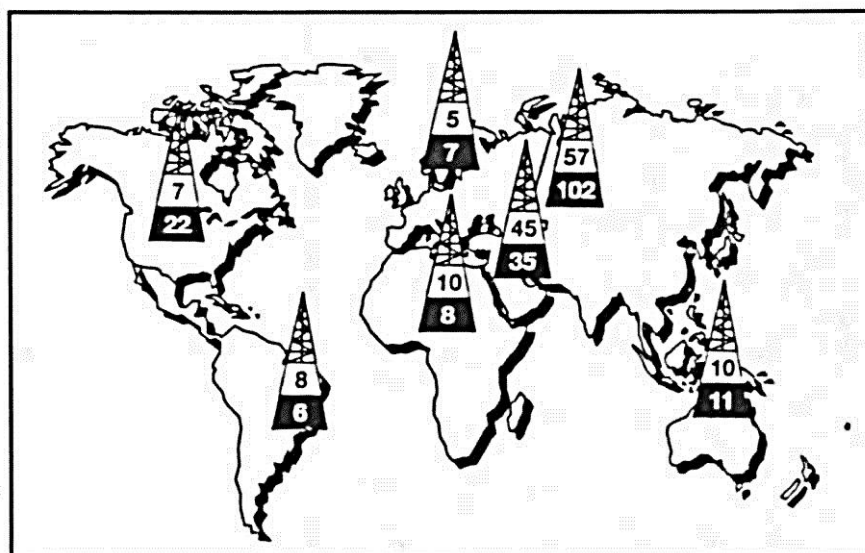
ερευνών αποθέματα περίπου 1.911.012 m³, τα οποία εκτιμάται ότι μπορούμε να εκμεταλλευθούμε επί πλέον, εικόνα 1.3.

Τα μεγαλύτερα αποθέματα, περίπου 40 % του συνόλου, βρίσκονται στην πρώην ΕΣΣΔ, σήμερα Κοινοπολιτεία Ανεξαρτήτων Κρατών (ΚΑΚ), και κυρίως στη Σιβηρία. Ακολουθεί η Μέση Ανατολή με περίπου 32 %, κυρίως το Ιράν, ενώ στη Δ. Ευρώπη τα αποθέματα αντιστοιχούν στο 4 % περίπου.

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί φυσικού αερίου (1993) είναι οι χώρες της ΚΑΚ με 762.109 m³ ή 35 % του συνόλου, οι ΗΠΑ με 545.109 m³ και 25 %, ο Καναδάς με 157.109 m³ και 7 %, ενώ στην Ευρώπη η Ολλανδία είχε παραγωγή 86-109 m³ και 4 %.

Η παγκόσμια κατανάλωση φυσικού αερίου (1993) ανήλθε στο 23 % περίπου της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Οι μεγαλύτεροι καταναλωτές είναι οι χώρες της ΚΑΚ με 31 % του συνόλου και οι ΗΠΑ με 28 %, η Δ. Ευρώπη κατανάλωσε το 15 % και η Ιαπωνία το 3 %.

Το παγκόσμιο εμπόριο (1993) ανήλθε σε 318109 m³. Οι μεγαλύτεροι εξαγωγείς είναι η Ρωσία με 38 % του συνόλου, ο Καναδάς με 14 % το Τουρκμενιστάν με 9 %, η Ολλανδία και η Αλγερία με 8 %. Οι μεγαλύτεροι εισαγωγείς είναι η Ουκρανία με 17%, οι ΗΠΑ με 14%, η Γερμανία με 13 % και η Ιαπωνία με 12 %.



8 ασφαλή αποθέματα
6 πρόσθετα αποθέματα

Εικόνα 3 : Παγκόσμια αποθέματα φυσικού αερίου

Στα επόμενα χρόνια αναμένεται ισχυρή αύξηση της παγκόσμιας κατανάλωσης φυσικού αερίου. Τούτο οφείλεται αφ' ενός στην αύξηση των ενεργειακών αναγκών των χωρών του Τρίτου Κόσμου. Αφ' ετέρου στις βιομηχανικές χώρες υπάρχει η τάση αντικατάστασης του πετρελαίου και των γαιανθράκων με φυσικό αέριο για οικολογικούς λόγους και για μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο.

Το παγκόσμιο εμπόριο φυσικού αερίου βασίζεται σε μακρόχρονα συμβόλαια 20-25 ετών. Αυτά είναι αναγκαία λόγω των υψηλών επενδύσεων για τη μεταφορά και τη διανομή.

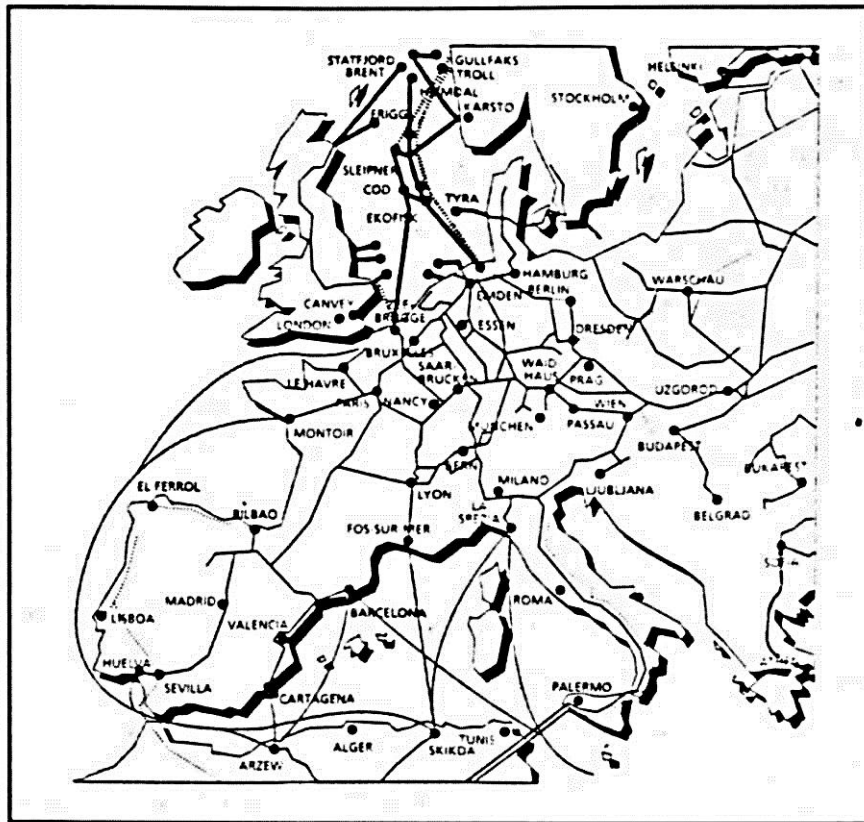
1.11 Η ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Οι εξελιγμένες τεχνολογίες επιτρέπουν σήμερα όχι μόνο διεθνή αλλά και διηπειρωτική μεταφορά φυσικού αερίου. Η μεταφορά μπορεί να σε αποστάσεις χιλιάδων km είτε με δίκτυα αγωγών θαμμένων ή και υποθαλάσσιων, είτε με τάνκερ σε υγροποιημένη μορφή (LNG= Liquefied Natural Gas). Το 1993 το 24 % του φυσικού αερίου μεταφέρθηκε σε υγροποιημένη μορφή. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο βρίσκεται υπό ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία - 162°C.

1.11.1 Το ευρωπαϊκό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου

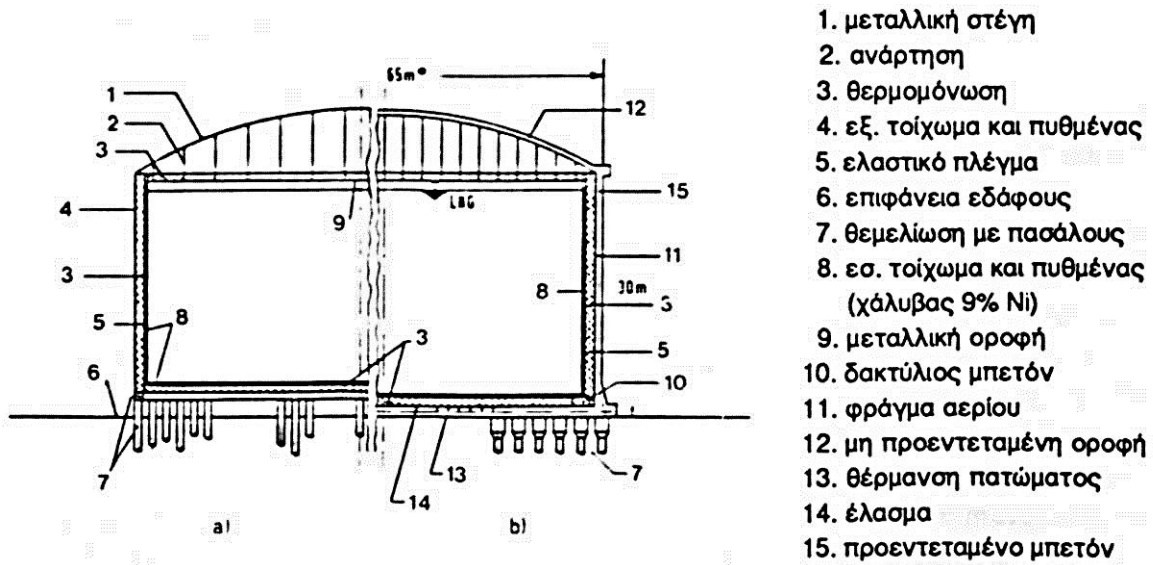
Η Δ. Ευρώπη καλύπτει τις ανάγκες της (1993) κατά 70 % από δυτικοευρωπαϊκές πηγές, όπου το 24 % των εισαγωγών προέρχεται από την Ολλανδία (ίδια κατανάλωση κατά 50%) και το 18 % από τη Νορβηγία. Το υπόλοιπο 31 % καλύπτεται από την ΚΑΚ μέσω δικτύου, από την Αλγερία με τάνκερ και τη Λιβύη μέσω υποθαλάσσιου δικτύου.

Από τη δεκαετία του 60 άρχισε να αναπτύσσεται ένα πυκνό διευρωπαϊκό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου, το οποίο έχει πλέον ξεπεράσει τις 700.000 km. Το συνδεδεμένο αυτό δίκτυο καθιστά δυνατή την εκμετάλλευση των πλέον διαφορετικών πηγών παραγωγής, τη διαφοροποίηση των οδών προμήθειας και τις διεθνείς ανταλλαγές σε περιόδους στενότητας διάθεσης. Συνδέει



Εικόνα 4 : Το διευρωπαϊκό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου

ακόμη και πηγές εκτός της ευρωπαϊκής ενδοχώρας, όπως π.χ. πηγές στη Β. Θάλασσα, στη Β. Αφρική και στη Σιβηρία, εικόνα 4, επεκτείνεται συνεχώς. Εκτός της μεταφοράς μέσω αγωγών, φυσικό αέριο μεταφέρεται υγροποιημένο με τάνκερ σε ειδικούς τερματικούς σταθμούς, όπου βρίσκονται εγκαταστάσεις αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου, το οποίο στη συνέχεια εξαεριώνεται και προσάγεται στο δίκτυο. Στην εικόνα 5 δίνεται η τομή δύο δεξαμενών αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου.



Εικόνα 5 : Τομές δεξαμενών αποθήκευσης LNG



Εικόνα 6 : Το ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου. Γεωγραφική απεικόνιση

1.11.2 Το ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου

Το ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου, το οποίο κατασκευάζεται από τη Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ), προβλέπεται να διαμορφωθεί όπως δείχνεται στις εικόνες 6 και 7.

Φυσικό αέριο θα εισάγεται από τη Ρωσία και την Αλγερία. Το αέριο από τη Ρωσία θα μεταφέρεται μέσω του δικτύου μεταφοράς με σύνδεση στον Προμαχώνα στα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Το αέριο από την Αλγερία θα μεταφέρεται υγροποιημένο με τάνκερ. Προβλέπεται, ότι, μετά την πλήρη ανάπτυξη της υποδομής, θα καταναλίσκονται 3'109 m³ ανά έτος, από τα οποία το 80 % θα προέρχεται από τη Ρωσία.

Η αναγκαία υποδομή περιλαμβάνει:

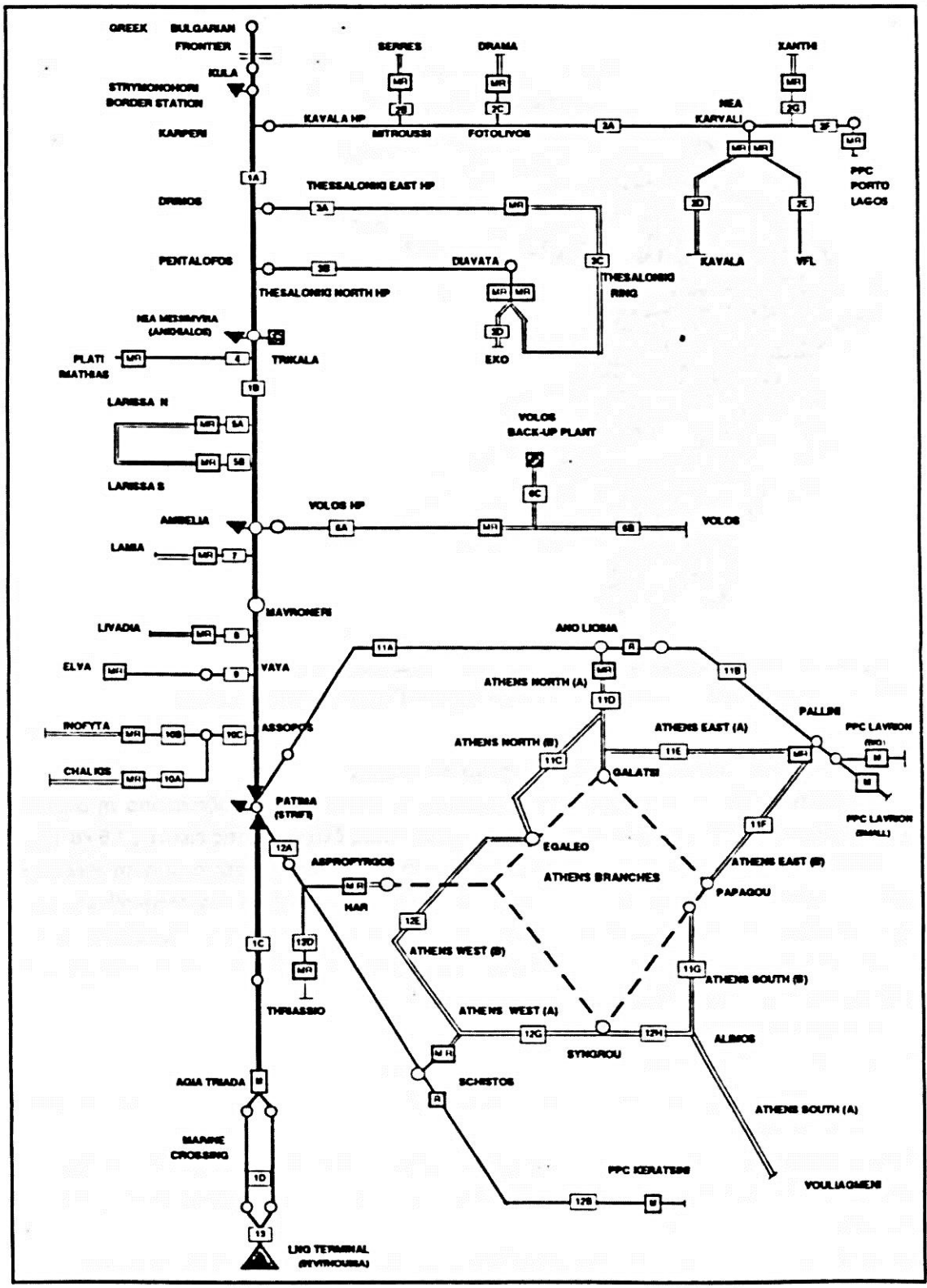
— Έναν κύριο χαλύβδινο αγωγό μεταφοράς 520 km από τη Βουλγαρία μέχρι την Αττική με διαμέτρους 30+36 inch. Παράπλευροι αγωγοί συνολικού μήκους 400 km θα μεταφέρουν το αέριο στα κέντρα κατανάλωσης.

— Έναν τερματικό σταθμό υγροποιημένου φυσικού αερίου, αποτελούμενο από δύο δεξαμενές αποθήκευσης 65.000 m³ έκαστη, εγκαταστάσεις εκφόρτωσης, κρυογενικές εγκαταστάσεις, εγκαταστάσεις εξαερίωσης κλπ.

— Δίκτυα μεταφοράς και διανομής από χαλύβδινους και πλαστικούς σωλήνες στους καταναλωτές σε πρώτη φάση 4.000 km.

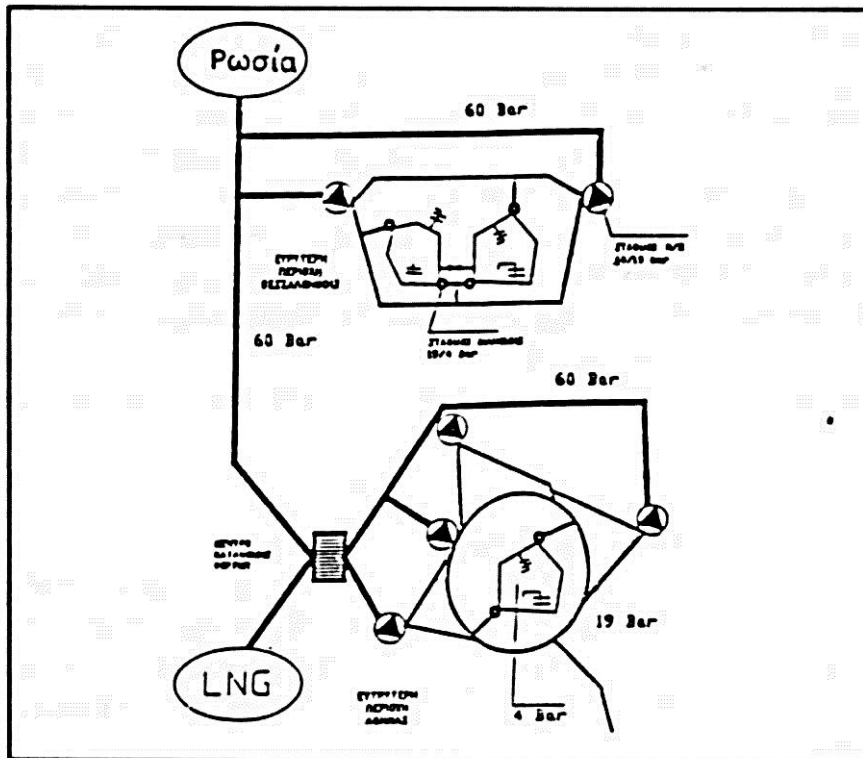
Ο κύριος αγωγός μεταφοράς είναι χαλύβδινος και θα μεταφέρει το αέριο υπό (υπέρ)πίεση 60+70 bar.

Το όλο έργο εκτιμήθηκε ότι θα κοστίσει 1,5 δισεκατομμύρια USD σε τιμές 1990.



- Legend**
- MAIN HP PIPELINE
 - SCRAPER STATION
 - M METERING STATION
 - C COMPRESSOR STATION
 - MP BRANCHES
 - R REGULATING STATION
 - M/R METERING / REGULATING STATION
 - B GAS BACK-UP
 - S SYSTEM IDENTIFICATION NUMBER
 - ▾ O & M BUILDING
 - SYSTEM BATTERY LIMITS
 - EXISTING RING MAIN

Εικόνα 7 : Το ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου. Διαγραμματική απεικόνιση

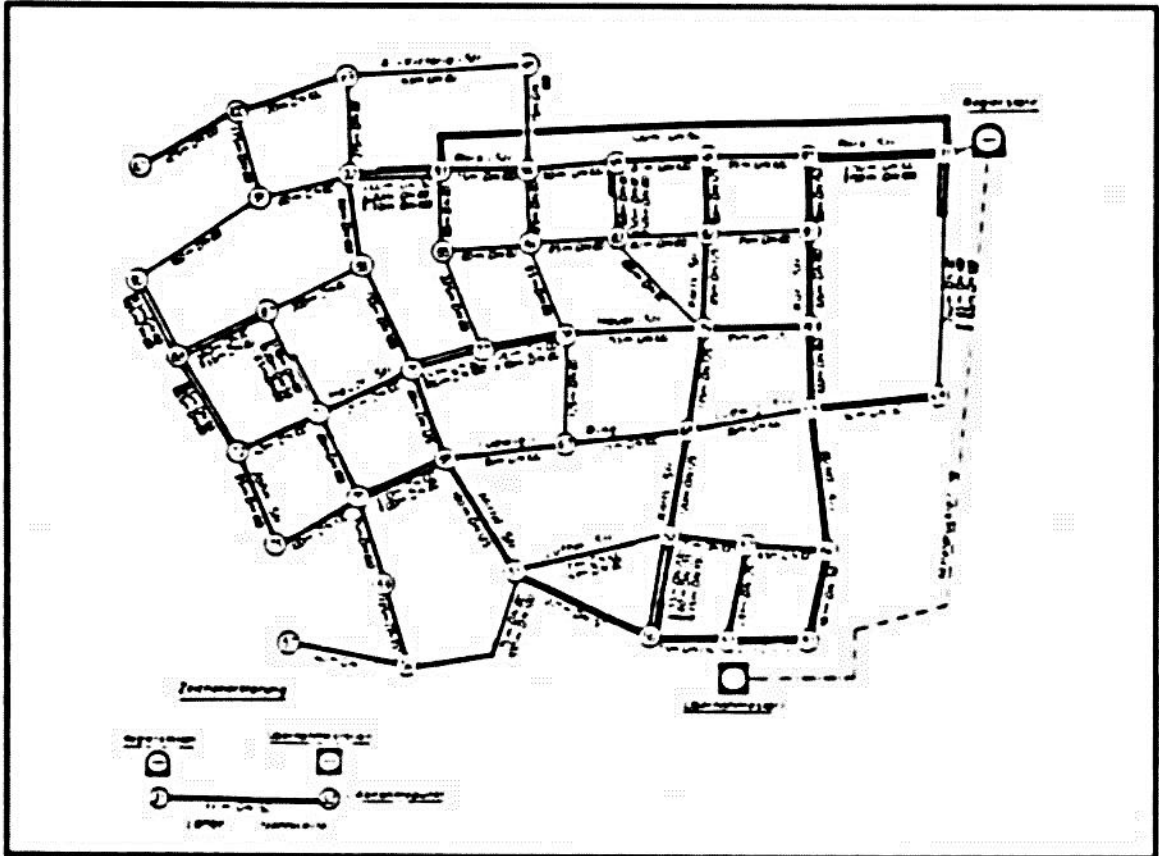


Εικόνα 8 : Σχηματική παράσταση των δικτύων διανομής Αθήνας και Θεσσαλονίκης

1.12 Η ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο για να διανεμηθεί πρέπει κατ' αρχή να μειωθεί η πίεση του. Η μείωση της πίεσης γίνεται σε ειδικούς σταθμούς από την υψηλή πίεση των 60 bar του αγωγού μεταφοράς σε μέση πίεση 19 bar και το αέριο παρέχεται στους δακτυλίου κατανομής, εικόνα 8 , οι οποίοι είναι επίσης χαλύβδινοι. Η μορφή του δικτύου διανομής εξαρτάται από την περιοχή τροφοδοσίας (αστική ή βιομηχανική), από τις πιέσεις λειτουργίας και από τη μορφή των δακτυλίων κατανομής. Οι δακτύλιοι κατανομής καταλήγουν σε τομείς διανομής, όπου το αέριο παρέχεται μετά από μείωση της πίεσης από τα 19 bar σε 4 bar σε σταθμούς διανομής. Οι τομείς οριοθετούνται για παροχή αιχμής 10.000 m³/h, είναι απομονώσιμοι και ανεξάρτητοι μεταξύ τους, τροφοδοτούνται συνήθως από δύο σταθμούς και οι αγωγοί τους είναι πλαστικοί (πολυαιθυλένιο). Η διανομή στους τομείς γίνεται σε δίκτυα δενδριτικής μορφής. Ο καταναλωτής θα παραλαμβάνει το αέριο στην επιθυμητή πίεση μετά από μείωση της πίεσης μέσω καταλλήλων συσκευών ρύθμισης της πίεσης. Για την οικιακή κατανάλωση προβλέπεται (υπερ)πίεση τροφοδοσίας 23 mbar. Τα εσωτερικά δίκτυα θα είναι μεταλλικά.

Σε άλλες χώρες υπάρχουν κατασκευασμένα και κατασκευάζονται και σήμερα δίκτυα με μορφή πλέγματος, εικόνα 9.



Εικόνα 9 : Αστικό δίκτυο διανομής

1.13 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Σήμερα είναι κοινή συνείδηση η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος. Αυτή είναι ένα εκτενές ζήτημα, το οποίο περιλαμβάνει όχι μόνον την πρόληψη μόλυνσης του αέρα, των υδάτων και του εδάφους, αλλά και τη διατήρηση του τοπίου, την επίλυση των προβλημάτων των σχετιζομένων με τα στερεά απόβλητα και τα λύματα και τη μείωση των ενεργοβόρων μεταφορών με τις έντονες εκπομπές ρύπων.

Το φυσικό αέριο, άχρωμο και άοσμο μίγμα αερίων, αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (άνω του 90%), από μικρότερες ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου καθώς και από άζωτο και διοξείδιο του άνθρακα. Δεν περιέχει ουσιαστικά

ενώσεις του θείου (ή εν ανάγκη αποθειώνεται), οργανικά συνδεδεμένο άζωτο ή βαρέα μέταλλα. Λόγω της σύστασης του είναι το **φιλικότερο για το περιβάλλον** ορυκτό καύσιμο. Τα οικολογικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου είναι:

- καμιά διεργασία μετατροπής
- μεταφορά στην ξηρά μέσα στο έδαφος
- μη δηλητηριώδες για το έδαφος και τα ύδατα
- σχεδόν καθαρό από θείο
- καθαρό από οργανικά συνδεδεμένο άζωτο
- καθαρό από σκόνη
- καθαρό από βαρέα μέταλλα
- καύση χωρίς παραγωγή βλαβερών ουσιών
- καύση με σχετικά χαμηλή παραγωγή CO₂
- καύση χωρίς παραγωγή αιθάλης
- κανένα πρόβλημα επεξεργασίας καυσαερίων.

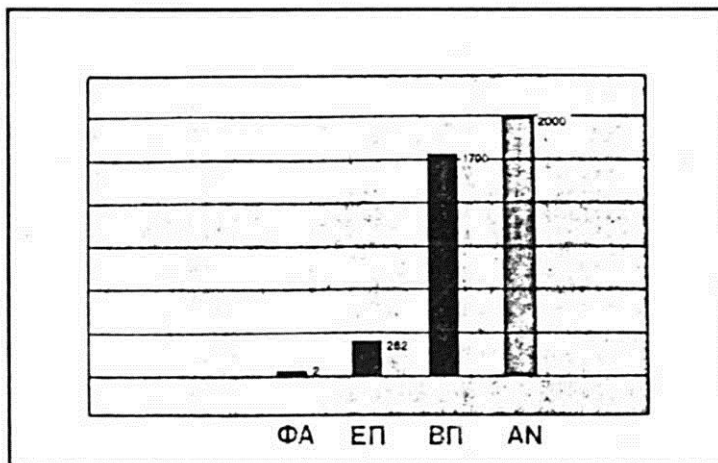
Το φυσικό αέριο εκτός από ξήρανση, καθαρισμό και σε σπάνιες περιπτώσεις αποθείωση δεν απαιτεί ραφινάρισμα, οπότε αποφεύγονται οι συναφείς επιβαρύνσεις του περιβάλλοντος και καταναλώσεις ενέργειας.

Το φυσικό αέριο μεταφέρεται σε αγωγούς θαμμένους μέσα στη γη, οπότε αφ' ενός δεν απαιτούνται βαρέα οχήματα μεταφοράς ή τραίνα και αφ' ετέρου δεν επηρεάζεται το τοπίο. Η μεταφορά γίνεται σε στεγανούς προστατευμένους έναντι διάβρωσης χαλύβδινους αγωγούς υπό υψηλή πίεση. Οι συνολικές απώλειες αερίου σε όλη την αλυσίδα μεταφοράς, συμπεριλαμβανομένου και του δικτύου διανομής μέχρι τον καταναλωτή, έχει περιορισμένες απώλειες, περίπου 0,7% στα υφιστάμενα δίκτυα, ενώ οι καινούργιοι αγωγοί ουσιαστικά δεν παρουσιάζουν απώλειες.

Το φυσικό αέριο λόγω της σύστασης του δεν είναι δηλητηριώδες για τους ανθρώπους, τα φυτά και τα ζώα. Δεν μπορεί να μολύνει το έδαφος ή τα ύδατα.

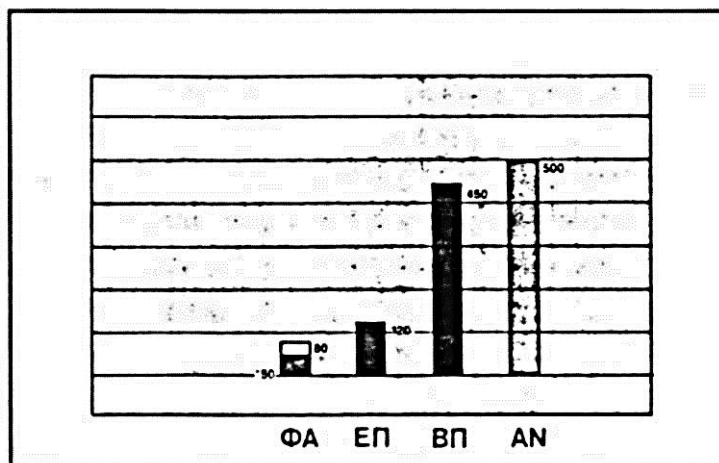
Το διοξείδιο του θείου SO₂ παράγεται κατά την καύση καυσίμων που περιέχουν θείο. Το SO₂ σε μεγάλες συγκεντρώσεις προκαλεί ερεθισμούς και βλάβες της αναπνευστικής οδού, ενώ μαζί με τα οξείδια του αζώτου συμβάλλει στο σχηματισμό της όξινης βροχής. Επίσης το SO₂ μαζί με το τριοξείδιο του θείου SO₃ (το οποίο εν μέρει σχηματίζεται κατά την καύση καυσίμων που περιέχουν θείο) ανυψώνουν το σημείο δρόσου των καυσαερίων σε θερμοκρασίες άνω των 120°C και είναι ανυδρίτες του θειώδους και του θειικού οξέος, τα οποία διαβρώνουν έντονα τους κοινούς χάλυβες. Το φυσικό αέριο - με λίγες εξαιρέσεις - περιέχει εκ φύσεως ελάχιστο

θείο. Το ενδεχομένως υφιστάμενο κλάσμα θείου αφαιρείται πριν τη διανομή. Στο διανεμόμενο αέριο περιέχονται ίχνη θείου ($5+10 \text{ mg/m}^3$), οφειλόμενα στην πρόσμιξη ουσιών με προειδοποιητική οσμή (μερκαπτάνες) για λόγους ασφαλείας. Το προκύπτον κατά την καύση SO_2 είναι περίπου 2 mg/m^3 καυσαερίου, δηλ. 130 φορές λιγότερο από το SO_2 το προκύπτον κατά την καύση ελαφρού πετρελαίου θέρμανσης EL (στη χώρα μας συνεχίζει δυστυχώς να ονομάζεται Diesel θέρμανσης), εικόνα 10. Κατά την καύση με υψηλές θερμοκρασίες από το άζωτο της ατμόσφαιρας και το οργανικά συνδεδεμένο άζωτο του καυσίμου παράγονται οξειδία του αζώτου NO_x . Αυτά συμβάλλουν στον



ΑΝ. ανθρακίτης
 ΒΠ. βαρύ πετρέλαιο
 ΕΠ. ελαφρό πετρέλαιο
 ΦΑ. φυσικό αέριο

Εικόνα 10 : Εκπομπές SO_2 σε mg/m^3 καυσαερίου



*) μέση αναμενόμενη τιμή των κατασκευαστών συσκευών αερίου

ΑΝ. άνθρακας
 ΒΠ. βαρύ πετρέλαιο
 ΕΠ. ελαφρό πετρέλαιο
 ΦΑ. φυσικό αέριο

Εικόνα 11 : Όρια εκπομπής NO_x σε mg/m^3 καυσαερίου

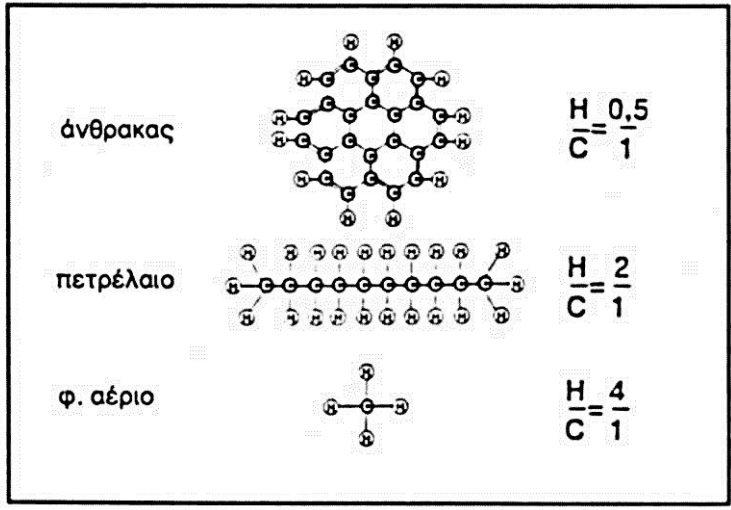
σχηματισμό της όξινης βροχής, η οποία διαβρώνει τις προσόψεις κτιρίων, καταστρέφει τα δάση και καθιστά όξινα τα εδάφη και τα ύδατα. Επίσης συμμετέχουν στο σχηματισμό όζοντος O_3 κοντά στο έδαφος. Τα NO_x σε μεγάλης διάρκειας

υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί νόσους της αναπνευστικής οδού. Το φυσικό αέριο δεν περιέχει οργανικά συνδεδεμένο άζωτο. Κυρίως όμως λόγω της αέριας φύσης του έχει βέλτιστη καύση, οπότε τα όρια για την παραγωγή NO_x για καυστήρες φυσικού αερίου με ανεμιστήρα είναι 33% χαμηλότερα από ότι για την καύση πετρελαίου θέρμανσης EL, εικόνα 11.

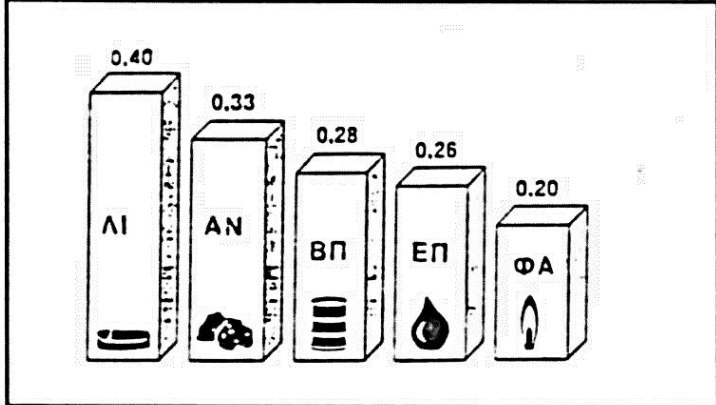
Κατά την καύση του φυσικού αερίου σε καλώς ρυθμισμένους καυστήρες δεν παράγεται σκόνη ούτε αιθάλη. Δεν παράγονται οξειδία βαρέων μετάλλων, οι συγκεντρώσεις των υδρογονανθράκων στα καυσαέρια είναι αμελητέες, ενώ εκείνη του μονοξειδίου του άνθρακα περιορισμένη. Επίσης δεν προκύπτουν βλαβερές ενώσεις φθορίου και χλωρίου, επειδή δεν περιέχει αντίστοιχα συστατικά. Έτσι δεν υφίσταται κανένα πρόβλημα επεξεργασίας καυσαερίων.

Το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ είναι φυσικό συστατικό της ατμόσφαιρας. Το CO₂ και οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας απορροφούν την εκπεμπόμενη από την επιφάνεια της Γης μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία και συμβάλλουν (κατά 80% περίπου) στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα την άνοδο της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας. Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης στα μέσα του προηγούμενου αιώνα η περιεκτικότητα του CO₂ στην ατμόσφαιρα αυξήθηκε από 0,028 σε 0,035 % κατ' όγκο. Από όλα τα ορυκτά καύσιμα το φυσικό αέριο έχει τη μεγαλύτερη αναλογία H/C, εικόνα 12, άρα τη μικρότερη περιεκτικότητα σε άνθρακα, και την υψηλότερη θερμογόνο δύναμη. Έτσι κατά την καύση του φυσικού αερίου έχουμε τη χαμηλότερη παραγωγή CO₂ ανά μονάδα ενέργειας, εικόνα 13.

Στο φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλλει και το ίδιο το μεθάνιο, κύριο συστατικό του φυσικού αερίου. Μεθάνιο, όμως, περιέχουν και ελευθερώνουν κατά την εξόρυξη τους και τα άλλα καύσιμα, στερεά και υγρά. Αν αυτή τη συμμετοχή του μεθανίου των ορυκτών καυσίμων αναχθεί σε αντίστοιχη ισοδύναμη ποσότητα CO₂, εικόνα 14, διαπιστώνουμε ότι και τότε η συμβολή του φυσικού αερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η χαμηλότερη.

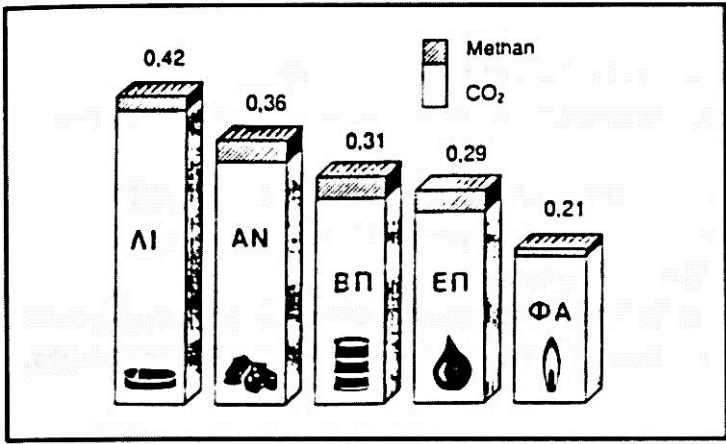


Εικόνα 12 : Αναλογία H/C ορυκτών καυσίμων



ΛΙ. λιγνίτης
 ΑΝ. ανθρακίτης
 ΒΠ. βαρύ πετρέλαιο
 ΕΠ. ελαφρό πετρέλαιο
 ΦΑ. φυσικό αέριο

Εικόνα 13 : Παραγωγή CO₂ κατά την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων σε kg/kwh παραγόμενης ενέργειας



ΛΙ. λιγνίτης
 ΑΝ. ανθρακίτης
 ΒΠ. βαρύ πετρέλαιο
 ΕΠ. ελαφρό πετρέλαιο
 ΦΑ. φυσικό αέριο

Εικόνα 14 : Παραγωγή CO₂ κατά την καύση και ανοιγμένη συμμετοχή του CH₄ ορυκτών καυσίμων σε kg/kwh παραγόμενης ενέργειας

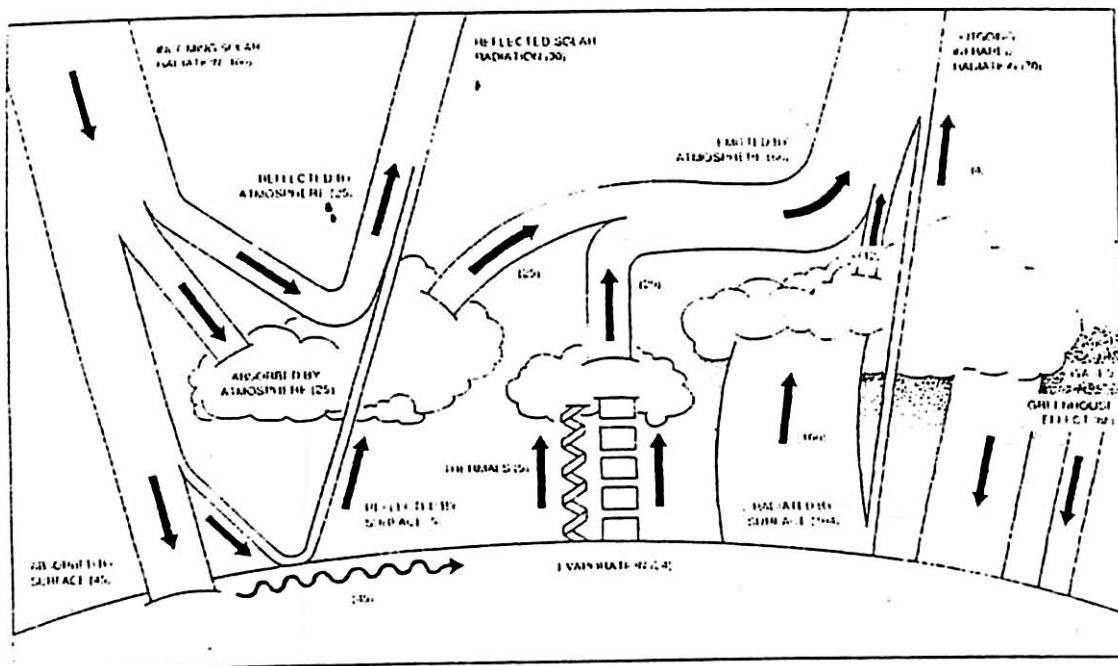
Κεφάλαιο 2

2 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Ο ήλιος είναι ο κύριος ρυθμιστής του γήινου κλίματος και αποτελεί πηγή ζωής για τη Γη. Οι θερμές ηλιακές επιφάνειες ($6000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ή $10800\text{ }^{\circ}\text{F}$) εκπέμπουν μεγάλα ποσά ενέργειας. Το 25% της εκπεμπόμενης ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από την ατμόσφαιρα, ενώ ένα άλλο 25% ανακλάται στο διάστημα από την ατμόσφαιρα και κυρίως από τα σύννεφα. Επίσης ένα 5% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται πίσω στο διάστημα από τη γήινη επιφάνεια και κυρίως από τις πιο *λαμπερές* επιφάνειες, όπως τα παγοπέδια και τις ερήμους, ενώ το υπόλοιπο 45% απορροφάται από τη γήινη επιφάνεια.

Αν στην απόσταση μεταξύ ηλίου και γήινης τροχιάς παρεμβάλλουμε ένα τετραγωνισμένο κομμάτι κόντρα πλακέ μαύρου χρώματος και επιφάνειας 1m^2 , και το τοποθετήσουμε πάνω από την ατμόσφαιρα στραμμένο κατά την επιφάνειά του προς τον ήλιο τότε αυτό θα συγκεντρώσει περίπου 1370 Watts ισχύος. Αυτή είναι η λεγόμενη ηλιακή σταθερά, ίση με 1370 Watts/m^2 . Όμως ο ήλιος δεν εκπέμπει ακτινοβολία συνέχεια σε κάθε τετραγωνικό μέτρο της Γήινης επιφάνειας αφού η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της. Η γήινη επιφάνεια είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την επιφάνεια δίσκου με ακτίνα ίση με την ακτίνα της Γης, η οποία παριστάνει την επιφάνεια στο χώρο που εμποδίζει το φως του ήλιου να φθάσει στη Γη. Επομένως, αν διαιρέσουμε την ηλιακή σταθερά (1370 Watts/m^2) με το 4 προκύπτει ότι στη διάρκεια μιας ημέρας, ανά τετραγωνικό μέτρο της γήινης ατμόσφαιρας, συγκεντρώνεται ηλιακή ισχύς ίση περίπου με 342 Watts . Στην εικόνα 2.1 η συνολική ένταση της εισερχόμενης ηλιακής ισχύος -περίπου 342 Watts/m^2 - θεωρείται ότι είναι 100% και οι αριθμοί στις παρενθέσεις παριστάνουν τα ποσοστά επί τοις εκατό αυτής της ισχύος.



Εικόνα 2.1 : Ισοζύγιο ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας

Ο ήλιος δεν είναι το μόνο σώμα που εκπέμπει ενέργεια. Στην πραγματικότητα όλα τα σώματα με θερμοκρασίες μεγαλύτερες του απόλυτου μηδενός (θερμοκρασία στην οποία σταματά η μοριακή κίνηση) εκπέμπουν ενέργεια. Όσο πιο ψυχρό είναι ένα σώμα, τόσο λιγότερη ενέργεια εκπέμπει ανά μονάδα επιφάνειας και τόσο μεγαλύτερο είναι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Το μέγιστο ποσό ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα σε μια δοσμένη θερμοκρασία καλείται ακτινοβολία μελανού σώματος. Η Γη εκπέμπει ενέργεια γνωστή σαν θερμική ακτινοβολία ή γήινη υπέρυθη ακτινοβολία. Οι δορυφόροι ικανοί να δουν σε υπέρυθρα μήκη κύματος μετρούν ένα μέσο όρο εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από τη Γη γύρω στα 240 Watts/m². Όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1, από την ακτινοβολία της γήινης επιφάνειας εκπέμπονται προς τα πάνω 104 μονάδες ενέργειας.

Η σύνθεση της ατμόσφαιρας παραμένει σταθερή μέχρι το ύψος των 80-100 km. Τα κύρια στοιχεία της ατμόσφαιρας είναι το N₂ (με περιεκτικότητα 75.51%), το οξυγόνο O₂ (23.14%), το αργό Αr, οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ (0.05%), καθώς και τα στοιχεία ήλιο, κρυπτό, ξένο κ.ά. Τα N₂, O₂ και Ar, τα οποία αποτελούν το 99.95% της ατμόσφαιρας, είναι διαφανή τόσο στο ορατό όσο και στο υπέρυθρο μήκος του φάσματος. Αντιθέτως τα τριατομικά και άνω μόρια (υδρατμοί, CO₂, CKU, O₃, CFCs κ.ά.), τα οποία ονομάζονται θερμοκηπιακά μόρια, απορροφούν τη μεγάλο

μήκους κύματος υπέρυθρη γήινη ακτινοβολία και την εγκλωβίζουν στο σύστημα Γη-ατμόσφαιρα, μη αφήνοντας το μεγαλύτερο μέρος της να επιστρέψει στο διάστημα.

Το φαινόμενο αυτό, λοιπόν, το οποίο καλείται φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι αυτό που συμβάλλει στη διατήρηση σχετικά υψηλών και φυσιολογικών θερμοκρασιών στον πλανήτη μας.

2.2 ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί (H₂O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) και οι χλωριοφθοράνθρακες (CFC-11 και CFC-12). Οι υδρατμοί αποτελούν ένα αέριο του θερμοκηπίου, ο ρόλος του οποίου είναι σταθερός, δηλαδή αυξημένη παρουσία υδρατμών δεν εντείνει το φαινόμενο. Η συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα είναι περίπου 10.000 ppm (1%). Εκτός από τα παραπάνω, ως αέριο του θερμοκηπίου θεωρείται και το όζον (O₃) της τροπόσφαιρας

Πίνακας 2. 1 : Συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου και μέσος χρόνος παραμονής τους στην ατμόσφαιρα

| | CO ₂ (ppm) | CH ₄ (ppb) | N ₂ O (ppt) | CFC-11 (ppt) | CFC-12 (ppt) |
|---|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| Συγκέντρωση στην προβιομηχανική εποχή | 280 | 0.7 | 275 | 0 | 0 |
| Συγκέντρωση (2004) | 358 | 1.7 | 311 | 280 | 503 |
| Πρόσφατος ετήσιος ρυθμός αύξησης της συγκέντρωσης | 1.5 ppm/yr | 0.013 ppm/yr | 0.75 ppb/yr | 10 ppt/yr | 18 ppt/yr |
| Μέσος χρόνος παραμονής στην ατμόσφαιρα (χρόνια) | 50-200 | 12 | 120 | 65 | 102 |

Το **διοξείδιο του άνθρακα** (CO₂) κατέχει την πρώτη θέση ανάμεσα στα αέρια που δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Παράγεται από την τέλεια καύση του άνθρακα, η οποία πραγματοποιείται από τη φύση και από τον άνθρωπο. Οι φυσικές εκπομπές οφείλονται στην αναπνοή των ζώων, την καύση των ξύλων και την αποσύνθεση της βιομάζας. Κάθε χρόνο μια περιοχή επιφάνειας ίσης με αυτή του Βελγίου αποδασώνεται με αποτέλεσμα να μεταφέρονται από τα δάση στην ατμόσφαιρα περίπου 1-3 Gt άνθρακα ανά έτος. Οι ανθρωπογενείς εκπομπές CO₂

οφείλονται στην καύση ορυκτών καυσίμων και υπολογίζονται σε 6 Gt άνθρακα το χρόνο.

Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 2.1 ο συνδυασμός των δύο αυτών φαινομένων, δηλαδή της καύσης των ορυκτών καυσίμων και της αποδάσωσης, έχει οδηγήσει σε μια αύξηση κατά 28% των επιπέδων του CO₂ στην ατμόσφαιρα από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης. Αυξήσεις στις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου οδηγούν σε μια θετική ένταση ακτινοβολίας του κλίματος (radiative forcing). Η αύξηση των εκπομπών του CO₂ έχει οδηγήσει σε μια ένταση ακτινοβολίας 1.6 Watts/m².

Η ευθύνη για τη χρήση ορυκτών καυσίμων ανήκει κατά 45% στις βιομηχανικές χώρες της Δύσης, κατά 27% στις ανατολικές χώρες και κατά 28% στις αναπτυσσόμενες χώρες. Πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι, εάν ληφθεί υπ' όψιν ο πληθυσμός των χωρών αυτών, τότε για τις δυτικές χώρες έχουμε 2-5 τόνους καυσίμων κατά κεφαλήν ετησίως, στην Ανατολική Ευρώπη η κατανάλωση "πέφτει" στο μισό, και στον Τρίτο Κόσμο η ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση καυσίμων κυμαίνεται από 0.1 τόνους για την Αφρική και την Ινδία μέχρι 0.4-0.5 τόνους για τη Βραζιλία και την Κίνα, Οι χρήσεις για τις οποίες προορίζονται προς το παρόν οι παραπάνω καύσεις είναι οι ακόλουθες :

Παραγωγή ηλεκτρισμού: απορροφά το 54% περίπου της συνολικής ποσότητας καυσίμων και το σύνολο σχεδόν του ορυκτού άνθρακα.

Κίνηση- Οχήματα: τα 400 εκατομμύρια οχήματα καταναλώνουν 550 εκατομμύρια τόνους το χρόνο, περίπου το 10% των συνολικών καυσίμων.

Βιομηχανία: απορροφά το 24% των καυσίμων για την εξυπηρέτηση των θερμικών διαδικασιών.

Θέρμανση: απορροφά το 12% των καυσίμων, και αφορά κυρίως τις χώρες του Βορρά.

Πρέπει δε να σημειωθεί ότι ο άνθρακας και το πετρέλαιο συμβάλλουν σχεδόν ισότιμα στις εκπομπές CO₂ (με 3 Gt άνθρακα ανά έτος) , ενώ το φυσικό αέριο συμβάλλει λιγότερο με περίπου 1 Gt άνθρακα ανά έτος. Αν συνεχιστούν οι παρούσες τάσεις στην εξέλιξη των εκπομπών του CO₂, τα επίπεδα των εκπομπών του CO₂ θα αυξηθούν κατά 30% σε 50 χρόνια και θα διπλασιασθούν το έτος 2100. Τα εναπομείναντα ποσά πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι σχετικά μικρά αλλά η ποσότητα του άνθρακα είναι πρακτικά απεριόριστη.

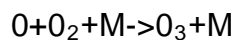
Το **μεθάνιο (CH₄)** απαντά σε αφθονία στη φύση ως συστατικό του φυσικού αερίου, του αερίου των ανθρακωρυχείων και ως προϊόν αποσύνθεσης οργανικής ύλης και κυρίως αναερόβιας βακτηριακής ζύμωσης υδρόβιας φυτικής ύλης. Αποτελεί "τελικό προϊόν" βιολογικών διεργασιών, και συνεπώς δε μπορεί να καταναλωθεί από καμιά βιολογική διεργασία όπως συμβαίνει με το CO₂. Παράγεται βιομηχανικά και ως προϊόν πυρόλυσης (ως συστατικό του φωταερίου και του αερίου πόλης, που παράγεται στα διυλιστήρια του πετρελαίου) , Ο μέσος χρόνος παραμονής του στην ατμόσφαιρα ανέρχεται σε 12 χρόνια, οι δε 3,5 δισεκατ. τόνοι που είναι συσσωρευμένοι στην ατμόσφαιρα υφίστανται κάθε χρόνο μια προσθήκη 300 εκατ τόνων, από την οποία το μεγαλύτερο μέρος (90%) καταστρέφεται μέσω οξειδωτικών διεργασιών, επιτρέποντας μια συσσώρευση στην ατμόσφαιρα ίση με 30-40 εκατομ. τόνους ή 1% ετησίως , Το 1994 η συγκέντρωση του στην ατμόσφαιρα ήταν 1.7ppm δηλαδή 146% μεγαλύτερη από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης. Πάντως τα τελευταία 20 χρόνια έχει εμφανισθεί μείωση στο ρυθμό με τον οποίο αυξάνονται οι εκπομπές του CRi. Έτσι, ενώ κατά τη δεκαετία του '70 οι συγκεντρώσεις του αυξάνονταν κατά 20ppb το έτος, τη δεκαετία του '80 ο ρυθμός αύξησης έπεσε στα 9-13ppb CH₄ ανά έτος για να σταθεροποιηθεί από τα μέσα του 1993 κι έπειτα στα 8ppb CH₄ ανά έτος. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες ευθύνονται για το 60-80% των εκπομπών του CR*. ενώ οι φυσικές δραστηριότητες προκαλούν το 20% των συνολικών εκπομπών. Η αύξηση των συγκεντρώσεων του CH₄ έχει οδηγήσει σε μια ένταση ακτινοβολίας ίση με 0.5 Watts/m²

Το **υποξείδιο του αζώτου (N₂O)** προέρχεται από κάθε είδους καύση και από ορισμένες βιολογικές διεργασίες (π.χ. αποσύνθεση λιπασμάτων). Το N₂O καταστρέφεται στη στρατόσφαιρα με παραγωγή NO, ενώ επικοδομείτε με βραδύτατο ρυθμό προς νιτρικά άλατα ή προς άζωτο και οξυγόνο με αποτέλεσμα να έχει μεγάλο χρόνο ζωής (περίπου 120 χρόνια). Εκτός από το φαινόμενο του θερμοκηπίου συνεισφέρει και στην τρύπα του όζοντος, αφού το NO που παράγεται από τη φωτόλυση του NO₂ προκειμένου να οξειδωθεί προς NO₂ καταστρέφει το O₃.

Οι **χλωριοφθοράνθρακες (CFCs)** προέρχονται από διάφορα τεχνολογικά προϊόντα (σπρέι, χημικοί διαλύτες, ηλεκτρικά ψυγεία κ.ά.). Είναι μη τοξικές και αδρανείς ουσίες, γι'αυτό και χρησιμοποιούνται μέχρι πρόσφατα για ψυκτικά και μονωτικά. Γνωστή είναι η ζημιογόνος δράση τους στο στρατοσφαιρικό όζον, όπου και σχεδόν αποκλειστικά διασπώνται. Οι συγκεντρώσεις των CFC-11 και CFC-12 υπολογίστηκαν το 1980 να έχουν ρυθμό αύξησης 5-6%. Όμως υπάρχει μια

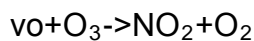
παγκόσμια κινητοποίηση για μείωση στο μισό της κατανάλωσης τους έως το τέλος του αιώνα, όπως υπογράφηκε στο Πρωτόκολλο του Montreal το 1987.

Το **όζον** (O₃) παράγεται από τα πράσινα μέρη των φυτών ταυτόχρονα με το μοριακό οξυγόνο, σε πολύ μικρότερη όμως, ποσότητα, ως αποτέλεσμα της δράσης της χλωροφύλλης. Σχηματίζεται επίσης στις αστικές και βιομηχανικές περιοχές με υψηλό ποσοστό ρύπανσης ως αποτέλεσμα της φωτοχημικής διάστασης του διοξειδίου του αζώτου. Η μόνη σημαντική αντίδραση για το σχηματισμό του όζοντος στην ατμόσφαιρα είναι μεταξύ ατομικού και μοριακού οξυγόνου:



όπου M είναι ένα μόριο O₂ ή N₂ για την απορρόφηση της περίσσειας ενέργειας της αντίδρασης και τη σταθεροποίηση του O₃. Στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας η μόνη σημαντική παραγωγή ατόμων οξυγόνου είναι από τη φωτόλυση του NO₂:

$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O$ όπου το φωτόνιο $h\nu$ έχει μήκος κύματος μεταξύ 280-430 nm. Το NO που δημιουργείται, αντιδρά γρήγορα με το O₃ και αναπαράγει NO₂:



Η μεγαλύτερη πυκνότητα του όζοντος βρίσκεται στο ύψος που περιλαμβάνεται μεταξύ 15 και 40 χιλιομέτρων με μέγιστη πυκνότητα στο ύψος των 25 km. Στην περιοχή αυτή βρίσκεται πρακτικά συγκεντρωμένο το 90% του όζοντος της ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο 10% βρίσκεται σε μικρότερο ύψος μέσα στην τροπόσφαιρα. Χάρη στην ικανότητα του να απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία, το όζον της στρατόσφαιρας εμποδίζει τις σκληρότερες από τις υπεριώδεις ακτίνες να φθάσουν μέχρι το έδαφος, με συνέπεια το ηλιακό φάσμα να σταματά στα 290 nm. Έτσι αυτό δημιουργεί μια ασπίδα που εξασφαλίζει την κυκλοφορία των καιρικών συστημάτων στη στρατόσφαιρα.. Από τη δεκαετία το *70 κι έπειτα έχουν σημειωθεί ελαττώσεις στη συγκέντρωσή του όζοντος της στρατόσφαιρας. Η μέση τιμή της συγκέντρωσής του στην Ανταρκτική κατά το μήνα Οκτώβριο το 1994 παρουσίασε μείωση κατά 50-70% σε σχέση με την τιμή του το 1960. Η καταστροφή του όζοντος στη χαμηλότερη στρατόσφαιρα τα τελευταία 15-20 χρόνια έχει οδηγήσει σε ένταση ακτινοβολίας περίπου ίση με -0.1 W/m². Αυτή η αρνητική ένταση ακτινοβολίας αντιπροσωπεύει την έμμεση επίδραση των CFCs στο στρατοσφαιρικό όζον.

Στην τροπόσφαιρα το όζον αποτελεί ανεπιθύμητο ρύπο αφού συμβάλλει στη φωτοχημική ρύπανση και στο αέριο του θερμοκηπίου. Στο Βόρειο ημισφαίριο οι συγκεντρώσεις του όζοντος της τροπόσφαιρας έχουν διπλασιασθεί από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης .

Προκειμένου να επιλέξουμε πολιτικές για τον έλεγχο των αερίων του θερμοκηπίου είναι απαραίτητο να έχουμε ένα μέτρο της σχετικής ικανότητας κάθε αερίου ως προς την απορρόφηση της υπέρυθρης γήινης ακτινοβολίας και την αλλαγή των ακτινοβολούμενων ιδιοτήτων της ατμόσφαιρας. Η στιγμιαία συνεισφορά ενός συγκεκριμένου αερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου εξαρτάται από το ποσό της ακτινοβολίας που απορροφά και το μήκος κύματος της. Στη συνέχεια παρατίθεται Πίνακας που δίνει την αλλαγή στην πίεση ακτινοβολίας (radiative forcing) ανά μονάδα μάζας αερίου σε σχέση με αυτή του CO₂: για πρόσφατες συγκεντρώσεις των κύριων ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου.

Η σχετική πίεση ακτινοβολίας συνδυαζόμενη με πληροφορίες για το χρόνο παραμονής του αερίου στην ατμόσφαιρα μπορεί να δώσει ένα μέτρο της επίδρασης του αερίου στην ακτινοβολία. Έτσι με βάση το CO₂ ορίζεται το Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης GWP (global warming potential) ως το ποσό της θέρμανσης από ένα round αερίου θερμοκηπίου προς το ποσό από ένα round CO₂ για έναν χρονικό ορίζοντα 20, 100 ή 500 χρόνων (κατά κανόνα επιλέγεται αυτός των 100 ετών). Οι τιμές του GWP για τα αέρια του θερμοκηπίου δίνονται στον Πίνακα 2.2. Αν και το CO₂ έχει τη μικρότερη επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ανά μονάδα εκπομπής, η ολική επίδραση στην ακτινοβολία δεν εξαρτάται μόνο από την τιμή του GWP αλλά και από τα επίπεδα των εκπομπών του αερίου. Έτσι, ενώ η τιμή του GWP για το CO₂ είναι μόνο το 1/7100 αυτής του CFC-12, οι πρόσφατες εκπομπές του CO₂ είναι μεγαλύτερες από αυτές του CFC-12 κατά 52000 φορές. Επομένως η συνεισφορά του CO₂ στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι 10 φορές μεγαλύτερη από αυτή του CFC-12.

2.3 ΕΠΙΠΤΩΣΙΕΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Η επιφανειακή θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0.3-0.6 °C από τα τέλη του 19ου αιώνα, όπως έχουν φανερώσει πολλές μελέτες. Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας να μεν συμβαδίζει με την αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου, μπορεί όμως να χαρακτηριστεί και ως ευρισκόμενη μέσα στα πλαίσια των φυσικών μεταβολών της θερμοκρασίας της Γης. Οι φυσικές αυτές μεταβολές συνίστανται κατ' αρχήν στην επιβεβαίωση της αστρονομικής θεωρίας του Milankovic, σύμφωνα με την οποία η θερμοκρασία του πλανήτη μεταβάλλεται λόγω :

-μετάπτωσης του άξονα της Γης, η οποία υφίσταται κάθε 19000-23000 χρόνια - αλλαγής σχήματος της τροχιάς της Γης κάθε 100000 και 400000 χρόνια. Επίσης άλλοι παράγοντες συνεισφέροντες σε χρονική αλλαγή του κλίματος είναι οι εκρήξεις ηφαιστειών, οι αλλαγές στην εκπομπή ακτινοβολίας από τον ήλιο και στα αεροζόλ στην τροπόσφαιρα και η αποδάσωση.

Για την εκτίμηση της μελλοντικής αλλαγής έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα κλιματικά μοντέλα και προσομοιώσεις. Χρησιμοποιούνται γενικά τρισδιάστατα πρότυπα που αναφέρονται στη γενική κυκλοφορία μεταξύ ατμόσφαιρας-εδάφους-ωκεανών (General Circulation Models). Η IPCC ανέπτυξε μια σειρά σεναρίων για τις μελλοντικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και των αεροζόλ βασιζόμενη σε εκτιμήσεις σχετικές με τον πληθυσμό, την οικονομική ανάπτυξη, τη χρήση γης, τις τεχνολογικές αλλαγές, τη διαθεσιμότητα ενέργειας και τα καύσιμα. Το μοντέλο έδειξε μια αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας της τάξης του 1-3 °C (χαμηλών, μέσων και υψηλών εκπομπών) ως το 2100 [11]. Σε κάθε περίπτωση η αύξηση είναι η υψηλότερη παρατηρούμενη τα τελευταία 10000 χρόνια. Βέβαια μια τέτοια αύξηση της θερμοκρασίας είναι γεγονός ότι θα οδηγήσει σε πιο ζεστά καλοκαίρια και πιο ήπιους χειμώνες και σε μεγαλύτερο παγκόσμιο μέσο όρο βροχοπτώσεων λόγω αύξησης εξατμίσεων και μετακίνησης της ζώνης των βροχοπτώσεων προς μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη. Γενικά, με αύξηση του γεωγραφικού πλάτους αυξάνεται και η ένταση των επιπτώσεων του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επομένως, λόγω της μετακίνησης των βροχοπτώσεων, οι περιοχές σε χαμηλά γεωγραφικά πλάτη θα καταστούν ζώνες ξηρασίας. Αντιθέτως σε ορισμένα υψηλά γεωγραφικά πλάτη, σε συνδυασμό με τα αυξημένα ποσά CO₂, το ευνοϊκό κλίμα και οι βροχοπτώσεις είναι δυνατό να επιφέρουν άνθηση της γεωργίας .

Επίσης, μια σημαντική επίπτωση της πλανητικής θέρμανσης είναι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Η προβλεπόμενη υπερθέρμανση θα προκαλέσει άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 40 -150 εκατοστά. Δύο λόγοι συγκλίνουν σ' αυτό: -Ο κυριότερος είναι η διαστολή των υδάτων που θα επιφέρει η υπερθέρμανση. -Ο δεύτερος είναι η τήξη των ηπειρωτικών πάγων του νοτίου άκρου της Γροιλανδίας και ορισμένων περιφερειακών ζωνών της Ανταρκτικής και, συμπληρωματικά, η τήξη των πάγων των βουνών στις εύκρατες ζώνες.

Τα τελευταία 100 χρόνια με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 0,5 °C είχαμε μια ανύψωση της στάθμης της θάλασσας κατά 10cm.

Η ικανότητα να ποσοτικοποιηθεί η ανθρωπογενής επίδραση στο κλίμα περιορίζεται από αβεβαιότητα σε σημαντικούς παράγοντες όπως η μακροχρόνια φυσική μεταβλητότητα, τα πρότυπα χρονικής εξέλιξης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και των αεροζόλ και η παρουσίαση των κλιματικών διεργασιών σε μοντέλα.

2.4 Η ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΟΣ

Η μελέτη του κλίματος του πλανήτη εξετάσθηκε για πρώτη φορά το Φεβρουάριο του 1979 από την Παγκόσμια Διάσκεψη της Γενεύης, που οργανώθηκε από τον WMO (World Meteorological Organization), το UNEP (United Nations Environment Programme) και το ISCU (International Council of Scientific Unions). Είναι η πρώτη φορά που αναγνωρίσθηκε η κλιματική μεταβολή ως ένα σημαντικό πρόβλημα. Η Διάσκεψη εξέτασε κυρίως το πώς η κλιματική μεταβολή μπορεί να επηρεάσει τις ανθρώπινες δραστηριότητες (πιθανές επιπτώσεις σε γεωργία, αλιεία, δάση, υδρολογία και αστικό σχεδιασμό). Τα συμπεράσματα συνοψίζονται στη Διακήρυξη της Παγκόσμιας Διάσκεψης για το Κλίμα. Αναγνωρίζεται ότι η συνέχιση της ύπαρξης της ανθρωπότητας απαιτεί την εναρμόνιση με τη φύση. Οι κυβερνήσεις όλων των χωρών καλούνται να προβλέψουν και να αποτρέψουν δυνατές ανθρωπογενείς μεταβολές στο κλίμα, που μπορούν να ανατρέψουν την ευημερία της ανθρωπότητας. Η Διακήρυξη αναγνωρίζει ως κύριο λόγο της κλιματικής μεταβολής την αύξηση στην ατμόσφαιρα της συγκέντρωσης του CO₂, η οποία οφείλεται στην καύση, στην αποδάσωση και στις αλλαγές στη χρήση της γης.

Η Σύμβαση της Βιέννης για την προστασία του όζοντος εκπονήθηκε στα πλαίσια του UNEP το 1985 και δεσμεύει τα μέλη του να προστατεύσουν την ανθρώπινη υγεία από τα ανάστροφα αποτελέσματα των ανθρωπογενών μεταβολών στο στρώμα του όζοντος όρος ανάστροφα αποτελέσματα είναι ευρύς και περιλαμβάνει και μεταβολές του κλίματος. Η ισχύς της σύμβασης ξεκίνησε το Σεπτέμβριο του 1988 και από τον Ιανουάριο του 1993 αφορά 105 κράτη και την Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Οι γενικές αρχές που διέπουν τη Σύμβαση είναι: η συνεργασία των κρατών στην έρευνα για τις αιτίες και τα αποτελέσματα της μείωσης του όζοντος, για τις πιθανές κλιματικές επιπτώσεις, καθώς και για τις εναλλακτικές τεχνολογίες, η συνεργασία για την υιοθέτηση μέτρων σχετικών με τις επιβλαβείς για

την ατμόσφαιρα δραστηριότητες και η διευκόλυνση της μεταφοράς τεχνολογίας και πληροφορίας κυρίως προς τις αναπτυσσόμενες χώρες.

Τον Οκτώβριο του 1985 πραγματοποιήθηκε Διεθνές Συνέδριο στο Villach της Αυστρίας για την αξιολόγηση του ρόλου του CO₂ και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου στις κλιματικές αλλαγές, υπό την αιγίδα των UNEP, ISCU, WMO. Οι επιστήμονες που συμμετείχαν συμφώνησαν ότι ως αποτελέσματα των αυξανόμενων συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου, θα παρατηρηθεί στο πρώτο μισό του 21ου αιώνα αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας μεγαλύτερη από ποτέ. Είναι λοιπόν απαραίτητο οι επιστήμονες και οι διαμορφωτές πολιτικής να αρχίσουν μια στενή συνεργασία για την εύρεση αποτελεσματικών λύσεων αποτροπής του φαινομένου και προσαρμογής στις επιπτώσεις του.

Τον Απρίλιο του 1987 υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, το οποίο ρυθμίζει την παραγωγή και χρήση CFCs, αλογόνων και τετραχλωράνθρακα, τα οποία θεωρούνται όλα αέρια του θερμοκηπίου. Υποχρεώνει τα κράτη να καταργήσουν αυτές τις ουσίες, σύμφωνα με ένα πρόγραμμα. Η ισχύς του Πρωτοκόλλου άρχισε τον Ιανουάριο του 1989 και ως τον Ιανουάριο 1993, 100 κράτη και η Ευρωπαϊκή Κοινότητα - που αντιπροσωπεύουν πάνω από το 95% της παγκόσμιας κατανάλωσης αυτών των ουσιών- ήταν μέλη του. Επειδή η μείωση χρήσης των ουσιών που ρυθμίζονται από το Πρωτόκολλο βοηθά έμμεσα στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, πολλά διεθνή συνέδρια για την κλιματική μεταβολή πίεζαν τα κράτη για την επικύρωσή του. Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ τροποποιήθηκε και βελτιώθηκε τον Ιούνιο 1990 και το Νοέμβριο 1992. Ενώ το αρχικό υποχρέωνε τα κράτη να μειώσουν την παραγωγή και κατανάλωση CFCs κατά 50% ως τα μέσα του 1999 και να σταθεροποιήσουν τη χρήση των αλογόνων, η τροποποίηση του 1990 ορίζει την σταδιακή κατάργηση κάποιων από τις ουσίες ως το 2000. Οι αλλαγές αυτές ισχύουν από το 1992. Στο συνέδριο του 1992, τα μέλη επιτάχυναν τη σταδιακή κατάργηση, απαγορεύοντας κάποια αέρια το 1994 και κάποια άλλα το 1996 στις βιομηχανικές χώρες. Επιπλέον, όρισαν και κάποιες νέες ουσίες για σταδιακή κατάργηση. Οι αναπτυσσόμενες χώρες διαθέτουν μια δεκαετή περίοδο χάριτος για να ανταποκριθούν στους όρους του αρχικού πρωτοκόλλου και των τροποποιήσεών του.

Τον Ιούνιο του 1988 πραγματοποιείται Συνέδριο στο Τορόντο με τη συμμετοχή περισσότερων από 300 επιστημόνων και διαμορφωτών πολιτικής από 46 χώρες και οργανισμούς (International Conference of the Changing Atmosphere: Implications for Global Security). Εκεί εξετάζεται η κλιματική μεταβολή σε συνδυασμό με τα συγγενή

προβλήματα της μείωσης του όζοντος και της μεταφοράς τοξικών και όξινων ουσιών. Το Συνέδριο καταλήγει στο συμπέρασμα ότι παρά τα βήματα που έχουν γίνει για τη δημιουργία διεθνούς νομοθεσίας για την προστασία της ατμόσφαιρας, οι υπάρχοντες κανονισμοί είναι αποσπασματικοί. Τονίζοντας τη σημασία άμεσης δράσης, καλεί για την υιοθέτηση ενός Προγράμματος Δράσης για την Προστασία της Ατμόσφαιρας (Action Plan for the Protection of the Atmosphere) και τη δημιουργία ενός World Atmosphere Fund. Ανάμεσα στις προτάσεις του Συνεδρίου ήταν: η μείωση των εκπομπών του CO₂ ως το 2005 κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1988 και η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας έως 10% ως το 2005 ("ο στόχος του Τορόντο").

Το Δεκέμβριο του 1988 η Οικονομική Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για θέματα Ευρώπης (UN/ECE) συγκέντρωσε στο Βελέν τους εκπροσώπους των κυβερνήσεων των χωρών της αρμοδιότητάς της, προκειμένου για την προπαρασκευή της Διάσκεψης του Μπέργκεν για "Το κοινό μας μέλλον".

Το UNEP οργάνωσε μια Διάσκεψη στο Νέο Δελχί, μεταξύ 21 και 23 Φεβρουαρίου 1989. Η διάσκεψη διαπίστωσε τη σύγκλιση των επιστημονικών απόψεων σχετικά με το εύρος της υπερθέρμανσης και ενημερώθηκε για τις θετικές αναδράσεις που μπορεί να ενισχύσουν το φαινόμενο. Έδωσε έμφαση στο ρόλο των γυναικών του Νότου για τον έλεγχο των γεννήσεων, στις δένδροφυτεύσεις, στην εξοικονόμηση καυσόξυλων, στη χρήση βιοαερίου κλπ. Υπογράμμισε την ευθύνη του Βορρά στο θέμα των εκπομπών αερίων και πρόβαλε ως αίτημα την επιβολή βαρύτερων φόρων στα ορυκτά καύσιμα. Κάλεσε το Νότο να χρησιμοποιήσει περισσότερο φυσικό αέριο ή πετρέλαιο παρά κάρβουνο.

Τον Απρίλιο του 1989 ο ΟΟΣΑ συγκάλεσε στο Παρίσι μια σύνοδο με θέμα τις τεχνικές που πρέπει να ακολουθηθούν για τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.

Το Μάιο του 1990 εκδίδεται η πρώτη έκθεση της IPCC, που επισημοποιεί ότι η πλειοψηφία των επιστημόνων πιστεύουν ότι θα υπάρξει κάποια αύξηση της θερμοκρασίας στις επόμενες δεκαετίες. Η εκπόνηση της έκθεσης ορίστηκε το 1988 από την UN General Assembly και συμμετείχαν περισσότεροι από 300 επιστήμονες από περισσότερες από 20 χώρες. Προβλέφθηκε αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 0.3 C° ανά δεκαετία με πιθανό εύρος διακύμανσης 0.2- 0.5 C°.

Το Νοέμβριο του 1990 οργανώθηκε από τους WMO, UNEP και άλλους διεθνείς οργανισμούς η Δεύτερη Παγκόσμια Διάσκεψη για το Κλίμα. Κύριος στόχος

ήταν η επανεξέταση του World Climate Programme και η πρόταση δράσεων. Μελέτη της UNEP προειδοποιεί για τον κίνδυνο που διατρέχουν πολλοί πολιτισμοί του Ειρηνικού από την αύξηση του ύψους των θαλασσών. Έκθεση της IPCC για τη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών αναφέρει ότι αύξηση ενός μέτρου του ύψους των θαλασσών θα απαιτήσει 360000 km παράκτιων μέσων άμυνας, που θα κοστίσουν περίπου \$500 δις. μέσα στον επόμενο αιώνα. Έκθεση της UNEP αναφέρει ότι η Μεσόγειος είναι μια περιοχή που έχει ήδη επιβαρυνθεί περιβαλλοντικά και η κλιματική μεταβολή θα έχει πιο έντονα αποτελέσματα, κυρίως σε ότι αφορά ξηρασίες, πλημμύρες, διάβρωση του εδάφους, πυρκαγιές κλπ.

Το Νοέμβριο 1991 ομάδα εργασίας που αποτελείται από ειδικούς από 10 χώρες, υπό την αιγίδα του United National Environment Programme και του US National Center of Atmospheric Research, συζητά για τη συμμετοχή του ENSO (El Nino Southern Oscillation), στα σενάρια Κλιματικής Μεταβολής της IPCC. Μελέτη της UNEP προειδοποιεί επίσης ότι η μείωση του ατμοσφαιρικού όζοντος μπορεί να μεταβάλλει τη χημεία της ατμόσφαιρας και να ευνοήσει τις προϋποθέσεις για αύξηση του χρόνου ζωής των αερίων του θερμοκηπίου.

Το Δεκέμβριο του 1991 η Γερμανική Enquete Commission λέει ότι δραστικά μέτρα πρέπει να ληφθούν ώστε να υπάρχει αποτελεσματικός έλεγχος των αναμενόμενων εξελίξεων.

Το Μάρτιο 1992 η Enquete Commission επιβεβαιώνει τις πρώτες ενδείξεις κλιματικής μεταβολής. Αναφέρεται ότι η μέση παγκόσμια θερμοκρασία είναι κατά

- 7.C υψηλότερη από τα επίπεδα του 1860 και η μάζα των πάγων στις Άλπεις έχει μειωθεί κατά 50%.

Τον Ιούνιο του 1992 πραγματοποιήθηκε συνδιάσκεψη για το περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Ρίο. Οι κυβερνήσεις αναγνωρίζουν την απειλή της κλιματικής μεταβολής. Ψηφίστηκαν 5 κείμενα:

- Agenda 21, ένα μη δεσμευτικό πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον και την ανάπτυξη κατά τον 21 ο αιώνα.
- Η διακήρυξη του Ρίο για το περιβάλλον και την ανάπτυξη
- Δήλωση Αρχών για τη Διαχείριση, Συντήρηση και Συγκροτημένη Ανάπτυξη όλων των τύπων των δασών.
- Η Συνθήκη- Πλαίσιο για την κλιματική μεταβολή: 154 χώρες καθώς και η Ευρωπαϊκή Ένωση υπέγραψαν τη Συνθήκη για την Κλιματική Μεταβολή με στόχο να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

- Η Συνθήκη για τη Βιοποικιλότητα (δεσμευτική)

Το Μάρτιο του 1995 πραγματοποιήθηκε Διάσκεψη στο Βερολίνο με τη συμμετοχή 170 χωρών, 4000 εκπροσώπων από κυβερνήσεις, επιχειρήσεις, οικολογικές οργανώσεις και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Η εντολή του Βερολίνου έδωσε το πράσινο φως για την έναρξη της διαδικασίας διατύπωσης ενός Πρωτοκόλλου για την περαιτέρω μείωση των εκπομπών CO₂ αλλά όχι πριν το 1997.

Το Δεκέμβριο του 1997 πραγματοποιήθηκε Διάσκεψη στο Κυότο. όπου υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο. Αυτό αποτελεί μια διεθνή συμφωνία που αποτελείται από 28 άρθρα και υποχρεώνει όλες τις χώρες να μειώσουν τις εκπομπές τους συνολικά κατά 5.2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 μέχρι τα έτη 2008-2012. Οι στόχοι μείωσης για κάθε χώρα ποικίλλουν: για τις ΗΠΑ ο στόχος μείωσης είναι 7%, για τον Καναδά και την Ιαπωνία 6% και την Ευρώπη 8%. Μερικά κράτη έχουν το δικαίωμα να αυξήσουν τις εκπομπές τους: η Νορβηγία κατά 1%, η Αυστραλία κατά 8% και η Ισλανδία κατά 10%. Το Πρωτόκολλο του Κυότο περιλαμβάνει δύο σημαντικά στοιχεία που υποστηρίζονται πολύ από τις ΗΠΑ: εμπορευματοποίηση των εκπομπών και συλλογική εφαρμογή του πρόγραμμα για τη μείωση των εκπομπών.

2.5 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

2.5.1 Προβλήματα διαμόρφωσης και εφαρμογής μιας αποτελεσματικής περιβαλλοντικής πολιτικής στο χώρο της ενέργειας

Τρία είναι τα βασικά προβλήματα που καθορίζουν τη φύση και την έκταση της περιβαλλοντικής παρέμβασης στο χώρο της ενέργειας :

α) Η στενή σχέση μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης από τη μια πλευρά και διαθεσιμότητας και τιμής της ενέργειας από την άλλη. Χωρίς αμφιβολία, η σχέση αυτή μεταβλήθηκε σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, ιδιαίτερα μετά τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις * < του 1973 και 1979/80, αλλά εξακολουθεί να παραμένει ισχυρή. Η άνοδος του δείκτη οικονομικής ευημερίας απαιτεί οπωσδήποτε επιπρόσθετη ενέργεια. Το ανά μονάδα εθνικού προϊόντος απαιτούμενο ποσό ενέργειας έχει βέβαια μειωθεί τα τελευταία χρόνια, και θα εξακολουθήσει να μειώνεται ως ένα βαθμό, αλλά η ανάγκη για επιπρόσθετη ενέργεια παραμένει (μεγαλύτερη στις αναπτυσσόμενες χώρες με οικονομίες σε μεταβατικό στάδιο, από ότι στις αναπτυγμένες χώρες), β) Η διαμόρφωση και εφαρμογή μιας αποτελεσματικής περιβαλλοντικής πολιτικής στο

χώρο της ενέργειας απαιτεί την παρέμβαση σε όλες τις μορφές και τα στάδια της ενεργειακής παραγωγικής διαδικασίας, για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός εκάστου. Μια τέτοια παρέμβαση φέρει ένα σημαντικό, συνήθως, οικονομικό κόστος, που θα πρέπει να σταθμιστεί και να αντιμετωπιστεί σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις για ενεργειακή ασφάλεια και οικονομική ανάπτυξη, γ) Ο παγκόσμιος χαρακτήρας των διαφόρων φαινομένων περιβαλλοντικής ρύπανσης (φαινόμενο του θερμοκηπίου, στοιβάδα όζοντος, κ.λπ.) θέτει επί τάπητος το πρόβλημα της διεθνούς συνεργασίας για την αποτελεσματική αντιμετώπισή τους, καθώς και το κρίσιμο θέμα της οικονομικής ανάπτυξης των χωρών του Τρίτου Κόσμου. Η λυσιτελής αντιμετώπιση των παραπάνω περιβαλλοντικών φαινομένων απαιτεί μια συντονισμένη δράση σε διεθνές επίπεδο, όπου όλες οι χώρες θα καταβάλουν προσπάθειες ποιοτικά και ποσοτικά ισοδύναμες.

Οι εντατικές προσπάθειες και τα μέτρα που πιθανόν να πάρουν στο άμεσο μέλλον ορισμένες βιομηχανικά αναπτυσσόμενες χώρες είναι από μόνα τους ανεπαρκή για να περιορίσουν σε σημαντικό βαθμό τις αναμενόμενες επιπτώσεις από τα παραπάνω φαινόμενα. Για παράδειγμα, ακόμα και τα πιο δραστικά μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στις βιομηχανικά αναπτυσσόμενες χώρες δεν πρόκειται να μειώσουν τις συνολικές εκπομπές σε παγκόσμιο επίπεδο, εάν οι πυκνοκατοικημένες αναπτυσσόμενες χώρες συνεχίσουν με το γνωστό ενεργειοβόρο μοντέλο ανάπτυξης, ή εάν η σημερινή ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού δεν περιοριστεί σημαντικά.

2.5.2 Μέσα εφαρμογής περιβαλλοντικής πολιτικής στο χώρο της ενέργειας

Από την αρχή της περιβαλλοντικής επανάστασης περί τα τέλη της δεκαετίας του 1960 ο σχεδιασμός και η εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής είναι ένα σημαντικό θέμα τόσο σε ακαδημαϊκό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο εφαρμοσμένης πολιτικής. Από την πλευρά της οικονομικής θεωρίας η περιβαλλοντική πολιτική μπορεί να θεωρηθεί ως η ανάλυση εξωτερικών επιδράσεων (externalities) και περιπτώσεων αποτυχίας της αγοράς (market failure). Παρ' ότι όμως, σε θεωρητικό τουλάχιστον επίπεδο, τα οικονομικά εργαλεία (economic instruments [EI]) περιβαλλοντικής πολιτικής ήταν γνωστά, οι πρώτες συστηματικές προσπάθειες περιβαλλοντικής πολιτικής δεν τα έλαβαν υπ' όψη τους αλλά επικεντρώθηκαν σε απ' ευθείας ή άμεσες ρυθμίσεις (direct regulation [DR] ή command and control [CAC]) με

διοικητικούς κατά βάση περιορισμούς των εκπομπών μέσα σε όρια τα οποία ικανοποιούσαν τους συγκεκριμένους περιορισμούς. Η εξέλιξη της περιβαλλοντικής πολιτικής χαρακτηρίζεται όμως από όλο και αυξανόμενη χρήση των οικονομικών μέσων πολιτικής, ή όπως συχνά αναφέρονται μέσων τα οποία στηρίζονται στην αγορά (market based instruments), τα οποία τείνουν τελικά να αποτελέσουν τον βασικό τρόπο άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής.

Με βάση τα παραπάνω, τα μέσα περιβαλλοντικής πολιτικής τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της βιομηχανικής ρύπανσης ταξινομούνται με τον ακόλουθο τρόπο.

2.5.2.1 Άμεση θεσμοθέτηση - Περιβαλλοντικοί κανονισμοί (direct regulation)

Οι μέθοδοι άμεσης περιβαλλοντικής θεσμοθέτησης αποτέλεσαν ιστορικά, και μέχρι πολύ πρόσφατα, το μοναδικό σχεδόν τρόπο εφαρμογής περιβαλλοντικών πολιτικών και μέτρων στον ενεργειακό τομέα. Οι μέθοδοι αυτοί στηρίζονται στην κλασική προσέγγιση "εντολής και ελέγχου" ("command and control") : "εντολή" είναι η θεσμοθέτηση συγκεκριμένων περιβαλλοντικών προτύπων (π.χ. ορίων ρυπαντικών εκπομπών), ενώ "έλεγχος" είναι η διαδικασία επιβολής των προτύπων αυτών (π.χ. πρόστιμα, ανάκληση αδειών λειτουργίας, κ.ά.). Δύο είναι οι βασικές κατηγορίες περιβαλλοντικής θεσμοθέτησης μέσω μεθόδων "εντολής και ελέγχου": α) Θεσμοθέτηση προτύπων τεχνολογίας (π.χ. καταλυτών στα επιβατικά αυτοκίνητα). β) Θεσμοθέτηση προτύπων απόδοσης (π.χ. ορίων ρυπαντικών εκπομπών από βιομηχανικές μονάδες).

Οι μέθοδοι άμεσης περιβαλλοντικής θεσμοθέτησης έχουν γενικά να παρουσιάσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα στη μακρά και επίπονη προσπάθεια επίτευξης των εκάστοτε καθοριζόμενων από την Πολιτεία ορίων ρυπαντικών εκπομπών. Κι αυτό, γιατί από τη φύση τους μπορεί να διασφαλίσουν ότι δεν θα υπάρξει υπέρβαση των επιθυμητών ορίων, εφ' όσον βέβαια εφαρμοστούν με αυστηρότητα και συνέπεια στην πράξη οι σχετικοί περιβαλλοντικοί κανονισμοί.

Από την άλλη πλευρά, η διεθνής εμπειρία δεκαετιών εφαρμογής της άμεσης περιβαλλοντικής θεσμοθέτησης στον ενεργειακό τομέα έδειξε και την ύπαρξη μιας σειράς μειονεκτημάτων, που συνοδεύουν την εφαρμογή της μεθόδου αυτής. Τα κυριότερα μειονεκτήματα της άμεσης θεσμοθέτησης είναι τα εξής:

Παρουσιάζει χαμηλή ευελιξία στον τρόπο μείωσης των ρυπαντικών εκπομπών, καθώς στηρίζεται σε βραδείες και δύσκολες διαδικασίες αναθεώρησης των περιβαλλοντικών προτύπων.

- ▶ Δεν επιτυγχάνει τη μείωση των ρυπαντικών εκπομπών με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.
- ▶ Δεν ενθαρρύνει πάντα τις οικονομικά αποδοτικότερες μεθόδους μείωσης των ρυπαντικών εκπομπών.
- ▶ Έχει υψηλό διοικητικό (διαχειριστικό) κόστος παρακολούθησης και ελέγχου.
- ▶ Δεν δημιουργεί κίνητρα για τη μείωση των εκπομπών πέραν των θεσμοθετημένων ορίων.

Η περιβαλλοντική νομοθεσία αυξάνει συνεχώς σε όγκο και πολυπλοκότητα.

.Αρκετές φορές το περιβαλλοντικό κόστος αναλαμβάνεται εξ ολοκλήρου από τη βιομηχανία. Δεν υπάρχει αυτόματος μηχανισμός για τη μεταβίβαση (μέρους ή του συνόλου) του κόστους αυτού στους τελικούς καταναλωτές.

Εμπεριέχει ένα στοιχείο έμμεσης επιβάρυνσης για τις μεγαλύτερες σε μέγεθος βιομηχανίες: οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί συνήθως διαμορφώνονται (στοχεύουν) σε εκείνες ακριβώς τις βιομηχανίες που μπορούν να ελεγχθούν ευκολότερα.

2.5.2.2 Οικονομικά εργαλεία περιβαλλοντικής πολιτικής

4 *

Τα βασικά οικονομικά εργαλεία περιβαλλοντικής πολιτικής που εφαρμόζονται ήδη διεθνώς στον ενεργειακό τομέα, σε περιορισμένη πάντως μέχρι σήμερα κλίμακα είναι τα εξής :

- 1) Εμπορεύσιμες άδειες (marketable ή tradable emission permits)
- 2) Κρατικές επιδοτήσεις για μείωση εκπομπών (emission reduction subsidies)
- 3) Περιβαλλοντικοί φόροι (environmental taxes)
- 4) Συστήματα κατάθεσης-χρηματικής επιστροφής (deposit-refund systems)
- 5) Εθελοντικές συμφωνίες (voluntary⁷ agreements)
- 6) Χρηματική υπαιτιότητα (financial liability)
- 7) Χρηματικά κίνητρα επιβολής (Financial enforcement incentives)

1) Εμπορεύσιμες άδειες

Ένα από τα πιο πρόσφατα και ενδιαφέροντα οικονομικά εργαλεία άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής στο χώρο της ενέργειας, το οποίο προωθείται ήδη με

επιταχυνόμενο ρυθμό σε ορισμένες αναπτυγμένες χώρες, είναι οι λεγόμενες εμπορεύσιμες άδειες. Οι εμπορεύσιμες άδειες είναι στην ουσία περιβαλλοντικές "μονάδες" (points ή units), δηλαδή όρια, ποσοστά ή αναλογίες επί των επιπέδων εκπομπών συγκεκριμένων ρυπαντών (π.χ. 1 τόνος ρυπαντή / χρόνο = 1 μονάδα). Οι μονάδες αυτές καθορίζονται αρχικά και καταμερίζονται από τις αρμόδιες αρχές στους διάφορους "παραγωγούς" της ρύπανσης (π.χ. βιομηχανίες), από τη στιγμή δε του καταμερισμού τους μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο συναλλαγής μεταξύ των αποδεκτών, σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο σύνολο εμπορικών κανόνων.

Κατ' αυτόν τον τρόπο οριζόμενες οι εμπορεύσιμες άδειες, προσφέρουν ένα κίνητρο προς τις παραγωγικές επιχειρήσεις που ρυπαίνουν το περιβάλλον λιγότερο από όσο τους επιτρέπουν τα όριά τους, να συναλλάσσονται (πωλούν) τη διαφορά μεταξύ επιτρεπόμενης και πραγματικής ρύπανσης με άλλες επιχειρήσεις, οι οποίες αποκτούν έτσι το δικαίωμα να ρυπαίνουν περισσότερο από όσο τους επιτρέπουν αρχικά τα δικά τους όρια. Οι συναλλαγές αυτές μπορεί να είναι είτε εσωτερικές (μεταξύ διαφορετικών μονάδων, εργοστασίων, προϊόντων, κλπ. της αυτής επιχείρησης), είτε εξωτερικές (μεταξύ διαφορετικών επιχειρήσεων). Στην πρώτη περίπτωση δεν λαμβάνει χώρα κάποια πραγματική οικονομική συναλλαγή, όπως δηλαδή συμβαίνει στη δεύτερη περίπτωση. Συναλλαγές εμπορεύσιμων αδειών μπορούν να γίνουν ακόμα και μεταξύ διαφορετικών χωρών.

Σε όλες πάντως τις περιπτώσεις, ο βασικός στόχος είναι να επιτευχθεί το συνολικά επιβαλλόμενο όριο (οροφή) περιβαλλοντικής επιβάρυνσης σε μια περιοχή με τον καλύτερο δυνατό καταμερισμό και τη μέγιστη οικονομική απόδοση, έτσι ώστε το συνολικό κόστος προσαρμογής στα δεδομένα περιβαλλοντικά μέτρα να είναι το ελάχιστο δυνατό.

Κεφάλαιο 3

3 ΜΕΤΑΦΟΡΑ, ΔΙΑΝΟΜΗ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

3.1 ΈΡΓΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το σύστημα του φυσικού αερίου έχει ως σκοπό την ασφαλή τροφοδοσία των μεγάλων καταναλωτικών κέντρων της χώρας και αποτελείται από:

- το δίκτυο μεταφοράς του φυσικού αερίου,
- τον τερματικό σταθμό αποθήκευσης του υγροποιημένου (LNG) αλγερινού φυσικού αερίου στη Ρεβυθούσα. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο επανααεριοποιείται και τροφοδοτεί το δίκτυο μεταφοράς
- το σύστημα διανομής του φυσικού αερίου στους καταναλωτές.

3.1.2 Δίκτυο Μεταφοράς

Στο δίκτυο μεταφοράς του φυσικού αερίου περιλαμβάνονται περιληπτικά:

- Ο Κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (70 bar) από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι την Αττική, συνολικού μήκους 512 χλμ. Η διάμετρος του αγωγού είναι 36" για τα πρώτα 100 Χλμ. και 30" για τα υπόλοιπα.
- Οι κλάδοι μεταφοράς υψηλής πίεσης προς τη Μακεδονία και τη Θράκη, τη Θεσσαλονίκη, το Βόλο και την Αττική, συνολικού μήκους 440 χλμ.
- Οι μετρητικοί και ρυθμιστικοί σταθμοί για τη μέτρηση της παροχής αερίου και τη ρύθμιση της πίεσης.
- Το σύστημα τηλεχειρισμού, ελέγχου λειτουργίας και τηλεπικοινωνιών.

- Τα κέντρα λειτουργίας και συντήρησης, στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη και τη Θεσσαλία.
- Ο συνοριακός Σταθμός Εισόδου (Border Station).
Τερματικός Σταθμός Αποθήκευσης Ρεβυθούσας
- Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου στην Ρεβυθούσα περιλαμβάνουν:
 - Δύο δεξαμενές αποθήκευσης συνολικής χωρητικότητας 130.000 κ.μ. (65.000 κ.μ. έκαστη).
 - Εγκαταστάσεις ελλιμενισμού δεξαμενόπλοιων
 - Κρυογενικές εγκαταστάσεις.
 - Αεριοποιητές, για την επαναεριοποίηση του LNG και την τροφοδοσία του συστήματος μεταφοράς.
 - Δύο αγωγούς διασύνδεσης της Ρεβυθούσας με το σύστημα μεταφοράς.
 - Ναυλωμένο δεξαμενόπλοιο χωρητικότητας 29.500 κ.μ. Υ.Φ.Α.

3.1.3 Σύστημα Διανομής

Το σύστημα διανομής αποτελείται από:

- Δίκτυα μέσης πίεσης (19 bar) στην Αττική, Θεσσαλονίκη, Θεσσαλία και τις βιομηχανικές περιοχές Οινοφύτων, Πλατέας Ημαθίας, Ξάνθης, Καβάλας και ΒΙΠΕ Κομοτηνής.
- Δίκτυα χαμηλής πίεσης (4 bar) σε Αττική, Θεσσαλονίκη και Θεσσαλία, προβλεπόμενου μήκους 6.500 χλμ
- Υπάρχον δίκτυο διανομής στην Αθήνα. Η ΔΕΠΑ, στο πλαίσιο του κατασκευαστικού της έργου, σε ολόκληρη την ευρύτερη περιοχή της πρωτεύουσας 860 χιλιόμετρα δικτύου διανομής τα οποία προστίθενται στα υφιστάμενα 550 χιλιόμετρα δικτύου που ανήκουν στη Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου Αθηνών ΚQ ήδη τροφοδοτεί περίπου 8.000 εμπορικούς, οικιακούς και βιομηχανικούς καταναλωτές με φυσικό αέριο.

3.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Οι συμβατικές ποσότητες εισαγωγής φυσικού αερίου κατά έτος είναι 2,4 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα ρωσικής προέλευσης και (υγροποιημένο) 0,6

δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα αλγερινής προέλευσης. Έχει γίνει επίσης, η απαραίτητη πρόβλεψη κατά τη μελέτη, για το σχεδιασμό και την κατασκευή αγωγών για μελλοντικές διαφοροποιημένες ποσότητες.

Υπάρχουν δύο σημεία εισόδου: Το πρώτο στα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα (περιοχή Κούλας) και το δεύτερο στη νησίδα Ρεβυθούσα του κόλπου Μεγάρων, όπου βρίσκεται και ο τερματικός σταθμός αεριοποίησης του υγροποιημένου φυσικού αερίου από την Αλγερία για την κάλυψη τυχόν αιχμής ζήτησης και την ισορροπία του συστήματος.

Ο κυρίως αγωγός ξεκινά από τα σύνορα ερχόμενος από τη Σόφια της Βουλγαρίας και περνώντας βόρεια της Θεσσαλονίκης μέσω των Τεμπών διασχίζει τη Θεσσαλία, τη Φθιώτιδα και μέσω της Βοιωτίας καταλήγει στην Αττική, στην περιοχή Ασπροπύργου, βόρεια των Ελληνικών Διυλιστηρίων.

Η πίεση εισόδου είναι της τάξης των 50 bar και από τα σύνορα μέχρι την Αγχίαλο ο αγωγός είναι 0 36" (ιντσών).

Το σύστημα μεταφοράς του φυσικού αερίου περιλαμβάνει επίσης τον κυρίως αγωγό (30"), τους κλάδους προς τις πόλεις και τις βιομηχανικές περιοχές (ΒΙΠΕ).

Έχει μελετηθεί επίσης η υποβρύχια διασύνδεση των αγωγών φυσικού αερίου της Ελλάδος και της Ιταλίας και, αφού διέλθει ο αγωγός από την ξηρά, θα γίνει η σύνδεση με τον υφιστάμενο αγωγό στο ύψος της Λαμίας.

Ο αγωγός από τη νήσο Ρεβυθούσα οδεύει βόρεια της περιοχής Μάνδρας και Ασπροπύργου και καταλήγει στον κεντρικό αγωγό βόρεια των ΕΛΔΑ.

Το έργο του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) περιλαμβάνει τις εγκαταστάσεις υποδοχής, αποθήκευσης και αεριοποίησης του LNG. Δηλαδή:

- 1) Ειδικές λιμενικές εγκαταστάσεις για την εκφόρτωση του LNG από ειδικά κατασκευασμένα δεξαμενόπλοια.
- 2) Σύστημα εκφόρτωσης για 2 αφίξεις το μήνα.
- 3) Δύο δεξαμενές αποθήκευσης χωρητικότητας 60 000 κυβικών μέτρων η καθεμία, οι οποίες είναι υπόγειες μέχρι το ύψος πλήρωσης τους με LNG.
- 4) Συμπιεστές και εμβαιπτιζόμενες αντλίες.
- 5) Συγκρότημα αεριοποιητών LNG δηλαδή εναλλάκτες θαλασσινού νερού, αεριοποιητές καύσης και ρευστού.
- 6) Μονάδα παραγωγής αζώτου που μαζί με το νερό χρησιμεύει για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών. Σε περίπτωση διαρροών, υπάρχουν κλειστοί σκυροδεμένοι τάφροι και σε επιλεγμένες θέσεις ανιχνευτές χαμηλής θερμοκρασίας.

7) Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (αεριοστρόβιλων) για την ενεργειακή αυτονομία των εγκαταστάσεων.

8) Σύστημα πυρσού απαερίων με πυρσούς εδάφους.

9) Σύστημα πυροπροστασίας και

10) βοηθητικές παροχές.

Η νησίδα συνδέεται με την Αττική, απέναντι, με δύο ανεξάρτητους υποθαλάσσιους αγωγούς διαμέτρου 24" για λόγους αξιοπιστίας, συντήρησης και επιθεώρησης. Από εκεί αγωγός μήκους περίπου 30 km συνδέει το σταθμό με τον κυρίως αγωγό.

Στη μονάδα υγροποίησης έχει ήδη γίνει η επεξεργασία, ώστε να έχουν απομακρυνθεί τα στερεά σωματίδια, το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό τα οποία ενδέχεται να δημιουργήσουν προβλήματα στη λειτουργία.

Διαθέτει 4 σφαιρικές δεξαμενές αλουμινίου τύπου Moss χωρητικότητας 29500 m³ LNG, τα οποία εντός το πολύ ενός 24ώρου μπορούν να διοχετευτούν στη μία από τις δύο δεξαμενές. Η πρώτη παραλαβή LNG έγινε την 20.11.1999. Το αέριο αυτό που κοστίζει περισσότερο από το ρωσικό αξιοποιήθηκε κυρίως για τον εμπλουτισμό των ήδη υπάρχοντων ποσοτήτων του αερίου και τη διασφάλιση της πτώσης της πίεσης, που είναι σύνηθες φαινόμενο κατά τους χειμερινούς μήνες.

Το αλγερινό αέριο, που έχει περισσότερες θερμίδες, παραδίδεται στον τερματικό σταθμό υποδοχής, στον οποίο όπου υπάρχουν δύο βραχίονες μήκους 12 ποδών για την εκφόρτωση από την προβλήτα προς τις δεξαμενές, οι οποίες έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τα πρότυπα NFPA 59A.

Στο εσωτερικό των δύο πανομοιότυπων δεξαμενών κυκλοφορεί άζωτο για την αποφυγή ανάφλεξης του LNG. Η θολωτή οροφή έχει εσωτερική μεταλλική επένδυση κρεμασμένη με αναρτήρες. Το LNG προσάγεται με τη βοήθεια αντλιών τοποθετημένων στην οροφή. Οι δεξαμενές διαπερνώνται στο πάνω μέρος από σωλήνες, υπάρχει μάλιστα στην πλευρά της δεξαμενής μόνιμη στήριξη των σωλήνων.

Εξωτερικά, υπάρχει σύστημα πυρόσβεσης με ψεκαστήρες και στον πυθμένα εκσκαφής υπάρχει σύστημα απαγωγής των όμβριων υδάτων. Η στήριξη των δεξαμενών έχει γίνει σε χαλύβδινους στύλους με εφέδρανα πλήρως απομονωμένα από το μπετόν.

3.3 ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΤΟΣ ΣΥΝΟΡΩΝ

Τα κύρια τμήματα του δικτύου μεταφοράς του φυσικού αερίου είναι:

- α) ο αγωγός μεταφοράς,
- β) Οι σταθμοί μέτρησης και μείωσης της πίεσης (M/R).
- γ) Οι κλάδοι προς τις πόλεις και τις βιομηχανικές περιοχές,
- δ) Ο σταθμός συμπίεσης,
- ε) Τα συστήματα ελέγχου, τηλεχειρισμού και τηλεπικοινωνιών, στ) τα κτίρια συντήρησης,
- ζ) Οι σταθμοί καθοδικής προστασίας και
- η) ο τερματικός σταθμός παραλαβής υ.φ.α. που προηγουμένως αναφερθήκαμε.

Πιο αναλυτικά:

Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (προδιαγραφών αντοχής $P=70$ bar) διαμέτρου 36" και 30" οδεύει μέχρι την Αττική και προς την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη από την περιοχή Καρπερή Σερρών μέχρι την Καβάλα και την ΒΙΠΕ της Κομοτηνής, ώστε να τροφοδοτείται η βιομηχανία φωσφορικών λιπασμάτων και η νέα μονάδα της ΔΕΗ. Στο σύστημα υψηλής πίεσης συμπεριλαμβάνονται 2 αγωγοί της Θεσσαλονίκης για την ΕΚΟ, τη μονάδα αμμωνίας και τα αζωτούχα λιπάσματα, ο αγωγός προς το Βόλο και την Αττική με ένα κλάδο που έχει τελικό προορισμό το Λαύριο και ένα το Κερατσίνι. Οι κλάδοι υψηλής πίεσης τροφοδοτούν ήδη μεγάλους καταναλωτές, όπως την Αθηναϊκή Ζυθοποιία και τη Φιλκεράμ - Τζόνσον Θεσσαλονίκης, τη Βιτρουβίτ, Χαίτογλου και Σιδενόρ, Βαφεία - Φινιριστήρια, Τεχαργετ, Βιοκαρπέτ Λάρισας και τη Χαλκόρ στα Οινόφυτα, τη Βιοχαρτική στο Οριάσιο Πεδίο και άλλες πολλές όπως Απόλλων, ΕΛΒΟ, Σαπουνάς, ΧΒΕΕ κ.ά..

Επέκταση του συστήματος φυσικού αερίου έγινε επίσης προς στη Λιβαδειά, τη Λαμία και τη Χαλκίδα. Η ΕΚΟ Θεσσαλονίκης για την παραγωγή αμμωνίας απαιτεί πίεση τροφοδοσίας 40 bar, οι βιομηχανικοί καταναλωτές 2 - 8 bar και οι οικιακοί καταναλωτές 20 mbar.

Η διασφάλιση ποιότητας στα έργα έγινε σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 9003. Το δίκτυο μεταφοράς υψηλής πίεσης είναι υπόγειο από χαλυβδοσωλήνες Grade B κατά API Spec5L (ισοδύναμο με τον StE 240.7), που είναι ειδικός χάλυβας εξαιρετικά όλκιμος.

3.3.1 Σταθμός ελέγχου - μετρήσεων δικτύου

Σύστημα ανάλυσης του φυσικού αερίου στο μετρητικό σταθμό Σιδηροκάστρου
Η διαρκής μέτρηση και καταγραφή της ποσότητας γίνεται με το σύστημα αναλυτών που περιλαμβάνει:

- α. δυο χρωματογράφους συνδεδεμένους με υπολογιστικές μονάδες
- β. αναλυτή πυκνότητας κατά ISO 6976
- γ. αναλυτή σημείου δρόσου κατά ISO 6327
- δ. αναλυτή θείου με τη μέθοδο της υδρογόνωσης κατά ASTM D 3031-81 ή ASTM D4048-82

Όλο το σύστημα είναι τοποθετημένο μετά τα φίλτρα και ο αγωγός σε αυτό το σημείο είναι 30 ίντσες. Στους μετρητικούς σταθμούς στις εισόδους των πόλεων και των βιομηχανικών μονάδων υπάρχει εκτός από τους μειωτήρες πίεσης, εξοπλισμός για να απομακρύνονται τα συμπυκνώματα, τα στερεά σωματίδια και να γίνεται έλεγχος της ποιότητας του φυσικού αερίου με χρωματογράφους.

Το δίκτυο κατανομής τροφοδοτείται από το δίκτυο μεταφοράς 60 bar, από τους σταθμούς τροφοδότησης 60/19 και με τη σειρά του τροφοδοτεί τους σταθμούς διανομής 19/4 bar ή τους σταθμούς των βιομηχανιών. Με τη σειρά τους οι σταθμοί 19/4 τροφοδοτούν τα δίκτυα μέσης και χαμηλής πίεσης, οικιών κ.ο.κ.

Στο χώρο των σταθμών M/R 60/19 bar είναι εγκατεστημένοι οι σταθμοί αποστολής ξέστρων και α ξεστροπαγίδες.

Τα ξέστρα (rigs) διέρχονται από τον αγωγό είτε για τον πρώτο και δεύτερο καθαρισμό, είτε για την εξαγωγή του νερού μετά την υδραυλική δοκιμή του αγωγού και προχωρούν με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα. Χρήσιμο ποιούνται και άλλοι είδους ξέστρα, για να διαπιστωθεί η εσωτερική κατάσταση των αγωγών (ταχύτητα κυκλικότητα, πάχος) και των συγκολλήσεων.

Στο σύστημα μεταφοράς οι διατομές σε ίντσες των αγωγών είναι: Κύριος αγωγός 36/30", Κομοτηνής 24' A και B Θεσσαλονίκης 24", Βόλου 10", Πλατέος Ημαθίας 10", Οινοφύτων 10", Λαυρίου 30724", Κερατσινία 30714" και ο υποθαλάσσιος κλάδος 1,3Km έχει διατομή 24".

Οι μηχανικές ιδιότητες και η χημική σύσταση χαλύβων κατά ASTM/API/DIN/BS/ASA είναι:

Στους κλάδους Καβάλας και Λαυρίου χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της αυτόματης ηλεκτροσυγκόλλησης με μηχανή CRC Evans.

Η επιλογή υλικών και εξαρτημάτων για την πίεση των 19 bar, σύμφωνα με το πρότυπο API 5175.1990 είναι χάλυβας ποιότητας GRADE B που παράγεται εδώ και GRADE X-42.

Οι αγωγοί μέχρι 28" είναι κατασκευασμένοι με μονή ευθεία ραφή (ERW) για καλύτερη κατανομή των φορτίων, ενώ για διαμέτρους μεγαλύτερες από 4" 1/2 (114,3 mm) επιτρέπεται να είναι με ελικοειδή ραφή. Ο χάλυβας φέρει αντιδιαβρωτική προστασία με επένδυση πολυαιθυλενίου.

Οι διατομές των χαλύβδινων δικτύων κατανομής για $p = 19$ bar είναι 18,14,10,8,6,4 ιντσών.

Άσχετα με τη μορφή του δικτύου κατανομής το δίκτυο καταλήγει στους σταθμούς τομέων (gobernors). Στους σταθμούς αυτούς γίνεται μια περαιτέρω μείωση της πίεσης που λέγεται πίεση διανομής.

Από συγκεκριμένα σημεία των αγωγών του δικτύου κατανομής, ξεκινούν αγωγοί μικρότερης διαμέτρου που ονομάζονται παροχετευτικοί αγωγοί και συνδέουν το δίκτυο διανομής με τις εγκαταστάσεις των καταναλωτών. Οι παροχετευτικοί αγωγοί καταλήγουν στους ρυθμιστές, που είναι και αυτοί που τελικά μειώνουν την πίεση της λειτουργίας των συσκευών κατανάλωσης.

Μετά την έξοδο των ρυθμιστών (που ποικίλλουν ανάλογα με την πίεση λειτουργίας και τη μορφή του δικτύου διανομής) έχουμε την εσωτερική εγκατάσταση. Η εσωτερική εγκατάσταση αρχίζει από το μετρητή παροχής του αερίου και διακλαδώνεται προς τις συσκευές κατανάλωσης.

Πίνακας 3. 1 : Χαρακτηριστικά δικτύων διανομής φυσικού αερίου

| Δίκτυο | Διαχειριστής | Μήκος χλμ. | Πίεση Λειτουργίας | Ενεργό |
|-----------------|---------------------|------------|-------------------|--------|
| Πρώην ΔΕΦΑ | Φυσικό αέριο Απικής | 511 | 23 mbar | 100% |
| Κατασκευής ΔΕΠΑ | Φυσικό αέριο Απικής | 955 | 4 bar | 100% |
| Μέσης Πίεσης | Φυσικό αέριο Απικής | 220 | 10-19 bar | 100% |
| Υψηλής Πίεσης | ΔΕΠΑ | 120 | 30-60 bar | 100% |

3.4 ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Περιφερειακές εταιρείες διανομής φυσικού αερίου (ΠΕΔΦΑ)

Οι περιφερειακές εταιρείες διανομής φυσικού αερίου (ΠΕΔΦΑ) που συστάθηκαν είναι διαδημοτικές ή δημοτικές ανώνυμες εταιρείες που ιδρύθηκαν με σκοπό να ενταχθεί η τοπική αυτοδιοίκηση στο χώρο του φυσικού αερίου. Μέχρι στιγμής λειτουργούν έξι εταιρείες εκ των οποίων 3 στην Αττική: Το αθηναϊκό αέριο με 18 δήμους, το αττικό αέριο με 44 δήμους της βόρειας, ανατολικής και νοτιοανατολικής Αττικής και η ΠΕΔΦΑ δήμων Πειραιά - θριασίου - Δυτικής Αττικής με 23 δήμους. Στη Θεσσαλονίκη λειτουργεί το Φυσικό αέριο Μακεδονίας με μέτοχους 24 δήμους, στη Λάρισα η ΔΕΦΑΛ και στο Βόλο η ΔΕΥΑΒ.

Οι ΠΕΔΦΑ ενημερώνουν τους χρήστες φυσικού αερίου, εκπαιδεύουν νέους επαγγελματίες στους τομείς του φυσικού αερίου, χαρτογραφούν τα υπόγεια δίκτυα κοινής ωφελείας με πιλότο τα δίκτυα διανομής του φυσικού αερίου, δραστηριοποιούνται στις συσκευές και τον εξοπλισμό, μελετούν και δίνουν πιστοποιητικά των κατασκευών των εσωτερικών εγκαταστάσεων, εκπονούν τεχνικοοικονομικές μελέτες για την προσαρμογή του εμπορικού, οικιακού, αγροτικού και βιοτεχνικού τομέα καθώς και της βιομηχανίας στη χρήση του φυσικού αερίου και τέλος αξιοποιούν τα ήδη υπάρχοντα έργα για την εγκατάσταση πρόσθετων υπογείων δικτύων.

Οι ΠΕΔΦΑ έχουν τη διοίκηση (μάνατζμεντ) και έκαναν επίβλεψη στα έργα του δικτύου χαμηλής πίεσης (4 μπαρ) συνολικού μήκους άνω των 1000 χιλιομέτρων. Υπολογίζεται ότι σε πρώτη φάση το φυσικό αέριο θα υποκαταστήσει το 15% των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

Το βασικό δίκτυο του φυσικού αερίου που έχει τοποθετηθεί μέχρι το α τρίμηνο του 2000 κάλυπτε το 75% του πληθυσμού στον οποίο απευθύνεται το αττικό αέριο. Τα υπόλοιπα 5500 χλμ. του δικτύου διανομής χαμηλής πίεσης κατασκευάστηκαν από τις εταιρείες παροχής αερίου. Στην Αθήνα βρίσκεται ήδη σε λειτουργία δίκτυο 550 χλμ. της ΔΕΦΑ που αγοράστηκε από τη ΔΕΠΑ και σήμερα τροφοδοτεί 8000 καταναλωτές.

Απ' αυτούς οι 2000 είναι επαγγελματίες, οι 5700 οικιακοί καταναλωτές και οι 400 χρήστες θέρμανσης. Στο δίκτυο μέσης πίεσης είναι 1 συνδεδεμένες δεκάδες βιομηχανίες.

Η όλη εκτέλεση των εργασιών παρακολουθείται και ελέγχεται μέσω του συστήματος PRIMAVERA.

Το δίκτυο διανομής χαμηλής πίεσης που λειτουργεί στην Αθήνα είναι 445 χιλιόμετρα, τα 225 χλμ. είναι πολυαιθυλένιο 0110,160 και 255 mm. Τα 220 χλμ. είναι από ελατό χυτοσίδηρο 080 έως 400 mm. Η πίεση ! σχεδιασμού του πολυαιθυλενίου είναι 4 bar.

Εξωτερικά δίκτυα διανομής

Η κατασκευή των δικτύων αποτελεί ευθύνη των εταιρειών παροχής αερίου και αποτελούνται από τον κεντρικό αγωγό το πρωτεύον δίκτυο και το δευτερεύον δίκτυο, όπως φαίνονται στην εικόνα.

Πρωτεύον δίκτυο φυσικού αερίου

Το πρωτεύον δίκτυο αποτελείται από δακτυλίους μήκους 50 χλμ. που περιβάλλουν την πόλη. Είναι δηλαδή ένας χαλύβδινος αγωγός που τροφοδοτείται φυσικό αέριο από τον κεντρικό αγωγό. Ο πρωτεύων δακτύλιος είναι ρυθμισμένος και κατεβάζει την πίεση του Φυσικού Αερίου από τα 60 bar στα 19 bar.

Δευτερεύον δίκτυο φυσικού αερίου

Το δευτερεύον δίκτυο αποτελείται από γραμμές που περικλείουν τις συνοικίες της πόλης. Είναι κατασκευασμένες από πολυαιθυλένιο και λειτουργούν στα 4 bar για έτη.

Τριτεύον δίκτυο φυσικού αερίου

Το τριτεύον δίκτυο αναπτύσσεται από τον κάθε βρόχο της γραμμής έως τον μετρητή του κάθε καταναλωτή.

Στη συνέχεια ακολουθεί η εσωτερική εγκατάσταση, στην οποία η πίεση του Φυσικού Αερίου κυμαίνεται στα 20-25 mbar.

3.5 ΔΙΚΤΥΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το δίκτυο μεταφοράς ενώνει τα ΕΛΔΑ με τον κεντρικό σταθμό παραλαβής στην Κομπόυσα, 0 14", είναι χαλύβδινος και έχει πίεση σχεδιασμού 31 bar. Ο σταθμός αυτός τροφοδοτείται από το Πάτημα και τροφοδοτεί τον δακτύλιο των 19 bar, το βιομηχανικό δίκτυο και τον κύριο σταθμό διανομής.

Ο δακτύλιος των 19 bar θα παρέχει φυσικού αερίου σε 45 περιφερειακούς σταθμούς χαμηλής πίεσης. Από τους 45 έχουν κατασκευαστεί ήδη οι οκτώ: Ψυχικό, Παπάγου, Πλάκα, Πανεπιστημιούπολη, Καλλιθέα, Ζωγράφου, Πατήσια, Παλιά ΔΕΦΑ. Οι περισσότεροι είναι δευτεροβάθμιοι με διπλή έξοδο: 19/4/0,025 bar και 19/4/0.1 bar.

Η ΔΕΦΑ διέθεσε μέχρι το 1997 αέριο σε περισσότερους από 8000 καταναλωτές, καθώς και σε φούρνους, ζαχαροπλαστεία, εμπορικές δραστηριότητες και κατοικίες. Προχώρησε στην ανανέωση του δικτύου διανομής (του δακτυλίου) που μέχρι το Νοέμβριο 1997 τροφοδοτούσαν με αέριο πόλης τα ΕΛΔΑ και κατασκεύασε και άλλους αγωγούς στο λεκανοπέδιο. Το δίκτυο της ΔΕΦΑ καλύπτει την περιοχή 17 δήμων, στους οποίους παλαιά δίκτυα αντικαταστάθηκαν και τοποθετήθηκαν αγωγοί πολυαιθυλενίου (PE).

Από τον Ιανουάριο του 1998 το φυσικό αέριο άρχισε να διανέμεται από το μέχρι τότε υπάρχον δίκτυο της πρώην ΔΕΦΑ και σταδιακά άρχισε και η τροφοδοσία των νεοκατασκευασθέντων δικτύων.

Στη περιοχή της Θεσσαλονίκης ολοκληρώθηκε η κατασκευή του δακτυλίου μέσης πίεσης και έτσι το βασικό δίκτυο διανομής αναπτύχθηκε στους δήμους Θεσσαλονίκης και Καλαμαριάς καθώς και στους δήμους Αμπελοκήπων, Σταυρούπολης, Συκεών και Νεάπολης.

Έγινε καθολική χρήση χαλύβδινων σωλήνων επικαλυμμένων με 3 στρώσεις πολυαιθυλενίου αντί των Κατραμόπανων που χρησιμοποιούνταν παλιότερα.

Το αστικό δίκτυο περνά από τη Σίνδο, τη Μαινεμένη, την Πυλαία, το Καλοχώρι, την Τριανδρία. Στη Λάρισα αποπερατώθηκε το δίκτυο μέσης πίεσης και το Νοέμβριο του 1996 συνδέθηκε το εργοστάσιο ζάχαρης. Το δίκτυο μέσης πίεσης της Λάρισας έχει ήδη ολοκληρωθεί και πληρωθεί με φυσικό αέριο και το δίκτυο πολυαιθυλενίου που είναι χαμηλής πίεσης έχει μήκος 64 χιλιόμετρα και διατρέχει την πόλη. Το ίδιο και στο Βόλο και στο δήμο Ν. Ιωνίας όπου είχαμε την αποπεράτωση του δικτύου καθώς και στην ΒΙΠΕ Πλατέος Ημαθίας, Οινοφύτων και Καβάλας.

Το δίκτυο χαμηλής πίεσης των 4 bar διατρέχει τους δήμους της Αττικής, του Αιγάλεω, του Περιστερίου, του Χαϊδαρίου, των Ν. Λιοσίων, του Ασπροπύργου, της Νίκαιας, του Κορυδαλλού, του Κερατσινίου, του Πειραιά, της Δραπετσώνας, του Ρέντη, του Χαλανδρίου, των Μελισσιών, της Κηφισιάς, της Πεύκης, της Αγ. Παρασκευής, της Μεταμόρφωσης, της Λυκόβρυσης, του Αλίμου, της Γλυφάδας, της Βούλας, του Βύρωνα, της Ηλιούπολης, του Υμηπτού, της Ν. Σμύρνης, της Δάφνης,

της Ν. Ιωνίας, της Ν. Φιλαδέλφειας, της Ν. Χαλκηδόνας, του Ν. Ηρακλείου, του Αμαρουσίου και του Χαλανδρίου, όπως φαίνεται παρακάτω.

3.6 ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΠΙΕΣΤΙΚΑ ΔΟΧΕΙΑ

Υπάρχει σταθμός συμπίεσης που στοχεύει στην αύξηση της μεταφορικής ικανότητας του αγωγού. Από θεωρητικής πλευράς:

Το φυσικό αέριο εισέρχεται στα πτερύγια αξονικών πολυβάθμιων συμπιεστών και οδηγείται στο διάχυτη, οπότε έχουμε χαμηλότερη πίεση στην είσοδο και μεγαλύτερη αναρρόφηση.

Για μεγαλύτερες πιέσεις χρησιμοποιούνται συμπιεστές που φαίνονται παρακάτω:

Άλλες κατασκευές έχουν συνδέσεις για ενδιάμεσες απομαστεύσεις ή/και επιπρόσθετη τροφοδοσία.

3.7 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΧΡΗΣΕΩΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Είναι ασφαλές κατά κανόνα. Σε αυτό συμβάλλουν: η τήρηση αυστηρών προδιαγραφών για την κατασκευή των δικτύων και εγκαταστάσεων ΦΑ, και οι έλεγχοι που γίνονται από τους αρμόδιους φορείς.

Το φυσικό αέριο αναφλέγεται μόνο εάν αναμιχθεί με αέρα σε μία πολύ συγκεκριμένη αναλογία και εάν υπάρξει συγχρόνως σπινθήρας. Η σχεδίαση και η κατασκευή της Εσωτερικής Εγκατάστασης από Υπεύθυνους Μηχανικούς και Πιστοποιημένους Τεχνικούς, η εγκατάσταση των συσκευών από εξειδικευμένο προσωπικό, και ο έλεγχος, γίνονται με την τήρηση αυστηρών προδιαγραφών. Με τον τρόπο αυτό εκμηδενίζεται πραγματικά η πιθανότητα τέτοιων συμβάντων. Επιπλέον των υποχρεωτικών προδιαγραφών, υπάρχει η πιθανότητα τοποθέτησης επιπλέον ασφαλιστικών οργάνων (ανιχνευτές αερίων με ηχητικό και οπτικό σήμα ειδοποίησης, ανιχνευτές αερίου με ηλεκτρομαγνητικές βάνες αποκοπής παροχής, κλπ.).

Το Φυσικό Αέριο είναι κυρίως μεθάνιο ενώ το υγραέριο είναι βαρύτεροι υδρογονάνθρακες. Αυτή η διαφορά κάνει το Φυσικό Αέριο ελαφρύτερο του αέρα ενώ το υγραέριο είναι βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα, που σημαίνει ότι σε τυχόν διαφυγή το υγραέριο συγκεντρώνεται χαμηλά με κίνδυνο έκρηξης. Το Φυσικό Αέριο φτάνει στις οικιακές εγκαταστάσεις με δίκτυα χαμηλής πίεσης και δεν αποθηκεύεται

σε μπουκάλες όπως το υγραέριο. Σαν καύσιμο διακινείται μέσω δικτύων. Επομένως ο τελικός καταναλωτής δεν έρχεται σε απευθείας επαφή με αυτό. Οι φυσικές του ιδιότητες, η τήρηση αυστηρών προδιαγραφών στην κατασκευή και συντήρηση δικτύων διανομής και εσωτερικών εγκαταστάσεων και συσκευών και η απλότητα των συσκευών στη χρήση τους το καθιστούν ασφαλές στη χρήση ακόμη και την πρώτη φορά. Σε περίπτωση που σβήσει η φλόγα της συσκευής, ο ειδικός μηχανισμός που διαθέτουν οι συσκευές φυσικού αερίου διακόπτει αυτόματα την παροχή του. Επιπλέον μπορεί να τοποθετηθεί ειδικός ανιχνευτής φυσικού αερίου στο χώρο με αυτοματισμό διακοπής της παροχής του.

3.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΦΑ

Μεταξύ 1985-1987 μία ομάδα τεχνικών από 11 εταιρείες εισαγωγής ΥΦΑ έκανε μια μελέτη για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων ΥΦΑ. Σκοπός της ομάδας ήταν να βοηθήσει τις εταιρείες ΥΦΑ για να τελειοποιήσουν τα ήδη υπάρχοντα συστήματα ασφαλείας τους ή να προτείνουν όσο το δυνατόν υψηλότερου βαθμού συστήματα για νέες εγκαταστάσεις. Γι' αυτό δύο παράμετροι λήφθηκαν υπόψη α) η επιλογή των συστημάτων για τελειοποίηση των ήδη υπαρχόντων, ή των νέων να γίνει με μια λογική σειρά και β) να ελαχιστοποιηθεί η εισαγωγή περιττών συστημάτων ασφαλείας.

Για να προσεγγίσει τις δύο αυτές παραμέτρους η ομάδα πρώτον επισκέφθηκε όλους τους σταθμούς ΥΦΑ, δεύτερον κατέγραφε τα προβλήματα, τρίτον κατέγραψε τα διάφορα συστήματα ασφαλείας και τέταρτον κατέγραψε τις διάφορες λύσεις που προτάθηκαν από τους μηχανικούς των εγκαταστάσεων.

Έτσι έγινε μια ομαδοποίηση όλων των παραπάνω και έφτασαν στο συμπέρασμα ότι τα κυριότερα προβλήματα είχαν προέλθει από διαρροές ΥΦΑ.

3.8.1 Βασικές αρχές ασφαλείας και ρόλος ασφαλείας των συστημάτων

Η ασφάλεια των εγκαταστάσεων ΥΦΑ εξαρτάται αρχικά

- Από την τοποθεσία και χωροθέτηση του σταθμού
- Την επιλογή, κατασκευή, ποιοτικό έλεγχο και τοποθέτηση των υλικών του εξοπλισμού

- Την επιλογή και εγκατάσταση των συστημάτων ασφαλείας.

Και κατά δεύτερο λόγο από

- Την εκπαίδευση του προσωπικού για την αντιμετώπιση διαφόρων επικίνδυνων καταστάσεων

- Συντήρηση του εξοπλισμού

Έτσι δεδομένου ότι, το κυριότερο πρόβλημα είναι η διαρροή ΥΦΑ θα πρέπει τα συστήματα ασφαλείας να έχουν ως πρωταρχικό σκοπό την πρόβλεψη ή αποφυγή διαρροής, την ανίχνευση της, αν υπάρχει και τέλος την προστασία της όλης εγκατάστασης όταν πλέον η διαρροή έχει πάρει επικίνδυνες διαστάσεις. Τίθεται επομένως το ερώτημα πως μπορούν να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα. Η πρόβλεψη ή αποφυγή διαρροής αντιμετωπίζεται από την κατάλληλα επιλογή, κατασκευή, ποιοτικό έλεγχο και εγκατάσταση των υλικών και εξοπλισμού. Παρ' όλα αυτά, συστήματα ασφαλείας είναι τοποθετημένα στους σταθμούς ΥΦΑ για να αποφεύγονται αυτές οι διαρροές, καθώς επίσης και να περιορίζεται το μέγεθός τους. Σε περίπτωση όμως διαρροής, πρέπει να γίνει άμεσα η ανίχνευση της. Υπάρχουν τρία είδη ανίχνευσης : Πρώτον ανίχνευση χαμηλής θερμοκρασίας κατάλληλη για την ανίχνευση διαρροής ΥΦΑ. Δεύτερον ανίχνευση αερίων υδρογονανθράκων διότι το ΥΦΑ ως γνωστόν αεριοποιείται και τρίτον μπορούμε να πούμε ότι έχουμε και την οπτική ανίχνευση γνωστού ως συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας μέσα στο νέφος του αεριοποιημένου ΥΦΑ ή ο σχηματισμός πάγου στον εξοπλισμό. Βέβαια πρέπει να υπάρχει στις εγκαταστάσεις προστασία έναντι των χαμηλών θερμοκρασιών, διότι αν ο εξοπλισμός δεν είναι κατασκευασμένος από υλικό κατάλληλο να αντέχει σε κρυογενικές θερμοκρασίες , όταν το ΥΦΑ έρθει σε επαφή θα προκαλέσει την καταστροφή του. Θα πρέπει επίσης να υπάρχει προστασία έναντι των ατμών ΥΦΑ για να μην επεκταθούν και να μην υπάρξει περίπτωση πυρκαγιάς. Εάν όμως υπάρξει πυρκαγιά θα πρέπει να υπάρχουν συστήματα πυροπροστασίας για την προστασία : α) του εξοπλισμού β) για τον έλεγχο της πυρκαγιάς. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι ο ρόλος των συστημάτων ασφαλείας όσον αφορά τις διαρροές σε σταθμούς ΥΦΑ είναι η πρόβλεψη ή αποφυγή, περιορισμός και προστασία.

3.8.2 Διαρροές ΥΦΑ

Όπως αναφέραμε η ομάδα προσέγγισε τις δύο παραμέτρους που έθεσε, κάνοντας ορισμένες ενέργειες π.χ. επίσκεψη σταθμών κλπ.. Ας δούμε λοιπόν στον πίνακα 2 πως κατέγραψε και πως χώρισε σε κατηγορίες η ομάδα αυτή τις διαρροές ΥΦΑ.

Όπως βλέπουμε υπάρχουν τρεις κατηγορίες :

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α : Είναι εκείνη που μπορεί να συμβεί διαρροή ΥΦΑ , αλλά δεν υπάρχουν συστήματα ασφαλείας – η ασφάλεια όμως προβλέπεται από τον τρόπο σχεδιασμού.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β : Είναι εκείνη που υπάρχει πιθανότητα διαρροής και γι' αυτό υπάρχουν ειδικά συστήματα ασφαλείας.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ : Είναι εκείνη που πολύ δύσκολα μπορεί να συμβεί διαρροή, πλην όμως γι' αυτό τον δεδομένο λόγο υπάρχει ειδικό σύστημα προστασίας για ασφάλεια.

Πίνακας 3. 2 : Λόγοι διαρροής ΥΦΑ και μέτρα αντιμετώπισης

| | ΔΙΑΡΡΟΗ ΥΦΑ ΛΟΓΩ | ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ |
|-------------|--|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α | Σεισμού | Προβλέπονται στο βασικό σχεδιασμό ή στο τρόπο λειτουργίας |
| | Πρόσκρουσης αεροπλάνου | |
| | Ακραίες καιρικές συνθήκες | |
| | Εξωτερικά αίτια | |
| | Ατύχημα εκτός εγκατάστασης | |
| | Στιγμαία ριγμάτα σε κάποια εγκατάσταση | |
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β | Υπερβολικές κινήσεις των βραχιόνων εκφ/σης π.χ. λόγω κακών καιρικών συνθηκών κατά την εκφ/ση | Προβλέπονται στο βασικό σχεδιασμό και Σύστημα πρόβλεψης της διαρροής. Προβλέπεται στο βασικό σχεδιασμό συστήματα ανίχνευσης διαρροών , προστασίας λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Προβλέπεται στο βασικό σχεδιασμό στα εγχειρίδια λειτουργίας. Επίσης υπάρχουν συστήματα ανίχνευσης και προστασίας. |
| | Υπερπλήρωση της δεξαμενής | |
| | Ατύχημα στους αεριοποιητές | |
| | Καταστροφή στεγανών | |
| | Καταστροφή των σωληνώσεων λόγω συστολών διαστολών | |
| | Roll over και υπερπίεση στις δεξαμενές | |
| | Υπερπίεση στις σωληνώσεις | |
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ | Μία από τις περιπτώσεις της κατηγορίας Α συνοδευόμενη με μεγάλη διαρροή ΥΦΑ | Προβλέπονται μόνο συστήματα προστασίας για τον περιορισμό του ατυχούς συμβάντος |

3.8.3 Ανθρώπινος ρόλος

Ας δούμε ποιος είναι ο ρόλος του ανθρώπου και πόσο καθοριστικός και σε πια σημεία.

- Στον σχεδιασμό και εγκατάσταση
- Στην επίβλεψη του εξοπλισμού που εμπλέκεται στη διεργασία για (εκκίνηση, σταμάτημα, έλεγχος, alarms)
- Στην επίβλεψη των συστημάτων ασφαλείας (διάγνωση των alarms, έλεγχος και ενεργοποίηση)
- Στην χωροθέτηση του εξοπλισμού και στον θάλαμο ελέγχου (computers, printers, mimic diagram) κλπ.
- Στη λειτουργία
- Σοβαρός ο ρόλος του στο θάλαμο ελέγχου επομένως καθοριστικής σημασίας είναι και η εκπαίδευση του.
- Επίσης στην έκδοση σωστών εγχειριδίων λειτουργίας
- Τέλος στο θέμα συντήρησης

Πλην όμως για την λειτουργία μιας εγκατάστασης ΥΦΑ και του εξοπλισμού της προβλέπεται πάντα όσο το δυνατόν η λιγότερη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα, κάνοντας όσο το δυνατόν πιο αυτοματοποιημένη τη λειτουργία της,

3.9 ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

Σε όλες τις εγκαταστάσεις ΥΦΑ υπάρχουν συστήματα πρόβλεψης των διαρροών. Αυτά τα συστήματα περιγράφονται πιο κάτω. Να αναφέρουμε ότι όλα ενεργοποιούνται αυτόματα και είναι:

Στις εγκαταστάσεις εκφόρτωσης

- Σύστημα σταματήματος εκτάκτου ανάγκης (ESD system) (κλείνουν αυτόματα οι βάνες στους βραχιόνες εκφόρτωσης και σταματά η ροή ΥΦΑ προς το σταθμό)
- Αυτόματο σταμάτημα των αντλιών του πλοίου
- Σύστημα δυναμικής απομάκρυνσης των βραχιόνων "PERC'S" (POWER EMERGENCY RELEASE COUPLING)

Τα συστήματα αυτά ενεργοποιούνται όταν υπάρξει ξαφνικά μεγάλο άνοιγμα στους βραχίονες εκφόρτωσης π.χ. λόγω ανέμων ή έλλειψη πίεσης στο υδραυλικό σύστημα των βραχιόνων, ή πυρκαγιά στην περιοχή της προβλήτας ή σταμάτημα εκτάκτου ανάγκης λόγω διαρροής σε κάποιο τμήμα του σταθμού.

Στις δεξαμενές

Συστήματα προστασίας υπερπλήρωσης δεξαμενής. Αυτόματα κλείνονται οι βάνες των γραμμών φόρτωσης, ενεργοποιούνται τα alarm στάθμης. Συστήματα προστασίας από υπερπίεση και υποπίεση (pressure relief valves, vacuum relief valves)

Στους αεριοποιητές

Υπάρχει μια ESD valve (δηλαδή βάννα που κλείνει όταν ενεργοποιείται το ESD system) πριν τους αεριοποιητές.

Επίσης αναλόγως του τύπου του αεριοποιητού π.χ. για τους (seawater vaporizers) υπάρχουν επίσης alarm για χαμηλή θερμοκρασία στην έξοδο επίσης στο ίδιο σημείο υπάρχουν alarms για χαμηλή ροή, χαμηλή πίεση, ενώ για τους (submerged) υπάρχουν επίσης alarm λόγω σταματήματος του blower, χαμηλή στάθμη λουτρού, χαμηλή θερμοκρασία λουτρού, υψηλή ροή αερίου στην έξοδο κλπ.

Αντλίες ΥΦΑ

Ηλεκτρική μόνωση και ESD βάννα.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε το ESD system το οποίο είναι ένα σύστημα που ενεργοποιείται αυτόματα σε περίπτωση κινδύνου, κλείνοντας ορισμένες βάνες και έτσι σταματά κάθε διεργασία στον σταθμό. Οι βάνες αυτές είναι ηλεκτροκίνητες.

Το σύστημα αυτό ενεργοποιείται και από τους ανιχνευτές όταν δύο τουλάχιστον ενεργοποιηθούν επίσης ενεργοποιείται και χειροκίνητα όταν ο χειριστής που παρακολουθεί την εκφόρτωση διαπιστώσει κάποια διαρροή.

Το πλήθος των βανών και ποιες βάνες πρέπει να κλείσουν αποτελεί αντικείμενο ξεχωριστής μελέτης.

3.10 ΕΙΔΙΚΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Τοπολογία και Τεχνική Ανάλυση Κατανεμημένου Δικτύου Τηλεμετρίας Υγροποιημένου φυσικού αερίου

Το έργο του υ.φ.α. είναι εφοδιασμένο με σύστημα επικοινωνίας, τηλεχειρισμών και τηλεμετρίας για τις επικοινωνίες, τους ελέγχους και τις καταγραφές των διάφορων στοιχείων του συστήματος μεταφοράς.

Πιο συγκεκριμένα το σύστημα εποπτικού ελέγχου και της συλλογής δεδομένων (SCADA) της Valmet επεξεργάζεται τα δεδομένα που συλλέγονται στους σταθμούς αερίου, όπως η πίεση, η θερμοκρασία, η ροή αλλά και οι συναγερμοί ασφαλιστικών δικλείδων και εξασφαλίζει την χωρίς εμπόδια λειτουργία του δικτύου. Υπάρχουν 45 κτίρια επικοινωνίας με 30 θέσεις πομπών σε όλο το μήκος των αγωγών υψηλής πίεσης

Το δίκτυο οπτικών ινών κατά μήκος του αγωγού που κατασκεύασε ο ΟΤΕ και η Ιντρακόμ αποτελείται από 24 ίνες, εκ των οποίων η ΔΕΠΑ μισθώνει τις δύο για τις τηλεπικοινωνιακές της ανάγκες και τα συστήματα ελέγχου των τερματικών σταθμών αερίου.

Σταθερές και κινητές τηλεπικοινωνίες με ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 34.000 bps κάνουν τηλεμετρία δηλαδή εποπτικό έλεγχο και συλλογή στοιχείων από τους τερματικούς σταθμούς. Το σύστημα σταθερής τηλεφωνίας αποτελείται από 100 km οπτικών ινών και 74 τηλεπικοινωνιακούς κόμβους.

Υπάρχουν επίσης 5 τηλεφωνικά κέντρα ISDN - ολοκληρωμένα ψηφιακά και η τακτική και έκτακτη συντήρηση υποστηρίζεται από ένα εκτεταμένο σύστημα επικοινωνιών LMR.

Υπάρχουν δύο κέντρα ελέγχου για την ομαλή λειτουργία και τρία κέντρα λειτουργίας και συντήρησης (Θεσσαλονίκη, Λάρισα και Αττική).

Καθοδική Προστασία Γραμμών

Οι σταθμοί καθοδικής προστασίας (CP.) του αγωγού προστατεύουν τις σωληνώσεις από τη διάβρωση. Ο μέθοδοι προστασίας από την ηλεκτροχημική διάβρωση είναι η παθητική και η ενεργητική προστασία.

Η **παθητική** γίνεται με 1) επικάλυψη του αγωγού με λιθανθρακόπισσα, τριπλές αυτοκόλλητες ταινίες πολυαιθυλενίου ή με επικάλυψη των αγωγών με πολυαιθυλένιο

μέσης πυκνότητας και 2) μονωτικούς σύνδεσμοι* που εξουδετερώνουν τη διάβρωση λόγω ετερογένειας των μετάλλων του δικτύου.

Η **ενεργητική** προστασία γίνεται με τις εξής μεθόδους

1) της θυσιαζόμενης ανόδου και 2) του επιβαλλόμενου ρεύματος.

Στην πρώτη μέθοδο ο αγωγός συνδέεται με ένα ηλεκτραρνητικό μέταλλο (ψευδάργυρο) και κατά τη* ηλεκτρόλυση (εάν παρουσιαστεί) ο αγωγός συμπεριφέρεται ως κάθοδος, ενώ ο ψευδάργυρος είναι η θυσίαζουσα.

Στη δεύτερη μέθοδο ο θετικός πόλος μιας γεννήτριας ηλεκτρικού ρεύματος συνδέεται με τη θυσιαζόμενη άνοδο και ο αρνητικός πόλος της συνδέεται με τον αγωγό. Όταν η γεννήτρια παράγει ρεύμα, κλείνει το κύκλωμα και τα μεταλλικά ιόντα φεύγουν από την άνοδο με την ταυτόχρονη έκλυση υδρογόνου στην κάθοδο. Το θυσιαζόμενο μέταλλο τοποθετείται κάθετα σε απόσταση περίπου 100 μέτρων και έτσι προστατεύονται μέχρι και 50 Χελμ. αγωγού.

Η τάση είναι 5000V και 5000 volt για κάθε χιλιοστό πάχους μέχρι τα 20000 volt.

Προδιαγραφές Εργασιών Δικτύου

Οι χαλύβδινες σωλήνες των τηλεδικτύων του φυσικού αερίου είναι κατά API 5L - X65 πάχους από 9,52 mm μέχρι 15,9 mm.

Στην παραγωγή σε κάμινο Siemens - Martin ή ηλεκτροκάμινο, ο χάλυβας St 43,7 είναι ησυχασμένος (R), οι τύποι St 47,7 και St 53,7 ιδιαιτέρως ησυχασμένοι (RR). Οι σωλήνες χωρίς ραφή πρέπει να είναι κατασκευασμένοι είτε εν θερμώ (με έλαστρα, πίεση ή τραβηχτοί) είτε εν ψυχρώ και να έχουν υποστεί κανονική ανόπτηση. 0; συντελεστής συγκόλλησης της ραφής $U_0 = 1$ και η υπερύψωση της ραφής δεν πρέπει να ξεπερνάει:

α. για πάχος τοιχώματος > 14 mm τα 4 mm β. για πάχη τοιχωμάτων από 8 έως 14 mm τα 3,0 mm και γ. για μικρότερα πάχη τα 2,5 mm.

Αφού προετοιμασθεί η ζώνη εργασίας και γίνει εκσκαφή, προετοιμάζεται ο σωλήνας, εγκολλώνται, ελέγχονται επενδύονται οι αρμοί με πολυαιθυλένιο, τοποθετούνται οι αγωγοί στη τάφρο με τη βοήθεια πλευρικών 'γερανών εγκαθίστανται ανά δύο χιλιόμετρα μετρητικοί σταθμοί της καθοδικής προστασίας του.

Κεφάλαιο 4

4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

4.1 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο το φυσικό αέριο εξελίσσεται με ταχύτατους ρυθμούς σε όλη την Ευρώπη.

Ιδιαίτερα στη χώρα μας, με την απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς, η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού καθώς και οι σταθμοί συνδυασμένου κύκλου φυσικού αερίου αποκτούν ιδιαίτερα επίκαιρο χαρακτήρα.

4.2 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Το φυσικό αέριο είναι η φυσική ενεργειακή επιλογή για βιομηχανίες με άμεσες και έμμεσες θερμικές ανάγκες, βελτιώνοντας την ανταγωνιστική θέση των μονάδων.

Αν επιχειρήσουμε να δώσουμε με απλά λόγια την εικόνα του φυσικού αερίου, θα λέγαμε ότι είναι ένα εύχρηστο, αποδοτικό, καθαρό και οικονομικό καύσιμο. Αν δε σε όλα αυτά προσθέσουμε και την διαθεσιμότητα του, τις εξελιγμένες τεχνολογίες και την αξιοπιστία στην παροχή του, τότε η βιομηχανία δεν χρειάζεται να σκεφθεί πολύ για να το υιοθετήσει.

Βασικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου στον βιομηχανικό τομέα:

- Συνεχής παροχή καυσίμου που εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια για διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων
- Μειωμένες εκπομπές ρύπων, που συμβάλλουν αποφασιστικά στο καθαρότερο περιβάλλον και στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης

- Αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων
- Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου
- Αποκέντρωση θερμικών χρήσεων

Τεχνολογικές εφαρμογές φυσικού αερίου υψηλών θερμοκρασιών ($T > 500^{\circ}\text{C}$)

1. Φούρνοι υψηλών θερμοκρασιών στους οποίους χρησιμοποιούνται κεραμικές ίνες ως εσωτερική επένδυση για καλύτερη μόνωση. Στους φούρνους ταχείας θέρμανσης έχουμε ανακυκλοφορία των καυσαερίων και εξαναγκασμένη ροή.
2. Καυστήρες ανάκτησης οι οποίοι περιλαμβάνουν τον καυστήρα και τον εναλλάκτη θερμότητας για την προθέρμανση του αέρα καύσης.
3. Καυστήρες αναγέννησης που λειτουργούν ανά ζεύγη και η μετάδοση της θερμότητας ανάμεσα στον αέρα καύσης και τα καυσαέρια γίνεται μέσω κεραμικών (ή μεταλλικών σφαιριδίων).
4. Καυστήρες χαμηλών NO_x = οξειδίων του αζώτου που λειτουργούν σε χαμηλά φορτία και χαμηλές θερμοκρασίες καύσης. Αυτό επιτυγχάνεται: α) με χωριστά ρεύματα αέρα, έναν πρωτογενή και ένα δευτερογενή αέρα καύσης και β) με την ανακύκλωση των ψυχρών απαερίων στο χώρο καύσης.
5. Θάλαμοι υπέρυθρης ακτινοβολίας που αποτελούνται από κλειστούς κεραμικούς σωλήνες στους οποίους καίγεται φυσικό αέριο και αναπτύσσονται θερμοκρασίες μέχρι 1350°C .
6. Εμβαπτισμένοι θάλαμοι καύσης υπέρυθρης ακτινοβολίας με μεγάλες ταχύτητες καυσαερίων που θερμαίνουν λιωμένα μέταλλα.
7. Εμβαπτιζόμενος συμπαγής εναλλάκτης που αποτελείται από θάλαμο καύσης με προανάμειξη του μείγμα-Καυστήρας εμβάπτισης με κεραμικό θάλαμο καύσης του αερίου - αέρα. Κατακόρυφα τοποθετημένοι σωλήνες επιτρέπουν τη ροή του νερού από κάτω προς τα πάνω. Σχεδόν ψυχρά καυσαέρια εισέρχονται σε κυματοειδή εναλλάκτη θερμαίνοντας την επιφάνεια του μετάλλου του εναλλάκτη χωρίς να έρχονται σε επαφή με το προς θέρμανση λουτρό.

Τεχνολογικές Εφαρμογές φυσικού αερίου Χαμηλών θερμοκρασιών ($T < 500^{\circ}\text{C}$)

1. θέρμανση λουτρών δεξαμενών με γυμνό ατμό ή εμβαπτισμένο εναλλάκτη (σερπαντίνα) ατμού ή συστήματα άμεσης καύσης φυσικού αερίου, τα απαέρια των οποίων θερμαίνουν άμεσα τα λουτρά.

4.2.1 Παραδείγματα εφαρμογών σε βιομηχανίες/βιοτεχνίες

Βιομηχανικοί φούρνοι

Ο φούρνος χωρίζεται σε δύο μέρη: Τη ζώνη ακτινοβολίας και τη ζώνη μεταφοράς.

Η ζώνη ακτινοβολίας αποτελείται από μεταλλικό κέλυφος με εσωτερική επίστρωση πυρίμαχου για προστασία, γίνεται ελαχιστοποίηση των απωλειών και επανακτινοβολία της θερμότητας.

Τα υλικά των αυλών είναι α) κράμα 5% Cr, 0,5% Mo ως πιο συνηθισμένο, β) SS-304 για υψηλές θερμοκρασίες, γ) SS-321 που είναι ανθεκτικό στη διάβρωση, δ) Alloy 800 (20% Cr, 32% Ni) σε φούρνους πυρόλυσης.

Στη ζώνη μεταφοράς συναντάμε αυλούς με πτερύγια ή κυλινδρικά καρφιά και για μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής τοποθετείται μια σειρά αυλών που καλύπτει τα κενά της προηγούμενης.

Βιομηχανίες χαρτιού

Η χαρτοβιομηχανία περιλαμβάνει τρεις κυρίως διεργασίες που απαιτούν ενέργεια: α) Πολτοποίηση, β) λεύκανση - εδώ εστιάζουμε και το ενδιαφέρον μας για την εξοικονόμηση ενέργειας - και γ) παραγωγή χαρτιού.

Ο χαρτοπολτός οδηγείται σε ένα δονούμενο κόσκινο, απ' όπου Αφαιρείται σημαντική ποσότητα νερού που αυτός περιέχει. Κατόπιν, αφού έχει πάρει κάποιο καθορισμένο σχήμα το χαρτί, οδηγείται με πλατείς ιμάντες σε περιστρεφόμενους κυλίνδρους. Οι κύλινδροι αυτοί περιέχουν υπέρθερμο ατμό μέσα τους, μορφοποιούν και ολοκληρώνουν το στέγνωμα του χαρτιού, το οποίο τελικά συλλέγεται και τυλίγεται ανάλογα με τις απαιτήσεις της αγοράς.

Η βιομηχανία χάρτου χρησιμοποιεί τη θερμότητα κυρίως με τη μορφή ατμού στους 170° έως 250°C. Για την παραγωγή ατμού χρησιμοποιούνται λέβητες πίεσης λειτουργίας μέχρι και 22atm και θερμοκρασίας ατμού 370 °C.

Ο υπέρθερμος ατμός οδηγείται στα τύμπανα των μηχανών με ατμοδιανομείς, από εκεί εκτονώνεται αποδίδοντας τη θερμική του ενέργεια. Τα συμπυκνώματα συγκεντρώνονται στο κάτω μέρος του τύμπανου, απ' όπου και απομακρύνονται με τη βοήθεια αντλιών κενού, για να οδηγηθούν πάλι πίσω στο λέβητα. Κατ' αυτό τον τρόπο προσδίδεται η απαιτούμενη και αναγκαία υγρασία στο χαρτί.

Παρασκευή αλουμίνας από βωξίτη

Ο ελληνικός βωξίτης αλέθεται και προσβάλλεται από πυκνή καυστική σόδα σε δοχεία πίεσης, στα οποία διοχετεύεται ατμός θερμοκρασίας 250 ° C και πίεσης 40 bar. Αφού το οξειδίο του αργιλίου μετατραπεί σε αργιλικό νάτριο και απομακρυνθούν οι λάσπες, πυρώνεται το υδροξείδιο του αργιλίου σε κλίβανο, για να παραχθεί η αλουμίνα. Η θέρμανση συντελείται με φυσικό αέριο.

Παρασκευή τσιμέντο

Ασβεστολιθική, αργιλική μάργα και οξειδίο του σιδήρου από καύση σιδηροπυρίτη αλέθονται, ξηραίνονται και πυρώνονται σε περιστροφικά καμίνια. Αέρας και καυσαέρια περνούν από θαλάμους αποκονίωσης και σειρές κυκλώνων. Οι τσιμεντοβιομηχανίες καταναλώνουν πολύ ενέργεια και το φυσικό αέριο αποτελεί μία καλή λύση. Η θερμοκρασία γύρω στους 1450°C προκαλεί επίτηξη του ασβέστη και της διασπασμένης αργίλου, δηλαδή, αυτό που ονομάζεται Κλίνκερ. Το Κλίνκερ ψύχεται και αλέθεται, για να δώσει τσιμέντο. Τέλος προστίθεται γύψος και θηραϊκή γη.

Υψικάμινιοι

Μεταλλουργικό κώκ, συλλίπασμα διοξειδίου του πυριτίου ή οξειδίου του ασβεστίου και σιδηρομετάλλευμα, καίγονται με θερμό αέρα και καυσαέρια από καυστήρες φυσικού αερίου.

Τα χαμηλότερα στρώματα κοντά στο χωνευτήριο καίγονται, παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα συναντώντας άλλα στρώματα άνθρακα, παράγουν μονοξείδιο

του άνθρακα, που διέρχεται από το διάπυρο σιδηρομετάλλευμα και απελευθερώνει το σίδηρο. Ο σίδηρος ρέοντας, σχηματίζει κράματα με τον άνθρακα.

Στις εγκαταστάσεις των σύγχρονων χαλυβουργείων οι παροχές καυσίμου και οι αναθερμάνσεις ελέγχονται με τη βοήθεια βιομηχανικών υπολογιστών.

Ο χυτοσίδηρος (1ον) μεταφέρεται σε μετατροπέα Bessemer ή Thomas στον οποίο με εμφύσηση αέρα οξειδώνονται οι προσμείξεις, προστίθενται μέταλλα και με τη βοήθεια των καυσαερίων δημιουργούνται τα χαλυβοκράματα ή (2ον) ο χυτοσίδηρος αναμειγνύεται με παλαιό σίδηρο και μέταλλευμα και πυρώνονται με φυσικό αέριο σε κλίβανο ανοικτής εστίας τύπου Siemens- Martin.

Η πιο συνηθισμένη κάμιнос χυτοσιδήρου είναι η τύπου κούπολα. Η θέρμανση της γίνεται με φυσικό αέριο. Υπάρχει επίσης εγκατεστημένος προθερμαντήρας αέρα. Για λόγους υπερθέρμανσης έχουν κατασκευαστεί και υδρόψυκτοι τύποι καμίνων κούπολα

.Ασβεστοκάμινοι

Έχουν πολλά διαμερίσματα σε ελλειψοειδή διάταξη, πυρίμαχη επένδυση και διαφράγματα, πολλούς καυστήρες φυσικού αερίου και ψεκασμό νερού για τον ασβεστόλιθο.

Το σημείο τήξης ελατώνεται λόγω της πρόσμιξης αλκαλίων και σιδήρου, η ποιότητα μάλιστα του ασβεστο-πολτού εξαρτάται από τον τρόπο παραγωγής του.

Κατασκευή κεραμικών

Άργιλος με ανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου, χαλαζιακή άμμος, πυριτικά άλατα αργιλίου, καλίου και ασβεστίου μαζί με κοκκινόχρωμα και μίκα αλέθεται και διαβρέχεται, για να γίνει πηλός. Ο πηλός απαερώνεται και ατέρμονες κοχλίες τροφοδοτούν καλούπια τούβλων που στεγνώνουν στον αέρα ή στεγνώνουν σε ξηραντήρια ατμού. Μετά τον ατμό ψήνονται σε θαλάμους που έχουν ήδη προθερμανθεί με καυστήρες φ. αερίου. Τα τεμάχια του πηλού παίρνουν διάφορα σχήματα στις πρέσες με τα καλούπια, εμβαπτίζονται σε οξείδια, στεγνώνουν ξανά και ψήνονται εκ νέου.

Πορσελάνη που αποτελείται από καολίνη, χαλαζία, 1 φωσφορικό ασβέστιο, αργιλιοπυριτικό κάλιο και σιλές υποβάλλεται σε πρώτο ψήσιμο στους 10000 C. Το σμάλτο ' υποβάλλεται εν συνεχεία σε ψήσιμο στους 1400°C και μπορεί ενδεχομένως να διακοσμηθεί, οπότε θα χρειαστεί και τρίτο ψήσιμο σε χαμηλή θερμοκρασία.

Η πάστα μιας μαλακής πορσελάνης ψήνεται στους 1250°C. Η υαλώδης φάση οφείλεται στα πυριτοφωσφορούχα άλατα, τα οποία αν περιέχουν ίχνη σιδήρου εξασθενίζουν το χρώμα. Το τεμάχιο που σμαλτώθηκε ψήνεται στους 1000°C.

Στα κεραμοποιεία η παραγωγικότητα αυξάνεται, όταν τοποθετηθούν πλευρικοί καυστήρες υψηλής ταχύτητας στο τούνελ κίνησης των κεραμικών. Στο ξηραντήριο της κεραμοποιίας γίνεται αντικατάσταση των εναλλακτών . αέρα/αέρα που υπάρχουν, με την απευθείας εφαρμογή του φυσικού αερίου

Νικέλιο

Το μέταλλευμα οδηγείται σε θραυστήρα, κοσκινίζεται, έπειτα οδηγείται στη μονάδα εμπλουτισμού, διηθείται, εισέρχεται στον κλίβανο φρύξης, σε ηλεκτρικό κλίβανο και κατόπιν σε κλίβανο αναθέρμανσης. Αφού χυθούν τα ανόδια στη δεξαμενή ανόπτωσης, γίνεται ηλεκτρολυτική κάθαρση, ώστε να παραχθεί στην κάθοδο καθαρό νικέλιο. Είναι μία από τις βιομηχανίες που χρειάζεται πολλή ενέργεια και την οποία ωφελεί σε μεγάλο βαθμό στους κλιβάνους να καίγεται φυσικό αέριο.

Παρασκευή γυαλιού

Μαρμαρόσκονη, χαλαζιακή άμμος, σόδα και πρόσθετα αναμειγνύονται και λιώνουν σε κλιβανούς που θερμαίνονται με καυστήρες φυσικού αερίου και παίρνουν σχήμα, αναθερμαίνονται για την αποφυγή τάσεων και ακολουθεί βραδεία απόψυξη.

Γύψος – γυψοσανίδες

Ένυδρο θειικό ασβέστιο με λίγες προσμείξεις τροφοδοτείται σε χαλύβδινο λέβητα φ. αερίου, προκειμένου να θερμανθεί από τα καυσαέρια ομοιόμορφα, με τη βοήθεια μηχανικού αναδευτήρα που υπάρχει στο εσωτερικό και να παραχθεί ο

γύψος. Υπάρχουν επίσης περιστρεφόμενα καμίνια γύψου με καυσαέρια που κινούνται κατά αντιρροή. Οι εγκαταστάσεις συνοδεύονται από κονιοποιητές και κόσκινα.

Η σχετική υγρασία του γύψου πρέπει να μειωθεί από το 30% σε λιγότερο από 5%. Τα ξηραντήρια αυτού του είδους (γύψος, δομικά υλικά) είναι συνεχούς λειτουργίας με ξηραίνον μέσο τον αέρα σε αντιρροή θερμοκρασίας 70°C στην αρχή και 45°C στο τέλος της ξήρανσης.

Ασφαλτοποιία

Οι πίσσες είναι προϊόντα της ξηρής απόσταξης των λιθανθράκων, λιγνιτών, ξύλων, ασφαλτόλιθων. Είναι επίσης το τελευταίο προϊόν της κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου.

Με την αντικατάσταση του ήδη υπάρχοντος καυστήρα θέρμανσης στα οχήματα μεταφοράς της πίσσας, στους διανομείς και στις εγκαταστάσεις επιτυγχάνουμε μικρότερη παραγωγή ρύπων, έχουμε καθαρότερα φίλτρα και όχι τόσο συχνές αντικαταστάσεις των κεφαλών καύσης, που καταστρέφονταν λόγω της δημιουργίας υψηλών θερμοκρασιών.

Επιμετάλλωση

Η επιμετάλλωση συνίσταται στη δημιουργία ενός λεπτού επιφανειακού στρώματος από ανθεκτικά στην οξείδωση υλικά, όπως ψευδαργύρου, κασσιτέρου, νικελίου, φωσφόρου και χρωμίου.

Υπάρχει η μέθοδος της ηλεκτρόλυσης του φλογοψεκασμού και της εμβάπτισης. Η εμβάπτιση χρησιμοποιείται για υλικά επιμετάλλωσης που το σημείο τήξης τους είναι πολύ χαμηλό όπως κασσίτερος, μόλυβδος, ψευδάργυρος.

Τα εξαρτήματα που πρόκειται να επιμεταλλωθούν βυθίζονται σε θερμαινόμενα λουτρά, σε δεξαμενές, στις οποίες ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιείται το φυσικό αέριο. Ανάλογα με τη διάρκεια της εμβάπτισης έχουμε και το επιθυμητό στρώμα επιμετάλλωσης.

Ενδεικτικά για την επικασσιτέρωση: Ο σίδηρος, ο χαλκός, τα κράματα χαλκού επικασσιτερώνονται εύκολα με την εμβάπτιση τους σε λουτρό τηγμένου κασσιτέρου θερμοκρασίας 280 - 300°C.

Χυτήρια: Μέταλλα ή κράματα πυρώνονται και λιώνουν, χύνονται σε κατάλληλα προετοιμασμένα καλούπια, ψύχονται και στερεοποιούνται. Στο τέλος της απόψυξης το χυτό αφαιρείται από το καλούπι και, αν χρειαστεί, καθαρίζεται. Για να φτάσει το υλικό στην αναγκαία θερμοκρασία έγχυσης, χρησιμοποιούνται καυστήρες φυσικού αερίου

Δεξαμενές εργοστασίων

Σε δεξαμενές υγρών, όπως νερού, σόδας, ανοδίωσης, τοποθετούμε σερπαντίνα που διατρέχεται από τα καυσαέρια του φυσικού αερίου και θερμαίνει το υγρό αντικαθιστώντας το ζεστό νερό, το λάδι και τον ατμό.

Βιομηχανίες Χαλκού

Το ορυκτό μέταλλευμα θραύεται, αλέθεται, κοσκινίζεται και με την προσθήκη νερού αλέθεται και διοχετεύεται στη μονάδα επίπλευσης, συμπυκνώνεται, διηθείται και γίνεται η φρύξη του σε κάμινο με καύσιμο φυσικού αερίου, στην οποία ο θειούχος σίδηρος μετατρέπεται σε οξειδίο. Ακολουθεί σκωροποιητική τήξη μέσα σε ανάστροφη κάμινο φ. αερίου παρουσία διοξειδίου του πυριτίου, με σκοπό να απομακρυνθεί ο σίδηρος. Για να διαχωριστεί ολόκληρη η ποσότητα του θειούχου σιδήρου: α) Ο αέρας οξειδώνει το σίδηρο, στη συνέχεια γίνεται οξειδωση και σχηματισμός οξειδίου και θειούχου χαλκού, β) γίνεται κάθαρση με πύρωση από φλόγες φυσικού αερίου και ταυτόχρονα διοχέτευση του αέρα στο λουτρό.

Η παραγωγή του χαλκού ολοκληρώνεται με χύσιμο ανοδίων και με την πραγματοποίηση ηλεκτρολυτικής κάθαρσης, που αποτέλεσμά της έχει την παραγωγή καθαρού χαλκού στην κάθοδο.

Ξηραντήρια

Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) Αδρανών υλικών, β) οργανικών προϊόντων.

Τα πρώτα συναντάμε σε μονάδες παραγωγής οικοδομικών υλικών και έχουν προορισμό την αφαίρεση της επιφανειακής τους υγρασίας με ταυτόχρονη θέρμανση τους για να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία. Ένας τύπος κατασκευής είναι:

Κυλινδρικά, αργά περιστρεφόμενα χαλύβδινα σώματα με μικρή κλίση και εσωτερικά πτερύγια ανάδευσης. Το υλικό τροφοδοτείται στο πάνω μέρος και περιστρεφόμενο κυλάει αργά προς το χαμηλότερο, όπου υπάρχει φλόγα φ. αερίου.

Ξηραντήρια ξύλου

Οι θάλαμοι ξήρανσης έχουν 1) οπές κυκλοφορίας θερμού αέρα 150°C και οπές απαγωγής του κρύου και γεμάτου υδρατμούς αέρα ή 2) διάτρητους σωλήνες ατμού που εμποτίζουν τα ξύλα. Τα συμπυκνώματα του δαπέδου απομακρύνονται από το χαμηλότερο σημείο του ξηραντήριου. Στο τέλος της έκπλυσης ανοίγονται οι θυρίδες, για να γίνει αποστράγγιση ή 3) τροχιές φορέων για συνεχή ξήρανση των φορτίων των ξύλων με ανεμιστήρες και αερόθερμα. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται, είναι το φυσικό αέριο.

Βιομηχανικά ξηραντήρια αγροτικών προϊόντων (Σταφίδα, καλαμπόκι, καπνά, κακάο, δαμάσκηνα)

Για την τεχνητή ξήρανση των προϊόντων αυτών χρησιμοποιούνται ξηραντήρια α) θερμού αέρα, β) κενού, γ) ραντισμού, δ) κατάψυξης.

Στο κατώτερο επίπεδο των κλιβάνων υπάρχει λέβητας αερίου, ο οποίος θερμαίνει τον αέρα ξήρανσης, που είτε μόνος του είτε σε μείγμα με καυσαέρια και ταχύτητα 1 - 8 m/sec ξηραίνει τα προϊόντα. Υπάρχουν εγκατεστημένοι ανεμιστήρες για την αύξηση της ταχύτητας.

Επειδή στους θαλάμους ξήρανσης είναι αναγκαίος ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας του αέρα, απαιτείται η ανανέωση του με φρέσκο αέρα από το περιβάλλον μέσα στις σήραγγες.

Υπάρχουν επίσης, αργά περιστρεφόμενα ξηραντήρια που θερμαίνονται με ρεύμα θερμού αέρα ή από τις σωληνώσεις ατμού ή τα προϊόντα έρχονται σε επαφή με τα κυλινδρικά θερμά τοιχώματα. Η καύσιμη ύλη στις προηγούμενες περιπτώσεις όπως και στα ξηραντήρια με 1 ή 2 τύμπανα είναι το φυσικό αέριο.

Όταν χρησιμοποιείται ψεκάσμος, το ρεύμα του θερμού αέρα εξατμίζει τις λεπτές σταγόνες νερού σε μεγάλους πύργους και χρησιμοποιούνται ειδικά ακροφύσια ή περιστρεφόμενοι δίσκοι ψεκάσμου.

Ξηραντήρια καπνού (Βιρτζίνια)

Τα φύλλα καπνού θερμαίνονται στους 38°C με σχετική υγρασία*95% για 30 περίπου ώρες. Ο θερμός αέρας παράγεται από αερολέβητα φυσικού αερίου και οδηγείται με θυρίδες στο φορτίο των καπνόφυλλων. Υπάρχει ντάμπερ εισόδου φρέσκου αέρα και ντάμπερ εξόδου του υγρού αέρα από το θάλαμο ξήρανσης. Έχουμε έλεγχο της υγρασίας του συστήματος και έλεγχο του ντάμπερ του φρέσκου αέρα. Η αφύγρανση - ξήρανση γίνεται στους 70°C με ανοικτό κύκλωμα, στο οποίο απάγεται η υγρασία. Η διαδικασία διαρκεί το ελάχιστο 4 μέρες. Σε μερικά τυποποιημένα υπό ξήρανση προϊόντα γίνεται ανάμειξη των καυσαερίων με τον αέρα ή και χρήση άμεσης φλόγας φυσικού αερίου, πράγμα που απαγορεύεται σε κάποιες περιπτώσεις λόγω των κανόνων υγιεινής.

Στα ξηραντήρια αραβοσίτου, ρυζιού (όπως και στα καπνά) εφαρμόζονται συστήματα απευθείας καύσης μεγάλης περίσσειας αέρα.

Εκκοκιοτήρια

Εδώ χρησιμοποιείται θερμός αέρας 150-160 ° C για την ξήρανση του σύσπορου βαμβακιού, αυτό πραγματοποιείται με την καύση φυσικού αερίου, το οποίο τροφοδοτεί και ατμολέβητες. Ο παραγόμενος ατμός χρησιμοποιείται για την ύγρανση του εκκοκκισμένου βαμβακιού.

Ζυθοποιία

Για την παραγωγή βύνης η υγρασία του βλαστού του κριθαριού πρέπει να μειωθεί από το 45% στο 4,5% με τη χρήση ξηρού αέρα θερμοκρασίας από 60 έως 70°C. Στο τέλος της ξήρανσης απαιτείται ροή αέρα 85°C που παράγεται από βοηθητικό λέβητα.

Οινοποιία

Οι ανάγκες σε θέρμανση εμφανίζονται:

1. Κατά τη λεγόμενη θερμοοινοποίηση, στη διάρκεια της οποίας για 2 έως 3 λεπτά θερμαίνουμε το γλεύκος σε θερμοκρασία 80°C, ώστε να πετύχουμε τη γρήγορη εκχύλιση των χρωστικών (ανθοκυάνες) χωρίς την αντίστοιχη εκχύλιση των τανινών που προσδίδουν σπιφάδα στο κρασί.
2. Στο προς εμφιάλωση κρασί, το οποίο θερμαίνεται για 3 - 5 λεπτά στους 95°C (παστερίωση του κρασιού).
3. Στο φρέσκο κρασί, όταν διατηρείται η θερμοκρασία στους 25° C, μέχρι να εκδηλωθεί η μηλογαλακτική ζύμωση.

Βιομηχανίες γάλακτος

Για την ξήρανση και την αφύγρανση του γάλακτος χρησιμοποιούμε πύργους ψεκασμού. Κατά την παστερίωση του το γάλα θερμαίνεται στους 70°C περνώντας μέσα από πλακοειδείς εναλλάκτες και στο τέλος της διαδικασίας το ζεστό γάλα ψύχεται, για να φθάσει τους 5°C στην έξοδο του προϊόντος. Υγραέριο και φυσικό αέριο είναι τα καύσιμα που ενδείκνυνται να χρησιμοποιούνται. Αντλίες θερμότητας προσφέρουν παράλληλα τα υπόλοιπα, αναγκαία ποσά θερμότητας για την ψύξη του ζεστού και τη θέρμανση του κρύου γάλακτος.

Παλαιότερες συσκευές παστερίωσης του γάλακτος περιελάμβαναν κύκλωμα υπέρθερμου ατμού και θερμού νερού, ώστε μέσω εναλλακτών με διαδοχικές θερμάνσεις και ψύξεις να γίνονται οι παστεριώσεις του γάλακτος.

Σφαγεία

Εδώ απαιτείται πάλι ύπαρξη κρύου και ζεστού νερού. Νερό 4°C για τη συντήρηση των κρεάτων και ζεστό νερό 50 έως 65 ° C για την επεξεργασία και το πλύσιμο των κρεάτων, καθώς επίσης και για την καθαριότητα των χώρων.

Ποσότητα νερού αναθερμαίνεται με χρήση φ.α. στους 90°C για τον καθαρισμό των εντοσθίων. Το ζεστό νερό αποθηκεύεται σε δεξαμενές και η διαχείριση γίνεται από μικροεπεξεργαστές.

Βιομηχανία αλλαντικών

Η προκαταρκτική φάση είναι αυτή του ψησίματος με θέρμανση που παράγεται έχοντας ως καύσιμο το φυσικό αέριο, ενώ στη συνέχεια τα αλλαντικά μπαίνουν σε θαλάμους αποστείρωσης.

Επίσης, το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο στο φούρνισμα για την αποστείρωση των αλίπαστων και στην ξήρανση και τον εξευγενισμό των τυριών. Κατά την αποστείρωση έχουμε δύο φάσεις. Α. θέρμανση από τους 3°C στους 25°C με σχετική υγρασία 90% για 30 έως 45 ώρες. Β. Κάθοδο της θερμοκρασίας από τους 25°C στους 14°C με σχετική υγρασία 75% για 24 έως 48 ώρες.

Το φούρνισμα είναι η τεχνητή ξήρανση με αέρα κυκλοφορίας που αφυγραίνεται συνεχώς και αναθερμαίνεται πριν την είσοδο του στο ξηραντήριο. Η τροφοδοσία με φρέσκο αέρα είναι μικρή.

Στην ξήρανση και στον εξευγενισμό των τυριών έχουμε όρια θερμοκρασίας από 10°C έως 18°C, και όρια υγρασίας 75% έως 95%, ανάλογα με την ποικιλία του τυριού.

Θερμό νερό απαιτείται για το πλύσιμο των σκευών, τη ρύθμιση της υγρασίας των θαλάμων αποστείρωσης και τη θέρμανση των χώρων εργασίας.

Ελαιοτριβεία - επεξεργασία λαδιών

Στα ελαιοτριβεία με πιεστήριο συμπίεσης το θερμό νερό χρησιμοποιείται για την άλεση, τη συμπίεση του ελαιοκάρπου και στο φυγοκεντρικό διαχωρισμό.

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται επίσης για την παραγωγή ατμού θέρμανσης για:

- 1) Εξουδετέρωση της οξύτητας και τον αποχρωματισμό των λαδιών που αποτελούν ακατέργαστη πρώτη ύλη. 2) Απόσμηξη του λαδιού (ραφινέ ή μαργαρίνη - λίπη).
- 3) Στην υδρογόνωση για την παραγωγή μαργαρίνης - μαγειρικού λίπους.

Υφαντουργεία – Βαφεία

Τα υφάσματα, αφού λευκανθούν, εμβαπτίζονται στα λουτρά της πρόστυψης ή του χρώματος όπου και θερμαίνονται κατά προτίμηση με ατμό. Τα υφάσματα ή πλεκτά στη συνέχεια πλένονται ή στεγνώνονται σε ελεύθερο αέρα ή σε θερμαινόμενο χώρο. Με διοχέτευση ατμού οι χώροι αυτοί αποκτούν υγρή οξειδωτική ατμόσφαιρα (θάλαμος οξειδωσης), για να γίνουν οι αποχρώσεις. Μερικά χρώματα, αναζωογονούνται με θερμό λουτρό σαπουνιού, ενώ το ύφασμα που βάφεται γίνεται πιο κολλαριστό με επίχρισμα (άμυλο κ.λπ.). Υπάρχουν βαφεία υψηλών θερμοκρασιών για μείωση του χρόνου επεξεργασίας και καλύτερη διείσδυση της χρωστικής.

Στην κλωστοϋφαντουργία παλαιότερα η ξήρανση ή το στέγνωμα επιτυγχάνονταν με εναλλάκτες λαδιού/αέρα ή ατμού/αέρα πράγμα που συνεπαγόταν μεγάλες απώλειες. Τώρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί καυστήρας φυσικού αερίου στο χώρο ξήρανσης - στεγνώματος ή στο χώρο καύσης.

Αζωτούχα λιπάσματα

Παράγονται με βάση την αμμωνία που συντίθεται από υδρογόνο και άζωτο σε συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας.

Το υδρογόνο μπορεί να προέρχεται από μονάδα φυσικού αερίου και το άζωτο από μονάδα κλασματικής απόσταξης του αέρα. Γίνεται επίσης, παραγωγή καλιούχων καθώς και φωσφορούχων λιπασμάτων.

Ζαχαροποιία τεύτλων

Τεμαχισμένα τεύτλα οδηγούνται σε διαχυτήρες για εκχύμωση και αφαίρεση της ζάχαρης με θερμό νερό υπό πίεση. Ο πολτός αυτός, αφού το επεξεργαστούμε

κατάλληλα, χρησιμοποιείται και για ζωοτροφή και η μελάσα είναι η πρώτη ύλη για τα αποστακτήρια και για την παραγωγή της ζύμης. Ο χυμός περνά από σχετική επεξεργασία (αποχρωματίζεται αν χρειάζεται), συμπυκνώνεται, κρυσταλλώνεται, φυγοκεντρίζεται και ξηραίνεται, για να δώσει τη ζάχαρη σε περιστροφικά ξηραντήρια.

Αφαλάτωση νερού

Από τις μεθόδους αφαλάτωσης η απόσταξη είναι η πλέον αποδοτική για περιπτώσεις με μεγάλη ροή και η πλέον εύχρηστη. Περιλαμβάνει το βράσιμο του θαλασσινού νερού με τη βοήθεια καυστήρων φυσικού αερίου, τη συμπύκνωση του, για να ψυχθούν οι ατμοί και έτσι, δίνοντας μας έτσι πόσιμο νερό, απαλλαγμένο από άλατα ή άλλες ουσίες.

Πολλοί αποστακτικοί θάλαμοι συνδέονται οριζόντια, έχοντας στο εσωτερικό των εναλλακτών χαμηλότερη πίεση από την ατμοσφαιρική για την αποτελεσματικότερη εξάτμιση του θαλασσινού νερού και την ευνοϊκότερη σταδιακή απόσταξη. Φούρνοι για τον καθαρισμό εξαρτημάτων αυτοκινήτων, εξαρτημάτων μηχανών, αντλιών, περιελίξεων ηλεκτροκινητήρων, στάτορες κλπ. που λειτουργούν σε θερμοκρασίες 340 - 400°C σε κύκλους μισής έως και μιάμισης ώρας, λειτουργούν φθηνότερα με φυσικό αέριο. Είναι μάλιστα, εφοδιασμένοι με φουσητήρα αέρα, θερμοζεύγος και πυρόμετρο για τη μέτρηση και τον έλεγχο της καύσης.

Μηχανές εσωτερικής καύσης με φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο σε καύση δε μολύνει, και δε διαβρώνει τα εξαρτήματα των μηχανών. Η θερμική φόρτιση του θαλάμου καύσης είναι μικρότερη απ' ό,τι σε άλλου είδους καύσιμα μηχανών και δεν υπάρχουν διακυμάνσεις κατά τη λειτουργία. Υπάρχουν εγκατεστημένες μηχανές ξηράς με εγχυτήρες, με βαλβίδες τροφοδοσίας φυσικού αερίου με βαλβίδες αέρα έναυσης και με ειδικούς σπινθηριστές (Delaval). Χρήσεις ατμοπαραγωγής (συνοπτικά)

Σε βιομηχανικές μονάδες, που απαιτείται έμμεση κατανάλωση ενέργειας, ή/και στην παραγωγική διαδικασία υπάρχει σύστημα ατμοπαραγωγής. Ο ατμός χρησιμοποιείται σε βιομηχανίες χαρτιού, χημικών προϊόντων, όπως τα χρώματα, συνθετικών ρητινών, φαρμακευτικών προϊόντων, ξήρανσης φύλλων καπνού, στα

βαφεία υφασμάτων και στην παραγωγή συνθετικών ινών της κλωστοϋφαντουργίας, στα τρόφιμα και ποτά, για αποστειρώσεις, ξηράνσεις και θέρμανση της πρώτης ύλης, βιομηχανίες ελαστικών, διυλιστήρια κ.λπ.

Καύση απορριμμάτων (Incineration)

Στο εξωτερικό χρησιμοποιούνται ειδικοί κλίβανοι για την πυρόλυση των απορριμμάτων, αφού έχουν υποστεί διαλογή στους 14000 C. Συγκροτήματα φίλτρων συγκρατούν τους ρυπαντές των καπναερίων.

Σε συστήματα αποτέφρωσης υγροποιημένης κλίνης το ανάμικτο υλικό της κλίνης φθάνει τη θερμοκρασία ανάφλεξης των 400 - 550°C με την υποβοήθηση πρόσθετου καυσίμου, όπως είναι το φυσικό αέριο.

Κλίβανοι χρησιμοποιούνται επίσης, για την αποτέφρωση των νοσοκομειακών και μολυσματικών απορριμμάτων.

Τα απόβλητα καίγονται στους 300 - 500 °C χωρίς περίσσεια οξυγόνου και τα καπναέρια καίγονται και καθαρίζονται στο θάλαμο μετακαύσης σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 850°C.

Ιχθυοκαλλιέργειες

Κατά την επώαση των αβγών των ψαριών πρέπει η θερμοκρασία στις δεξαμενές επώασης της τσιπούρας και του λαυρακιού να διατηρείται σταθερή.

Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάμειξη ζεστού και κρύου νερού, τα οποία φιλτράρονται, ενώ και με την κατάλληλη παροχή αέρα ελέγχονται οι συνθήκες λειτουργίας των συλλεκτών στους επωαστήρες. Η ιδανική θερμοκρασία εκκόλαψης κυμαίνεται από 12°C έως 20°C.

Η θέρμανση, που εκπέμπουν οι ηλεκτρικές αντιστάσεις, εμβαπτιζόμενου τύπου, τοποθετημένες σε κεραμικούς σωλήνες, μπορεί να αντικατασταθεί στις νέες εγκαταστάσεις από υδροθερμαντήρες με καύσιμο φυσικού αερίου. Το κύκλωμα του νερού είναι ημίκλειστο και ανάλογα με τις απαιτήσεις εκτροφής ανακυκλώνεται.

Στην κονσερβοποιία φρούτων και λαχανικών, κατά την επεξεργασία, γίνεται:

Τεμαχισμός, ζεμάτισμα, απαέρωση, πολτοποίηση, στράγγιση και βράσιμο. Το θερμό νερό ή ο ατμός που χρησιμοποιείται παράγεται από την καύση φυσικού αερίου.

Όταν τα προϊόντα είναι ψάρια και θαλασσινά, γίνεται τεμαχισμός και εξαντέρωση αυτών, ενώ στη συνέχεια βράζονται για τη διευκόλυνση του καθαρισμού και της διαλογής. Σε σύγχρονες μονάδες το νερό απόψυξης ανακυκλώνεται και συνδυάζεται με θέρμανση με καύσιμο φυσικού αερίου.

Βιολογικός καθαρισμός

Ένα από τα παραπροϊόντα του βιολογικού καθαρισμού και το σημαντικότερο σε όγκο καθώς και δυσκολότερο σε χειρισμό είναι η λάσπη (sludge). Στις μεγάλες μονάδες η λάσπη λόγω του όγκου και της σύνθεσης της (βαριά μέταλλα) δημιουργεί δυσεπίλυτα προβλήματα τελικής διάθεσης.

Κύριοι στόχοι της επεξεργασίας της λάσπης είναι η ελάττωση του όγκου με αφυδάτωση, δηλαδή ελάττωση της υγρασίας στο 60 - 70% καθώς και η αποδόμηση των οργανικών ουσιών που προκαλούν δυσοσμία. Η επεξεργασία περιλαμβάνει συνήθως: Συμπύκνωση της λάσπης, χώνευση, αφυδάτωση - ξήρανση για απομάκρυνση του νερού, διαφορετική καύση και υγρή οξειδωση για την αποδόμηση των οργανικών ουσιών. Μια μέθοδος αφυδάτωσης είναι και η θερμική ξήρανση.

Ανακύκλωση

Τα εργοστάσια ανακύκλωσης και ανάκτησης αλουμινίου χρησιμοποιούν φυσικό αέριο στους φούρνους τήξης.

Επίσης στην ανακύκλωση του χρησιμοποιημένου πολυαιθυλενίου ο ζεστός αέρας της θερμικής ξήρανσης παράγεται από καυστήρες φυσικού αερίου.

Άλλοι τομείς εφαρμογής του φυσικού αερίου είναι τα βυρσοδεψεία και τα μέρη τελικής κατεργασίας του δέρματος, η επεξεργασία χρωμάτων και διαλυτών, η αφύγρανση λαχανικών και τέλος τα κονσερβοποιία κρέατος, πουλερικών, ψαριών και θαλασσινών ειδών.

Εμπορικός τομέας

Εμπορικοί καταναλωτές είναι τα ξενοδοχεία και τα νοσοκομεία (θέρμανση, ζεστό νερό, μαγείρεμα, πλύσιμο, στέγνωμα και σιδέρωμα ιματισμού), τα εστιατόρια και ζαχαροπλαστεία, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα λόγω θέρμανσης, διάφορα καταστήματα, εμπορικά και αθλητικά κέντρα, χώροι αναψυχής, πολιτιστικά κέντρα, τα πλυντήρια και στεγνωτήρια, τα αρτοποιεία, οι φούρνοι βαφής συνεργείων αυτοκινήτων και τα εργαστήρια αργυροχρυσοχοΐας.

Μια σειρά επαγγελματιών θα βρουν στο φυσικό αέριο τη συμφέρουσα λύση στις καθημερινές ανάγκες των επιχειρήσεών τους.

Ξενοδοχεία και νοσοκομεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, αθλητικά και πολιτιστικά κέντρα, μεγάλα κτίρια γραφείων, χώροι αναψυχής, εμπορικά κέντρα και καταστήματα, μπορούν να χρησιμοποιήσουν το φυσικό αέριο για θέρμανση των χώρων, παραγωγή ζεστού νερού, μαγείρεμα καθώς και για άλλες εξειδικευμένες χρήσεις εργασίες, εκμεταλλευόμενα τα πλεονεκτήματά του και επιτυγχάνοντας μεγάλες οικονομίες κλίμακας και απόλυτη λειτουργικότητα.

Αρτοποιεία, εστιατόρια, εργαστήρια ζαχαροπλαστικής, εργαστήρια αργυροχρυσοχοΐας, πλυντήρια και στεγνωτήρια, συνεργεία αυτοκινήτων με φούρνους βαφής περιλαμβάνονται στον μακρύ κατάλογο των καταναλωτών του φυσικού αερίου.

Το φυσικό αέριο στον εμπορικό τομέα:

- Δεν απαιτεί ενασχόληση με παραγγελίες και παραλαβές καυσίμων
- Δίνει δυνατότητα εκμετάλλευσης χώρων που σήμερα χρησιμοποιούνται για αποθήκευση καυσίμων (δεξαμενές)
- Προσφέρει αισθητική αρτιότητα, αυξημένη καθαριότητα χώρων και συσκευών
- Απαιτεί λιγότερη συντήρηση συσκευών
- Συμβάλλει στην ορθολογική χρήση ενέργειας στη μείωση λειτουργικών δαπανών, στην οικονομία
- Επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα υψηλότερη απόδοση

Το φυσικό αέριο παρέχει τη δυνατότητα αποκεντρωμένης παραγωγής θερμού νερού με τη χρήση αυτόνομων συσκευών που είναι οι ταχυθερμαντήρες και οι θερμοσίφωνες.

Συγκεκριμένα:

Για τα μαγειρεία, εστιατόρια και τα εργαστήρια της ζαχαροπλαστικής υπάρχουν ανοιχτές εστίες μαγειρέματος με ενσωματωμένους ατμοσφαιρικούς καυστήρες φυσικού αερίου, υπάρχουν φούρνοι, θερμαινόμενες πλάκες ψησίματος και ακτινοβολίας, βραστήρες κ.λπ.

Για τα πλυντήρια και σιδερωτήρια υπάρχει λεβητοστάσιο παραγωγής ατμού που θερμαίνει το νερό των πλυντηρίων, τον αέρα στα στεγνωτήρια, τις πρέσες και τους κυλίνδρους σιδερώματος των ρούχων. Χρησιμοποιούνται επίσης ενσωματωμένοι ατμοσφαιρικοί καυστήρες.

Στους φούρνους αρτοποιίας αντικαθίσταται ο προϋπάρχων καυστήρας πετρελαίου με αυτόν του φυσικού αερίου Αυτό συνεπάγεται εκτός των άλλων και χαμηλότερα επίπεδα ρύπανσης.

Αγροτικός τομέας – θερμοκήπια

Μια σημαντική εφαρμογή του φυσικού αερίου στον αγροτικό τομέα είναι η χρήση του σε θερμοκήπια. Το φυσικό αέριο στα θερμοκήπια χρησιμοποιείται ως θερμαντικό και για τον εμπλουτισμό του χώρου με διοξείδιο του άνθρακα. Συνήθως, οι εφαρμοζόμενες τεχνολογίες είναι οι υδροπονικές καλλιέργειες, οι οποίες με τη χρήση του φυσικού αερίου επιτυγχάνουν υψηλότερη παραγωγή και καλύτερη ποιότητα προϊόντων, καθώς και επιμήκυνση της περιόδου καλλιέργειας τους χειμερινούς μήνες και σε μεγάλες εκτάσεις θερμοκηπίων.

Η θέρμανση των θερμοκηπίων γίνεται με αερόθερμα ή με λέβητα νερού ή με αντλίες θερμότητας.

Τα καυσαέρια που παράγονται από την καύση του φυσικού αερίου και θερμαίνουν τον αέρα ή το νερό στις εγκαταστάσεις του θερμοκηπίου ψύχονται σε εναλλάκτη από το νερό επιστροφής στο λέβητα, δηλαδή, υγροποιούνται και απομακρύνεται η υγρασία τους, πριν διοχετευτούν στο χώρο της καλλιέργειας.

Μέρος των καυσαερίων περνά από τη μονάδα εμπλουτισμού του CO₂, όπου γίνεται αφύγρανση και έλεγχος της περιεκτικότητας σε CO. Μ' αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η περιεκτικότητα του αέρα σε CO₂ φθάνοντας περίπου τα 1000 ppm (σωματίδια ανά εκατομμύριο). Το CO₂ επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό τη φωτοσύνθεση και επομένως την ανάπτυξη των καλλιεργειών. Η μονάδα

εμπλουτισμού περιλαμβάνει ακόμα: στόμια έγχυσης (ένα ανά - 400 m² επιφάνεια), αναλυτή CO₂ για τη ρύθμιση της έγχυσης και χρονομετρητή.

Οικιακός Τομέας

Το φυσικό αέριο στο σπίτι παρέχει ευκολία, αυτονομία, ασφάλεια και οικονομία.

Με τη μόνιμη και σταθερή παροχή φυσικού αερίου, κάθε νοικοκυριό μπορεί να εξασφαλίσει:

- θέρμανση, χωρίς εξαρτήσεις και με σταθερή παροχή
- μαγείρεμα και ζεστό νερό χωρίς χρόνους αναμονής και με άμεση ρύθμιση της θερμοκρασίας.

Βασικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα:

- 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 σε πολλά επίπεδα λαμβανομένου υπ' όψιν ότι η κατανάλωση αερίου δεν προπληρώνεται όπως στην περίπτωση προμήθειας και καύσεως πετρελαίου για λειτουργία συστήματος κεντρικής θέρμανσης

Εάν η κατοικία έχει ανεγερθεί μετά το 1987, θα πρέπει να διαθέτει όπως προβλέπεται από τη νομοθεσία την απαραίτητη υποδομή σωληνώσεων σύνδεσης.

Το θερμό νερό παρασκευάζεται από ταχυθερμοσίφωνες συνεχούς ροής ή θερμοσίφωνες αποθήκευσης που λειτουργούν με ατμοσφαιρικό καυστήρα, ο οποίος είναι ενσωματωμένος στη συσκευή. Οι παροχές του νερού κυμαίνονται από 5 έως 20 λίτρα το λεπτό και έχουν θερμοκρασία 35 έως 65°C. Είναι επιτοίχιες μονάδες μικρών διαστάσεων, ώστε να απάγονται τα καυσαέρια τους στο περιβάλλον μέσω του εξωτερικού τοίχου του σπιτιού

Οι θερμοσίφωνες αποθήκευσης έχουν μεγαλύτερες παροχές και τροφοδοσία έως και 220 λίτρα και τοποθετούνται στο δάπεδο.

Οι επιτοίχιες μονάδες αποτελούν αυτόνομους ατμοσφαιρικούς λέβητες εσωτερικού χώρου με παράλληλη παροχή ζεστού νερού, ενσωματωμένο κυκλοφορητή, δοχείο διαστολής και βαλβίδα ασφαλείας.

Για μικρή ισχύ, τοποθετούνται συστήματα μαντεμένων, επιδαπέδιων λεβήτων με ενσωματωμένο καυστήρα.

Υπάρχουν επίσης, επιτοίχιες μονάδες αερίου που συνδυάζουν παραγωγή α) ζεστού νερού για το κύκλωμα των θερμαντικών σωμάτων και β) ζεστού νερού χρήσης.

Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού-Θερμότητας

Τα συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας παράγουν ταυτόχρονα αξιοποιήσιμη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια μέσω ενός ενιαίου συστήματος.

Βασικό πλεονέκτημα και κίνητρο εφαρμογής της αποτελεί η αυξημένη απόδοση του συστήματος, έναντι της χωριστής λειτουργίας συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και θερμικής ενέργειας. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θερμική χρήση όσο και για ψύξη ή κλιματισμό.

Έχει αποδειχθεί ότι με την αξιοποίηση των συστημάτων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας, επιτυγχάνεται συνολική απόδοση καυσίμου 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.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση των τεχνολογιών Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας 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

Τα Συστήματα Συμπαραγωγής διακρίνονται σε:

- Συστήματα με αεριοστρόβιλο
- Συστήματα με ατμοστρόβιλο
- Συστήματα με Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
- Συστήματα με κυψέλες καυσίμου
- Εφαρμογές ΣΗΘ

Τα συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας μπορούν να βρουν εφαρμογή στις εξής κύριες κατηγορίες:

Βιομηχανικός τομέας

Ο τομέας αυτός καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των εφαρμογών της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας στη χώρα μας. Εφαρμοζόμενες τεχνολογίες είναι κυρίως με αεριοστρόβιλο και ατμοστρόβιλο και συνήθως το θερμικό προϊόν είναι ατμός υψηλής πίεσης.

Εμπορικός, κτιριακός 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 τη 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. Με την ανάπτυξη νέων, εναλλακτικών μορφών χρήσης φυσικού αερίου, όπως στη γεωργία, η ΔΕΠΑ δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την ευρύτερη αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων του. Ήδη στη χώρα μας λειτουργούν με φυσικό αέριο δύο θερμοκηπιακές μονάδες εκατό στρεμμάτων έκαστη.

Κλιματισμός

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται και για τον κλιματισμό - ψύξη χώρων. Οι εφαρμοζόμενες τεχνολογίες είναι τα συστήματα απορρόφησης για τον κλιματισμό και τα συστήματα με συμπιεστή για την παραγωγή ψύξης ή κλιματισμού. Στην πρώτη περίπτωση ο κλιματισμός μπορεί να επιτευχθεί σε συνδυασμό με συστήματα Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας, αξιοποιώντας τη θερμική ενέργεια που παράγεται από αυτά. Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης φυσικού αερίου στον κλιματισμό είναι ότι συμβάλλει στη μείωση των αιχμών ηλεκτρικής ενέργειας, κατά συνέπεια υποβοηθά το Εθνικό Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας κατά την περίοδο αιχμών ζήτησης (θερινούς μήνες) και διασφαλίζει καλύτερη κατανομή φορτίου κατά τη διάρκεια του έτους προς όφελος του πελάτη.

Το φυσικό αέριο σήμερα χρησιμοποιείται ήδη για κλιματισμό στον μεγάλο εμπορικό τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία).

Συσκευές Φυσικού Αερίου

Διακρίνονται σε τρεις βασικούς τύπους με βάση τη διαμόρφωση τους:

1. Συσκευές ανοικτού θαλάμου καύσης και συσκευές χωρίς θάλαμο. Δεν υπάρχει απαγωγή των καυσαερίων που

βγαίνουν μέσα από ανοίγματα του χώρου εγκατάστασης προς το περιβάλλον.

2. Συσκευές ανοικτού θαλάμου καύσης με σωλήνα απαγωγής καυσαερίου.

3. Κλειστού θαλάμου με εισαγωγή του αέρα καύσης απευθείας από το περιβάλλον.

Διαιρούνται σε διάφορες

κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο προσαγωγής του αέρα, της απαγωγής των καυσαερίων και της θέσης του ανεμιστήρα (εάν υπάρχει) σε σχέση με το φλογοθάλαμο.

Με βάση το καύσιμο διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες.

Η κατηγορία I αφορά συσκευές σχεδιασμένες αποκλειστικά για τη χρήση αερίων μιας μόνο οικογένειας αερίων, η κατηγορία II για τη χρήση αερίων από δύο οικογένειες αερίων και κατηγορία III για τη χρήση αερίων και από τις τρεις οικογένειες (προβλέπονται ελάχιστες συσκευές).

Με βάση το σκοπό χρήσης διακρίνονται σε: 1) ταχυθερμοσίφωνες ροής νερού, 2) θερμαντήρες αποθήκευσης νερού 3) θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας, 4) λέβητες αερίου και θερμαντήρες ανακύκλωσης του νερού, 5) θερμαντήρες χώρου, 6) αέριο-λέβητες, 7) θερμαντήρες ακτινοβολίας, 8) μαγειρικές εστίες, 9) βραστήρες νερού, 10) φούρνοι, 11) ψυγεία αερίου, 12) αντλίες θερμότητας, 13) συσκευές συμπύκνωσης.

4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΣΕ ΟΙΚΙΑΚΕΣ – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Το φυσικό αέριο είναι ένα αέριο συμβατικό καύσιμο, το οποίο σε μια βιομηχανία μπορεί να υποκαταστήσει τα υγρά συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο ντίζελ, μαζούτ) που καταναλώνονται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας σε λέβητες, φούρνους, κλίβανους κλπ. Αποτελείται από υδρογονάνθρακες σε αέρια μορφή, εκ των οποίων κυρίως μεθάνιο σε ποσοστό άνω του 90%. Είναι δε ελαφρύτερο από τον αέρα και δεν είναι τοξικό. Το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στη βιομηχανία, από τους επαγγελματίες και τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού, όσο και στο σπίτι.

Η οικιακή χρήση αφορά κυρίως στην κεντρική ή την ατομική θέρμανση, στο ζεστό νερό, το μαγείρεμα και τον κλιματισμό. Τα πλεονεκτήματα κατά την οικιακή χρήση, ιδιαίτερα στη θέρμανση, προέρχονται από το γεγονός ότι ο κάθε ιδιοκτήτης διαμερίσματος / οικίας μπορεί να έχει το δικό του λέβητα, τον οποίο επιλέγει τότε θα ενεργοποιήσει και πληρώνει μόνο για όσο αέριο καταναλώσει, χωρίς προκαταβολή χρημάτων. Πρόκειται, δηλαδή, για μια περισσότερο πρακτική λύση σε σχέση με τη

χρήση πετρελαίου. Εξάλλου, τα τιμολόγια του είναι συνήθως πιο φθηνά τόσο από το πετρέλαιο όσο και από το ηλεκτρικό ρεύμα, και ο καταναλωτής σε μέσο-μακροπρόθεσμη βάση εξοικονομεί χρήματα. Επίσης, εξοικονομείται χώρος στην κατοικία, αφού δεν απαιτείται η δέσμευση χώρου για δεξαμενή πετρελαίου, δεν απαιτείται συχνή συντήρηση των εγκαταστάσεων, δεν προκαλείται ρύπανση και παρατείνεται η διάρκεια ζωής των συσκευών και του εξοπλισμού. Ακόμη, σε αντίθεση με το πετρέλαιο, που χρειάζεται παραγγελίες και παραλαβές ανά τακτά διαστήματα, η ροή του αερίου είναι συνεχής

Το φυσικό αέριο, ως καύσιμο, έχει άλλα δύο ιδιαίτερα σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το πετρέλαιο ντίζελ και το μαζούτ: αφενός παρουσιάζει αυξημένο βαθμό απόδοσης κατά την καύση του (σε καλοσυντηρημένες εγκαταστάσεις μπορεί να φθάσει και 94%) και συνεπώς επιτυγχάνεται ανάλογη εξοικονόμηση ενέργειας κατά την παραγωγή της θερμικής ενέργειας. Λόγω της "καθαρότητας" των προϊόντων καύσης του φυσικού αερίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών που έχουν ως συνέπεια ενεργειακές απώλειες. 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. 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.

Σε ότι αφορά τα οικονομικά στοιχεία, το φυσικό αέριο είναι κατά 20% φθηνότερο από το πετρέλαιο θέρμανσης. Συγκεκριμένα για την Αττική, το τιμολόγιο της Εταιρείας Παροχής Αερίου Αττικής Α. Ε. διαμορφώνεται μία φορά κάθε δίμηνο και πάντα σε συνάρτηση με την τιμή του πετρελαίου θέρμανσης. Ο καθορισμός της τιμής γίνεται ως εξής: ως βάση λαμβάνεται η μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης, σύμφωνα με την ελεύθερα διαμορφούμενη τιμή διυλιστηρίου, από τις γνωστοποιήσεις του Υπουργείου Ανάπτυξης. Στην παραπάνω τιμή 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.

Για τους ίδιους λόγους χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο από μικρούς επαγγελματίες, ενώ σχεδιάζεται η ευρύτερη χρήση του και σε άλλους τομείς, όπως στην αυτοκίνηση. Ο περιορισμός της χρήσης πετρελαίου, που ιδιαίτερα στη χώρα μας είναι ευρεία, αναμένεται να αλλάξει σημαντικά το ενεργειακό μας ισοζύγιο και να μειώσει την εξάρτησή μας από το «μαύρο χρυσό», εξάρτηση η οποία, λόγω της ανόδου της τιμής του τα τελευταία χρόνια, επιβαρύνει σημαντικά την εθνική οικονομία της Ελλάδας. Η διαφοροποίηση των πηγών προμήθειας, εξάλλου, αποτελεί δικλείδα ασφαλείας για τον ενεργειακό εφοδιασμό μιας χώρας

Ευνοείται, επίσης, η χρήση του φυσικού αερίου στη βιομηχανία γιατί αυξάνει την ενεργειακή απόδοση, μειώνει το λειτουργικό κόστος για τη διαχείριση καυσίμου, βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων και περιορίζει τη ρύπανση του περιβάλλοντος. 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.

Στο πίνακα 4.1 που ακολουθεί, βλέπουμε τους Εκπεμπόμενους ρύπους σε σχέση με άλλα καύσιμα κατά την καύση σε μονάδα ατμοπαραγωγής σε mg/MJ εισαγόμενης θερμότητας καυσίμου

Πίνακας 4. 1 : Κατάλογος των Εκπεμπόμενων στον Αέρα Ρυπαντών

| Τύπος Καυσίμου | Σωματίδια | Οξείδια του Αζώτου | Διοξείδιο του Θείου | Μονοξείδιο του Άνθρακα | Υδρογονάνθρακες |
|----------------|-----------|--------------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| Κάρβουνο | 1.092 | 387 | 2.450 | 13 | 2 |
| Μαζούτ | 96 | 170 | 1.400 | 14 | 3 |
| Ντίζελ | 6 | 100 | 220 | 16 | 3 |
| Φυσικό Αέριο | 4 | 100 | 0.3 | 17 | 1 |

Η καύση του δημιουργεί τη μικρότερη ρύπανση σε σχέση με τα λοιπά συμβατικά καύσιμα, συμβάλλει περιορισμένα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού

παράγει μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με το πετρέλαιο, και δεν προκαλεί όξινη βροχή, καθώς δεν περιέχει καθόλου θείο. Συμβάλλει, λοιπόν, στην προστασία του περιβάλλοντος, για την οποία έχουμε δεσμευτεί και διεθνώς ως χώρα.

Σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης του φυσικού αερίου σε σχέση με το πετρέλαιο ντήζελ 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).

Τέλος με την υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο στην τελική κατανάλωση, κυρίως στις οικιακές και εμπορικές χρήσεις, θα αποφευχθούν οι απώλειες μετατροπής της πρωτογενούς πηγής ενέργειας σε ηλεκτρισμό καθώς και οι απώλειες κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.

Κεφάλαιο 5

5 ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (Diesel) – ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

5.1 ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (Diesel) – ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ, ΣΥΝΤΟΜΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας και ο συνεχώς αυξανόμενος ρυθμός μείωσης των αποθεμάτων ενεργειακών πρώτων υλών αποτελούν τα πιο οξυμένα προβλήματα, τα οποία καλείται να αντιμετωπίσει ο σύγχρονος άνθρωπος. Όπως κάθε θερμική μηχανή έτσι και ο κινητήρας Ντήζελ συμβάλλει στην ύπαρξη των ανωτέρω προβλημάτων. Στην προσπάθεια μείωσης της ανωτέρω αρνητικής συμβολής του κινητήρα Ντήζελ, διεξάγονται έρευνες, οι οποίες δίνουν έμφαση σε διάφορα πεδία, ένα από τα οποία είναι και η χρήση της Μεικτής Καύσης.

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχει καταστεί το κύριο περιβαλλοντικό πρόβλημα των σύγχρονων μεγαλουπόλεων. Με βάση διαθέσιμα στοιχεία διαφαίνεται ότι κύρια συμβολή στο πρόβλημα αυτό έχουν τα μεταφορικά μέσα ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές. Για το λόγο αυτό διεξάγονται διεθνώς εκτεταμένες έρευνες για την αντιμετώπιση του προβλήματος με ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση νέων τεχνολογιών καύσης, τη χρήση εξελιγμένων ή εναλλακτικών καυσίμων και την εξέλιξη των ήδη υπάρχοντων εμβολοφόρων κινητήρων.

Εξέχουσα θέση στις προσπάθειες αυτές κατέχει η χρήση του φυσικού αερίου ως εναλλακτικού καυσίμου, το οποίο χαρακτηρίζεται από χαμηλές εκπομπές αερίων και στερεών ρυπαντών. Μελετώνται τα λειτουργικά προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση του φυσικού αερίου σε υπάρχοντες κινητήρες Ντήζελ καθώς επίσης και η εκτίμηση της επίδρασης του αερίου καυσίμου στις εκπομπές ρύπων από τον κινητήρα. Η εκτίμηση αυτή θα προέλθει μέσω της συγκριτικής αξιολόγησης της

λειτουργίας του κινητήρα με φυσικό αέριο και καύσιμο Ντίζελ (Μεικτή Καύση) και της κλασσικής λειτουργίας, δηλαδή μόνο με καύσιμο Ντίζελ.

5.2 ΚΑΘΑΡΟΤΕΡΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΑ

Στα πλαίσια πολιτικής για την προώθηση των καθαρότερων καυσίμων και οχημάτων στις οδικές μεταφορές, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ήδη τον στόχο της υποκατάστασης του 20% των συμβατικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές με εναλλακτικά καύσιμα μέχρι το 2020. Για τον σκοπό αυτό η Ε.Ε έχει ήδη προβεί σε έκδοση Οδηγιών, αποφάσεων και προτάσεις οδηγιών για την προώθηση της αγοράς των εναλλακτικών καυσίμων στα κράτη-μέλη:

- Μέχρι το 2010, το 5,75% των καυσίμων μεταφορών πρέπει να αποτελείται από βιοκαύσιμα, (οδηγία 2003/30/ΕΚ), με την ενδεχόμενη προοπτική να αυξηθεί η αναλογία αυτή σε 8% μέχρι το 2015. Στο Χάρτη Πορείας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προτείνεται ο καθορισμός ενός ελάχιστου δεσμευτικού στόχου για τα βιοκαύσιμα στο 10% όσον αφορά τα καύσιμα οχημάτων μέχρι το 2020.

- δημιουργία πλαισίου για την μείωση ή απαλλαγή των βιοκαυσίμων ή άλλων εναλλακτικών καυσίμων όπως φυσικό αέριο, υγραέριο από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης στον οποίο υπόκεινται τα συμβατικά υγρά καύσιμα. (Οδηγία 2003/96/ΕΚ).

- πρόταση οδηγίας COM(2005) 261, 5.07.2005 για την φορολόγηση επιβατικών οχημάτων ανάλογα με τις εκπομπές CO₂, προκειμένου να ενθαρρυνθεί η αγορά καθαρών και περισσότερο ενεργειακά αποδοτικών οχημάτων.

- Πρόταση οδηγίας COM(2005) 634, 21.12.2005 η οποία θα προβλέπει την προώθηση καθαρών οχημάτων οδικής μεταφοράς για τη μείωση των ρύπων με υποχρεωτική ποσόστωση καθαρών οχημάτων "Enhanced environmentally friendly vehicle" ("EEV") (directive 2005/55/EC/20.10.2005) στη προμήθεια βαρέων οχημάτων για φορείς δημόσιας διοίκησης. Οι δημόσιοι οργανισμοί-φορείς θα

υπόκειται στην υποχρέωση να διαθέτουν ελάχιστη ποσόστωση 25% των ετήσιων προμηθειών τους (αγορές ή χρηματοοικονομική μίσθωση) οχημάτων άνω των 3,5 τόνων για «βελτιωμένα και σεβόμενα το περιβάλλον οχήματα».

- Σύμφωνα με την στρατηγική της ΕΕ για τις εκπομπές CO₂ στα ελαφρά οχήματα μεταφοράς εμπορευμάτων, θα πρέπει να επιτευχθούν για τα σχετικά καινούργια οχήματα κατά μέσον όρο εκπομπές CO₂ 140 g/km μέχρι το 2008/09 και 120 g/km μέχρι το 2012.

Επομένως, τα εναλλακτικά καύσιμα (όπως βιοκαύσιμα, φυσικό αέριο, υδρογόνο) πρόκειται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών και ενέργειας επειδή αποτελούν μία από τις λίγες διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές με την οποία η βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης θα αντικατασταθούν ως καύσιμα για τις μεταφορές.

Η αύξηση του αριθμού των οχημάτων έχει επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις στην κοινωνία όπως:

- Αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας
- Αύξηση των θυμάτων από οδικά ατυχήματα
- Κυκλοφοριακή συμφόρηση
- Ατμοσφαιρική ρύπανση και ηχορύπανση
- Επιβάρυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Κατάληψη ελευθέρων χώρων

Η αειφόρα και βιώσιμη διαχείριση των οδικών μεταφορών, περιλαμβάνει σε επίπεδο τελικών χρηστών την αλλαγή των συνηθειών στον τρόπο μετακίνησης και την προώθηση της χρήσης των ενεργειακά και περιβαλλοντικά αποδοτικών τύπων οδικών μεταφορών (π.χ. μέσα μαζικής μεταφοράς, οικονομικότερα οχήματα, car-sharing, ποδήλατο κλπ.) ενώ σε επίπεδο διαχειριστών μεταφορικού έργου (π.χ. λεωφορεία, οχήματα διανομής αγαθών κλπ.) περιλαμβάνει εφαρμογές διαχείρισης στόλου με αποδοτικά επιχειρησιακά σχέδια, χρήση οικονομικότερων και «καθαρότερων» οχημάτων κλπ.

5.3 ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Μηχανή εσωτερικής καύσης ή κινητήρας εσωτερικής καύσης ονομάζεται η κινητήρια θερμική μηχανή στην οποία η καύση του καυσίμου γίνεται στο εσωτερικό σώμα της ίδιας της μηχανής, εξ' ου και η ονομασία της, σε αντίθεση με την ατμομηχανή, (όπου η καύση γίνεται εκτός, στο λέβητα). Οι μηχανές αυτές έχει καθιερωθεί ευρύτερα να αναφέρονται με το κεφαλαιογράμματο αρκτικόλεξο ΜΕΚ. Ως ΜΕΚ θεωρούνται γενικά οι αεριομηχανές, οι βενζινομηχανές, οι πετρελαιομηχανές και οι αεριοστρόβιλοι. Γενικά στις ΜΕΚ, "εργαζόμενο μέσο", ή "εργαζόμενη ουσία" είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας, (ενώ στις ατμομηχανές είναι ο ατμός).

5.3.1 Ιστορία

Η ιστορία της εφεύρεσης και κατασκευής των ΜΕΚ έχει συνυφανθεί με την ιστορία και την εξέλιξη των αυτοκινούμενων οχημάτων, που ήταν και η κύρια αιτία της δημιουργίας τους. Μερικές δε εξ αυτών έχουν λάβει τα ονόματα των δημιουργών τους, όπως π.χ. του Ν. Όττο, Φ. Μπεντς, Χ. Φορντ, Ρ. Ντήζελ κ.ά.

Γενικά

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

Η μηχανή εσωτερικής καύσης (ή ΜΕΚ) διαφοροποιείται με την μηχανή εξωτερικής καύσης, όπως με ατμό ή κινητήρα Stirling, στις οποίες η ενέργεια μεταφέρεται από ένα υγρό το οποίο θερμαίνεται σε ένα λέβητα (ο οποίος βρίσκεται εκτός του κινητήρα) από ορυκτά καύσιμα ή καύση ξύλου, πυρηνική ενέργεια, ηλιακή κλπ.

Ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών σχεδίων για τις ΜΕΚ έχουν αναπτυχθεί και κατασκευαστεί, με ποικιλία διαφορετικών πλεονεκτημάτων και αδυναμιών. Αν και υπήρξαν και εξακολουθούν να είναι πολλές οι στατικές εφαρμογές, μεγάλη χρήση των κινητήρων εσωτερικής καύσης είναι σε εφαρμογές και κυριαρχούν στα αυτοκίνητα, αεροσκάφη και πλοία, από το μικρότερο έως το μεγαλύτερο.

5.3.2 Διάκριση ΜΕΚ

Βασική διάκριση των θερμικών μηχανών είναι η επί του τρόπου μετατροπής της θερμικής ενέργειας σε μηχανικό έργο, όπου εξ αυτού και διακρίνονται σε εμβολοφόρες ή παλινδρομικές και σε περιστροφικές ή στρόβιλους. Ειδικότερα οι εμβολοφόρες παλινδρομικές ΜΕΚ ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται η έναυση μέσα στον κύλινδρο, δηλαδή είτε με σπινθήρα είτε με θέρμανση του καυσίμου (αυτανάφλεξη), διακρίνονται αντίστοιχα σε μηχανές Όττο, και σε μηχανές ντήζελ. Ιδιαίτερη δε κατηγορία αποτελούν οι κινητήρες Βάνκελ (Wankel). Επιμέρους διάκριση των μηχανών Όττο, είναι οι βενζινομηχανές και οι αεριομηχανές.

Οι δε περιστροφικές ΜΕΚ, ή στρόβιλοι είναι οι κοινώς λεγόμενες τουρμπίνες. Ανεξάρτητα όμως των παραπάνω με ένα πλήθος άλλων παραμέτρων οι ΜΕΚ διακρίνονται σε μεγάλο αριθμό επιμέρους τύπων, π.χ.

Ανάλογα της διάταξης των εμβόλων σε: α) κατακόρυφες, (εν σειρά) β) οριζόντιες, (εν σειρά) γ) τύπου μπόξερ, δ) τύπου V, ε) τύπου W, στ) αντιθέτων εμβόλων, ζ) αστεροειδείς μονές, η) αστεροειδείς διπλές και θ) τετραγωνικής διάταξης. Ανάλογα του αριθμού των εμβόλων, ή κυλίνδρων εντός των οποίων παλινδρομούν σε: δικύλινδρες, τετρακύλινδρες κ.λπ. Ανάλογα του θερμικού κύκλου τους, (είναι η βασική διάκριση που αναφέρθηκε παραπάνω), σε: μηχανές Όττο, μηχανές Ντήζελ και μηχανές μικτού κύκλου. Παλαιότερα, μέχρι το 1960, οι δύο πρώτες καλούνταν αντίστοιχα μηχανές εκρήξεως και μηχανές καύσεως, που όμως δεν ανταποκρίνονταν πλήρως προς τη πραγματικότητα, παρά ταύτα συνεχίζεται να αναφέρονται ομοίως σε σχολικά βιβλία. Ανάλογα των χρόνων λειτουργίας, σε: δίχρονες, τετράχρονες, συνεχούς λειτουργίας (αεριοστρόβιλοι). Ανάλογα προς τη φορά περιστροφής, σε: α) δεξιόστροφες, β) αριστερόστροφες γ) αναστρέψιμες και δ) μη-αναστρέψιμες. Ανάλογα του τρόπου πλήρωσης με αέριο καύσιμο, σε: α) φυσικής εισπνοής και β) υπερπληρούμενες.

Ανάλογα της ισχύος τους σε: α) απλής ή διπλής ενέργειας και β) σε μικρής, μέσης και μεγάλης ισχύος.

Ανάλογα της ταχύτητας στροφών, σε: α) βραδύστροφες, β) μέσης ταχύτητας, γ) ταχύστροφες, ή πολύστροφες και δ) υπερταχύστροφες.

Ανάλογα του είδους του καυσίμου, σε: α) μηχανές μαζούτ, β) ντήζελ, ή ντηζελομηχανές γ) βενζίνης, ή βενζινομηχανές, δ) φυσικών αερίων και ε) μηχανές μικτού καυσίμου.

Ανάλογα των μέσων βελτίωσης της καύσης, σε: α) με ή χωρίς στροβιλισμό και β) σε μεγάλης ή μικρής περίσσειας αέρος.

Ανάλογα του τρόπου ψύξης, σε: α) αερόψυκτες και β) υδρόψυκτες.

Ανάλογα του τρόπου έγχυσης του καυσίμου, σε: α) με εμφύσηση αέρα, β) μηχανικής έγχυσης και γ) εξαέρωσης.

Ανάλογα της εγκατάστασής τους, σε: α) μόνιμες και β) κινητές.

Ανάλογα του χαρακτήρα χρήσης, σε: α) κύριες και β) βοηθητικές.

Ανάλογα του χώρου χρήσης, σε: α) ξηράς, β) θαλάσσης και γ) αέρος.

5.3.3 Λειτουργία

Τετράχρονος κύκλος

Λειτουργία 4χρονης ΜΕΚ

Οι τετράχρονοι κινητήρες εσωτερικής καύσης με καύσιμο βενζίνη έχουν τέσσερις φάσεις λειτουργίας («χρόνους»):

Εισαγωγή. Το καύσιμο μείγμα εισέρχεται στο θάλαμο καύσης από την ανοιχτή βαλβίδα εισαγωγής

Συμπίεση. Το έμβολο κινείται προς το άνω νεκρό σημείο και συμπιέζει το καύσιμο μείγμα

Ανάφλεξη. Η ταχεία αύξηση της θερμοκρασίας, σε συνδυασμό με τον ηλεκτρικό σπινθήρα που δίνεται από το μπουζί (βενζινοκινητήρες), προκαλούν την ανάφλεξη του καυσίμου μείγματος. Η έναυση δεν γίνεται στο άνω νεκρό σημείο αλλά λίγο πιο πριν (προπορεία ανάφλεξης, «αβάνς»)

Καύση / Εκτόνωση. Το μείγμα καίγεται και εκτονώνεται, πιέζοντας το έμβολο προς το κάτω νεκρό σημείο, παράγοντας ωφέλιμο έργο

Εξαγωγή. Το έμβολο, που λόγω της πίεσης των αερίων της καύσης έχει φτάσει στο κάτω νεκρό σημείο, λόγω της αδράνειας του συστήματος έμβολο-στροφαλοφόρος-σφόνδυλος, αρχίζει να κινείται προς τα άνω, σπρώχνοντας τα αέρια προς την ανοιχτή βαλβίδα εξαγωγής. Έτσι τα προϊόντα της καύσης εξέρχονται από το θάλαμο καύσης.

Πολλοί κινητήρες επικαλύπτουν αυτά τα βήματα στο χρόνο, οι αεριοστροβιλοκινητήρες κάνουν όλα τα βήματα ταυτόχρονα σε διάφορα μέρη του κινητήρα, ενώ ορισμένοι κινητήρες εσωτερικής καύσης έχουν επιπλέον βήματα, ενώ άλλοι έχουν μόνο δύο χρόνους (δίχρονοι κινητήρες).

Diesel

Ο κινητήρας Ντήζελ είναι γνωστό ότι πλεονεκτεί έναντι όλων σχεδόν των θερμικών μηχανών λόγω του υψηλού βαθμού απόδοσης του. Για το λόγο αυτό ο κινητήρας Ντήζελ χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σε βαρέως τύπου εφαρμογές όπως είναι η ναυτιλία, η παραγωγή ενέργειας και τα διάφορα βαρέα μεταφορικά οχήματα.

Την τελευταία πενταετία οι κινητήρες αυτοί έχουν εφαρμοσθεί στην περιοχή της αυτοκίνησης, καταλαμβάνοντας μερίδια της τάξης του 50-60%.

Λόγω του γεγονότος αυτού έχει αυξηθεί σημαντικά η συμβολή τους στη ρύπανση, ιδιαίτερα όσον αφορά στις εκπομπές της αιθάλης. Εκτός όμως από την αιθάλη, σημαντικό είναι το μερίδιο συμβολής του κινητήρα Ντήζελ στην παραγωγή και άλλων ρυπαντών. Οι κυριότεροι από αυτούς τους ρυπαντές, είναι οι ακόλουθοι :

- Οξειδία του Αζώτου (NO_x)
- Άκαυστοι Υδρογονάνθρακες (HC), οι οποίοι εμφανίζονται στα καυσαέρια του κινητήρα σε μικρές αλλά όχι σε αμελητέες ποσότητες.
- Μονοξείδιο του Άνθρακα

Τις πρώτες δεκαετίες μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, λόγω κυρίως της απαίτησης για ραγδαία ανάπτυξη της βιομηχανίας, δεν δόθηκε από την επιστημονική κοινότητα, η οποία ασχολούνταν με την κατασκευή και ανάπτυξη εμβολοφόρων κινητήρων, η απαιτούμενη προσοχή στον τομέα της μόλυνσης του περιβάλλοντος

λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, που προκαλούσαν οι τότε κινητήρες. Όμως τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών των ανωτέρω ρύπων από τους κινητήρες Ντήζελ.

Σύμφωνα με τα επίσημα θεσμοθετημένα όρια της συνθήκης EURO V, η οποία πρόκειται να εφαρμοσθεί μετά το 2007, απαιτείται δραστικότερη μείωση τόσο των σωματιδιακών εκπομπών (αιθάλη) όσο και των εκπομπών οξειδίου του αζώτου (NOx). Για το λόγο αυτό απαιτείται η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για την περαιτέρω μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, προκειμένου να επιτύχουμε τα μελλοντικά όρια εκπομπών, τα οποία θα ικανοποιούν την ανωτέρω συνθήκη.

Οι κυριότεροι τομείς της τεχνολογίας πάνω στους οποίους επικεντρώνεται σήμερα το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, προκειμένου να μειωθούν οι εκπεμπόμενοι ρύποι από τους κινητήρες Ντήζελ, είναι οι ακόλουθοι:

Βελτίωση των μηχανισμών ανάμειξης καυσίμου και αέρα.

Χρήση εγχυτήρων πολλών οπών μικρής διαμέτρου.

Χρήση υψηλής πίεσης έγχυσης έως 2.000 bar.

Χρήση συστημάτων έγχυσης κοινού οχετού (Common Rail).

Αύξηση πίεσης υπερπλήρωσης.

Χρήση τεχνικών επανακυκλοφορίας καυσαερίου. § Χρήση πολλαπλών εγχύσεων, προέγχυσης (Pilot Injection) ή μετέγχυσης (Post Injection).

Χρήση συστημάτων επεξεργασίας καυσαερίου.

Χρήση εξελιγμένων καυσίμων.

Χρήση τεχνικών μεικτής καύσης.

Φυσικό Αέριο

Η αεριοκίνηση οχημάτων αποτελεί σήμερα μία σημαντική και αποτελεσματική διέξοδο στο οξύ πρόβλημα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που αντιμετωπίζουν πολλές μεγαλουπόλεις. Σε αυτό το πλαίσιο η τεχνολογία των οχημάτων που κινούνται με πεπιεσμένο Φ.Α. (CNG) είναι γνωστή, ώριμη όπως επίσης και ασφαλής. Κύρια πλεονεκτήματα από τη χρήση του Φ.Α. ως καύσιμο είναι το χαμηλότερο κόστος σε σχέση με τη βενζίνη και το ντίζελ, αλλά και οι μειωμένες εκπομπές ρύπων στην

ατμόσφαιρα. Ειδικότερα, το φυσικό αέριο αποτελεί ένα από τα «καθαρότερα» διαθέσιμα καύσιμα χαμηλής ρύπανσης σήμερα. Η χρήση του στα οχήματα μπορεί να μειώσει τις εκπομπές CO₂ κατά 20-25% σε σχέση με αντίστοιχα οχήματα υγρών καυσίμων. Το Φυσικό Αέριο καίγεται σε κινητήρα τύπου Otto (με σπινθήρα), καθιστώντας δυνατή την εναλλαγή καυσίμου μεταξύ βενζίνης και Φ.Α.

Η δυνατότητα απεξάρτησης των μεταφορών από το πετρέλαιο αλλά και η ανάγκη εισαγωγής περιβαλλοντικά φιλικών καυσίμων αποτελούν βασικούς άξονες και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής η οποία το 2000 εξέδωσε την Πράσινη Βίβλο για την Ενεργειακή Πολιτική. Επιπρόσθετα, το 2001 με την υιοθέτηση της Κοινής Πολιτικής Μεταφορών τίθενται πλέον οι στόχοι για την αντικατάσταση 20% του πετρελαίου από εναλλακτικά καύσιμα έως το 2020 με ποσοστιαία τη συμμετοχή του Φυσικού Αερίου σε 10% (2% για το υδρογόνο και 5-8% για τα βιοκαύσιμα αντίστοιχα). Επισημαίνεται ότι η διείσδυση του Φ.Α. σε νέους χρήστες για την περίπτωση της Ελλάδας απαιτεί την αντιμετώπιση ένα εύρος ζητημάτων με κύρια την ανάπτυξη πρατηρίων τροφοδοσίας, την εισαγωγή οχημάτων Φ.Α. και την προώθηση πολιτικής για την προσέλκυση των χρηστών.

Σύμφωνα με στοιχεία του Παγκοσμίου Συνδέσμου Οχημάτων Φυσικού Αερίου, σήμερα κυκλοφορούν παγκοσμίως περίπου 5 εκατομμύρια τέτοια οχήματα. Σε ορισμένες χώρες η ευνοϊκή φορολογική πολιτική για τα οχήματα φυσικού αερίου έχει οδηγήσει σε σημαντική διάδοση των οχημάτων αυτών. Στην Αθήνα κυκλοφορούν περισσότερα από 400 λεωφορεία φυσικού αερίου.

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

Το φυσικό αέριο όταν συμπιέζεται δεν υγροποιείται και για τον λόγο αυτό αποθηκεύεται επάνω στο όχημα ως συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) υπό πολύ υψηλή πίεση, συνήθως 200 bar, ή ως κρυογονικά υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) σε θερμοκρασίες κάτω από -180°C.

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

Τα οχήματα φυσικού αερίου σε γενικές γραμμές είναι πολύ φιλικά προς το περιβάλλον αναφορικά με τις εκπομπές αερίων ρύπων, δηλ. τις εκπομπές που επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία όπως τα ιπτάμενα σωματίδια (PM), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξείδια του αζώτου (NOx) και των καρκινογόνων υδρογονανθράκων (HC). Τα οχήματα φυσικού αερίου έχουν σχεδόν μηδενικές εκπομπές σωματιδίων γεγονός που τους δίνει μεγάλο πλεονέκτημα έναντι των πετρελαιοκίνητων και αποτελεί έναν από τους βασικούς λόγους αντικατάστασης βαρέων οχημάτων Diesel με αντίστοιχα φυσικού αερίου.

Όπως και τα άλλα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων, τα οχήματα φυσικού αερίου χαρακτηρίζονται και αυτά από υψηλότερο κόστος αγοράς, το διαφορικό αυτό κόστος όμως αποσβένεται γρήγορα από το χαμηλότερο κόστος καυσίμων.

5.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- 1) Η αεριοκίνηση οχημάτων αποτελεί σήμερα μία σημαντική και αποτελεσματική διέξοδο στο οξύ πρόβλημα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που αντιμετωπίζουν πολλές μεγαλουπόλεις.
- 2) Η τεχνολογία των οχημάτων με πεπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) είναι γνωστή, ώριμη και ασφαλής.
- 3) Το φυσικό αέριο καίγεται σε κινητήρα τύπου Otto (με σπινθήρα) , καθιστώντας δυνατή την εναλλαγή καυσίμου μεταξύ βενζίνης και φυσικού αερίου.
 - i) Η δυνατότητα της εναλλαγής, εφαρμόζεται κυρίως σε μικρά οχήματα.
 - ii) Μεγαλύτερα οχήματα που κινούνται σε συγκεκριμένες διαδρομές (λεωφορεία, απορριμματοφόρα κλπ.) κατασκευάζονται αποκλειστικά για καύση φυσικού αερίου, για οικονομικούς λόγους.
- 4) Με τη χρήση φυσικού αερίου στα οχήματα επιτυγχάνεται, ανάλογα με το συγκρινόμενο καύσιμο και τον τύπο του οχήματος :
 - i) Μείωση των εκπομπών μη-μεθανιούχων υδρογονανθράκων μέχρι και 80 %.
 - ii) Ελαχιστοποίηση εκπομπών καρκινογόνων αρωματικών και πολυκυκλικών υδρογονανθράκων
 - iii) Μείωση των εκπομπών NOx μέχρι και 85 %
 - iv) Μείωση των εκπομπών CO περισσότερο από 90 %

- v) Μείωση των εκπομπών CO₂ μέχρι και 20 %
- vi) Μείωση του σχηματισμού όζοντος (νέφους) κατά 80-90 %
- vii) Μείωση των εκπομπών λεπτών σωματιδίων (PM) μέχρι και 99 %

5) Τα οχήματα φυσικού αερίου θεωρούνται σήμερα ως τα καθαρότερα, μετά τα αυτοκίνητα <<μηδενικών>> εκπομπών (ηλεκτρικά, υδρογόνου), που όμως έχουν ακόμη σοβαρούς τεχνολογικούς περιορισμούς.

5.5 ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ

Το λεωφορείο είναι ένα όχημα για την μαζική μεταφορά ατόμων. Η λέξη είναι μια εφεύρεση του Κοραή που την μετέφρασε από την λατινική "Omnibus". Η ορολογία χρησιμοποιείται και για το Διαστημικό Λεωφορείο της NASA.

Τα λεωφορεία λειτουργούν συνήθως με κινητήρες ντίζελ ή φυσικού αερίου, ενώ αρκετά διαδεδομένα είναι και τα ηλεκτροκίνητα λεωφορεία (Τρόλεϊ / Trolley). Στην Ελλάδα λειτουργεί το δίκτυο υπεραστικών λεωφορείων ("πούλμαν") των ΚΤΕΛ, ενώ στα άλλα Ευρωπαϊκά κράτη η υπεραστική συγκοινωνία είναι συνήθως ο σιδηρόδρομος.

Το πρώτο λεωφορείο κατασκευάστηκε από τον Καρλ Μπεντς το 1895. Σημαντικοί κατασκευαστές λεωφορείων είναι η σουηδική Volvo, η γερμανικές Mercedes-Benz και Neoplan, η πολωνική Solaris και η γαλλική Iris bus. Για πολλά χρόνια, με τα αμαξοποιεία του Σαρακάκη και της Βιαμάξ υπήρχε και μία μεγάλη βιομηχανία κατασκευής λεωφορείων στην Ελλάδα. Σήμερα κατασκευάζονται λεωφορεία από την ΕΛΒΟ.

5.5.1 Κατάσταση στην Ελλάδα

Λεωφορεία που κινούνται με φυσικό αέριο

Ο στόλος των 414 θερμικών οχημάτων της Ο.Σ.Υ. Α.Ε., που κινούνται με συμπιεσμένο φυσικό αέριο, αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους στόλους λεωφορείων φυσικού αερίου στην Ευρώπη. Η κίνηση αυτών των λεωφορείων επιβαρύνει αισθητά λιγότερο την ατμόσφαιρα με αέριους ρύπους σε σχέση με τα λεωφορεία που έχουν αντίστοιχης τεχνολογίας συμβατικούς κινητήρες. Από το σύνολο των 614 θερμικών οχημάτων που κινούνται με συμπιεσμένο φυσικό αέριο, τα 294 είναι τεχνολογίας EURO 2 (48%), τα 120(19,5%) είναι τεχνολογίας EURO 3 και τα υπόλοιπα 200 (32,5%) είναι νέας τεχνολογίας EEV.

Τα λεωφορεία αυτά ανεφοδιάζονται από τους σταθμούς CNG της ΔΕΠΑ στα Άνω Λιόσια και στην Ανθούσα.

Στην εικόνα 5.1 βλέπουμε ένα λεωφορείο της Αθήνας, τύπου ντήζελ Solaris με κινητήρα Euro V, 18 μέτρων ενώ στην εικόνα 5.2, ένα λεωφορείο της Άρτας με κινητήρα euro ii. Στην εικόνα 5.3 και 5.4 βλέπουμε ένα λεωφορείο φυσικού αερίου και τον σταθμό στον οποίο ανεφοδιάζεται στην περιοχή της Ανθούσας.



Εικόνα 5. 1 : Λεωφορείο ντήζελ Solaris με κινητήρα euro V



Εικόνα 5. 2 : Λεωφορείο ντήζελ της εταιρείας MAN με κινητήρα euro ii



Εικόνα 5. 3 : Λεωφορείο φυσικού αερίου Iris bus με κινητήρα EEV



Εικόνα 5. 4 : Αμαξοστάσιο φυσικού αερίου στην περιοχή της Ανθούσας

5.6 ΑΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΘΑΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

5.6.1 Οχήματα Βιοντήζελ

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

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

Το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 590, για το πετρέλαιο κίνησης επιτρέπει ανάμειξη μέχρι 5% βιοντήζελ. Η χρήση 100% βιοντήζελ πρέπει να ικανοποιεί το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 14214.

Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης βιοντήζελ σαν καύσιμο μεταφορών είναι ότι μπορεί να παρουσιάσει μείωση στις εκπομπές ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τη χρήση συμβατικού πετρελαίου. Η χρήση 100% βιοντήζελ (πράγμα σπάνιο) μπορεί να μειώσει τις καθαρές εκπομπές CO₂ κατά 40-50%, αντίστοιχα η χρήση μίγματος 5% μειώνει το CO₂ κατά 2 – 2.5%.

5.6.2 Βιοαιθανόλη

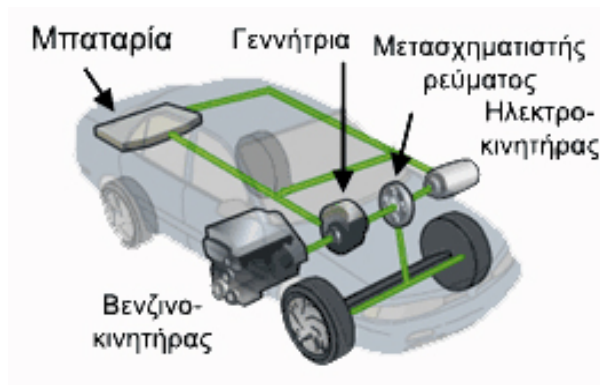
Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα 5% με βενζίνη σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 228. Η χρήση τέτοιου μίγματος δεν απαιτεί μετατροπή του κινητήρα.

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

5.6.3 Υβριδικά Οχήματα

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

Τα οχήματα αυτά δεν είναι δυσκολότερα στην οδήγηση από τα συμβατικά οχήματα. Παράλληλα αλλάζουν αυτόματα λειτουργία από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης στον ηλεκτροκινητήρα, δεν απαιτείται να συνδεθούν με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος για την φόρτιση των μπαταριών και έχουν αυτόματο σύστημα μετάδοσης. Η εικόνα 5.5 μας αναλύει τον τρόπο λειτουργίας ενός υβριδικού οχήματος.



Εικόνα 5. 5 : Τρόπος λειτουργίας υβριδικού οχήματος

5.6.4 Οχήματα Κυψελών Καυσίμου

Η κυψέλη καυσίμου είναι μια ηλεκτροχημική συσκευή που ενώνει το υδρογόνο (H₂) και το οξυγόνο και παράγει μόνο νερό, θερμότητα και ηλεκτρισμό. Η κυψέλη καυσίμου είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που αναμένεται να προσφέρει μια καθαρή και αποδοτική πηγή ισχύος για πολλές εφαρμογές συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών.

Σχεδόν όλοι οι κατασκευαστές οχημάτων συμμετέχουν σε σημαντικά ερευνητικά προγράμματα με κυψέλες καυσίμου, αλλά οι περισσότεροι πιστεύουν ότι τα οχήματα με κυψέλες καυσίμου (ΟΚΚ) δεν θα έχουν ευρεία χρήση μέχρι περίπου το 2020. Τα ΟΚΚ που τροφοδοτούνται με υδρογόνο δεν παράγουν ρύπους, εκτός από ατμό, και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν μεγάλο περιβαλλοντικό όφελος.

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



Εικόνα 5. 6 : Όχημα κυψελών καυσίμου

5.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΘΑΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

5.7.1 Κινητήρες Εσωτερικής Καύσης με Υδρογόνο

Το H₂ μπορεί επίσης να καεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) αντίστοιχες των βενζινοκινητήρων, οι οποίες όμως δεν παράγουν σχεδόν καθόλου αέριους ρύπους (εκτός από ελάχιστες ποσότητες που προκύπτουν από τα λιπαντικά). Οι ΜΕΚ υδρογόνου παρουσιάζουν κάποια από τα πλεονεκτήματα των ΟΚΚ αλλά με τεχνολογία ήδη πιστοποιημένη και περισσότερο αποδεκτή από τους καταναλωτές.

Οι ΜΕΚ υδρογόνου θα βοηθήσουν να καλυφθεί το κενό μέχρι το απώτερο μέλλον, που θα εισαχθούν τα ΟΚΚ, δημιουργώντας ζήτηση για καύσιμο H₂ και οδηγώντας στην ανάπτυξη υποδομής για ανεφοδιασμό. Στο απώτερο μέλλον αναμένεται να επικρατήσουν τα ΟΚΚ, κυρίως γιατί είναι πολύ πιο αποδοτικά.



Εικόνα 5. 7 : Όχημα εσωτερικής καύσης με υδρογόνο

Κεφάλαιο 6

6 ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΙΚΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

6.1. ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΙΚΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΝΤΗΖΕΛ

Πέραν των όσων αναφέρθηκαν σχετικά με τη συμβολή του κινητήρα Ντήζελ στη δημιουργία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, υπάρχει ένα επιπλέον σημαντικό πρόβλημα, το οποίο πρέπει να αντιμετωπιστεί. Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, υπάρχουν αρκετά οχήματα εξοπλισμένα με κινητήρες Ντήζελ παλαιάς και σχετικά νέας τεχνολογίας, οι οποίοι όμως αποτελούν σημαντικούς ρυπαντές στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις και ιδιαίτερα στην περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής.

Μια αξιόπιστη και καθαρή από πλευράς ρύπανσης εναλλακτική πηγή καύσιμης ύλης για τους εμβολοφόρους κινητήρες αποτελεί το φυσικό αέριο.

Τα φυσικά αέρια προέρχονται κυρίως από κοιτάσματα του πετρελαίου. Όλα τα είδη του φυσικού αερίου αποτελούνται κυρίως από μεθάνιο, ενώ απουσιάζει τελείως από τη σύστασή τους το μονοξείδιο του άνθρακα, το οποίο σημειωτέον είναι τοξικό. Τα φυσικά αέρια διακρίνονται σε δύο ομάδες :

- Ομάδα H, των οποίων η ανωτέρα θερμογόνο δύναμη κυμαίνεται μεταξύ 10,7 και 13,1 KWh/Nm³.
- Ομάδα L, των οποίων η ανωτέρα θερμογόνο δύναμη κυμαίνεται μεταξύ 8,4 και 10,5 KWh/Nm³.

Στην πράξη το μοναδικό αέριο της ομάδας L είναι το αέριο του Groningen. Τα αέρια όμως αυτά αντικαθίστανται σιγά - σιγά με αέρια της ομάδος H. Στην Ελλάδα τα φυσικά αέρια, τα οποία διανέμονται στην κατανάλωση από το έτος 1996 ανήκουν στην ομάδα H και είναι :

- i) Το αέριο της Ρωσικής Δημοκρατίας της πρώην Σοβιετικής Ένωσης.
- ii) Το αέριο της Αλγερίας.

Τα ανωτέρω είδη φυσικού αερίου, τα οποία διανέμονται στον ελληνικό χώρο, διατίθενται στην αγορά σε ανταγωνιστικές τιμές σε σχέση με αυτές του Ντίζελ, γεγονός που τα καθιστά αρκετά ελκυστικά καύσιμα.

Η επί τοις εκατό κατ' όγκον σύσταση των κυριότερων ειδών φυσικού αερίου δίνεται στον πίνακα 1 . Παρατηρώντας τον πίνακα, βλέπουμε ότι το φυσικό αέριο δεν περιέχει καθόλου μονοξείδιο του άνθρακα, γεγονός αρκετά θετικό για την περιβαλλοντική του συμπεριφορά.

Πίνακας 1: Κατ' όγκον σύσταση (%) διαφόρων ειδών φυσικού αερίου Table 1: Proportion per Volume (%) of various types of natural gas.

Το φυσικό αέριο, εκτός του γεγονότος ότι δεν εγκυμονεί κανένα κίνδυνο τοξικότητας, συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στον περιορισμό των σωματιδιακών εκπομπών (αιθάλη) από τα καυσαέρια ενός κινητήρα, δίνοντας έτσι τιμές σχεδόν μηδενικές, σε σχέση με αυτές που δίνει το κλασσικό καύσιμο Ντίζελ.

Η χρήση του φυσικού αερίου σε υπάρχοντες αλλά και σε νέους κινητήρες Ντίζελ συνίσταται στην αναπλήρωση μεγάλου μέρους του καυσίμου Ντίζελ από το αέριο καύσιμο. Το ποσοστό αυτής της αναπλήρωσης μπορεί να φθάσει έως και το 90% («Πιλοτική» Έγχυση Καυσίμου Ντίζελ). Η αρχή πάνω στην οποία στηρίζεται η λειτουργία αυτών των κινητήρων είναι η ακόλουθη :

Στους κινητήρες αυτούς γίνεται ταυτόχρονη χρήση δύο καυσίμων, ήτοι του κλασσικού Ντίζελ και του φυσικού αερίου. Η παροχή μάζας του καυσίμου Ντίζελ αποτελεί ένα μικρό ποσοστό ως προς τη συνολική παροχή και των δύο καυσίμων που εισέρχονται στον κινητήρα, όταν αυτός λειτουργεί υπό συνθήκες μεικτής καύσης. Το ποσοστό αυτό του καυσίμου Ντίζελ διατηρείται σταθερό για όλα τα φορτία λειτουργίας του κινητήρα υπό συγκεκριμένη ταχύτητα περιστροφής. Οι τιμές του ποσοστού αυτού κυμαίνονται από 10 έως 15% ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Η «πιλοτική» αυτή έγχυση του καυσίμου Ντίζελ χρησιμοποιείται για την έναυση του εργαζόμενου μείγματος, αφού το φυσικό αέριο λόγω της υψηλής θερμοκρασίας αυταναφλέξεως του δεν μπορεί να αυταναφλεγεί υπό συνθήκες έναυσης Ντίζελ. Όπως είναι ευνόητο το καύσιμο Ντίζελ καλύπτει ένα μικρό ποσοστό της απαιτούμενης από τον κινητήρα ισχύος, ενώ η επιπλέον απαιτούμενη ισχύς καλύπτεται από τη χρήση του φυσικού αερίου.

Στους ανωτέρω κινητήρες, το φυσικό αέριο προσάγεται από τον οχετό εισαγωγής μαζί με τον αέρα ή εγχύεται απευθείας μέσα στο θάλαμο καύσης. Στην περίπτωση

υπαρχόντων κινητήρων Ντήζελ συνιστάται η πρώτη μέθοδος καθώς είναι απλή και απαιτεί ελάχιστες μετατροπές στον κινητήρα.

Όμως η χρήση του φυσικού αερίου σ' αυτού του είδους τους κινητήρες, απαιτεί διερεύνηση όσον αφορά στην επίδραση που έχει η χρήση του στη δομή του κινητήρα καθώς είναι πιθανόν να υπάρξουν ανεπιθύμητες επιδράσεις. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην αποφυγή των κατωτέρω φαινομένων:

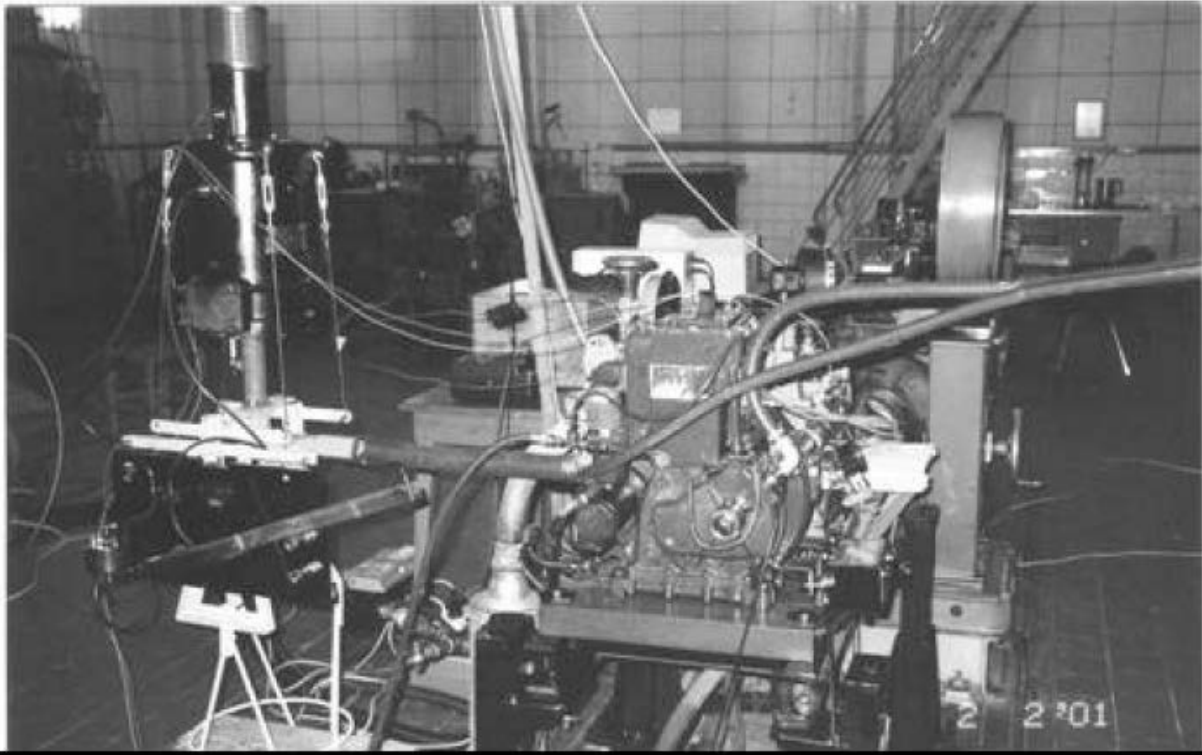
- Υπερβολικά υψηλή πίεση καύσης.
- Κρουστική καύση.
- Ατελή καύση.

6.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΝΤΗΖΕΛ

Για τη διερεύνηση των δυνατοτήτων χρήσης του φυσικού αερίου ως συμπληρωματικού καυσίμου σε κινητήρες Ντήζελ, διεξήχθη στο εργαστήριο ΜΕΚ του Ε.Μ.Π. πειραματική έρευνα σε ένα μονοκύλινδρο εργαστηριακό κινητήρα Ντήζελ.

Στο Σχήμα 6.1 δίνεται μια απεικόνιση του κινητήρα καθώς επίσης και όλης της πειραματικής εγκατάστασης που χρησιμοποιήθηκε. Παρατηρώντας το Σχήμα 1, προκύπτει ότι οι απαιτούμενες τροποποιήσεις, που έχουν γίνει στη δομή του κινητήρα είναι ελάχιστες. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια το κόστος για τη μετατροπή του εν λόγω κινητήρα προκειμένου αυτός να είναι ικανός για λειτουργία υπό συνθήκες μεικτής καύσης, να είναι αρκετά μικρό.

Κατά τη διάρκεια των δοκιμών εξετάστηκαν διάφορα φορτία, σε διάφορες ταχύτητες περιστροφής, ενώ το καύσιμο Ντήζελ αναπληρώθηκε σε διάφορα ποσοστά. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται μόνο τα αποτελέσματα εκείνα, που αφορούν στη λειτουργία του κινητήρα υπό συνθήκες μεικτής καύσης, με έγχυση «Πιλοτικής» ποσότητας καυσίμου Ντήζελ. Η ποσότητα του καυσίμου Ντήζελ που εγχέεται είναι ιδιαίτερα μικρή και αντιστοιχεί περίπου στο 10 έως 15% αυτής που εγχέεται όταν ο κινητήρας λειτουργεί υπό κλασσικές συνθήκες στο πλήρες φορτίο. Οι αυξομειώσεις του φορτίου επιτυγχάνονται αποκλειστικά και μόνο με τη μεταβολή της παροχής του φυσικού αερίου το οποίο προσάγεται μαζί με τον αναρροφούμενο από τον κινητήρα αέρα μέσω του οχετού εισαγωγής.



Σχήμα 6. 1 : Όψη πειραματικής εγκατάστασης (1). Figure t: Schematic layout of test installation (1).

Στη συνέχεια δίνεται μια ανάλυση των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν από τη μελέτη αυτή, όπου για κάθε μετρούμενο μέγεθος γίνεται συγκριτική αξιολόγηση με την τιμή του, όταν ο κινητήρας λειτουργεί ως αμιγώς κινητήρας Ντήζελ. Τα αποτελέσματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες :

- Σ' αυτά που αφορούν στη λειτουργική συμπεριφορά του κινητήρα.
- Σ' αυτά που αφορούν στην εκπομπή ρύπων.

Συγκεκριμένα εξετάζεται η επίδραση της μεικτής καύσης με χρήση φυσικού αερίου - Ντήζελ στα ακόλουθα λειτουργικά μεγέθη:

- Μέγιστη Πίεση Καύσης
- Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου
- Εκπομπή Αιθάλης

- Εκπομπή Μονοξειδίου του Άνθρακα (CO)
- Εκπομπή Άκαυστων Υδρογονανθράκων (HC)
- Εκπομπή Μονοξειδίου του Αζώτου (NO)

6.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

6.3.1 Επίδραση της Χρήσης Φυσικού Αερίου στην Μέγιστη Πίεση Καύσης

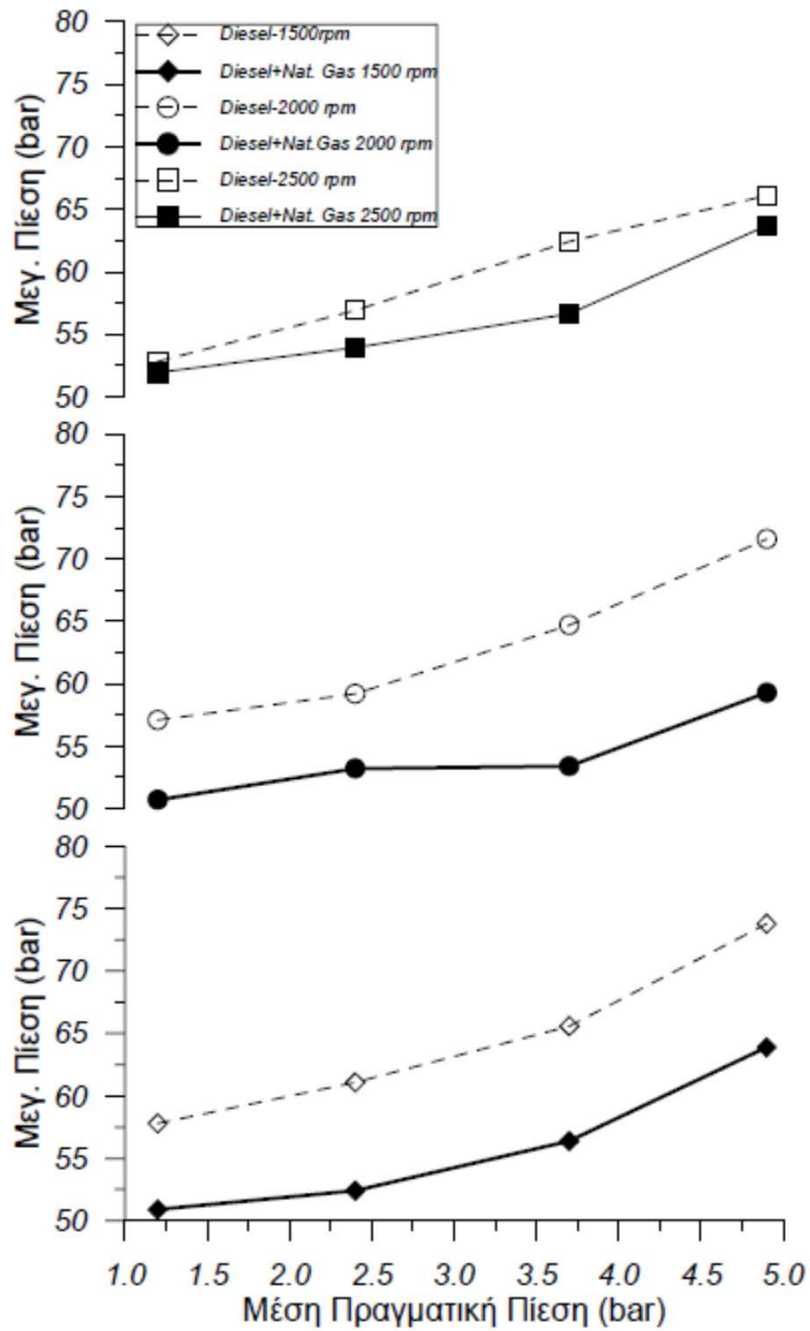
Η μέγιστη πίεση καύσης αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό λειτουργικό μέγεθος για ένα εμβολοφόρο κινητήρα . Ένας ιδιαίτερος προβληματισμός, που σχετίζεται με τη χρήση του φυσικού αερίου ως κύρια ποσότητα καυσίμου σε κινητήρες Ντήζελ, οι οποίοι μετά από κατάλληλη τροποποίηση είναι δυνατόν να λειτουργούν υπό συνθήκες μεικτής καύσης, αφορά στις τιμές της μέγιστης πίεσης καύσης.

Για το λόγο αυτό στο Σχήμα 3, δίνεται η μεταβολή της μέγιστης πίεσης καύσης συναρτήσει του φορτίου του κινητήρα (μέση πραγματική πίεση) σε διάφορες ταχύτητες περιστροφής και για λειτουργία του κινητήρα υπό συνθήκες μεικτής καύσης Ντήζελ και φυσικού αερίου και υπό κλασσικές συνθήκες λειτουργίας (μόνο Ντήζελ).

Παρατηρώντας το Σχήμα 6.2 είναι προφανές ότι όχι μόνο δεν υπάρχει κίνδυνος από την ανάπτυξη υπερβολικών πιέσεων καύσης κατά την λειτουργία του κινητήρα υπό συνθήκες μεικτής καύσης, αλλά αντίθετα οι τιμές της μέγιστης πίεσης καύσης με τη χρήση του φυσικού αερίου για όλες τις εξεταζόμενες συνθήκες είναι σαφώς μικρότερες των αντίστοιχων τιμών για λειτουργία του κινητήρα μόνο με καύσιμο Ντήζελ.

Η διαφορά αυτή στη μέγιστη πίεση καύσης αυξάνει με τη μείωση της ταχύτητας περιστροφής.

Συνεπώς η χρήση του φυσικού αερίου δεν εγκυμονεί κανένα κίνδυνο για την ασφαλή λειτουργία των μηχανικών μερών του κινητήρα.

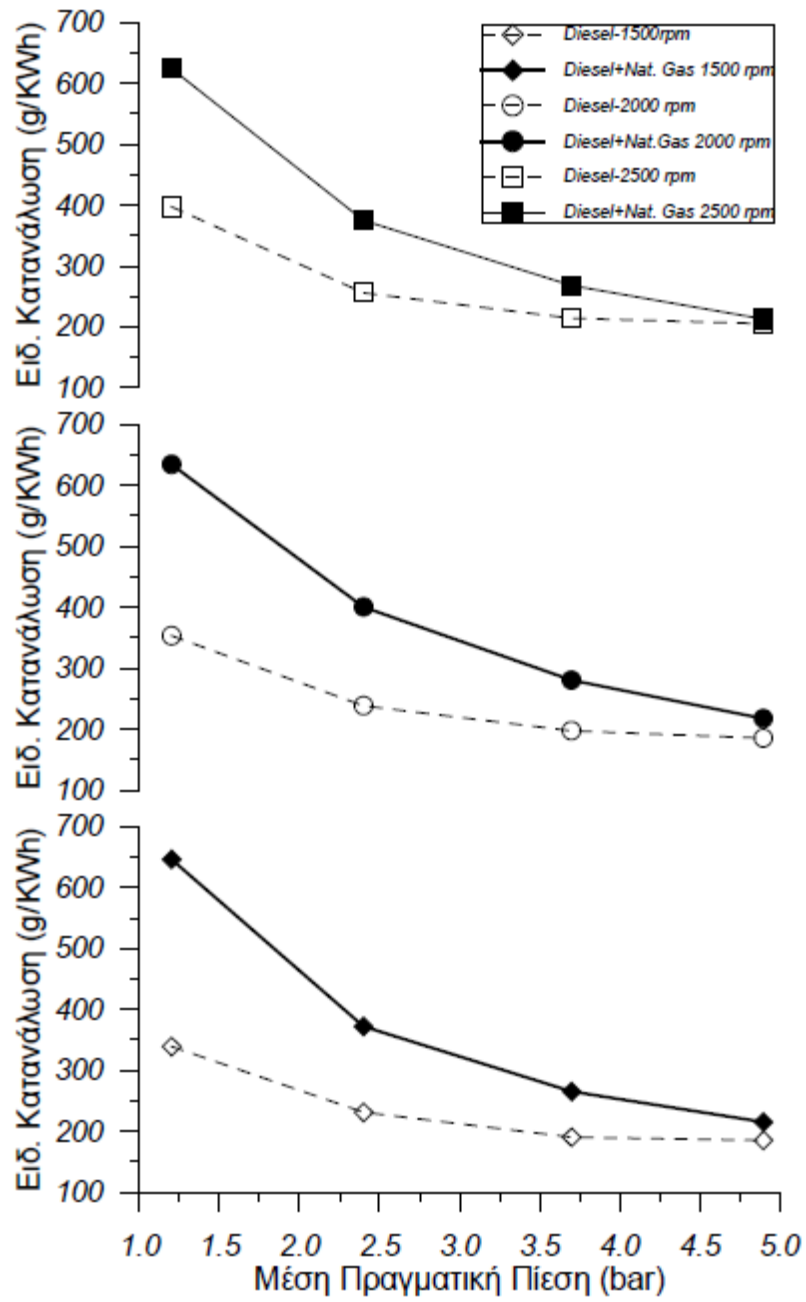


Σχήμα 6. 2 : Μεταβολή της μέγιστης πίεσης καύσης συναρτήσει της μέσης πραγματικής πίεσης.
 Figure 2 Variation of max. Cylinder pressure as function of brake mean effective pressure

6.3.2. Επίδραση της Χρήσης Φυσικού Αερίου στην Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου

Βασικό στόχο στη λειτουργία ενός εμβολοφόρου κινητήρα αποτελεί η επίτευξη της ελάχιστης δυνατής τιμής της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου με την παράλληλη όμως διατήρηση των εκπομπών ρύπων σε αποδεκτά όρια . Στο Σχήμα 3 δίνεται η μεταβολή της ολικής (φυσικού αερίου και καυσίμου Ντήζελ) ειδικής κατανάλωσης καυσίμου συναρτήσει του φορτίου για διάφορες ταχύτητες περιστροφής και για λειτουργία του κινητήρα υπό συνθήκες μεικτής καύσης και υπό κλασσικές συνθήκες αντίστοιχα.

Από το Σχήμα 6.3 είναι εμφανές ότι οι τιμές της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου με τη χρήση της μεικτής καύσης είναι αυξημένες σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές υπό κλασσικές συνθήκες λειτουργίας. Ειδικότερα, στο χαμηλό φορτίο λειτουργίας η διαφορά στις τιμές της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου ανάμεσα στις συνθήκες μεικτής καύσης και κλασσικής λειτουργίας είναι σημαντική. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην κακή ποιότητα καύσης του φυσικού αερίου. Αντίθετα, στο υψηλό φορτίο η ποιότητα καύσης του φυσικού αερίου βελτιώνεται σημαντικά γεγονός που οδηγεί στη σημαντική μείωση της διαφοράς των τιμών της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου για συνθήκες μεικτής καύσης και κλασσικές συνθήκες αντίστοιχα.



Σχήμα 6. 3 : Μεταβολή της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου συναρτήσει της μέσης πραγματικής πίεσης. Figure 3: Variation of brake specific fuel consumption as function of brake mean effective pressure.

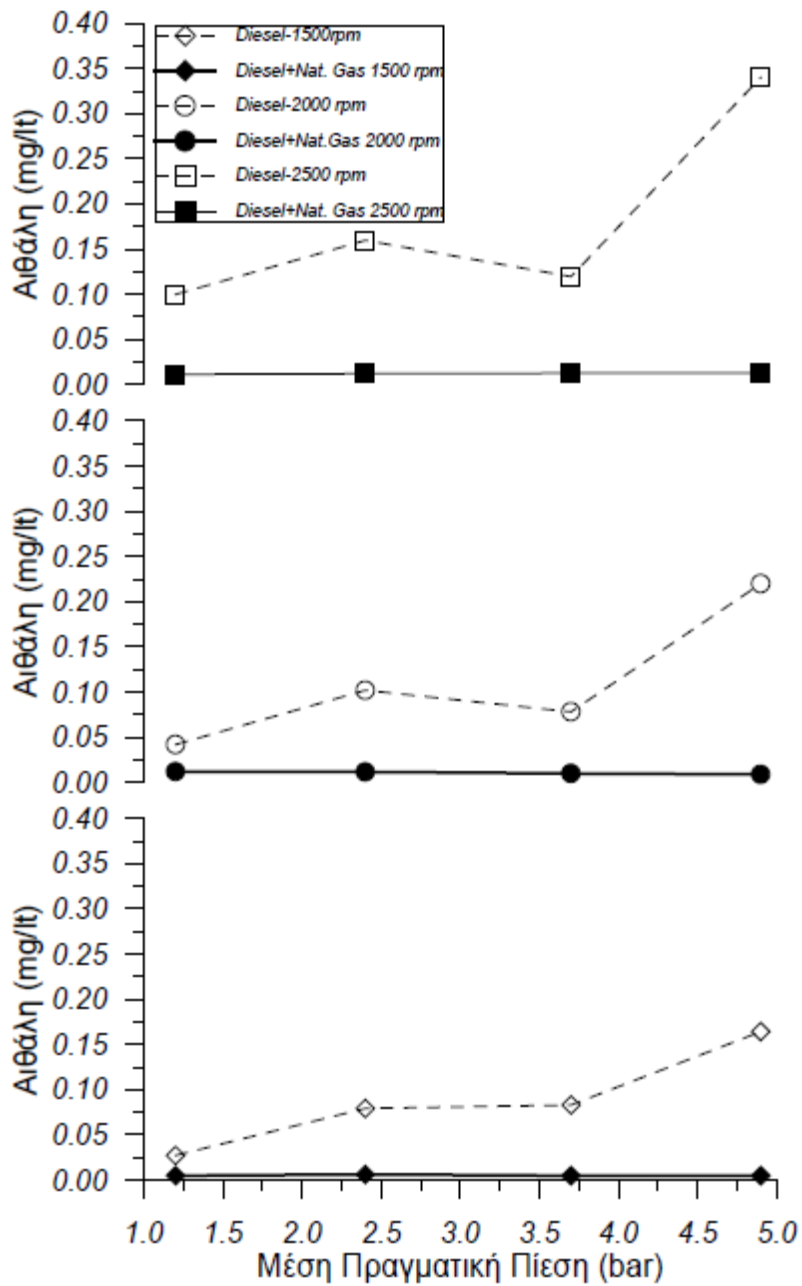
6.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ

Απώτερος σκοπός από τη χρήση της μεικτής καύσης είναι η δυνατότητα περιορισμού των εκπομπών ρύπων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NOx) και αιθάλης, αφού ο ταυτόχρονος περιορισμός τους είναι ιδιαίτερα δύσκολος στους κινητήρες Ντήζελ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε παράμετρος, που μειώνει τον ένα ρύπο προκαλεί αντίστοιχα αύξηση του άλλου. Δηλαδή, οι δύο παραπάνω αναφερόμενοι ρύποι επηρεάζονται κατά αντίστροφο τρόπο. Προσοχή πρέπει να δοθεί και στις εκπομπές ακαύστων υδρογονανθράκων (HC) και μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Οι τελευταίοι δύο ρύποι στην περίπτωση των κινητήρων Ντήζελ, οι οποίοι λειτουργούν υπό κλασσικές συνθήκες λειτουργίας, είναι ιδιαίτερα χαμηλοί.

6.4.1. Επίδραση της Χρήσης Φυσικού Αερίου στην Εκπομπή Αιθάλης

Οι κινητήρες Ντήζελ αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή σχηματισμού και εκπομπής σωματιδιακών εκπομπών (αιθάλη). Στο Σχήμα 6.4 δίνεται η μεταβολή της εκπεμπόμενης αιθάλης συναρτήσει του φορτίου για διάφορες ταχύτητες περιστροφής και για συνθήκες μεικτής καύσης και κλασσικής λειτουργίας αντίστοιχα.

Παρατηρούμε ότι η επίδραση της μεικτής καύσης είναι καταλυτική στην εκπομπή αιθάλης καθώς παρατηρείται σημαντικότερη μείωση της συγκέντρωσης της στα καυσαέρια του κινητήρα. Το γεγονός αυτό παρατηρείται σε όλες τις εξεταζόμενες συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Σε πολλές περιπτώσεις η μείωση αυτή μπορεί να φθάσει έως και το 95% γεγονός που ουσιαστικά οδηγεί σε εκμηδενισμό την εκπεμπόμενη αιθάλη. Πρόκειται για καθοριστική μείωση, η οποία μπορεί να συμβάλει στην επίλυση του προβλήματος των σωματιδιακών εκπομπών στις μεγαλουπόλεις όσον αφορά βέβαια στη λειτουργία των υπαρχόντων κινητήρων Ντήζελ.



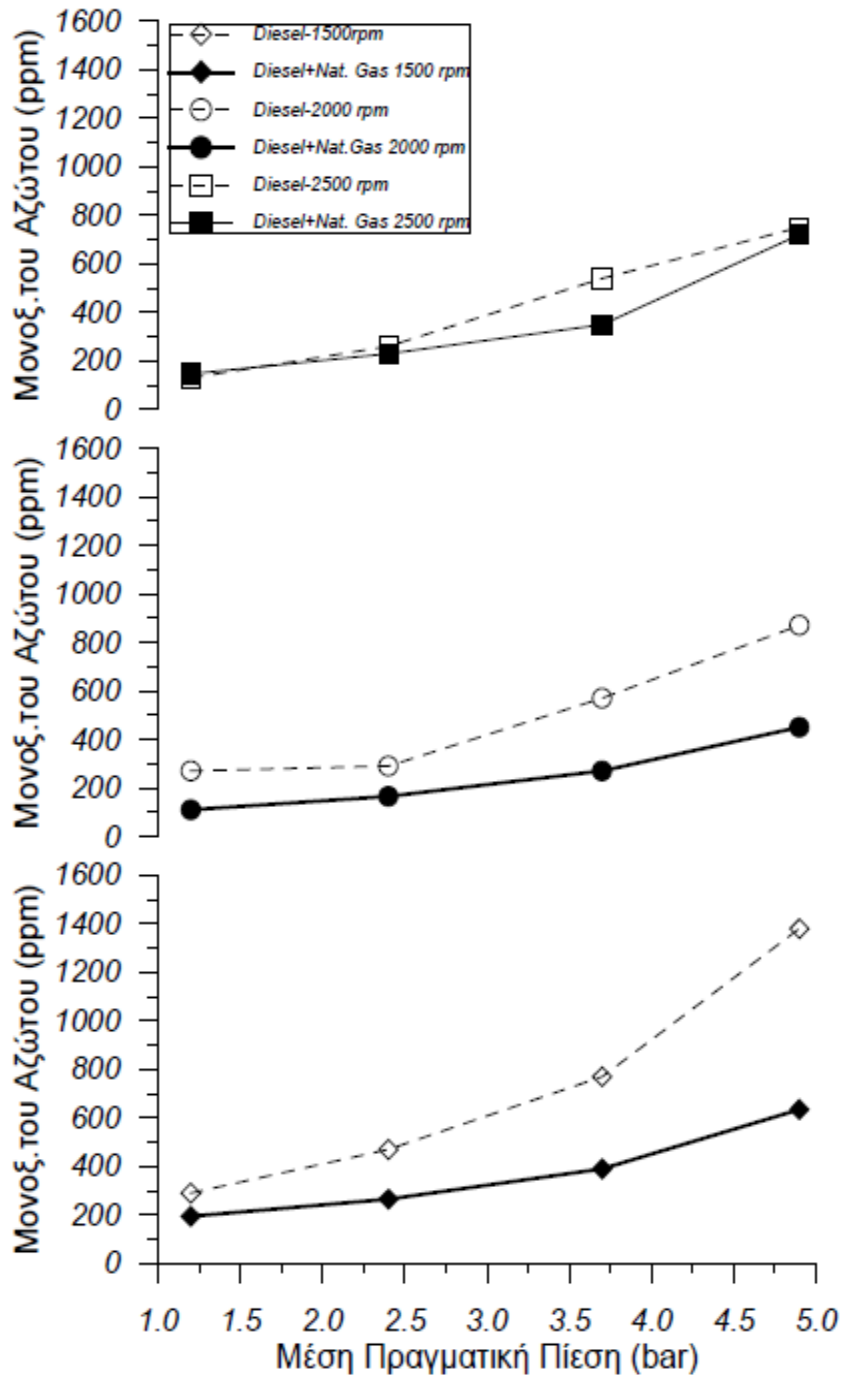
Σχήμα 6. 4 : Μεταβολή της εκπεμπόμενης αιθάλης συναρτήσει της μέσης πραγματικής πίεσης. Figure 4: Variation of soot emissions as function of brake mean effective pressure.

6.4.2. Επίδραση της Χρήσης Φυσικού Αερίου στις Εκπομπές NOx

Ο δεύτερος σημαντικός ρύπος είναι τα οξειδία του αζώτου (NOx). Η συγκέντρωσή τους στα καυσαέρια της εξαγωγής των κινητήρων Ντήζελ είναι ιδιαίτερα υψηλή και μεταβάλλεται κατά αντίθετο τρόπο, σε σχέση με τη μεταβολή των εκπομπών αιθάλης.

Στο Σχήμα 6.5 δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης μονοξειδίου του αζώτου συναρτήσει του φορτίου για διάφορες ταχύτητες περιστροφής για συνθήκες μεικτής καύσης και κλασσικής λειτουργίας.

Παρατηρώντας το Σχήμα 6.5, βλέπουμε ότι η χρήση του φυσικού αερίου ως κύριου καυσίμου σε έναν κινητήρα Ντήζελ, ο οποίος λειτουργεί υπό συνθήκες μεικτής καύσης, συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών NO. Η μείωση αυτή σε ορισμένες περιπτώσεις (χαμηλή ταχύτητα περιστροφής και υψηλό φορτίο λειτουργίας) φθάνει έως και το 60% σε σχέση πάντα με τις αντίστοιχες εκπομπές NO υπό κλασσικές συνθήκες λειτουργίας. Η μείωση αυτή συνοδεύεται από παράλληλη μείωση, σε ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό, των εκπομπών αιθάλης.



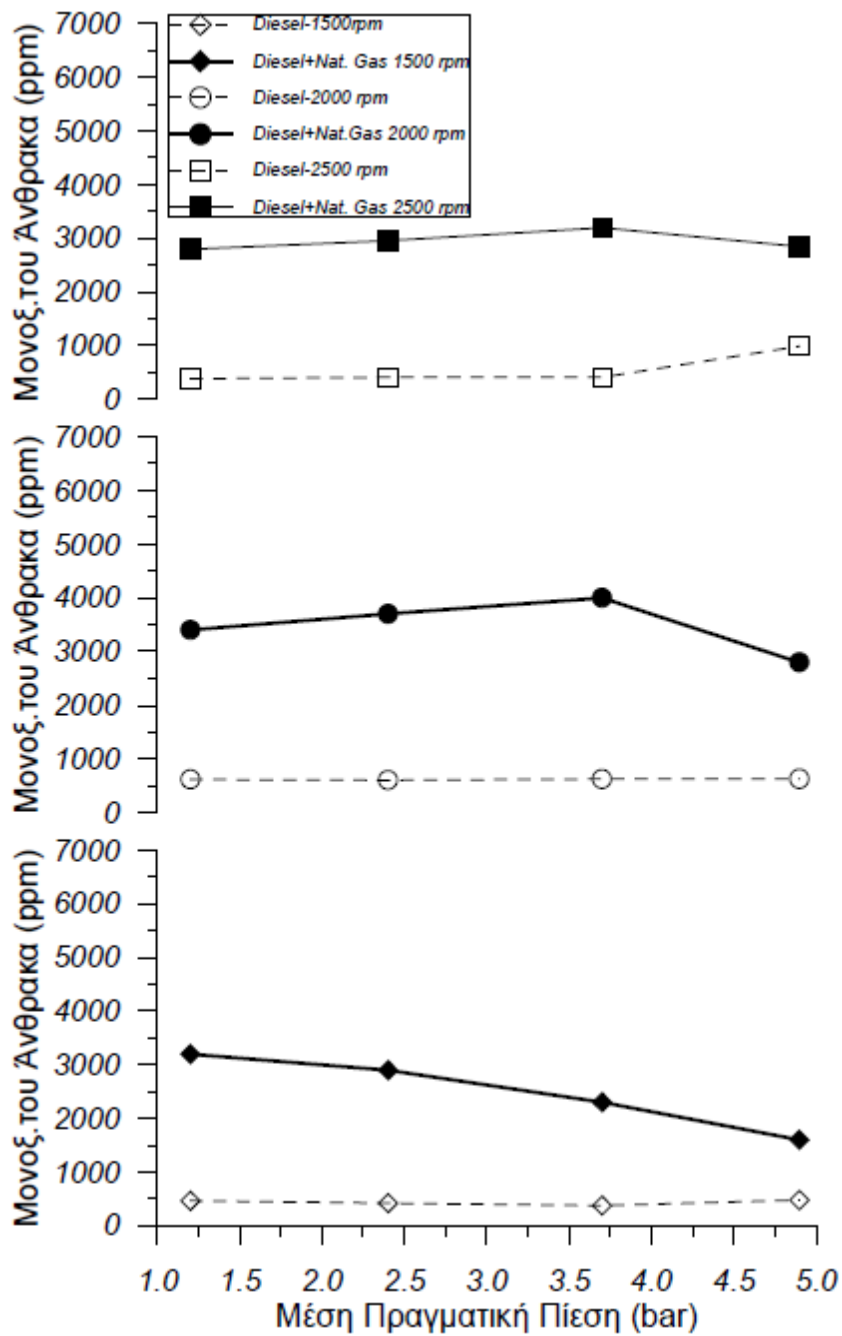
Σχήμα 6. 5 : Μεταβολή της συγκέντρωσης μονοξειδίου του αζώτου συναρτήσει της μέσης πραγματικής πίεσης. Figure 5: Variation of nitric oxide as function of brake mean effective pressure

6.4.3. Επίδραση της Χρήσης Φυσικού Αερίου στην Εκπομπή CO

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένας ρύπος ο οποίος απαντάται στα καυσαέρια του κινητήρα Ντήζελ σε μικρά ποσοστά.

Στο Σχήμα 6.6 δίνεται η μεταβολή του CO συναρτήσει του φορτίου του κινητήρα για διάφορες ταχύτητες περιστροφής και για λειτουργία με συνθήκες μεικτής καύσης και αμιγώς Ντήζελ. Παρατηρώντας το Σχήμα 6.6, βλέπουμε ότι η χρήση του φυσικού αερίου ως κύριου καυσίμου σε έναν κινητήρα Ντήζελ, ο οποίος λειτουργεί υπό συνθήκες μεικτής καύσης, συμβάλλει στην αύξηση των εκπομπών του CO σε σχέση με αυτές που παρατηρούνται υπό κλασσικές συνθήκες λειτουργίας. Στο υψηλό φορτίο λειτουργίας παρατηρείται μια τάση μείωσης των εκπομπών CO για λειτουργία υπό συνθήκες μεικτής καύσης.

Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στη βελτίωση της ποιότητας καύσης του φυσικού αερίου. Και σ' αυτή όμως την περίπτωση, οι τιμές του CO εξακολουθούν να είναι υψηλότερες σε σχέση με αυτές για λειτουργία του κινητήρα υπό κλασσικές συνθήκες. Αυτό αποτελεί ένα μειονέκτημα της μεικτής καύσης.

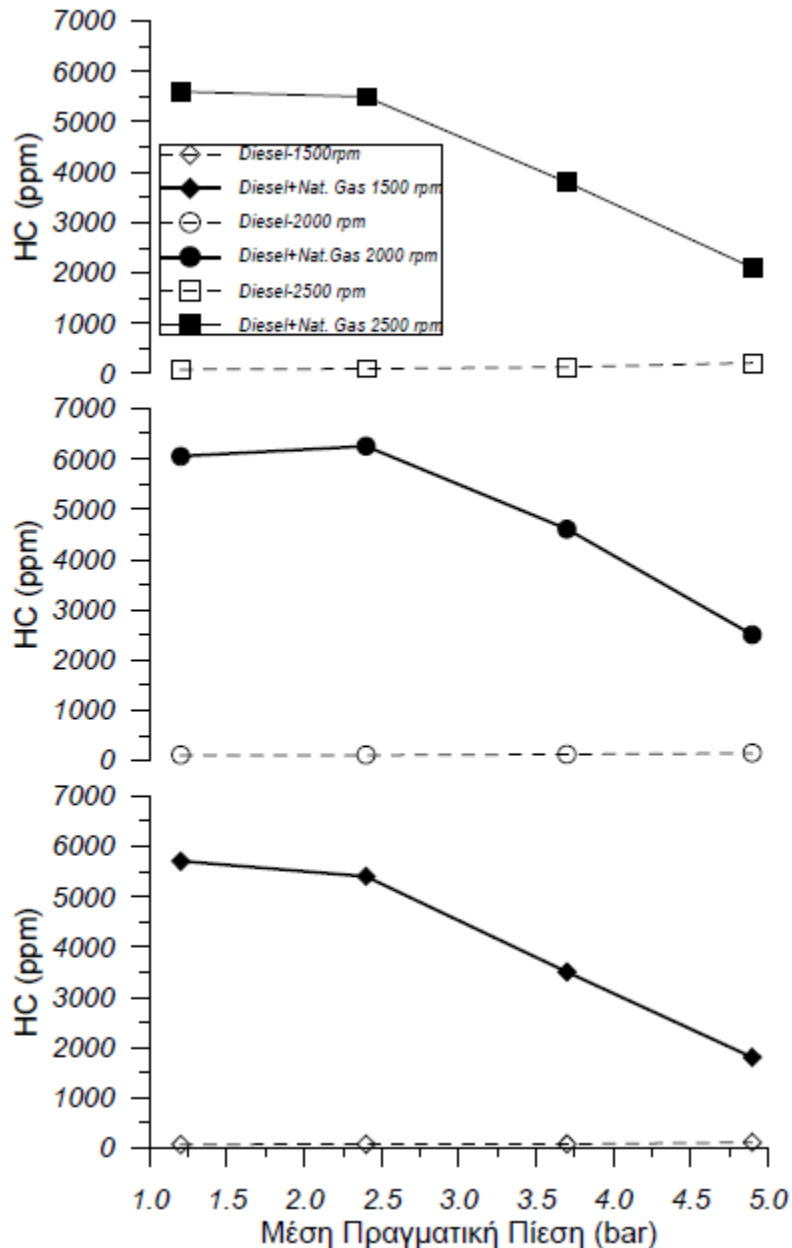


Σχήμα 6. 6 : Μεταβολή της συγκέντρωσης Μονοξειδίου του άνθρακα συναρτήσει της μέσης πραγματικής πίεσης. Figure 6: Variation of carbon monoxide as function of brake mean effective pressure

6.4.4 Επίδραση της Χρήσης Φυσικού Αερίου στις Εκπομπές Υδρογονανθράκων (HC)

Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες αποτελούν ένα ρύπο ο οποίος απαντάται στα καυσαέρια του κινητήρα Ντήζελ. Για λειτουργία του κινητήρα μόνο με καύσιμο Ντήζελ, οι τιμές των HC βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα .

Στο Σχήμα 6.7, δίνεται η μεταβολή των εκπεμπόμενων HC συναρτήσει του φορτίου του κινητήρα για διάφορες ταχύτητες περιστροφής και για λειτουργία υπό συνθήκες μεικτής καύσης και υπό κλασσικές συνθήκες λειτουργίας.



Σχήμα 6.7 : : Μεταβολή της συγκέντρωσης άκαυστων υδρογονανθράκων συναρτήσει της μέσης πραγματικής πίεσης

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα που δίνονται στο Σχήμα 6.7, βλέπουμε ότι η χρήση του φυσικού αερίου ως κύριου καυσίμου σε κινητήρα Ντήζελ, ο οποίος λειτουργεί με συνθήκες μεικτής καύσης, συμβάλλει στην αύξηση των εκπομπών των HC σε σχέση με αυτές για αμιγώς λειτουργία Ντήζελ. Στο υψηλό φορτίο λειτουργίας του κινητήρα παρατηρείται μείωση της διαφοράς των τιμών των HC μεταξύ της αμιγούς λειτουργίας Ντήζελ και αυτών της μεικτής καύσης λόγω της βελτίωσης της ποιότητας καύσης του φυσικού αερίου.

Το γεγονός αυτό είναι αρκετά ενθαρρυντικό εάν λάβουμε υπ' όψιν μας και την συμπεριφορά των υπόλοιπων ρύπων στις υπ' όψιν συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

6.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη πειραματική μελέτη προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση, που έχει η χρήση του φυσικού αερίου ως κύρια ποσότητα καυσίμου, στις εκπομπές ρύπων αλλά και στη λειτουργική συμπεριφορά ενός υπάρχοντα κινητήρα Ντήζελ. Ο κινητήρας αυτός έχει κατάλληλα τροποποιηθεί προκειμένου να είναι σε θέση να λειτουργήσει υπό συνθήκες μεικτής καύσης φυσικού αερίου και καυσίμου Ντήζελ.

Από τα πειραματικά αποτελέσματα προκύπτει ότι για όλες τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα (ταχύτητα περιστροφής και φορτίο) η χρήση του φυσικού αερίου οδηγεί σε μείωση της μέγιστης πίεσης καύσης σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή, όταν ο κινητήρας λειτουργεί αποκλειστικά με καύσιμο Ντήζελ. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην υφίσταται κίνδυνος για τα διάφορα μηχανικά μέρη του κινητήρα.

Όμως, η λειτουργία ενός κινητήρα Ντήζελ υπό συνθήκες μεικτής καύσης έχει ως συνέπεια την αύξηση των τιμών της ολικής ειδικής κατανάλωσης καυσίμου σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές υπό κλασσικές συνθήκες λειτουργίας. Όμως, με την αύξηση του φορτίου η διαφορά αυτή μειώνεται και στο πλήρες φορτίο οι δύο τιμές σχεδόν συγκλίνουν.

Όσον αφορά στις εκπομπές αερίων ρύπων, η μεικτή καύση έχει θετική επίδραση (μείωση έως και 60%) στην εκπομπή οξειδίων του αζώτου σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές υπό κλασσική λειτουργία. Αντίθετα, η μεικτή καύση επηρεάζει αρνητικά (αύξηση) τις εκπομπές CO και HC όπου παρατηρείται σημαντική διαφορά σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές για κλασσική λειτουργία. Όμως και για αυτούς τους δύο ρύπους η διαφορά αυτή μειώνεται, όταν ο κινητήρας λειτουργεί στο υψηλό φορτίο.

Εκεί όμως που η μεικτή καύση φαίνεται να έχει καταλυτική επίδραση είναι οι σωματιδιακές εκπομπές (αιθάλη), οι οποίες για όλες τις συνθήκες που εξετάστηκαν μειώθηκαν σημαντικά (έως και 95%) σε σχέση με τις αντίστοιχες εκπομπές υπό κλασσική λειτουργία του κινητήρα. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη θετική

επίδραση στην εκπομπή NOx μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι η χρήση του φυσικού αερίου ως κύριου καυσίμου σε ήδη υπάρχοντες κινητήρες Ντήζελ αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη τεχνική ελέγχου των σωματιδιακών εκπομπών ταυτόχρονα και των εκπομπών οξειδίων του αζώτου. Τα αρνητικά αποτελέσματα της μεικτής καύσης μπορούν να περιοριστούν σημαντικά εάν γίνουν κατάλληλες τροποποιήσεις στο χρονισμό έγχυσης του υγρού καυσίμου Ντήζελ.

Κεφάλαιο 7

7 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

7.1. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

Ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας είναι ο υπεύθυνος Φορέας για την λειτουργία του Συστήματος των Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας και εποπτεύεται για τον σκοπό αυτό από το Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών. Μέσα στο παραπάνω πλαίσιο, το Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών έχει από τον Οκτώβριο 2004 σχεδιάσει και έκτοτε υλοποιεί ένα σύνολο δράσεων και παρεμβάσεων υπό τον τίτλο «Νέος Συγκοινωνιακός Χάρτης της Αθήνας», με απώτερο σκοπό την βελτίωση των συγκοινωνιακών υπηρεσιών προς το επιβατικό κοινό και την αύξηση του συνόλου των μετακινήσεων με Δημόσιες Συγκοινωνίες, ως ποσοστό των ημερήσιων μετακινήσεων μέσα στην περιοχή λειτουργικής ευθύνης του ΟΑΣΑ. Ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας είναι η Μητροπολιτική Αρχή των Δημοσίων Αστικών Συγκοινωνιών και ως εκ τούτου είναι άμεσα υπεύθυνος για τον σχεδιασμό, τον συντονισμό και τον έλεγχο όλων των μέσων μαζικής μεταφοράς στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (λεωφορεία, τρόλεϊ, μετρό, τραμ, προαστιακός).

Στον όμιλο εταιρειών ΟΑΣΑ ανήκουν οι εξής 3 θυγατρικές εταιρείες του Οργανισμού Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την εκτέλεση μέρους του συγκοινωνιακού έργου που εποπτεύεται από τον Οργανισμό:

- ΕΘΕΛ ΑΕ (θερμικά λεωφορεία) - 360 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως
- ΗΛΠΑΠ ΑΕ (τρόλεϊ) - 77 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως
- ΗΣΑΠ ΑΕ (Γραμμή μετρό 1) - 120 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως

ενώ από τον Νοέμβριο 2004 και σύμφωνα με τον Ν. 3297/2004, τέθηκαν υπό την οικονομική και λειτουργική εποπτεία του ΟΑΣΑ και οι παρακάτω εταιρείες, οι οποίες

είναι υπεύθυνες για την εκτέλεση του υπόλοιπου συγκοινωνιακού έργου μέσα στην περιοχή λειτουργικής ευθύνης του ΟΑΣΑ που εποπτεύεται από τον Οργανισμό:

- ΑΜΕΛ (Αττικό Μετρό Λειτουργία) - 165 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως
- ΤΡΑΜ ΑΕ - 12 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως
- ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ (αστικό δίκτυο) - 3 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως

Τα Δημόσια Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (λεωφορεία, τρόλεϊ, μετρό, αστικός σιδηρόδρομος, τραμ, προαστιακός σιδηρόδρομος) εκτελούν καθημερινά 2,7 εκατομμύρια μετακινήσεις, οι οποίες αντιστοιχούν σε ποσοστό 41% των 6,5 εκατομμυρίων μετακινήσεων που εκτελούνται καθημερινά μέσα στην περιοχή λειτουργικής ευθύνης του ΟΑΣΑ.

Σύμφωνα με την σχετική πρόσφατη έρευνα της εταιρείας VPRC, η απόλυτη πλειοψηφία των χρηστών των ΜΜΜ θεωρεί ότι η ποιότητα και ποσότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών έχει βελτιωθεί κατά την διάρκεια του τελευταίου έτους, ενώ με βάση τις αθροιστικές προτιμήσεις των ερωτηθέντων το συνηθέστερο μεταφορικό μέσο είναι το Θερμικό Λεωφορείο (ΕΘΕΛ), ενώ ακολουθούν κατά σειρά προτίμησης το Μετρό (ΑΜΕΛ), ο Ηλεκτρικός Αστικός Σιδηρόδρομος (ΗΣΑΠ), το Ηλεκτρικό Λεωφορείο - Τρόλεϊ (ΗΛΠΑΠ), το Τραμ και ο Προαστιακός Σιδηρόδρομος.

Το σύνολο των εργαζομένων στον Όμιλο ΟΑΣΑ (ΟΑΣΑ, ΕΘΕΛ, ΗΛΠΑΠ, ΗΣΑΠ) ανέρχεται σε ~ 9.900 άτομα, ενώ το σύνολο εργαζομένων στο Σύστημα Αστικών Συγκοινωνιών (ΟΑΣΑ, ΕΘΕΛ, ΗΛΠΑΠ, ΗΣΑΠ, ΑΜΕΛ, ΤΡΑΜ, ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ) ανέρχεται σε ~ 12.200 άτομα. Οι ετήσιες δαπάνες (επενδύσεις, λειτουργικές κ.λπ.) του Ομίλου ΟΑΣΑ κατά το έτος 2004 έφθασαν τα 614 εκατομμύρια €.

7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΟΥ ΟΑΣΑ

Ο ΟΑΣΑ στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων του παρακολουθεί και συντονίζει την εκτέλεση του συγκοινωνιακού έργου, έχοντας πάντοτε υπόψη ότι οι συνθήκες παροχής των υπηρεσιών του προς τους κατοίκους & τους επισκέπτες του Λεκανοπεδίου πρέπει να όσο το δυνατόν φιλικότερες προς το περιβάλλον, τη φύση και τους ανθρώπους αλλά και όσο το δυνατόν οικονομικότερες, τόσο από άποψη εξοικονόμησης των κρατικών και των εθνικών πόρων, όσο και από άποψη

προστασίας των ενεργειακών φυσικών αποθεμάτων σε τοπικό, εθνικό αλλά και διεθνές επίπεδο.

Για το λόγο αυτό έχει ενσωματώσει στις λειτουργίες του φορέας εκτέλεσης συγκοινωνιακού έργου (ΗΛΠΑΠ, ΗΣΑΠ, ΑΜΕΛ, ΤΡΑΜ), οι οποίοι βασιζόμενοι εξ ολοκλήρου στην ηλεκτρική ενέργεια, αξιοποιούν στο βέλτιστο βαθμό μέσω του Δικτύου Διανομής της ΔΕΗ και σύμφωνα με την εθνική ενεργειακή πολιτική, τον εθνικό ορυκτό ενεργειακό πλούτο (κοιτάσματα λιγνίτη), το εθνικό υδάτινο ενεργειακό δυναμικό (φράγματα), το φυσικό αέριο μαζί με τις εθνικές υποδομές και επενδύσεις για την οικονομική του χρήση, αλλά και το εθνικό αιολικό δυναμικό (ανεμογεννήτριες).

Παρόλα ταύτα, η ΕΘΕΛ, η Εταιρεία Θερμικών Λεωφορείων του ΟΑΣΑ, παραμένει ο κεντρικός και κύριος φορέας εκτέλεσης συγκοινωνιακού έργου ειδικά στις περιοχές εκείνες που δεν εξυπηρετούνται από ηλεκτροκίνητα ΜΜΜ, ενώ το, κινούμενο εκτός και ανεξάρτητα από τα εναέρια δίκτυα ηλεκτροδότησης, Θερμικό Λεωφορείο της ΕΘΕΛ, είναι όπως αναλυτικά καταδείχθηκε παραπάνω σταθερά και αμετακίνητα καταξιωμένο στην συνείδηση του επιβατικού κοινού ως το πλέον δημοφιλές και χρηστικό ΜΜΜ. Η ΕΘΕΛ βασίζεται στους θερμικούς κινητήρες των λεωφορείων της για την παροχή των υπηρεσιών της. Μέσα από ένα μακρόπνοο πρόγραμμα ανανέωσης του στόλου των λεωφορείων της, υπό την καθοδήγηση / εποπτεία του ΟΑΣΑ και στα πλαίσια του γενικότερου στρατηγικού σχεδιασμού του Οργανισμού, η ΕΘΕΛ έχει κάνει σημαντικά τεχνολογικά άλματα, τόσο γενικά, όσο και ειδικά σε ότι αφορά στους θερμικούς κινητήρες. Συγκεκριμένα η ΕΘΕΛ έχει ήδη προμηθευθεί και χρησιμοποιεί ένα σημαντικό αριθμό λεωφορείων φυσικού αερίου, τα οποία αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους στόλους λεωφορείων φυσικού αερίου μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Παρά το γεγονός αυτό, το μεγαλύτερο κομμάτι του εκτελούμενου από την ΕΘΕΛ συγκοινωνιακού - μεταφορικού έργου, βασίζεται σήμερα και θα βασίζεται ακόμη για πολλά χρόνια και αρκετούς κύκλους ζωής των λεωφορείων της και των κινητήρων τους, στην τεχνολογία και στα καύσιμα Diesel. Έτσι λοιπόν η φροντίδα για την βελτιστοποίηση της απόδοσης και λειτουργίας των κινητήρων Diesel που είναι σήμερα σε λειτουργία, αλλά και αυτών των οποίων η προμήθεια είναι απαραίτητη άμεσα, μεσοπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα, τόσο από άποψη εκπομπής ρύπων, όσο και από άποψη οικονομικότητας της λειτουργίας και μη αναστρέψιμης ανάλωσης μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ορυκτών καυσίμων), αποτελεί ευθύνη

και άμεση προτεραιότητα του ΟΑΣΑ και της ΕΘΕΛ. Η βελτιστοποίηση αυτή έχει 3 κύριους άξονες :

- Την μείωση των εκπομπών ρύπων των κινητήρων Diesel υπό μορφή βλαβερών αερίων και στερεών ρύπων.
- Την, κατά το δυνατόν, εξοικονόμηση των σχετικών ενεργειακών δαπανών, λαμβάνοντας υπόψη και την σημερινή εξαιρετικά δυσμενή συγκυρία σε ότι αφορά στην τιμή του πετρελαίου στις διεθνείς αγορές, η οποία παίρνει σταδιακά την μορφή ενεργειακής κρίσης.
- Την επίτευξη ως ένα βαθμό της κάλυψης της ενεργειακής ζήτησης από ανανεώσιμες πηγές ή/και εθνικούς ή κοινοτικούς πόρους (λ.χ. bio-Diesel).
- Την ίδια στιγμή ο ΟΑΣΑ παρακολουθεί από κοντά και με μεγάλο ενδιαφέρον τις διεθνείς, εντός και εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης διεργασίες στα πλαίσια της προ των πυλών μετεξέλιξης του παγκόσμιου ενεργειακού χάρτη προς «την οικονομία και την κοινωνία του υδρογόνου». Η τεχνολογίες του υδρογόνου έχουν πλέον περάσει στο στάδιο της παραγωγικής χρήσης, προσφέροντας σήμερα, υπό ορισμένες προϋποθέσεις οι οποίες είναι πλέον τεχνικά και οικονομικά εφικτές, κίνηση λεωφορείων με ελάχιστους έως μηδενικούς ρύπους.

7.2.1 Ο στόλος Λεωφορείων του Ομίλου ΟΑΣΑ (ΕΘΕΛ, ΗΛΠΑΠ)

Αποτελείται από τα παρακάτω λεωφορεία:

- Θερμικά Λεωφορεία ΕΘΕΛ

Ο στόλος των Θερμικών Λεωφορείων της ΕΘΕΛ ανέρχεται σε 2099 λεωφορεία με μέσο όρο ζωής 8 έτη. Από αυτά τα 283 είναι σύγχρονα λεωφορεία Diesel Euro 3 τελευταίας παραλαβής, ενώ τα 416 είναι σύγχρονα λεωφορεία φυσικού αερίου (CNG). Με σκοπό την συνεχή ανανέωση του στόλου των θερμικών λεωφορείων προγραμματίζεται προμήθεια 520 νέων λεωφορείων Diesel Euro IV / Euro V

- Ηλεκτρικά Λεωφορεία ΗΛΠΑΠ

Ο στόλος των Ηλεκτρικών Λεωφορείων - Τρόλεϊ του ΗΛΠΑΠ ανέρχεται σε 366 νέα ηλεκτρικά λεωφορεία, όλα σύγχρονα παραλαβής 2004. Το Ηλεκτρικό Λεωφορείο - Τρόλεϊ του ΗΛΠΑΠ είναι συνυφασμένο, για ιστορικούς και όχι μόνο λόγους, με την σύγχρονη όψη της πόλης της Αθήνας και παραμένει μία αξιόπιστη λύση μέσα στον πυκνοκατοικημένο αστικό ιστό, εκεί που και οι έστω χαμηλές εκπομπές καυσαερίων και θορύβου των σύγχρονων θερμικών λεωφορείων θα αποτελούσαν μία

απαράδεκτη επιβάρυνση στην ποιότητα ζωής των κατοίκων. Παρόλα αυτά το Ηλεκτρικό Λεωφορείο - Τρόλεϊ παραμένει δέσμιο του εναέριου δικτύου ηλεκτροδότησης του, με ότι αυτό συνεπάγεται, γεγονός που επιβαρύνει με μία, μη αμελητέα, αδράνεια τόσο αυτή καθ' αυτή την ευελιξία στην κίνηση του, όσο και την επέκταση ή την τροποποίηση των γραμμών του.

7.3. ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ

Στα Θερμικά Λεωφορεία της ΕΘΕΛ χρησιμοποιούνται σήμερα οι παρακάτω τεχνολογίες θερμικών κινητήρων:

- Συμβατικοί κινητήρες Diesel ή CD (Conventional Diesel) με καύσιμο Diesel
- Σύγχρονοι κινητήρες Diesel Ελεγχόμενων Εκπομπών Καυσαερίων, Θορύβου και
- θερμότητας ή ECD (Emission Controlled Diesel) με καύσιμο Diesel

Κινητήρες Φυσικού Αερίου βασιζόμενοι στην τεχνολογία των βενζινοκινητήρων (με καύσιμο Φυσικό Αέριο)

7.3.1. Εξέλιξη των Συμβατικών Κινητήρων Diesel σε Σύγχρονους Κινητήρες Diesel Ελεγχόμενων Εκπομπών Καυσαερίων (Τεχνολογία ECD, Emission Controlled Diesel)

Οι κινητήρες Diesel είναι η παλιότερη και η πλέον διαδεδομένη τεχνολογία κίνησης αστικών λεωφορείων. Επίσης μέχρι πριν από λίγα χρόνια ήταν και η μοναδική διαθέσιμη επιλογή για τα λεωφορεία στην Ελλάδα. Για το λόγο αυτό είναι μοιραία συνδεδεμένη με τα μειονεκτήματα των συμβατικών κινητήρων Diesel ή CD (Conventional Diesel) που κατασκευάζονταν μέχρι και πριν από περίπου 10 χρόνια και τα οποία συμπεριελάμβαναν έντονο θόρυβο, αυξημένες εκπομπές καυσαερίων και αιθάλη (στερεά ορατά υπόλοιπα καύσεως σε σωματιδιακή μορφή στο ρεύμα καυσαερίων).

Τα τελευταία 10-15 χρόνια η τεχνολογία αυτή έχει εξελιχθεί πολύ, καθώς λόγω της ενεργειακής κρίσης και της παγκόσμιας συνειδητοποίησης των συνεπειών της συνεχούς αύξησης των επιπέδων των ρύπων, συμπεριλαμβανομένων του διοξειδίου του άνθρακα CO₂ (φαινόμενο του θερμοκηπίου), των οξειδίων του αζώτου NO_x (φωτοχημικό νέφος), του διοξειδίου του θείου SO₂ (θειούχα προσβολή - όξινη

βροχή), του μονοξειδίου του άνθρακα CO και των υδρογονανθράκων (τοξικότητα), καθώς και της συνεχούς αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας, οι κατασκευαστές κινητήρων και η πετροχημική βιομηχανία έχει στραφεί στην ευρεία χρήση των κινητήρων και των καυσίμων Diesel για την κίνηση των Ι.Χ. αυτοκινήτων, αντικαθιστώντας, αργά αλλά σταθερά, τους βενζινοκινητήρες, παράλληλα με την απαραίτητη σταδιακή αλλαγή των ισχυόντων ανά χώρα νομικών πλαισίων, τα οποία παράλληλα γίνονται συνεχώς και αυστηρότερα.

Για να μπορέσουν οι κινητήρες Diesel να γίνουν περισσότερο ανταγωνιστικοί και ελκυστικοί από τους βενζινοκινητήρες, η εξέλιξη της τεχνολογίας Diesel έφερε τις εξής επιμέρους καινοτομίες, οι οποίες αυτομάτως έγιναν διαθέσιμες και στους κινητήρες, αστικών και μη, λεωφορείων και φορτηγών, εξασφαλίζοντας ελεγχόμενες εκπομπές καυσαερίων (τεχνολογία ECD, Emission Controlled Diesel)

- αντικατάσταση του διμερούς θαλάμου καύσεως εμμέσου εγχύσεως IDI (προθάλαμος / κυρίως θάλαμος καύσεως), που ήταν ευρέως διαδεδομένος στους ταχύστροφους κινητήρες οδικής έλξεως, από τον ενιαίο θάλαμο καύσεως αμέσου εγχύσεως DI ή HSDI (ταχύστροφοι κινητήρες αμέσου εγχύσεως)
 - ευρεία χρήση, εξέλιξη και βελτιστοποίηση της θερμικής υπερπλήρωσης ή στροβιλουπερπλήρωσης (turbo charging) σε συνδυασμό πάντα με ενιαίους θαλάμους καύσεως (κινητήρες TDI).
 - Συνδυασμός του ενιαίου θαλάμου καύσεως με σχεδίαση 4 βαλβίδων ανά κύλινδρο και εγχυτήρα (μπεκ), όσο το δυνατόν κοντύτερα στο κέντρο του κυλίνδρου
 - Αντικατάσταση της μηχανικής έγχυσης καυσίμου στους κυλίνδρους (μηχανικές αντλίες χαμηλής πίεσης με 1 έμβολο ανά κύλινδρο και ανεξάρτητες γραμμές προς κάθε εγχυτήρα καυσίμου) από ηλεκτρονικά ελεγχόμενη έγχυση μέσω κοινού οχετού (Common rail) καυσίμου υψηλής πίεσεως στον οποίο το καύσιμο καταθλίβεται σε υψηλή έως πολύ υψηλή πίεση (έως 1600 bar) από ανάλογης σχεδίασης και τεχνολογίας αντλίες καυσίμου και από τον οποίον εγχέεται και διασκορπίζεται στους ενιαίους θαλάμους καύσεως, μέσω ηλεκτρομηχανικών εγχυτήρων (μπεκ) πηνίου με αναλογικά ελεγχόμενη διαδρομή ακροφυσίου
- συνδυασμός της παραπάνω τεχνολογίας ελέγχου, συμπίεσης, προσαγωγής και ηλεκτρομηχανικής έγχυσης καυσίμου με την προέγχυση καυσίμου κατά την συμπίεση των αερίων (pilot injection ή pre-injection) και την μετέγχυση κατά το τελικό στάδιο της καύσεως (post-injection).

- Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη επανακυκλοφορία ή παραμονή ποσότητας καυσαερίων στον θάλαμο καύσεως πριν την έναρξη της συμπίεσης EGR (Exhaust Gas Recirculation) & Air Management (swirl, inlet port deactivation)
- Καταλύτες οξειδωσης προϊόντων ατελούς καύσεως DOC (Diesel Oxidation Catalysts).
- Καταλύτες αναγωγής οξειδίων του αζώτου (de-NOx catalysts), τύπου SCR (Selective Catalyst Reduction, Ammonia or Urea medium) ή τύπου LNT (Lean NOx Trap, Alternate Lean - Rich Flow NOx Trap).

Παγίδες και φίλτρα αιθάλης και σωματιδίων DPF (Diesel Particulates Filter) & CRT (Continuously Regeneration Trap).

- Ενιαίος ηλεκτρονικός έλεγχος και διαχείριση όλων των παραπάνω επιμέρους καινοτομιών μέσω κεντρικού επεξεργαστή και ενιαίας ψηφιακής σηματοδότησης μεταξύ του επεξεργαστή, των περιφερειακών αισθητήρων και των μονάδων ελέγχου του κινητήρα
- Εκτεταμένη εφαρμογή των πλέον σύγχρονων ψηφιακών μεθόδων (CAx) CAD, CAM, CAE (FEA, CFD, LES) για την ανάπτυξη, προσομοίωση, σχεδίαση, κατασκευή και διάγνωση βλαβών των κινητήρων Diesel
- Καύσιμα ειδικής διύλισης, bio-Diesel (10% ή 20%), Diesel χαμηλής ή πολύ χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, ή συνδυασμό bio-Diesel / Diesel χαμηλού θείου, για πολύ χαμηλές τιμές εκπομπών καυσαερίων και αντιστάθμιση της χαμηλής λιπαντικής δράσης του καυσίμου που συνεπάγεται η πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο.

Σαν συνέπεια των παραπάνω επιμέρους τεχνολογικών βελτιώσεων οι οποίες έχουν συντελεστεί τα τελευταία 10-15 χρόνια και ήδη η συντριπτική τους πλειοψηφία προσφέρεται από τους ανταγωνιζόμενους κατασκευαστές κινητήρων Diesel λεωφορείων, ο βαθμός απόδοσης των κινητήρων Diesel σε πραγματικές (μη εργαστηριακές) συνθήκες λειτουργίας έχει αυξηθεί στο ίδιο διάστημα έως και 30% (ο βαθμός απόδοσης των πλέον σύγχρονων βενζινοκινητήρων υπολείπεται σήμερα έως και 40% από αυτόν των σύγχρονων κινητήρων Diesel), ενώ οι εκπομπές καυσαερίων, στερεών σωματιδίων και θορύβου έχουν μειωθεί στα ίδια ή και σε χαμηλότερα επίπεδα από τους βενζινοκινητήρες, που θεωρούνταν μέχρι πρότινος οι λιγότερο ρυπογόνοι μεταξύ των θερμικών κινητήρων. Σε ότι αφορά την εκπομπή θερμότητας στο περιβάλλον, οι συμβατικοί κινητήρες Diesel (CD) ήδη είχαν τις

χαμηλότερες εκπομπές μεταξύ όλων των θερμικών κινητήρων και βεβαίως η υπεροχή αυτή εντάθηκε με την τεχνολογία ECD.

Λόγω ακριβώς του ότι τεκμηριωμένα οι κινητήρες Diesel έχουν τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης μεταξύ όλων των θερμικών κινητήρων και εξαιτίας της στροφής προς την χρήση τους και στα ΙΧ, η παγκόσμια οικονομία επενδύει με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό σε επιστημονική έρευνα, τεχνολογία και μέσα παραγωγής κινητήρων Diesel, κάνοντας συνεχώς φθηνότερη την ανάπτυξη, παραγωγή, χρήση και συντήρησή τους, καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής τους, καθιστώντας εξ ανάγκης βεβαία την υπεροχή τους έναντι εναλλακτικών τεχνολογιών, καθ' όλη την διάρκεια απόσβεσης των επενδύσεων αυτών.

7.3.2. Κινητήρες Φυσικού Αερίου (CNG)

Ο ΟΑΣΑ και η ΕΘΕΛ συμβάλλουν στην χρήση περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών με την προμήθεια και λειτουργία των νέων λεωφορείων με καύσιμο Φυσικό Αέριο. Στα πλαίσια του περιορισμού της ρύπανσης στο ήδη επιβαρυμένης ατμόσφαιρας του Λεκανοπεδίου της Αθήνας προγραμμάτισαν και ολοκλήρωσαν με επιτυχία την αγορά 416 λεωφορείων Φυσικού Αερίου (CNG). Από τα 416 λεωφορεία Φυσικού Αερίου της ΕΘΕΛ, τα 295 παραλήφθηκαν το 2001 και τα 121 το 2005. Με τον νέο στόλο των νέων λεωφορείων με καύσιμο Φυσικό Αέριο (CNG) της ΕΘΕΛ, ο οποίος αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους στην ΕΕ, εξασφαλίστηκε σημαντική μείωση στις εκπομπές ρυπογόνων ουσιών, ενώ ταυτόχρονα προωθήθηκαν η σύγχρονη αισθητική μετακίνησης και οι φιλικές προς τον χρήστη υπηρεσίες μεταφοράς. Με το φιλικό προς το περιβάλλον καύσιμο, το σύγχρονο εξοπλισμό, το μοντέρνο σχεδιασμό και τον πρωτότυπο χρωματισμό τους τα λεωφορεία Φυσικού Αερίου σέβονται το περιβάλλον και θέτουν τα θεμέλια για μια πιο ουσιαστική παρέμβαση στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τις αστικές μετακινήσεις.

7.3.3. Σύγκριση Σύγχρονων Κινητήρων Diesel Ελεγχόμενων Εκπομπών Καυσαερίων (Τεχνολογία ECD, Emission Controlled Diesel) και Κινητήρων Φυσικού Αερίου (CNG)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ο ΟΑΣΑ και η ΕΘΕΛ αναλογιζόμενοι τα συγκριτικά πλεονεκτήματα των λεωφορείων με καύσιμο Φυσικό Αέριο σε σύγκριση

με τα λεωφορεία συμβατικών κινητήρων Diesel ή CD (Conventional Diesel), προχώρησαν σε μία σημαντική επένδυση αποκτώντας έναν από τους μεγαλύτερους στόλους λεωφορείων με καύσιμο Φυσικό Αέριο στην ΕΕ, πάντοτε με στόχο την δραστική μείωση των εκπομπών βλαβερών ρυπογόνων ουσιών και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της Αθήνας, αλλά και του επιβατικού κοινού.

Στο διάστημα όμως που μεσολάβησε από την πρώτη προμήθεια των 295 λεωφορείων Φυσικού Αερίου (2001), η διαθέσιμη τεχνολογία των συμβατικών κινητήρων Diesel ή CD (Conventional Diesel) εξελίχθηκε ραγδαία, όπως πολύ αναλυτικά παρουσιάστηκε παραπάνω, στην τεχνολογία ελεγχόμενων εκπομπών καυσαερίων (ECD, Emission Controlled Diesel), αλλάζοντας μοιραία και δραστικά τις παρακάτω παραμέτρους με βάση τις οποίες θα υπολόγιζε κανείς την βέλτιστη αναλογία σύνθεσης του στόλου των θερμικών λεωφορείων της ΕΘΕΛ, λεωφορείων Diesel : λεωφορείων Φυσικού Αερίου και συνεπακόλουθα τις παραμέτρους επιλογής του τύπου νέων υπό προμήθεια λεωφορείων με σκοπό την ανανέωση του στόλου αστικών θερμικών λεωφορείων.

Το φυσικό αέριο, όντας ήδη σε αέρια φάση, μπορεί αποτελεσματικότερα να αναμιγνύεται με τον αέρα και να πληρώνει τους κυλίνδρους του κινητήρα φυσικού αερίου, αποτελώντας έτσι μία ιδανική εκδοχή βενζινοκινητήρα (λόγω της χημικής του σύστασης απαιτείται ηλεκτρική έναυση για την εκκίνηση της καύσεως), με θεωρητικά ελάχιστους ρύπους. Επίσης, καθώς το φυσικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα των κινητήρων φυσικού αερίου είναι αναλογικά μειωμένες σε σχέση με κινητήρες άλλων καυσίμων, λόγω ακριβώς της υψηλής αναλογίας ατόμων υδρογόνου προς άτομα άνθρακα (4:1 για το μεθάνιο, έναντι ~ 2:1 για το Diesel). Η ροή, η ανάμιξη με τον αέρα και η θερμοχημική αντίδραση του καυσίμου είναι μεν βελτιστοποιημένες, ο κύκλος όμως λειτουργίας του κινητήρα CNG παραμένει κατά βάση κύκλος βενζινοκινητήρα, και για τον λόγο αυτό ο βαθμός απόδοσης του παραμένει, σχετικά, χαμηλός.

Κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής στην αυτοκίνηση και συγκεκριμένα στα, αστικά και μη, λεωφορεία, προκύπτουν ορισμένα πρακτικά θέματα. Καθώς η συγκέντρωση θερμογόνου ικανότητας του φυσικού αερίου ανά μονάδα όγκου του είναι πολύ μικρή, η δε υγροποίηση του οικονομικά ασύμφορη (λόγω ανάγκης εφαρμογής κρυογενικών τεχνολογιών), είναι απαραίτητη η συμπίεση του σε φιάλες - πιεστικά δοχεία. Οι φιάλες αυτές εγκαθίστανται στην οροφή του αστικού λεωφορείου, αφενός επιβαρύνοντας το ωφέλιμο βάρος φόρτωσης με επιβάτες (μειώνοντας θέσεις

όρθιων), αφετέρου περιορίζοντας την ακτίνα δράσης του λεωφορείου με βάση την δυναμικότητα των φιαλών.

Έτσι στο τέλος κάθε βάρδιας το λεωφορείο πρέπει να επιστρέφει στην βάση του για ανεφοδιασμό των φιαλών και άλλους επιπλέον τυπικούς ελέγχους που σχετίζονται με την τεχνολογία φυσικού αερίου, μειώνοντας αντίστοιχα την εκμεταλλευσιμότητα του ή αυξάνοντας το κόστος υποστήριξης του, ενώ δεν υπάρχει ευελιξία για επαναδρομολόγηση.

Ο ανεφοδιασμός με την σειρά του απαιτεί ειδικές εγκαταστάσεις και υποδομές και κύριες μεταξύ αυτών είναι η κατασκευή αγωγού φυσικού αερίου μέχρι το αμαξοστάσιο, ειδικού σταθμού ρύθμισης, μέτρησης και κατανάλωσης και βεβαίως εσωτερικό δίκτυο ως τις αντλίες πλήρωσης των φιαλών - πιεστικών δοχείων των λεωφορείων. Αυτές οι υποδομές και εγκαταστάσεις υπάρχουν σήμερα σε ένα μόνο αμαξοστάσιο της ΕΘΕΛ (Άνω Λιόσια), ενώ πρόσφατα ολοκληρώθηκε η υλοποίηση αντίστοιχων υποδομών και εγκαταστάσεων σε ένα ακόμη αμαξοστάσιο της ΕΘΕΛ (Ανθούσα), ώστε να εξασφαλιστεί η εξυπηρέτηση και των νέων 121 λεωφορείων τελευταίας παραλαβής επί τόπου στην Ανθούσα.

Μία άλλη διάσταση της χρήσης φυσικού αερίου στα λεωφορεία είναι η αυξημένη ανάγκη για ασφάλεια που συνεπάγεται η χρήση αερίου καυσίμου. Ειδικά ανταλλακτικά και εξαρτήματα για το λεωφορείο, ειδικοί ανιχνευτές αερίου στις εγκαταστάσεις των αμαξοστασίων, επιθεώρηση των φιαλών με μη καταστροφικούς ελέγχους (x-rays) ανά τακτά χρονικά διαστήματα ή με αφορμή, συνηθισμένα για ένα συμβατικό λεωφορείο, ατυχήματα, είναι μόνο μερικά από τα συνεπακόλουθα της αυξημένης ασφάλειας που απαιτείται και μπορεί να εξασφαλιστεί, έναντι όμως σημαντικού κόστους. Τα ανταλλακτικά από μόνα τους και ανεξάρτητα από τα θέματα ασφαλείας είναι ένας σημαντικός παράγων κόστους. Καθώς οι κινητήρες φυσικού αερίου απαιτούν ειδικά ανταλλακτικά αλλά η αγορά για αυτά είναι περιορισμένη δεν μπορούν να εξασφαλιστούν οικονομίες κλίμακας και αντίστοιχα δεν τεκμηριώνεται η σκοπιμότητα παραγωγικών επενδύσεων για την μείωση του κόστους παραγωγής των ανταλλακτικών, αλλά ούτε και αυτών καθ' αυτών των κινητήρων φυσικού αερίου και των παρελκόμενων τους συστημάτων καυσίμου επί του λεωφορείου.

Τέλος, παρά το ότι σε ελεγχόμενες και ιδανικές συνθήκες οι κινητήρες φυσικού αερίου αναμένεται να εκπέμπουν ελάχιστους ρύπους, στην πράξη αυτό δεν ισχύει. Μετρήσεις που έχουν γίνει στις ΗΠΑ με φορητούς σταθμούς (οχήματα) μέτρησης ρύπων έχουν καταγράψει άκαυστους υδρογονάνθρακες σε συγκεντρώσεις μέχρι και

1% κατ' όγκο στα καυσαέρια κινητήρων φυσικού αερίου λεωφορείων που κινούνται κατά την περίοδο της μέτρησης σε αστικά δρομολόγια και συνθήκες επιβαρυμένης κίνησης. Συγκεκριμένα στις ίδιες μετρήσεις έχουν μετρηθεί συγκεντρώσεις φορμαλδευδών μέχρι και 100 φορές μεγαλύτερες από αυτές που μετρούνται σε κινητήρες Diesel σε αντίστοιχες συνθήκες. Επίσης η αναλογία συγκέντρωσης οξειδίων του αζώτου NOx προς την συγκέντρωση CO₂, μετρήθηκε κυμαινόμενη από 0.5% ως 1,4% σε κινητήρες φυσικού αερίου, έναντι 0.9% που είναι η αντίστοιχη μέτρηση για σύγχρονους κινητήρες Diesel με καταλύτες αναγωγής οξειδίων του αζώτου.

Το γεγονός αυτό δείχνει ότι υπό προϋποθέσεις μπορεί να αμβλυνθεί σε σημαντικό βαθμό το πλεονέκτημα της κοντής ανθρακικής αλυσίδας του μεθανίου που αποτελεί το κυριότερο συστατικό του φυσικού αερίου, τουλάχιστον σε ότι τουλάχιστον αφορά την εκπομπή οξειδίων του αζώτου NOx. Τα πειραματικά αυτά αποτελέσματα δεν πρέπει να μας εκπλήσσουν, καθώς ο μηχανισμός δημιουργίας των ρύπων και ειδικά των υδρογονανθράκων δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις θερμοχημικός, ενώ η πλημμελής συντήρηση του κινητήρα CNG, σε συνδυασμό με τον τρόπο και τις συνθήκες οδήγησης του οχήματος, έχουν έντονη επίδραση στους εκπεμπόμενους ρύπους. Αν συνυπολογιστεί το κόστος, η ιδιαίτερη ευαισθησία στην κακή ή πλημμελή συντήρηση, οι δυσκολίες αλλά και η έλλειψη εμπειρίας στην συντήρηση, λειτουργία και τεχνική υποστήριξη των κινητήρων φυσικού αερίου (συγκριτικά με τον κινητήρα Diesel), εύκολα μπορεί να δει κανείς πως μπορούμε να φθάσουμε σε αυτά τα αποτελέσματα.

Με βάση τα παραπάνω, είναι φανερό ότι η τεχνολογία ECD, υπερτερεί σαφώς της

- τεχνολογίας CNG για τους εξής λόγους:
- έχει υψηλότερο βαθμό απόδοσης (σε ορισμένες περιπτώσεις έως και κατά 30-40%)
- έχει πρακτικά ίδιες και σε ορισμένες περιπτώσεις χαμηλότερες εκπομπές καυσαερίων (πλην CO₂), θορύβου και απαγόμενης προς το περιβάλλον θερμότητας, είναι περισσότερο ασφαλής ή έχει πολύ χαμηλότερο κόστος ασφάλειας
- έχει υψηλότερο βαθμό επιχειρησιακής εκμετάλλευσης για ίδιο μέγεθος λεωφορείου
- το κόστος των παγίων ανεφοδιασμού (εγκαταστάσεων, εξοπλισμού, ασφάλειας & συντήρησης) είναι δραματικά χαμηλότερο
- το συνολικό κόστος κύκλου ζωής των λεωφορείων (κτήσης, συντήρησης, ανταλλακτικών, ελέγχων) είναι δραματικά χαμηλότερο.

7.3.4. Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας CNG έναντι της τεχνολογία ECD είναι τα εξής:

- Το, ανηγμένο ανά μονάδα κατώτερης θερμογόνου ικανότητας (MWhr), κόστος του φυσικού αερίου είναι χαμηλότερο από αυτό του Diesel

έχει χαμηλότερες εκπομπές CO₂ από αυτές της τεχνολογία ECD

- η διαδικασία ανεφοδιασμού και διακίνησης καυσίμου είναι ποιοτικά και διαδικαστικά καλύτερη και απλούστερη

Με βάση την διεθνή βιβλιογραφία, την επιστημονική γνώση και την τεχνολογική εμπειρία, αλλά κυρίως με βάση τα τρέχοντα επιχειρησιακά δεδομένα της ΕΘΕΛ, εύκολα τεκμηριώνεται η σαφής και έντονη υπεροχή της τεχνολογίας ECD, έναντι της τεχνολογίας CNG. Τα πλεονεκτήματα, η σκοπιμότητα και η οικονομικότητα της επιλογής αυτής, μπορούν να εντατικοποιηθούν περαιτέρω με τις εξής ενισχυτικές δράσεις:

- θέσπιση τεχνικών προδιαγραφών - ποσοτικών κριτηρίων βαθμολόγησης προσφερόμενων τεχνολογιών με βάση τις προαναφερθείσες επιμέρους τεχνολογικές καινοτομίες που διαφοροποιούν την τεχνολογία ECD (Emission Controlled Diesel) από την τεχνολογία CD (Conventional Diesel), σε συνδυασμό πάντοτε με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα μείωσης των εκπομπών καυσαερίων.

- Ποσοτική διερεύνηση της επίδρασης του bio-Diesel, του ελαιόλαδου, του Diesel χαμηλού θείου και του Diesel πολύ χαμηλού θείου, στην εκπομπή καυσαερίων και στην λιπαντική δράση του καυσίμου

- Ποσοτική διερεύνηση της ευεργετικής επίδρασης της χρήσης χημικών προσθέτων και μαγνητικών συσκευών για την καλύτερη λειτουργία του κινητήρα και για την περαιτέρω μείωση των εκπομπών και της κατανάλωσης καυσίμου

εφαρμογή συστήματος και διαδικασιών ποιοτικής διασφάλισης στον ανεφοδιασμό των λεωφορείων, την διακίνηση καυσίμου και την λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας προμήθειας καυσίμων

Ως αποτέλεσμα της παραπάνω συγκριτικής διαδικασίας και με σκοπό την συνεχή ανανέωση του στόλου των θερμικών λεωφορείων της ΕΘΕΛ, προγραμματίζεται η προμήθεια 520 νέων λεωφορείων τεχνολογίας Ελεγχόμενων Εκπομπών Καυσαερίων (ECD, Emission Controlled Diesel) Euro IV / Euro V.

7.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΟΑΣΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟ

7.4.1 Ερευνητικά Έργα ΟΑΣΑ

Ο ΟΑΣΑ από το 2001 έχει αναθέσει 24 ερευνητικά προγράμματα σε Ελληνικούς Ερευνητικούς φορείς με αντικείμενο την αναβάθμιση των υπηρεσιών του, την στρατηγική εξέταση της ανάπτυξης του, την αξιολόγηση των δράσεων καθώς και την ανάπτυξη συστημάτων που αποσκοπούν στην βελτίωση των παρεχομένων υπηρεσιών στον πολίτη.

Πέρα από την κυκλοφορία των 416 Λεωφορείων Φυσικού Αερίου και την προμήθεια των 520 νέων λεωφορείων με κινητήρα Diesel τεχνολογίας Ελεγχόμενων Εκπομπών Καυσαερίων Euro IV / Euro V, ο ΟΑΣΑ και η ΕΘΕΛ έχουν αναλάβει τις παρακάτω δράσεις, πάντοτε στην κατεύθυνση της χρήσης περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών, αλλά και του βέβαιου, με αργά αλλά σταθερά βήματα, προσανατολισμού της διεθνούς οικονομικής και ενεργειακής σκηνής προς την «κοινωνία και οικονομία των εναλλακτικών καυσίμων - ενεργειακών φορέων και των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας».

7.4.2 Ερευνητικό Έργο bio-Diesel

Μεταξύ άλλων δράσεων, ο ΟΑΣΑ και η ΕΘΕΛ έχουν αναθέσει στο Εργαστήριο Μηχανών Εσωτερικής Καύσεως της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ, ερευνητικό έργο με θέμα «Εξέταση Προοπτικής Χρήσης Καυσίμου bio- Diesel σε Κινητήρες Diesel Λεωφορείων της ΕΘΕΛ», το οποίο και έχει ήδη ολοκληρωθεί κατά 60% με την εγκατάσταση σε ειδική πειραματική κλίνη δοκιμών του Εργαστηρίου και την θέση σε πειραματική λειτουργία, αντιπροσωπευτικού κινητήρα Diesel λεωφορείου της ΕΘΕΛ, με σκοπό την διερεύνηση και ποσοτικοποίηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών λειτουργίας των κινητήρων Diesel των θερμικών λεωφορείων της ΕΘΕΛ σε συνθήκες συνδυασμένης καύσης bio-Diesel και συμβατικού καυσίμου (Diesel) καθώς και των οφελών που προκύπτουν από τη χρήση του bio-Diesel. Σύντομα τα αποτελέσματα του προγράμματος αυτού θα υλοποιηθούν στην πράξη με τη χρησιμοποίηση bio-Diesel στα λεωφορεία της Εταιρείας.

Η χρήση bio-Diesel ως συμπληρωματικού καυσίμου (σε ποσοστό συνήθως 10 έως 20% κατά μάζα), αλλά ακόμη και ως βασικού καυσίμου, σε μηχανές εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν ως καύσιμο πετρέλαιο, αποτελεί ένα ιδιαίτερα ελπιδοφόρο μέτρο προς την κατεύθυνση της φιλικότερης χρήσης των συμβατικών υγρών καυσίμων, που είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί άμεσα με ιδιαίτέρως μικρές ή και καθόλου μετατροπές στο υφιστάμενο σύστημα.

Το bio-Diesel είναι αμιγώς ανανεώσιμο καύσιμο, προερχόμενο από ειδική επεξεργασία κυρίως φυτικών συστατικών και ζωικών παραπροϊόντων, παρουσιάζοντας διεθνώς συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή και χρήση.

7.4.2.1 Τα οφέλη από τη χρήση του βιοντίζελ :

- ▶ Σημαντική μείωση της παραγόμενης αιθάλης
- ▶ Μείωση του παραγόμενου διοξειδίου του θείου, λόγω αντικατάστασης ποσοστού του συμβατικού καυσίμου με καύσιμο σημαντικά χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο, συνήθως μικρότερης από 0.002% κ.β.
- ▶ Σημαντική μείωση του διοξειδίου του άνθρακα (λόγω του ανανεώσιμου χαρακτήρα του βιοντίζελ), με συνέπεια την άμβλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- ▶ Μείωση ή και πλήρης κατάργηση της έγχυσης συμβατικών πρόσθετων χημικών ενώσεων, άγνωστης συνήθως συνθέσεως, που χρησιμοποιούνται για τη μείωση κυρίως των εκπομπών αιθάλης
- ▶ Μείωση χειροτέρευσης της ποιότητας του λιπαντικού ελαίου.

Η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, ειδικότερα της αιθάλης, που είναι συνήθως ο ρύπος που γίνεται άμεσα οπτικά αντιληπτός, εξασφαλίζεται σε σημαντικό βαθμό οδηγώντας σε καθαρό περιβάλλον.

Με δεδομένο ότι η δυναμική διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι επιβεβλημένη, με σαφή στόχο την επίτευξη συγκεκριμένου ποσοστού κάλυψης της παραγόμενης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, γίνεται αντιληπτό ότι η εφαρμογή του bio-Diesel αποτελεί τη μοναδική προοπτική για την υλοποίηση του παραπάνω στόχου σε συστήματα παραγωγής ενέργειας με χρήση υγρών καυσίμων.

Οφέλη βιοντίζελ στη χώρα μας:

- ▶ Οικονομικό: Σχετική απεξάρτηση από την εισαγωγή πετρελαίου
- ▶ Κοινωνικό: Απορρόφηση (πρώτη ύλη) του προϊόντος από ευαίσθητες μονάδες του πληθυσμού της υπαίθρου (π.χ. βαμβακοπαραγωγοί Λάρισας, κλπ).

7.4.2.2.Χημικά Πρόσθετα & Χρήση Μαγνητικών ή Άλλων Συσκευών στην Γραμμή Τροφοδοσίας Καυσίμου Diesel

Παράλληλα ο ΟΑΣΑ από κοινού με την ΕΘΕΛ επεξεργάζεται με ιδιαίτερη επιφυλακτικότητα διάφορα εναλλακτικά ή συμπληρωματικά σχέδια δράσης για την ερευνητική αξιολόγηση των πιθανών οφελών που μπορεί τυχόν να προκύψουν από:

- ▶ Την χρήση χημικών πρόσθετων στο καύσιμο Diesel που καίνε οι κινητήρες Diesel.
- ▶ Την χρήση μαγνητικών ή άλλων συσκευών για την βελτίωση της λειτουργίας των κινητήρων Diesel.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι συνήθως δεν είναι εύκολη η αποτίμηση των πλεονεκτημάτων που έχει η χρήση χημικών προσθέτων, μαγνητικών ή άλλων συσκευών στην κατανάλωση καυσίμου και στις εκπομπές καυσαερίων των κινητήρων Diesel των αστικών λεωφορείων, διά της οδού των πειραματικών δοκιμών των κινητήρων αυτών σε εργαστηριακές συνθήκες. Η δυσκολία έγκειται στον έλεγχο και στην προσομοίωση σε εργαστηριακές συνθήκες, των παραμέτρων εκείνων οι οποίες θεωρούνται μεταβλητές που μπορούν να επηρεάσουν την συσχέτιση μεταξύ της χρήσης των χημικών προσθέτων, ή των μαγνητικών ή άλλων συσκευών, της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών των κινητήρων, όπως αυτή η συσχέτιση μπορεί να υπολογιστεί από επί τόπου μετρήσεις και τα αρχεία ανεφοδιασμού και κίνησης των λεωφορείων. Οι παράμετροι αυτές είναι:

- ▶ Οι καιρικές συνθήκες (βροχή, άνεμος, υγρασία, βαρομετρική πίεση, χιόνι)
- ▶ Οι προδιαγραφές του καυσίμου Diesel (πυκνότητα, θερμογόνος δύναμη, ιξώδες, χρήση χημικών προσθέτων κατά την διύλιση)
- ▶ Συντήρηση και επιθεώρηση (φίλτρα αέρα, λίπανση κινητήρα και συστήματος μετάδοσης, πίεση και κατάσταση ελαστικών, άλλα σημεία συντήρησης και επιθεώρησης)
- ▶ Κατάσταση και τυχόν δυσλειτουργίες του κινητήρα (σύστημα έγχυσης καυσίμου, σύστημα προσαγωγής αέρα & απαγωγής των καυσαερίων, στροβιλουπερπληρωτής, ανακύκλωση των καυσαερίων, άλλες)
- ▶ Κατασκευαστής και τύπος του κινητήρα (προδιαγραφές λειτουργίας, απόδοσης / ειδικής κατανάλωσης καυσίμου, εκπομπών)

► Τύπος εκτελούμενου συγκοινωνιακού έργου (διαδρομή, διάρκεια, διακύμανση φορτίου, πλήθος επιβατών, κλίσεις οδοστρώματος, λειτουργία στο ρελαντί, λειτουργία κλιματισμού, άλλα χαρακτηριστικά)

► Οδηγός και στυλ οδήγησης

► Κίνηση

► Ρύθμιση των παραμέτρων του κινητήρα

Μέθοδος τήρησης των αρχείων ανεφοδιασμού, κίνησης & συντήρησης των λεωφορείων, καθώς και των αρχείων διακίνησης του καυσίμου.

Οι παράμετροι αυτές επηρεάζουν την συσχέτιση μεταξύ της χρήσης των χημικών προσθέτων, μαγνητικών ή άλλων συσκευών, της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών των κινητήρων, όταν αυτή η συσχέτιση υπολογίζεται από επί τόπου μετρήσεις και τα αρχεία ανεφοδιασμού και κίνησης ενός στόλου αστικών λεωφορείων, μέσω της επίδρασης που ασκούν τα χημικά πρόσθετα, οι μαγνητικές ή άλλες συσκευές στην λειτουργία του κινητήρα σε πραγματικές συνθήκες και συγκεκριμένα μέσω της επίδρασης που ασκούν στην λειτουργία του κινητήρα σε κενό φορτίο (idling), σε μερικά φορτία και σε συνθήκες συνεχώς μεταβαλλόμενου φορτίου (transient operation).

Η επίδραση αυτή οφείλεται, μεταξύ άλλων, και στην ενδεχόμενη δράση των χημικών προσθέτων ή των μαγνητικών ή άλλων συσκευών και μπορεί να γίνει πλήρως αντιληπτή μετά από ένα ικανό αριθμό ωρών λειτουργίας του κινητήρα με χημικά πρόσθετα ή/και μαγνητικές ή άλλες συσκευές. Ακριβώς λόγω των παραπάνω, αυτοί οι μηχανισμοί (λειτουργία του κινητήρα σε κενό φορτίο, σε μερικά φορτία και σε συνθήκες συνεχώς μεταβαλλόμενου φορτίου, σε συνδυασμό με την ενδεχόμενη δράση των χημικών προσθέτων ή των μαγνητικών ή άλλων συσκευών) είναι πολύ ευκολότερο να παρατηρηθούν με τρόπο τέτοιο ώστε να μπορούν να εξαχθούν ποιοτικά και ποσοτικά συμπεράσματα, σε πραγματικές συνθήκες μέσω επί τόπου μετρήσεων και μέσω επεξεργασίας των αρχείων ανεφοδιασμού και κίνησης ενός στόλου αστικών λεωφορείων, παρά σε εργαστηριακές συνθήκες μέσω πειραματικών δοκιμών κινητήρων εγκατεστημένων σε πειραματικές κλίνες, όπου και είναι πολύ δυσκολότερο να ελεγχθούν και να προσομοιωθούν οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός στόλου αστικών λεωφορείων καθώς και οι τιμές των παραπάνω μεταβλητών - παραμέτρων.

7.5 ΟΑΣΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟ

Η ανάπτυξη των τεχνολογιών υδρογόνου στον τομέα των μεταφορών αποτελεί μια από τις σημαντικότερες ερευνητικές δραστηριότητες σε παγκόσμια κλίμακα. Τα κυριότερα έργα έρευνας και επίδειξης τεχνολογιών υδρογόνου στον τομέα των μεταφορών αφορούν στην κίνηση των λεωφορείων. Οι δραστηριότητες αυτές καλύπτουν τόσο την απαίτηση για εισαγωγή / χρήση εναλλακτικών τεχνολογιών για καθαρό αστικό περιβάλλον όσο και την αποδοχή των τεχνολογιών υδρογόνου από το κοινό.

Τα συγκεκριμένα ερευνητικά έργα εντάσσονται στο γενικότερο πλαίσιο εφαρμοσμένης έρευνας που αποσκοπεί στην μετεξέλιξη και τον προσανατολισμό της παγκόσμιας οικονομίας προς «την τεχνολογία και την κοινωνία του υδρογόνου». Το υδρογόνο ως ενεργειακός φορέας αποτελεί μια σημαντική ενεργειακή επιλογή καθώς συνδυάζει την δυνατότητα της ενεργειακής απεξάρτησης (μερικώς ή ολικώς ανάλογα με το είδος και την έκταση των εφαρμογών) από την χρήση ορυκτών καυσίμων με την βελτιωμένη περιβαλλοντική επίδοση. Η χρήση του υδρογόνου ως ενεργειακού φορέα έχει τα εξής μακροπρόθεσμα πλεονεκτήματα:

- ◆ Δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με απελευθέρωση CO₂ ή με CO, στον βαθμό βεβαίως που οι ρύποι αυτοί δεν εκλύονται στα στάδια της παραγωγής ή της μεταφοράς του υδρογόνου.
- ◆ Είναι, μέσω ηλεκτρόλυσης, άριστος ενεργειακός φορέας για πηγές ενέργειας που δεν απελευθερώνουν ούτε CO₂, ούτε CO και είναι εγκατεστημένες πολύ μακριά από τις εφαρμογές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί το υδρογόνο, όπως λ.χ. οι υδατοπτώσεις, η γεωθερμία και τα πυρηνικά εργοστάσια.
- ◆ Είναι, μέσω ηλεκτρόλυσης, άριστος ενεργειακός ταμιευτήρας για μη σταθερής ισχύος ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η αιολική, η ηλιακή και η θαλάσσια ενέργεια.
- ◆ Διαμορφώνει νέους όρους στην οικονομοτεχνική και περιβαλλοντική παραμετροποίηση και βελτιστοποίηση της σκοπιμότητας των επενδύσεων σε σχέση με υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς και διανομής συμβατικών ενεργειακών πόρων.

7.5.1 Οφέλη από την συμμετοχή του ΟΑΣΑ σε ερευνητικά έργα υδρογόνου

Η ανάπτυξη τεχνογνωσίας σε θέματα διαχείρισης και χρήσης υδρογόνου η ανάπτυξη υποδομών για την ανάπτυξη πιλοτικών εφαρμογών υδρογόνου στον τομέα των αστικών συγκοινωνιών.

Η δυνατότητα παροχής συγκοινωνιακού έργου με αναβαθμισμένη περιβαλλοντική επίδοση (κυρίως μείωση των ρύπων ΤΟ₂ και ΤΟ) συμβάλλοντας στην αναβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας σε τοπικό επίπεδο.

Η συμβολή σε εθνικό επίπεδο στην υλοποίηση των εθνικών δεσμεύσεων για την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου.

Η παραγωγή υδρογόνου, είτε μέσω ηλεκτρόλυσης από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (αιολική, υδροηλεκτρική, άλλες), είτε μέσω αναμόρφωσης (steam reforming) Φυσικού Αερίου, ιδανικά με ταυτόχρονη δέσμευση CO₂, είτε ως βιομηχανικό πετροχημικό παραπροϊόν της παραγωγής κυκλικών υδρογονανθράκων με μετατροπή ευθέων ανθρακικών αλυσίδων σε κυκλικές ή μετατροπή των απλών δεσμών της ανθρακικής αλυσίδας.

Η χρήση ΑΠΕ για την παραγωγή υδρογόνου συμβάλλει, τόσο στην αύξηση του ποσοστού των ΑΠΕ στο εθνικό ισοζύγιο ενέργειας, όσο και στην υποκατάσταση εισαγόμενου καυσίμου για τις μεταφορές.

Την επιδεικτική διείσδυση του Υδρογόνου και των συναφών τεχνολογιών Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell) και παραγωγής Υδρογόνου (είτε από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μέσω ηλεκτρόλυσης, είτε από Φυσικό Αέριο μέσω αναμόρφωσης του Φυσικού Αερίου, είτε ως βιομηχανικό πετροχημικό παραπροϊόν της παραγωγής κυκλικών υδρογονανθράκων με μετατροπή ευθέων ανθρακικών αλυσίδων σε κυκλικές ή μετατροπή των απλών δεσμών της ανθρακικής αλυσίδας), στην υποστηρικτική και εφοδιαστική αλυσίδα των μεταφορών και συγκεκριμένα των αστικών συγκοινωνιών.

Η συμβολή στην ανταγωνιστικότητα των Ελληνικών επιχειρήσεων στον ερευνητικό και επιδεικτικό τομέα της έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης της Ε.Ε.

Στην περίπτωση χρήσης καθαρού υδρογόνου σε λεωφορεία με θερμικούς κινητήρες εσωτερικής καύσεως, όπου το υδρογόνο οδηγείται σε εξώθερμη χημική αντίδραση με τον αέρα, οι ρύποι

- διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

- μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- υδρογονάνθρακες (HO/NMHφ)
- σωματίδια - στερεοί ρύποι (PM)
- μεθάνιο (άκαυστο CH₄)
- αιθάλη

Εκμηδενίζονται (όλοι πλην των οξειδίων του αζώτου NO_x). Στην περίπτωση χρήσης του υδρογόνου σε λεωφορεία με κυψέλες καυσίμου (fuel cells), πρακτικά εκμηδενίζονται όλοι ανεξαιρέτως οι ρύποι, συμπεριλαμβανομένων και των οξειδίων του αζώτου (NO_x).

Ανάλογα όμως με την μέθοδο παραγωγής του υδρογόνου, υπάρχει περίπτωση εμφάνισης σημαντικού μέρους των παραπάνω ρύπων (κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα CO₂) στο σημείο που παράγεται το υδρογόνο ή στο σημείο που παράγεται η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του υδρογόνου. Το αν θα εμφανιστούν στα σημεία αυτά οι παραπάνω ρύποι εξαρτάται από την μέθοδο παραγωγής του ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιείται στην περίπτωση παραγωγής του υδρογόνου με ηλεκτρόλυση. Η μετατροπή των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας όπως η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμική, ή η υδάτινη ενέργεια (υδατοπτώσεις ή θαλάσσια), σε ηλεκτρικό ρεύμα, δεν συνοδεύεται από την παραγωγή αυτών των ρύπων - εξ ου και ο χαρακτηρισμός τους ως καθαρές πηγές ενέργειας. Αντίθετα η εσωτερική ή εξωτερική καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος οδηγεί, στην καλύτερη περίπτωση, σε εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα CO₂ και άλλων ρύπων στο σημείο παραγωγής του ηλεκτρικού ρεύματος.

Επίσης στην περίπτωση παραγωγής του υδρογόνου από φυσικό αέριο μέσω της διαδικασίας αναμόρφωσης του φυσικού αερίου steam reforming, παράγεται άμεσα, αλλά και έμμεσα, διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και άλλοι από τους παραπάνω ρύπους. Το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) μπορεί θεωρητικά να δεσμευθεί και να αποθηκευτεί ως απόβλητο, αλλά αυτή η διαδικασία δέσμευσης (capture) και αποβολής του καθιστά την όλη διαδικασία ακόμη δυσχερέστερη, ενώ παραμένει και το ζήτημα της αποθήκευσης των αποβλήτων (CO₂ sequestration).

Σε κάθε περίπτωση και σε ότι αφορά στις Αστικές Συγκοινωνίες, η χρήση υδρογόνου στα λεωφορεία θα οδηγήσει σε άμεση και δραστικότερη μείωση των ρύπων μέσα στα αστικά κέντρα, ενώ τα ζητήματα σχετικά με την αποθήκευση και την ασφάλεια της χρήσης του υδρογόνου έχουν πρακτικά επιλυθεί. Γεγονός είναι ότι τα

μέτρα ασφάλειας σχετικά με την αποθήκευση και την χρήση του υδρογόνου είναι σαφώς πιο δαπανηρά από τα μέτρα ασφάλειας που απαιτούνται για άλλα καύσιμα. Αντίστοιχα, τα περιθώρια μείωσης του υψηλού κόστους των μέτρων ασφάλειας που απαιτούνται για την αποθήκευση και την χρήση του υδρογόνου, ως συνέπεια της μαζικής παραγωγής του σχετικού εξοπλισμού, η οποία με την σειρά της θα επέλθει ως συνέπεια της διείσδυσης και τελικά της μαζικής χρήσης του υδρογόνου, είναι τεράστια.

Κοινή Τεχνολογική Πρωτοβουλία JTI (Joint Technology Initiative) της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημιουργία Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας Υδρογόνου και Κυψελών Καυσίμου H&FC (Hydrogen & Fuel Cell Platform)

Ο ΟΑΣΑ έχει κατ' αρχάς επιλεγεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως 1 από τα 3 Ελληνικά Νομικά Πρόσωπα τα οποία μαζί με τα υπόλοιπα 106 Ευρωπαϊκά Νομικά Πρόσωπα που έχουν κατ' αρχάς επιλεγεί για τον ίδιο σκοπό, θα συμμετάσχουν στην Κοινή Τεχνολογική Πρωτοβουλία JTI (Joint Technology Initiative) της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημιουργία Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας Υδρογόνου και Κυψελών Καυσίμου H&FC (Hydrogen & Fuel Cell Platform). Ο ΟΑΣΑ είναι το μόνο Νομικό Πρόσωπο, μεταξύ των 3 επιλεγέντων Ελληνικών Νομικών Προσώπων, που είναι Δημόσιος Οργανισμός - μη ιδιωτική εταιρεία.

Η συμμετοχή στην Κοινή Τεχνολογική Πρωτοβουλία JTI (Joint Technology Initiative) της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημιουργία Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας Υδρογόνου και Κυψελών Καυσίμου H&FC (Hydrogen & Fuel Cell Platform) είναι μία εξαιρετική ευκαιρία για τις Ελληνικές επιχειρήσεις, ερευνητικά ινστιτούτα ή άλλους φορείς, να εκδηλώσουν σε ανύποπτο χρόνο, με δεσμευτικό και απόλυτο τρόπο, το πραγματικό και μη ευκαιριακό ενδιαφέρον τους για την συμμετοχή τους σε σχετικά με το Υδρογόνο ερευνητικά ή άλλα έργα.

Επίσης ο ΟΑΣΑ έχει κατ' αρχάς προταθεί από την Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας του Υπουργείου Ανάπτυξης για την Εθνική Εκπροσώπηση της Ελλάδας, μαζί με τον Τομέα Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) του Υπουργείου Ανάπτυξης, στο Αντιπροσωπευτικό Εκτελεστικό Όργανο (Mirror Group Implementation Panel) της Κοινής Τεχνολογικής Πρωτοβουλίας JTI (Joint Technology Initiative) της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημιουργία Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας Υδρογόνου και Κυψελών Καυσίμου H&FC (Hydrogen & Fuel Cell Platform).

Ερευνητικά Έργα Συνδυασμένης Καύσης Φυσικού Αερίου & Υδρογόνου (Natural-Hy / Hythane)

Η εξέλιξη των τεχνολογιών υδρογόνου αναφέρεται κυρίως στην χρήση fuel cell, σημαντική όμως είναι και η έρευνα της χρήσης μιγμάτων υδρογόνου - φυσικού αερίου (hy-thane) σε εμβολοφόρες μηχανές. Η υπάρχουσα εμπειρία στην λειτουργία των μηχανών ΜΕΚ, το συγκριτικά χαμηλότερο κόστος εξέλιξης όσον αφορά ανταγωνιστικές τεχνολογίες υδρογόνου, η δυνατότητα χρήσης υπάρχουσας τεχνολογικής υποδομής αποθήκευσης & τροφοδοσίας αερίων, καθιστούν την λύση των μιγμάτων υδρογόνου - φυσικού αερίου, μια από τις πλέον ανταγωνιστικές λύσεις με βραχυπρόθεσμη και μεσοπρόθεσμη προοπτική.

7.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΚΑΥΣΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΣΕ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Η καύση του υδρογόνου σε υφιστάμενους εμβολοφόρους κινητήρες σε μορφή μίγματος του με φυσικό αέριο, παρουσιάζει, επιπλέον των μακροπρόθεσμων πλεονεκτημάτων χρήσης του υδρογόνου ως ενεργειακού φορέα, τα ακόλουθα βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα πλεονεκτήματα:

- 1) Μειώνει τον ρυθμό εξάντλησης των αποθεμάτων φυσικού αερίου.
- 2) Επιτρέπει την ομαλή απόσβεση και κεφαλαιακή απόδοση των υφιστάμενων ή σχεδιαζόμενων επενδύσεων σε έρευνα, παραγωγικούς πόρους, εξοπλισμό, εγκαταστάσεις και εκπαίδευση, σχετικά με την παραγωγή:
 - ▶ Ο εμβολοφόρων κινητήρων.
 - ▶ Ο ειδικού εξοπλισμού καύσεως φυσικού αερίου σε εμβολοφόρους κινητήρες
 - ▶ Ο ειδικού εξοπλισμού ανεφοδιασμού φυσικού αερίου λεωφορείων (φιάλες λεωφορείων, στόμια, αντλίες, δεξαμενές).

Στις περιπτώσεις εκείνες όπου είναι διαθέσιμη η παροχή φυσικού αερίου (λ.χ. αμαξοστάσια ΕΘΕΛ) και είναι οικονομοτεχνικά και περιβαλλοντικά σκόπιμη και εφικτή η επιτόπου παραγωγή υδρογόνου δια της μεθόδου αναμόρφωσης του Φυσικού Αερίου (steam - reforming), η επί τόπου ανάμιξη φυσικού αερίου και υδρογόνου καθίσταται πλεονεκτική τόσο οικονομικά, όσο και λόγω της ενιαίας και συνεχούς διαδικασίας παραγωγής του τελικού μίγματος.

Οι πρώτες εφαρμογές μιγμάτων υδρογόνου - φυσικού αερίου υλοποιήθηκαν στο Μόντρεαλ το 1995 σε λεωφορεία και ελαφρά επαγγελματικά οχήματα. Εκτός από τον Καναδά, έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές στις ΗΠΑ, στην Σουηδία, στην Γαλλία, στο Ηνωμένο Βασίλειο, στην Αυστραλία, στην Κίνα και άλλες χώρες.

Ο ΟΑΣΑ από κοινού με την ΕΘΕΛ και σε συνεργασία με τον Τομέα Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ καθώς και άλλους ενδιαφερόμενους, έχουν καταθέσει στην Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας του Υπουργείου Ανάπτυξης πρόταση συμμετοχής στο Πρόγραμμα Ανάπτυξης της Βιομηχανικής Έρευνας (ΠΑΒΕΤ) 2005 του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, για την εκτέλεση ερευνητικού έργου με αντικείμενο την διερεύνηση της δυνατότητας καύσης μίγματος Υδρογόνου - Φυσικού Αερίου σε διάφορες αναλογίες Υδρογόνου - Φυσικού Αερίου, σε κινητήρες λεωφορείων Φυσικού Αερίου και χρήση του παραπάνω καύσιμου μίγματος σε λεωφορεία της ΕΘΕΛ, με απώτερο σκοπό την περαιτέρω μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα των λεωφορείων Φυσικού Αερίου και την επιδεικτική διείσδυση του Υδρογόνου και των συναφών τεχνολογιών στην υποστηρικτική και εφοδιαστική αλυσίδα των μεταφορών και συγκεκριμένα των αστικών συγκοινωνιών. Η προτεινόμενη ερευνητική δραστηριότητα αποσκοπεί στην απόκτηση νέων γνώσεων σχετικά με την χρήση του υδρογόνου σε εμβολοφόρους κινητήρες αστικών λεωφορείων.

Οι γνώσεις αυτές είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την διαμόρφωση των προδιαγραφών, των λειτουργικών απαιτήσεων καθώς και των απαιτήσεων σχεδίασης και κατασκευής κινητήρων λεωφορείων, οι οποίοι θα τροφοδοτούνται με μίγματα καυσίμου υδρογόνου - φυσικού αερίου για την σημαντική βελτίωση των μεθόδων αποθήκευσης, ανάμιξης, διακίνησης και ανεφοδιασμού του υδρογόνου και των μιγμάτων υδρογόνου - φυσικού αερίου, με απώτερο σκοπό την παροχή μεταφορικών υπηρεσιών με χρησιμοποιούμενο καύσιμο μίγματος υδρογόνου - φυσικού αερίου.

7.7 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (FUEL CELL) & ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΣΕ ΑΣΤΙΚΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ

7.7.1 Τεχνολογία Ηλεκτροκίνησης με Κυψέλες Καυσίμου (Fuel - Cell) & Υδρογόνο σε Αστικά Λεωφορεία

Σαν χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής της Τεχνολογίας Ηλεκτροκίνησης με Κυψέλες Καυσίμου (Fuel - Cell) & Υδρογόνο σε Αστικά Λεωφορεία αναφέρονται τα έργα της E.E. CUTE, CUTE PLUS & ECTOS με εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής σε αστικά λεωφορεία στις Ευρωπαϊκές πόλεις Άμστερνταμ, Βαρκελώνη, Αμβούργο, Λονδίνο, Λουξεμβούργο, Μαδρίτη, Πόρτο, Στοκχόλμη, Στουτγάρδη και Ρέικιαβικ.

Ο ΟΑΣΑ από κοινού με την ΕΘΕΛ επεξεργάζεται διάφορα εναλλακτικά ή συμπληρωματικά σχέδια δράσης τα οποία αναλύονται παρακάτω, για την πιλοτική δρομολόγηση αστικών λεωφορείων με καύσιμο καθαρό Υδρογόνο και κινητήρα Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell) στην Αθήνα, με απώτερο σκοπό την εξοικείωση της τεχνικής επιστημονικής κοινότητας καθώς και του επιβατικού κοινού με την συγκεκριμένη τεχνολογία μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων βλαβερών ρύπων και την επιδεικτική διείσδυση του Υδρογόνου, των Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell) και των τεχνολογιών παραγωγής του Υδρογόνου, είτε από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μέσω ηλεκτρόλυσης, είτε από Φυσικό Αέριο μέσω αναμόρφωσης του Φυσικού Αερίου, είτε ως βιομηχανικό πετροχημικό παραπροϊόν της παραγωγής κυκλικών υδρογονανθράκων με μετατροπή ευθέων ανθρακικών αλυσίδων σε κυκλικές ή μετατροπή των απλών δεσμών της ανθρακικής αλυσίδας, στην υποστηρικτική και εφοδιαστική αλυσίδα των μεταφορών και συγκεκριμένα των αστικών συγκοινωνιών.

7.7.2 Τύπος Ηλεκτροκίνητου Αστικού Λεωφορείου με Κυψέλες Καυσίμου (Fuel - Cell) & Υδρογόνο

Το πρώτο ζήτημα που θα πρέπει να απαντηθεί σχετικά με την πιλοτική δρομολόγηση αστικών λεωφορείων με καύσιμο Υδρογόνο και κινητήρα Κυψελών

Καυσίμου (Fuel Cell) στην Αθήνα, είναι ποιος τύπος λεωφορείου είναι κατάλληλος και διαθέσιμος. Ο τύπος αυτός μπορεί να είναι ένας από τους παρακάτω:

1) Τυπικό 12μετρο λεωφορείο

Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται στα Κοινοτικά Προγράμματα CUTE, CUTE PLUS & ECTOS. Από απόψεως εκμετάλλευσης ταιριάζει στα συγκοινωνιακά δεδομένα της ΕΘΕΛ. Λόγω της ιδιομορφίας των Αθηναϊκών δρόμων όμως, δεν είναι ιδανικός για τον πυκνοκατοικημένο αστικό ιστό με τις μεγάλες κλίσεις του οδοστρώματος, εκεί όπου ένα λεωφορείο με μηδενικούς ρύπους πραγματικά θα έκανε αισθητή την παρουσία του και την λειτουργία του. Ο ΟΑΣΑ έχει πρόσφατα απευθυνθεί προς τους υπευθύνους των Κοινοτικών Προγραμμάτων CUTE, CUTE PLUS & ECTOS, ζητώντας να μάθει κάτω από ποιες προϋποθέσεις θα ήταν εφικτή η δρομολόγηση ενός λεωφορείου αυτού του τύπου στην Αθήνα, χωρίς ουσιαστικό όμως αποτέλεσμα.

Ανάλογες προσπάθειες είχαν γίνει και πριν τους Ολυμπιακούς Αγώνες της Αθήνας, επίσης χωρίς αποτέλεσμα. Ακόμη και στο ενδεχόμενο όπου ένα τέτοιο λεωφορείο θα ήταν τελικά διαθέσιμο για δρομολόγηση στην Αθήνα, η εμπειρία των CUTE, CUTE PLUS & ECTOS, διδάσκει ότι η πόλη υποδοχής του λεωφορείου, αφού καταβάλει ένα διόλου ευκαταφρόνητο τίμημα, θα χρησιμοποιεί το λεωφορείο κυρίως επικοινωνιακά και για λόγους επιδεικτικής διείσδυσης του υδρογόνου, χωρίς όμως να υπάρχει περιθώριο να εξοικειωθεί ή να αποκτήσει εμπειρία στα κινητήρια συστήματα του λεωφορείου ή στα συστήματα υδρογόνου επί του λεωφορείου, τα οποία αποτελούν ευλαβικά φυλασσόμενα «μαύρα κουτιά», περιφρουρούμενα από ομάδα τεχνικών του οίκου κατασκευής του λεωφορείου οι οποίοι διαμένουν μόνιμα στην πόλη υποδοχής του λεωφορείου για όλο το διάστημα της δρομολόγησης του. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την δυσκολία του εγχειρήματος, αφού στις Ευρωπαϊκές πόλεις που συμμετέχουν στα Κοινοτικά Προγράμματα CUTE, CUTE PLUS & ECTOS, έχουν δρομολογηθεί παραπάνω από 1 λεωφορεία του συγκεκριμένου τύπου, καθιστώντας οικονομικά εφικτή, λειτουργική και σκόπιμη, την διαμονή των τεχνικών του οίκου κατασκευής του λεωφορείου στις συγκεκριμένες πόλεις κατά την περίοδο δρομολόγησης του λεωφορείου.

2) Μικρο-λεωφορείο 7,69 μέτρων

Ο συγκεκριμένος τύπος λεωφορείου είναι οριακά κατάλληλος για τα συγκοινωνιακά δεδομένα της ΕΘΕΛ. Έχει χωρητικότητα 40 επιβατών και πλάτος 2,245 μέτρα. Λόγω των μικρών του διαστάσεων (μήκους και πλάτους) είναι ιδανικός

για τον πυκνοκατοικημένο αστικό ιστό με τις μεγάλες κλίσεις του οδοστρώματος και τους Αθηναϊκούς στενούς δρόμους, εκεί όπου ένα λεωφορείο με μηδενικούς ρύπους πραγματικά θα έκανε αισθητή την παρουσία του και την λειτουργία του. Στην εκδοχή του με κινητήρα Diesel, δρομολογείται από την ΕΘΕΛ σε περιοχές όπως το Κολωνάκι, ο Λυκαβηττός, τα Εξάρχεια, ο λόφος Στρέφη, το Γκύζη, η Ακρόπολη κλπ, ακριβώς λόγω της ευελιξίας του και του δυναμικού του κινητήρα. Η μέγιστη ισχύς του κινητήρα Diesel του συγκεκριμένου λεωφορείου είναι 121 KW και σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα μετατροπής της ισχύος, στην ηλεκτροκίνητη εκδοχή του το συγκεκριμένο λεωφορείο θα χρειάζεται μία ηλεκτρική κινητήρια εγκατάσταση Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell) ωφέλιμης ισχύος 50-60 KW.

3) Μίκρο-λεωφορείο < 6μέτρων

Ο συγκεκριμένος τύπος λεωφορείου δεν είναι κατάλληλος για τα συγκοινωνιακά δεδομένα της ΕΘΕΛ. Έχει χωρητικότητα < 25 επιβατών. Από άποψη εκμετάλλευσης ταιριάζει στα συγκοινωνιακά δεδομένα της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και συγκεκριμένα μάλλον σε αυτά ενός περιφερειακού Δήμου κοντά στην Αθήνα, παρά του ιδίου του Δήμου Αθηναίων. Οι ηλεκτροκίνητες εκδοχές του συγκεκριμένου τύπου λεωφορείου είναι εμπορικά διαθέσιμες από περισσότερους του ενός κατασκευαστές στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ σχετικές προσπάθειες ανάπτυξης του συγκεκριμένου τύπου λεωφορείου γίνονται και στην Ελλάδα. Αυτό που κάνει ελκυστικό τον συγκεκριμένο τύπο λεωφορείου είναι το γεγονός ότι χρειάζεται μία ηλεκτρική κινητήρια εγκατάσταση Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell) ωφέλιμης ισχύος ~ 25 KW, περιοχή στην οποία είναι διαθέσιμα προϊόντα Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell) περισσότερων του 1 κατασκευαστών, ενώ και η ανάπτυξη ενός τέτοιου προϊόντος είναι σαφώς πιο εύκολη από ότι αντίστοιχα στην περιοχή >50 KW, για αυτούς που επιλέγουν να επενδύσουν στην ανάπτυξη ηλεκτρικών κινητήριων εγκαταστάσεων Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell). Ένα άλλο γεγονός που κάνει τον συγκεκριμένο τύπο λεωφορείου θελκτικό είναι το ότι συνήθως προσφέρεται και σε υβριδική εκδοχή (φόρτιση μπαταριών από εξωτερική παροχή ή από κινητήρα εσωτερικής καύσεως).

7.7.3 Τύπος Προμήθειας ή Κατασκευής του Λεωφορείου

Το δεύτερο κύριο ζήτημα που θα πρέπει να απαντηθεί σχετικά με την πιλοτική δρομολόγηση αστικών λεωφορείων με καύσιμο Υδρογόνο και κινητήρα Κυψελών

Καυσίμου (Fuel Cell) στην Αθήνα, είναι ποιος τρόπος προμήθειας ή κατασκευής του λεωφορείου είναι ο ενδεδειγμένος για την περίπτωση αυτή.

1) Προμήθεια εμπορικά διαθέσιμου λεωφορείου

1) Η περίπτωση προμήθειας ενός εμπορικά διαθέσιμου λεωφορείου με υφιστάμενη έγκριση τύπου, ουσιαστικά αντιστοιχεί στις περιπτώσεις Β.1) & Β.3) που συζητήθηκαν διεξοδικά ακριβώς παραπάνω. Καθώς η περίπτωση Β.3) προσκρούει στους περιορισμούς σχετικά με το μέγεθος και την χωρητικότητα του λεωφορείου, ουσιαστικά η περίπτωση προμήθειας ισοδυναμεί αυτόματα με την προμήθεια του 12μετρου λεωφορείου των προγραμμάτων CUTE, CUTE PLUS & ECTOS ή άλλου αντίστοιχου προϊόντος. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η περίπτωση αυτή έχει τα μειονεκτήματα του υψηλού τιμήματος, της εξ ανάγκης δρομολόγησης του σε γραμμές όπου δεν αναδεικνύεται αρκετά το πλεονέκτημα των μηδενικών ρύπων και της αποξένωσης της ομάδας υποδοχής του λεωφορείου από τα τεχνολογικά σημαντικά συστήματα του, παραμένει όμως ένα ενδεχόμενο.

2) Ανάπτυξη - κατασκευή νέου προϊόντος - πρωτότυπου λεωφορείου

Η περίπτωση ολοκλήρωσης της διαδικασίας της εξ αρχής ανάπτυξης ενός νέου προϊόντος - κατασκευής από το μηδέν ενός πρωτότυπου λεωφορείου και έκδοσης για αυτό έγκρισης τύπου μέσα σε εύλογο χρονικό διάστημα και με συνολικό προϋπολογισμό συγκρίσιμο έστω με το αναμενόμενο υψηλό τίμημα της παραπάνω περίπτωσης 1) πρέπει να θεωρείται εντελώς απίθανη, λαμβάνοντας υπόψη την έκταση και την δυσκολία του εγχειρήματος.

3) Μετασκευή υφιστάμενου λεωφορείου - ανάπτυξη πρωτοτύπου μέσω διαδικασίας reverse engineering

Η περίπτωση μετασκευής ενός υφιστάμενου λεωφορείου έχει σαφή πλεονεκτήματα, έναντι των περιπτώσεων 1) & 2). Για να κρατηθεί ο προϋπολογισμός στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα, το φυσικό αντικείμενο της μετασκευής πρέπει να είναι το μικρότερο δυνατό και έτσι αυτή η οριακή συνθήκη σε συνδυασμό με την έστω οριακή καταλληλότητα για τα συγκοινωνιακά δεδομένα της ΕΘΕΛ καθιστά αυτόματα την περίπτωση μετασκευής υφιστάμενου λεωφορείου λογικά ισοδύναμη με την παραπάνω περίπτωση Β.1) του μικρο-λεωφορείου μήκους 7,69 μέτρων και πλάτους 2,245 μέτρων που σήμερα δρομολογείται από την ΕΘΕΛ σε περιοχές όπως το Κολωνάκι, ο Λυκαβηττός, τα Εξάρχεια, ο λόφος Στρέφη, το Γκύζη, η Ακρόπολη κλπ. Τα πλεονεκτήματα της μετασκευής του συγκεκριμένου μικρο-λεωφορείου είναι τα εξής:

- Συγκριτικά μέτριο έως χαμηλό τίμημα.
 - Δυνατότητα χρηματοδότησης σε είδος (value-in-kind financing).
 - Δρομολόγηση σε γραμμές όπου μεγιστοποιείται η ανάδειξη του χαρακτηριστικού των μηδενικών εκπομπών ρύπων.
 - Εύκολη κίνηση του οχήματος στους στενούς ή/και ανηφορικούς δρόμους των παραπάνω γραμμών
 - Οριακή έστω καταλληλότητα από άποψη λειτουργικής εκμετάλλευσης και χωρητικότητας.
 - Εξοικείωση της ομάδας έργου της μετασκευής με την τεχνολογία και τα συστήματα Κυψελών Καυσίμου (Fuel - Cell) & Υδρογόνου επί του οχήματος και απόκτηση της σχετικής εμπειρίας σε εθνικό επίπεδο.
 - Πλήρης κατασκευαστική και λειτουργική έποψη της ομάδας έργου της μετασκευής σε κάθε διαδικασία προστιθέμενης αξίας της μετασκευής.
 - Εύλογο χρονικό διάστημα υλοποίησης του έργου της μετασκευής.
- Ταχεία έκδοση Έγκρισης Τύπου με βάση την υφιστάμενη Έγκριση Τύπου.
- Ανάπτυξη πρωτοτύπου μέσω διαδικασίας reverse engineering, συγχρόνως με την ολοκλήρωση της μετασκευής.
 - Επιλογή μετά την ολοκλήρωση της μετασκευής και την δρομολόγηση - κυκλοφορία του λεωφορείου για την επέκταση ή μη του έργου (δυνατότητα μετασκευής και άλλων οχημάτων του συγκεκριμένου τύπου, δυνατότητα κατασκευής νέων οχημάτων του συγκεκριμένου τύπου με βάση την ανάπτυξη του πρωτοτύπου, τίποτα από τα δύο) με όρους ιδιαίτερα επωφελείς για το Σύστημα Αστικών Συγκοινωνιών και την Εθνική Οικονομία.

7.8 ΣΥΝΘΕΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΟΥ & ΠΑΚΕΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Work Packages)

Ανεξάρτητα από τον τύπο και τον τρόπο προμήθειας ή κατασκευής του αστικού λεωφορείου με καύσιμο Υδρογόνο και κινητήρα Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell), είναι απαραίτητη η συγκρότηση μίας Ομάδας Έργου η οποία θα καλύψει, τόσο το κομμάτι του έργου σε ότι αφορά στο λεωφορείο, όσο και το κομμάτι του έργου σε ότι αφορά στα περιφερειακά και υποστηρικτικά συστήματα του λεωφορείου. Η ομάδα αυτή θα πρέπει να συγκεντρώνει όλες τις επιμέρους δεξιότητες, τεχνολογικές γνώσεις, οργανωτικές ικανότητες και εμπειρίες που είναι απαραίτητες για να φέρει σε

πέρασ αυτό το δύσκολο εγχείρημα. Όλες αυτές οι επιμέρους δεξιότητες, τεχνολογικές γνώσεις, οργανωτικές ικανότητες και εμπειρίες είναι σήμερα διαθέσιμες στην Ελλάδα, αλλά συναντώνται διασκορπισμένες σε διάφορους φορείς, εταιρείες, ερευνητικά ινστιτούτα, ΑΕΙ κλπ. Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι η σύνθεση μίας Ομάδας Έργου, στην οποία θα εκπροσωπούνται όλες αυτοί οι φορείς, εταιρείες, ερευνητικά ινστιτούτα, ΑΕΙ κλπ. είναι κεφαλαιώδους σημασίας για την επιτυχία του Έργου.

Δεδομένης ακριβώς της πολυσυλλεκτικότητας της ομάδας και του κατακερματισμού των επιμέρους δεξιοτήτων, τεχνολογικών γνώσεων, οργανωτικών ικανοτήτων και εμπειριών, αλλά και του φυσικού διασκορπισμού του έμψυχου υλικού της ομάδας, καθίσταται απαραίτητης κεφαλαιώδους σημασίας η Διαχείριση Έργου (Project Management), εννοούμενη όχι σαν μία υψηλή επίβλεψη διοικητικού χαρακτήρα με σκοπό την σε υψηλό επίπεδο τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων των παραδοτέων, αλλά σαν μία κατ' εξοχήν τεχνική, αναλυτική και τεκμηριωμένη μορφή παροχής υπηρεσιών, βασισμένη σε πρότυπα, διαδικασίες, συστήματα και τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε έργα υψηλής πολυπλοκότητας, δυσκολίας και σημασίας.

Στο σημείο αυτό θα τονιστεί ξανά η σημασία της Κοινής Τεχνολογικής Πρωτοβουλίας JTI (Joint Technology Initiative) της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημιουργία Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας Υδρογόνου και Κυψελών Καυσίμου H&FC (Hydrogen & Fuel Cell Platform) και του Αντιπροσωπευτικού Εκτελεστικού Οργάνου (Mirror Group Implementation Panel) της Πρωτοβουλίας. Καθώς ο ΟΑΣΑ συμμετέχει κατ' αρχάς και στα 2 αυτά συλλογικά όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης μαζί με 4 άλλες Ελληνικές Εταιρείες, Ερευνητικά Ινστιτούτα, καθώς και αντίστοιχους φορείς της Ευρωπαϊκής Ένωσης που εκπροσωπούνται ή δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα είναι προφανές ότι τα όργανα αυτά μπορούν να λειτουργήσουν σαν κοιτίδα συνεργασιών, ειδικότερα αν με τον ένα ή με τον άλλο τρόπο αποταθούμε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε σχέση με το συγκεκριμένο έργο.

Στην παραπάνω λογική καταγράφονται παρακάτω τα ιδεατά μέλη αυτής της ομάδας σε συνδυασμό με το αντίστοιχο Πακέτο Εργασίας (Work Package) το οποίο βασίζεται στις επιμέρους δεξιότητες, τεχνολογικές γνώσεις, οργανωτικές ικανότητες και εμπειρίες του κάθε ιδεατού μέλους που είναι απαραίτητες για να φέρει η ομάδα σε πέρας το έργο, ενώ γίνονται και αντίστοιχες ενδεικτικές, για το προφίλ του ιδεατού μέλους, βιβλιογραφικές αναφορές.

Επικεφαλής Φορέας του Έργου :

Πρόκειται για τον Φορέα που θα εκπροσωπεί επίσημα το Έργο και την Ομάδα ενώπιον των Εθνικών και Κοινοτικών Οργάνων, Διαχειριστικών Αρχών κλπ (λ.χ. ΓΓΕΤ, ΥΠΑΝ, ΥΜΕ, ΕΕ, Κοινή Τεχνολογική Πρωτοβουλίας JTI Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας Υδρογόνου και Κυψελών Καυσίμου H&FC, Αντιπροσωπευτικό Εκτελεστικό Όργανο Mirror Group Implementation Panel της Πρωτοβουλίας κλπ). Ο Επικεφαλής Φορέας θα έχει την ευθύνη της υψηλής επίβλεψης διοικητικού χαρακτήρα με σκοπό την σε υψηλό επίπεδο τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων των παραδοτέων του έργου και θα υπογράψει την αίτηση για την ενδεχόμενη χρηματοδότηση μέρους του έργου από Εθνικά ή Κοινοτικά Προγράμματα ή Φορείς, ενώ θα έχει βαρύνουσα άποψη τόσο για τους άλλους συμμετέχοντες, όσο και για τους επιμέρους ρόλους τους, αλλά και για τους όρους συμμετοχής τους στο έργο. Ακόμη θα διασφαλίσει με την συμμετοχή του στο έργο πλεονεκτική θέση έναντι των άλλων εταίρων σε ότι αφορά στα πνευματικά δικαιώματα ή άλλα οφέλη που θα προκύψουν με την ολοκλήρωση του έργου.

Προφανές είναι ότι για το συγκεκριμένο έργο ο Επικεφαλής Φορέας θα είναι ο όμιλος ΟΑΣΑ και συγκεκριμένα ο ΟΑΣΑ και οι θυγατρικές του ΕΘΕΛ & ΗΛΠΑΠ . Αυτό συμβαίνει λόγω ακριβώς του μεγέθους του ομίλου ΟΑΣΑ, της κυρίαρχης φύσης του ως κρατικού Οργανισμού κατ' εξοχήν Δημοσίου συμφέροντος και χαρακτήρα, του κεντρικού του ρόλου στο έργο (τόσο σαν «πελάτης», όσο και σαν "facilitator"), αλλά και λόγω της κατ' αρχάς συμμετοχής του, τόσο στην Κοινή Τεχνολογική Πρωτοβουλίας JTI Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας Υδρογόνου και Κυψελών Καυσίμου H&FC, όσο και στο Αντιπροσωπευτικό Εκτελεστικό Όργανο Mirror Group Implementation Panel της Πρωτοβουλίας.

Ο ΟΑΣΑ, η ΕΘΕΛ και ο ΗΛΠΑΠ είναι σε θέση να συνεισφέρουν σημαντικά και στην χρηματοδότηση του έργου, τόσο άμεσα, όσο και έμμεσα με την μορφή παροχών σε είδος (value-in-kind), μίας ή περισσότερων από τις παρακάτω μορφές:

- ▶ Άμεση Χρηματοδότηση
- ▶ Ανθρώπινο Δυναμικό (Διοικητικό, Επιστημονικό, Τεχνολογικό, Τεχνικό, Υποστηρικτικό)
- ▶ Υλικά & Ανταλλακτικά Εξαρτήματα Θερμικών & Ηλεκτρικών Λεωφορείων - Τρόλεϊ
- ▶ Όχημα για μετασκευή
- ▶ Καύσιμο (Φυσικό Αέριο)
- ▶ Χώρους και Εγκαταστάσεις

- ▶ Τεχνογνωσία, Τεχνολογία, Προδιαγραφές & Τεχνικά Αρχεία
- ▶ Επικοινωνία & Δημόσιες Σχέσεις
- ▶ Επίσης όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο όμιλος ΟΑΣΑ μπορεί να αποτελέσει και πεδίο μελλοντικής επέκτασης του έργου ως μελλοντικός «πελάτης» με όρους ιδιαίτερα επωφελείς για το Σύστημα Αστικών Συγκοινωνιών και την Εθνική Οικονομία.

Επιστημονικός Σύμβουλος του Επικεφαλής Φορέα του Έργου

Πρόκειται για ΑΕΙ, Σχολή, Τομέα, Εργαστήριο, Ερευνητικό Κέντρο ή Ινστιτούτο που θα έχει την ευθύνη παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών, επιστημονικού και τεχνολογικού χαρακτήρα σε σχέση με τα παρακάτω:

Σύνταξη, υποστήριξη & υποβολή του φακέλου ένταξης του έργου.

Επιστημονική διαχείριση & τεκμηρίωσης της τεχνικής - τεχνολογικής πληροφορίας

Ενεργειακή Ανάλυση της λειτουργίας της κινητήριας ηλεκτρικής εγκατάστασης σε συνδυασμό με τις χαρακτηριστικές καμπύλες και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του οχήματος

Υπολογισμός του ολικού ενεργειακού βαθμού απόδοσης του οχήματος

Υπολογισμός του ολικού ενεργειακού βαθμού απόδοσης του συστήματος (όχημα & περιφερειακά συστήματα παραγωγής και μεταφοράς υδρογόνου)

Συμμετοχή στην ανάλυση υγιεινής και ασφάλειας και στην περιβαλλοντική ανάλυση του έργου

Λειτουργική παρακολούθηση (monitoring) του λεωφορείου κατά την περίοδο δρομολόγησης και λειτουργίας του

Συμμετοχή στη τεχνική υποστήριξη του λεωφορείου κατά την περίοδο δρομολόγησης και λειτουργίας του

Θερμική ανάλυση παρελκόμενων συστημάτων (λ.χ. HVAC) λεωφορείου

Διάχυση (dissemination) των επιστημονικών συμπερασμάτων του έργου (συνέδρια, άρθρα, ημερίδες, επιστημονική επικοινωνία)

Μελέτη σκοπιμότητας επέκτασης του έργου με βάση τις παραπάνω παραμέτρους

Επιστημονικός Σύμβουλος Μελέτης Οχήματος

Πρόκειται για ΑΕΙ, Σχολή, Τομέα, Εργαστήριο, Ερευνητικό Κέντρο ή Ινστιτούτο που θα έχει την ευθύνη παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών, επιστημονικού και τεχνολογικού χαρακτήρα σε σχέση με τα παρακάτω :

Συνολικός σχεδιασμός του οχήματος, υπολογισμοί των συνολικών αντιστάσεων κινήσεως και προσδιορισμός της ισχύος και της ροπής του κινητηρίου συστήματος
Υπολογισμοί επιδόσεων ταχύτητας, επιταχύνσεως, ικανότητας αναρριχήσεως, πεδήσεως κλπ.

Υπολογισμοί αντοχής αμαξώματος και δυναμικής συμπεριφοράς του οχήματος.

Δοκιμές παραλαβής.

Έγκριση τύπου.

Επιστημονικός Σύμβουλος Μελέτης Κινητήριας Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Πρόκειται για ΑΕΙ, Σχολή, Τομέα, Εργαστήριο, Ερευνητικό Κέντρο ή Ινστιτούτο που θα έχει την ευθύνη παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών, επιστημονικού και τεχνολογικού χαρακτήρα σε σχέση με τα παρακάτω:

Μελέτη κινητήριας ηλεκτρικής εγκατάστασης

Προσομοίωση λειτουργίας

Διάδοση στον χώρο των ηλεκτροκίνητων οχημάτων

Επιστημονικός Σύμβουλος Εφοδιαστικής Αλυσίδας Υδρογόνου

Πρόκειται για ΑΕΙ, Σχολή, Τομέα, Εργαστήριο, Ερευνητικό Κέντρο ή Ινστιτούτο που θα έχει την ευθύνη προμήθειας υδρογόνου και παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών, επιστημονικού και τεχνολογικού χαρακτήρα σε σχέση με τα παρακάτω :

Παραγωγή και προμήθεια «αιολικού» υδρογόνου από αιολική ενέργεια (ανεμογεννήτρια & ηλεκτρόλυση)

Μελέτη δικτύου υδρογόνου επί του οχήματος από την βάνα τροφοδοσίας έως την είσοδο στις κυψέλες καυσίμου συμπεριλαμβανομένων των δεξαμενών υδρογόνου

Μελέτη και αδειοδότηση εγκατάστασης τροφοδοσίας / συντήρησης εντός του depot

Μελέτη προτύπων και κανονισμών για σταθμούς μετάγγισης άλλων χωρών και καθορισμός προδιαγραφών για σταθμούς πλήρωσης οχημάτων (θα αποτελέσει οδηγό για μελλοντική νομοθεσία),

Επιστημονικός Σύμβουλος Υγιεινής, Ασφάλειας & Περιβαλλοντικών Προβλέψεων

Πρόκειται για ΑΕΙ, Σχολή, Τομέα, Εργαστήριο, Ερευνητικό Κέντρο ή Ινστιτούτο που θα έχει την ευθύνη παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών, επιστημονικού και τεχνολογικού χαρακτήρα σε σχέση με τα παρακάτω :

Εξέταση θεμάτων ασφάλειας σχετικών με την χρήση, τον ανεφοδιασμό και την συντήρηση του οχήματος υδρογόνου

Εξέταση ρεαλιστικών σεναρίων διαρροής υδρογόνου σε σταθμό ανεφοδιασμού, σε σταθμό συντήρησης καθώς και σε τυπικό περιβάλλον πόλης

Μελέτη των επιπτώσεων για κάθε σενάριο με μοντελοποίηση της έκλυσης, διασποράς και ανάφλεξης υδρογόνου, με βάση την μεθοδολογία της υπολογιστικής ρευστομηχανικής.

Βιομηχανικός Εταίρος Εφοδιαστικής Αλυσίδας Υδρογόνου

Πρόκειται για Νομικό Πρόσωπο που θα αναλάβει τα παρακάτω :

Προμήθεια υδρογόνου στην περίπτωση όπου το «αιολικό» υδρογόνο δεν επαρκεί
Σχεδιασμό, προμήθεια και εγκατάσταση του συνολικού συστήματος ανεφοδιασμού του λεωφορείου με υδρογόνο το οποίο θα αποτελείται από:

Το σύστημα τροφοδοσίας για την επιτόπια παραγωγή του υδρογόνου ή την μεταφορά του υδρογόνου από κάποιο απομακρυσμένο χώρο παραγωγής του ο Τον σταθμό πλήρωσης αποτελούμενο από την επιτόπια αποθήκευση υδρογόνου, αποθήκευση εφεδρικού υδρογόνου, dispenser υδρογόνου και την μεταξύ τους επικοινωνία μέσω δικτύου υδρογόνου

Μεταφορά του υδρογόνου από τον χώρο παραγωγής του στην θέση του συστήματος ανεφοδιασμού

Βιομηχανικός Εταίρος Μετασκευής του Λεωφορείου :

Πρόκειται για Νομικό Πρόσωπο που θα αναλάβει τα παρακάτω:

Τροποποίηση και συναρμολόγηση οχήματος (αντικατάσταση μηχανικού powertrain με ηλεκτρικό)

Εγκατάσταση κινητήριας ηλεκτρικής εγκατάστασης

Εγκατάσταση δεξαμενών υδρογόνου

Αλλαγές στο πλαίσιο και το αμάξωμα

Εγκατάσταση συστημάτων HVAC

Βιομηχανικός Εταίρος Προμήθειας Ηλεκτρικής Κινητήριας Εγκατάστασης, Δεξαμενών & Μερών OEM

Πρόκειται για Νομικό Πρόσωπο που θα αναλάβει σε συνεργασία με τους Επιστημονικούς Συμβούλους του Έργου τα παρακάτω, σε σχέση με την ηλεκτρική

κινητήρια εγκατάσταση, τις δεξαμενών καυσίμου & άλλα απαραίτητα μέρη OEM (Original Equipment Manufacturer) του λεωφορείου :

Καθορισμός Τεχνικών Προδιαγραφών

Έρευνα αγοράς

Προμήθεια

Εταίρος Συστημάτων & Παροχής Υπηρεσιών Συμβούλου Πρόκειται για Νομικό Πρόσωπο που θα αναλάβει τα παρακάτω :

Project Management (Gant charts tracking, budgeting, πόροι, φυσική επίβλεψη του έργου, risk management)

Σχεδίαση & υλοποίηση portal (networks, hardware & software για interactive διαδικτυακή πύλη) για το e-hosting του έργου, την επικοινωνία των μελών της ομάδας (εταίρων και συμβούλων) καθώς και την διαχείριση των παραδοτέων

Υλοποίηση / Παραμετροποίηση συστήματος RDBMS MRP / ERP

Προμήθεια, εγκατάσταση και υποστήριξη λογισμικού Solid Modeling Pro Engineer

Υλοποίηση / Παραμετροποίηση συστήματος RDBMS Product Data Management

Υλοποίηση Συστημάτων Διαχείρισης Ποιότητας, Περιβάλλοντος, Υγείας & Ασφάλειας Εργαζομένων (ISO 9001:2000, ISO 14001, EMAS, ISO 1801, OHSAS 18001 ISO 9004 Configuration Management / Dependability Management)

Υπηρεσίες συμβούλου για την διερεύνηση πηγών χρηματοδότησης του έργου

Παροχή υπηρεσιών contract management

Παροχή υπηρεσιών σχετικά με καινοτόμες μεθόδους & τεχνολογίες σχεδίασης και παραγωγής βιομηχανικών προϊόντων και παροχής υπηρεσιών (Lean Flow Technologies, Demand Flow Technology, six-sigma)

7.9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει αβίαστα ότι μεταξύ της Ελληνικής επιστημονικής, τεχνικής και τεχνολογικής κοινότητας, έχει πλέον συγκεντρωθεί η κρίσιμη μάζα επιμέρους δεξιοτήτων, τεχνολογικών γνώσεων, οργανωτικών ικανοτήτων και εμπειριών, που θα επέτρεπε την υλοποίηση ερευνητικού έργου με αντικείμενο την πιλοτική δρομολόγηση αστικών λεωφορείων με καύσιμο καθαρό Υδρογόνο και κινητήρα Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell) στην Αθήνα, με απώτερο σκοπό την εξοικείωση της τεχνικής επιστημονικής κοινότητας καθώς και του

επιβατικού κοινού με την συγκεκριμένη τεχνολογία μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων βλαβερών ρύπων και την επιδεικτική διεύθυνση του Υδρογόνου, των Κυψελών Καυσίμου (Fuel Cell) και των τεχνολογιών παραγωγής του Υδρογόνου,

- ♦ είτε από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μέσω ηλεκτρόλυσης,

- ♦ είτε από Φυσικό Αέριο μέσω αναμόρφωσης του Φυσικού Αερίου,

- ♦ είτε ως βιομηχανικό πετροχημικό παραπροϊόν της παραγωγής κυκλικών υδρογονανθράκων με μετατροπή ευθέων ανθρακικών αλυσίδων σε κυκλικές ή μετατροπή των απλών δεσμών της ανθρακικής αλυσίδας,

στην υποστηρικτική και εφοδιαστική αλυσίδα των μεταφορών και συγκεκριμένα των αστικών συγκοινωνιών.

Κεφάλαιο 8

8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΑ ΑΜΑΞΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΘΟΥΣΑΣ ΚΑΙ ΑΡΤΑΣ

8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έρευνα μας είχε σκοπό τη συλλογή στοιχείων για την κατανάλωση και τους εκπεμπόμενους ρύπους από τα αμαξοστάσια του ΕΘΕΛ και των Λεωφορείων της Άρτας. Η συλλογή στοιχείων επιμερίστηκε στους συντάκτες της παρούσας πτυχιακής ως εξής: Ο Βασίλειος Σερβετάς πραγματοποίησε επιτόπια έρευνα στο Λεκανοπέδιο Αττικής όπου και διαμένει και ο Κωνσταντίνος Κοκκοβές στην Άρτα όπου και βρισκόταν εκείνο το διάστημα. Αμφότεροι είχαν σκοπό να συγκεντρώσουν αναλυτικά στοιχεία για ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα των τεχνολογιών που υπάρχουν στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, σε μία Μεγαλούπολη όπως η Αθήνα και μια αντιπροσωπευτική επαρχιακή πόλη όπως η Άρτα. Ενδεικτικά ο πληθυσμός των 2 πόλεων είχε διαμορφωθεί ως εξής από την τελευταία απογραφή: Αθήνα (λεκανοπέδιο) 3.812.330 και Άρτα 42.980 (απογραφή 2011). Τα στοιχεία αφορούν: Τον αριθμό των λεωφορείων του στόλου δείγματος, την τεχνολογία του κινητήρα τους, τον τύπο τους, την Κατανάλωση των Λεωφορείων ανά 100 χλμ, τους ρύπους ανά χιλιόμετρο διανυθείσας απόστασης (CO, HC, NOx, PT/ μέση τιμή), τυπικές διαδρομές σε χιλιόμετρα, συνολικά διανυθέντα χιλιόμετρα ανά μήνα, έτος όπως επίσης και τις Τυποποιημένες τιμές στην Ευρώπη για τους Ρύπους ανάλογα με την τεχνολογία που διαθέτουν στον κινητήρα τους (Euro I-V). Η έρευνα εκπονήθηκε το έτος 2011 και η συλλογή των στοιχείων αφορά μόνο τη συγκεκριμένη περίοδο και οποιαδήποτε αλλαγή έχει γίνει έως σήμερα δεν έχει συμπεριληφθεί στην παρούσα πτυχιακή εργασία. Οι συναντήσεις με τα αρμόδια άτομα από τα αμαξοστάσια πραγματοποιήθηκαν και εντός του έτους 2012. Η έρευνα στο σύνολό της μαζί με τους υπολογισμούς τελείωσε τον Οκτώβριο του 2012. Οι έρευνες εντός των αμαξοστασίων έγιναν επιτόπια έπειτα από τηλεφωνική συνεννόηση με τους αρμοδίους και με την

επίδειξη της αστυνομικής ταυτότητας και της κάρτας φοιτητικής ιδιότητας. Ευχαριστούμε σε αυτό το σημείο και τον κύριο Πάνου Β. υπεύθυνος λειτουργίας και συντήρησης του ΕΘΕΛ ο οποίος με τις πολύτιμες παρατηρήσεις του μας καθόρισε και τον τρόπο έρευνας. Για τη συλλογή βιβλιογραφίας απευθύνθηκε ο Βασίλειος Σερβετάς στη Βιβλιοθήκη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου από όπου και έγινε επιτόπια η συλλογή πληροφοριών, απαραίτητων για τη συγγραφή της πτυχιακής. Πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις και στο αμαξοστάσιο του Κηφισού για τη συλλογή πληροφοριών που αφορούσαν την κατανάλωση των υπεραστικών Λεωφορείων.

8.2 ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΑΘΗΝΑΣ ΚΑΙ ΑΡΤΑΣ

Ακολουθούν παρακάτω οι πίνακες που κατασκευάστηκαν έπειτα από τις επισκέψεις στα αρμόδια σημεία.

Πίνακας 8. 1 : Αστικά δρομολόγια Άρτας

| ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΑ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ) | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ | ΑΡΙΘ. ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ | ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΛΙΤΡΑ | ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΛΙΤΡΑ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΛΙΤΡΑ ΑΝΑ 100 ΧΛΜ | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΛΙΤΡΑ ΑΝΑ ΧΛΜ |
| ΑΘΗΝΑ - ΑΡΤΑ | 8 | 362 | 120 | 2.896 | 960 | 33,15 | 0,33 |
| ΑΘΗΝΑ - ΠΑΤΡΑ | 33 | 220 | 60 | 7.260 | 1980 | 27,27 | 0,27 |
| ΑΘΗΝΑ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ | 13 | 520 | 150 | 6.760 | 1950 | 28,85 | 0,29 |
| ΑΘΗΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ | 5 | 479 | 145 | 2.395 | 725 | 30,27 | 0,30 |
| ΑΘΗΝΑ - ΠΡΕΒΕΖΑ | 4 | 400 | 125 | 1.600 | 500 | 31,25 | 0,31 |
| ΑΘΗΝΑ - ΙΩΑΝΝΙΝΑ | 10 | 446 | 140 | 4.460 | 1400 | 31,39 | 0,31 |
| ΑΘΗΝΑ - ΚΟΖΑΝΗ | 4 | 510 | 160 | 2.040 | 640 | 31,37 | 0,31 |
| ΑΘΗΝΑ - ΚΑΛΑΜΑΤΑ | 13 | 520 | 170 | 6.760 | 2210 | 32,69 | 0,33 |
| ΑΘΗΝΑ - ΛΑΡΙΣΑ | 4 | 359 | 120 | 1.436 | 480 | 33,43 | 0,33 |
| ΑΘΗΝΑ - ΒΟΛΟΣ | 11 | 324 | 115 | 3.564 | 1265 | 35,49 | 0,35 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ | | 414 | 130,5 | | | | 0,32 |

Ο πίνακας 8.1 παρουσιάζει μερικά δρομολόγια υπεραστικών λεωφορείων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ενδεικτικά. Οι πληροφορίες που δόθηκαν είναι ο αριθμός δρομολογίων ανά ημέρα, η χιλιομετρική απόσταση ανά διαδρομή και η μέση κατανάλωση ανά διαδρομή . Υπολογίστηκαν τα διανυθέντα χιλιόμετρα ανά ημέρα έπειτα από πολλαπλασιασμό των διαδρομών και των χιλιομέτρων αυτών. Δεν έχει υπολογιστεί η επιστροφή διότι στην επιστροφή δε χρησιμοποιούνται λεωφορεία του ΚΤΕΛ Άρτας σε όλες τις διαδρομές. Η κατανάλωση ανά ημέρα υπολογίστηκε από πολλαπλασιασμό της μέσης κατανάλωσης μίας διαδρομής επί τον αριθμό των δρομολογίων ανά ημέρα. Η κατανάλωση σε λίτρα ανά χιλιόμετρο προκύπτει από τη διαίρεση της κατανάλωσης ανά διαδρομή προς τα χιλιόμετρα της διαδρομής. Η κατανάλωση σε λίτρα ανά 100 χιλιόμετρα που είναι και πιο εύληπτη προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του ανωτέρου υπολογισμού επί 100. Όλες οι καταναλώσεις

αφορούν καύσιμο DIESEL. Η τεχνολογία των οχημάτων είναι κατά κύριο λόγο EURO IV και EURO V.

Ακολουθεί πίνακας ο οποίος αφορά τα υπεραστικά λεωφορεία της Άρτας.

Πίνακας 8. 2 : Υπεραστικά δρομολόγια Άρτας

| Δρομολόγια | Χρόνος Άφιξης (ώρες) | Αριθμός Δρομολογίων ανα εβδομάδα | χιλιμετρική απόσταση(KM) | χιλιόμετρα ανα εβδομάδα | Εβδομαδιαία Κατανάλωση καυσίμου(lt) | lt/km | Μέση μηνιαία κατανάλωση (lt) |
|--------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------|------------------------------|
| Άρτα - Αθήνα | 5 | 49 | 362 | 17.738 | 3.942 | 0,22 | 15767 |
| Άρτα - Θεσ/νικη | 5 | 13 | 425 | 5.525 | 1.228 | 0,222 | 4911 |
| Άρτα - Λάρισα | 5 | 6 | 288 | 1.728 | 384 | 0,222 | 1536 |
| Άρτα - Πάτρα | 3 | 13 | 170 | 221 | 49 | 0,222 | 196 |
| Άρτα - Ιωάννινα | 1 | 46 | 76 | 3.496 | 777 | 0,222 | 3108 |
| Άρτα - Πράμαντα | 2 | 7 | 67 | 468 | 104 | 0,222 | 416 |
| Άρτα - Τερπνά | 5 | 6 | 72 | 431 | 96 | 0,222 | 383 |
| Άρτα - Πηγές | 2 | 10 | 76 | 760 | 169 | 0,222 | 676 |
| Άρτα - Μεσόπυργος | 2 | 10 | 66 | 664 | 148 | 0,222 | 590 |
| Άρτα - Σκουληκαριά | 2 | 10 | 46 | 461 | 102 | 0,222 | 410 |
| Άρτα - Θύαμο | 1 | 4 | 44 | 176 | 39 | 0,222 | 156 |
| Άρτα - Μεσούντα | 2 | 14 | 62 | 865 | 192 | 0,222 | 769 |
| Σύνολο | | | | 32.533 | | | 28918 |
| Μηνιαία | | | | 130.133 | | | |

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στους υπολογισμούς είναι η ίδια με προηγούμενα. Η διαφορά σε αυτόν τον πίνακα είναι ότι το αμαξοστάσιο των υπεραστικών της Άρτας δε διέθετε καταγεγραμμένα στοιχεία για τις καταναλώσεις της κάθε διαδρομής αλλά δόθηκε στον Κ. Κοκκοβέ μία μέση τιμή κατανάλωσης ανεξάρτητη τη διαδρομής η οποία φαίνεται από πάνω και είναι 22 λίτρα ανά 100 χιλιόμετρα. Τα λεωφορεία είναι όλα τεχνολογίας EURO IV,V DIESEL.

Τα ανωτέρω στοιχεία σημειώνεται ότι δεν ελήφθησαν υπόψη στους παρακάτω υπολογισμούς. Τα στοιχεία αυτά είχαν συλλεχθεί με σκοπό τη διενέργεια έρευνας το κατά πόσο θα ήταν εφικτή η μετατροπή του στόλου των υπεραστικών από λεωφορεία DIESEL σε ΦΑ. Η έρευνα στο αμαξοστάσιο του ΕΘΕΛ μας υπέδειξε ότι κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό διότι δεν υπάρχει κεντρικός σχεδιασμός να έρθει ο αγωγός μεταφοράς του ΦΑ κοντά στην πόλη της Άρτας. Το γεγονός ότι τα λεωφορεία καυσίμου DIESEL πετυχαίνουν ευκολότερα χαμηλές καταναλώσεις σε ανοικτό δρόμο, μας κάνει να καταλήξουμε εύκολα στο συμπέρασμα ότι δε χρήζει περαιτέρω έρευνας σε αυτή την κατεύθυνση. Είναι γεγονός ότι ενημερωθήκαμε όχι όμως επίσημα ότι θα δοθούν με την ιδιωτικοποίηση του ΕΘΕΛ 12 μικροκομπρέσορες για τη δημιουργία πρατηρίων ΦΑ κατά μήκος του αγωγού που εισέρχεται από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Η έρευνα προς την κατεύθυνση της τοποθέτησης ενός τέτοιου σταθμού κοντά σε πόλη που περνάει ο αγωγός ξεφεύγει από τα όρια της

πτυχιακής αυτής και για αυτό δεν προχώρησε. Προτρέπουμε μετέπειτα ερευνητές να ασχοληθούν με αυτό το ζήτημα.

8.3 ΑΣΤΙΚΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΑΘΗΝΑΣ

Ακολουθούν πίνακες που αφορούν τα Αστικά Λεωφορεία της Αθήνας.

Πίνακας 8.3 : Ενδεικτικά δρομολόγια για τα αστικά της Αθήνας

| ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΑΣΤΙΚΑ (ΜΗΝΙΑΙΑ, ΦΑ) | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|------------------------|------------|
| ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΓΡΑΜΜΗΣ | ΑΡΙΘΜ.ΓΡΑΜΜΗΣ | ΑΦΕΤ. - ΤΕΡΜΑ | ΤΕΡΜΑ - ΑΦΕΤ. | ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΡΑΜΜΗΣ | ΕΚΤΕΛΕΣΜΕΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ | ΣΥΝΟΛΟ Χλμ |
| ΑΚΑΔΗΜΙΑ - ΒΟΥΛΑ | A-2 | 20.395,00 | 21.061,00 | 41.456,00 | 1.910,00 | 79.180,96 |
| ΑΚΑΔΗΜΙΑ - ΣΑΡΩΝΙΔΑ | E-22 | 46.610,00 | 46.095,00 | 92.705,00 | 1.156,00 | 107.166,98 |
| ΠΑΛ.ΦΑΚΗΡΟ - ΚΗΦΗΣΙΑ | 550 | 21.026,00 | 20.736,00 | 41.762,00 | 1.687,50 | 70.473,38 |
| ΓΑΛΑΤΣΙ-ΑΚΑΔ.-ΝΕΚΡ.ΖΩΓΡΑ. | 608 | 12.887,00 | 15.009,00 | 27.896,00 | 1.650,00 | 46.028,40 |
| ΠΟΛΥΓΩΝΟ - ΓΛΥΦΑΔΑ | 140 | 29.047,00 | 27.809,00 | 56.856,00 | 1.124,50 | 63.934,57 |
| ΣΤ.ΝΟΜΙΣΜΑΤ. - ΑΡΤΕΜΙΣ | 316 | 36.293,00 | 25.154,00 | 61.447,00 | 72,50 | 4.454,91 |
| ΣΤ.ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡ. ΒΑΡΚΙΖΑ | 171 | 17.474,00 | 17.167,00 | 34.641,00 | 1.564,50 | 54.195,84 |
| ΨΥΧΙΚΟ - ΠΑΝΟΡΜΟΥ Β | 653 | 6.098,00 | 6.098,00 | 12.196,00 | 1.234,00 | 15.049,86 |
| ΠΕΙΡΑΙΑΣ - ΟΜΟΝΟΙΑ | 49 | 11.211,00 | 11.471,00 | 22.682,00 | 841,00 | 19.075,56 |
| ΑΝΩ ΗΛΙΟΥΠ. - ΣΤ. ΔΑΦΝΗ | 237 | 6.080,00 | 7.467,00 | 13.547,00 | 1.682,50 | 22.792,83 |
| ΠΕΙΡΑΙΑΣ - ΒΟΥΛΑ | A-1 | 22.472,00 | 22.943,00 | 45.415,00 | 755,50 | 34.311,03 |
| ΣΤ.ΔΑΦΝΗΣ - ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ | 201 | 8.665,00 | 8.474,00 | 17.139,00 | 835,50 | 14.319,63 |
| ΠΛ.ΒΑΘΗΣ - ΑΧΑΡΝΑΙ | A-10 | 15.550,00 | 14.964,00 | 30.514,00 | 24,00 | 732,34 |
| ΑΝΩ ΠΑΤΗΣΙΑ - ΠΕΡΙΣΣΟΣ | 605 | 5.340,00 | 4.374,00 | 9.714,00 | 1.496,00 | 14.532,14 |
| ΑΓ.ΑΝΑΡΓΥΡΟΙ - ΑΓ.ΠΑΡΑΣΚ. | 421 | 13.158,00 | 13.462,00 | 26.620,00 | 806,00 | 21.455,72 |
| ΑΝΩ ΗΛΙΣΙΑ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ | 220 | 5.456,00 | 4.959,00 | 10.415,00 | 1.606,50 | 16.731,70 |
| ΣΤ.ΕΘΝ.ΑΜΥΝΑΣ - ΧΟΛΑΡΓΟΣ | 416 | 2.977,00 | 3.370,00 | 6.347,00 | 1.616,00 | 10.256,75 |
| ΟΑΚΑ - ΑΝΩ ΜΕΛΙΣΣΙΑ | 410 | 9.246,00 | 9.959,00 | 19.205,00 | 332,00 | 6.376,06 |
| ΣΤ.ΚΑΤΕΧ - ΣΤ.ΠΑΝΟΡ.-ΓΑΛΑ. | 36 | 9.213,00 | 8.154,00 | 17.367,00 | 1.254,00 | 21.778,22 |
| ΣΤ.ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ - ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡ. | 219 | 9.561,00 | 9.632,00 | 19.193,00 | 1.627,50 | 31.236,61 |
| ΤΑΥΡΟΣ - ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ | 816 | 10.856,00 | 11.157,00 | 22.013,00 | 111,00 | 2.443,44 |
| ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑ - ΣΤ.ΔΑΦΝΗΣ | 206 | 4.115,00 | 4.448,00 | 8.563,00 | 1.893,00 | 16.209,76 |
| ΜΑΡΝΗ - ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ | B-12 | 12.255,00 | 11.893,00 | 24.148,00 | 1.840,00 | 44.432,32 |
| ΚΑΝΙΓΓΟΣ ΚΗΦΗΣΙΑ | A-7 | 14.396,00 | 14.390,00 | 28.786,00 | 1.905,00 | 54.837,33 |
| ΓΟΥΔΗ - ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ | 622 | 10.646,00 | 10.341,00 | 20.987,00 | 1.165,00 | 24.449,86 |
| ΟΜΟΝΟΙΑ - ΠΕΡΑΜΑ | Γ-18 | 16.370,00 | 17.320,00 | 33.690,00 | 1.126,50 | 37.951,79 |
| ΟΜΟΝΟΙΑ - ΣΤ.ΥΠΕΡΑΣΤ.ΛΕΩ | 51 | 3.293,00 | 3.944,00 | 7.237,00 | 2.080,50 | 15.056,58 |
| ΑΓ.ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ - ΣΤ.ΑΓ.ΑΝΤΩΝ. | 823 | 4.080,00 | 4.080,00 | 8.160,00 | 532,00 | 4.341,12 |
| ΣΤ.ΔΑΡΙΣΗΣ - ΠΑΛΑΤΑΚΙ | B-15 | 7.602,00 | 7.299,00 | 14.901,00 | 800,50 | 11.928,25 |
| ΝΕΑΠΟΛΗ - ΣΤ.ΑΙΓΑΛΕΩ | 852 | 8.055,00 | 8.221,00 | 16.276,00 | 1.053,50 | 17.146,77 |
| ΣΥΝΟΛΟ | | | | | | 882.880,70 |

Ο πίνακας 8.3 περιλαμβάνει στοιχεία που εδόθησαν από τα κεντρικά γραφεία του ΕΘΕΛ στην περιοχή Ρέντη, Παρνασσού 6. Έχουν ενδεικτικά κάποια δρομολόγια ώστε να υπάρχει μία άποψη για τα χιλιόμετρα της κάθε διαδρομής, το σύνολο δρομολογίων ανά μήνα καθώς και το σύνολο των χιλιομέτρων ανά μήνα επίσης. Τα στοιχεία αυτού του πίνακα επίσης δεν περιλαμβάνονται σε κάποιο διάγραμμα από τα παρακάτω. Τα χιλιόμετρα αυτών των διαδρομών πραγματοποιούνται από λεωφορεία τεχνολογίας EURO 5 DIESEL και ΦΑ.

Πίνακας 8. 4 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σε αστικά της Αθήνας Φυσικού Αερίου

| IRISBUS CITELIS (200 ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ) | | | |
|---------------------------------|------------|---------------------------------|--------------|
| ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (EEV) | | | |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2011 | | ΙΟΥΛΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 164.504,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 930.142,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 78.481,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 497.980,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,48 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,54 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | | ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 160.194,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 892.859,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 78.808,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 443.911,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,49 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,50 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | | ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 657.444,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 886.504,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 360.413,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 406.511,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,55 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,46 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | | ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 997.147,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 693.136,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 413.116,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 347.086,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,41 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,50 |
| ΜΑΙΟΣ | | ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 807.400,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 896.715,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 446.513,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 401.690,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,55 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,45 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | | ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 952.142,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 884.181,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 439.867,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 403.590,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,46 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,46 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | | ΕΤΗΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 930.142,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 8.758.464,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 497.980,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 4.160.677,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,54 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,475 |

Ο πίνακας 8.4 παρουσιάζει συγκεντρωτικά αποτελέσματα από στοιχεία που εδόθησαν από τα κεντρικά γραφεία του ΕΘΕΛ. Υπολογισμοί έχουν πραγματοποιηθεί μόνο για τα ετήσια δεδομένα. Αφορούν Λεωφορεία αστικά τεχνολογίας ΦΑ αριθμού στόλου 200 κατά μέσο όρο γιατί κάποιους μήνες λόγω τεχνικών προβλημάτων υπήρχε μικρότερος αριθμός. Είναι μάρκας IRISBUS της RENAULT με κινητήρα EEV κατασκευής από το 2004 και μετέπειτα. Από αυτόν τον πίνακα προέκυψαν τα διαγράμματα τύπου γραμμής που θα παρουσιαστούν πιο κάτω.

Πίνακας 8. 5 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σε αστικά της Αθήνας Πετρελαίου (Diesel)

| SOLARIS (100 ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ) | | | |
|----------------------------------|------------|----------------------------------|--------------|
| ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ - EURO 5 | | | |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2011 | | ΙΟΥΛΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 607.379,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 638.391,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ. (lit) | 305.636,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 417.590,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,50 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,61 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | | ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 509.916,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 708.319,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 275.182,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 406.630,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,54 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,57 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | | ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 723.792,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 639.300,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 388.393,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ. (lit) | 365.330,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,54 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,57 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | | ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 700.836,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 557.359,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 378.376,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 318.485,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,54 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,57 |
| ΜΑΙΟΣ | | ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 750.997,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 574.885,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ. (lit) | 408.070,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 314.620,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,54 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,55 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | | ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 702.506,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 555.027,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 409.990,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 319.000,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,58 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,58 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | | ΕΤΗΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 638.391,00 | ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΙΟΜ. (km) | 7.713.707,00 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 417.590,00 | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 4.307.302,00 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,61 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,56 |

Ο πίνακας 8.5 παρουσιάζει συγκεντρωτικά αποτελέσματα από στοιχεία που εδόθησαν επίσης από τα κεντρικά γραφεία του ΕΘΕΛ. Υπολογισμοί έχουν πραγματοποιηθεί μόνο για τα ετήσια δεδομένα. Αφορούν Λεωφορεία αστικά τεχνολογίας καυσίμου DIESEL αριθμού στόλου 100 κατά μέσο όρο γιατί κάποιους μήνες λόγω τεχνικών προβλημάτων υπήρχε μικρότερος αριθμός. Είναι μάρκας SOLARIS EURO V της SCANIA, κατασκευής από το 2008 και μετέπειτα. Από αυτόν τον πίνακα προέκυψαν τα διαγράμματα τύπου γραμμής που θα παρουσιαστούν πιο κάτω.

8.4 ΑΣΤΙΚΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΑΡΤΑΣ

Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας που αφορά τα δρομολόγια των αστικών λεωφορείων της Άρτας. Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι τα Αστικά ΚΤΕΛ Άρτας δε διέθεταν δεδομένα κατανάλωσης ούτε για τα αστικά λεωφορεία. Οι υπολογισμοί των καταναλώσεων έχουν προκύψει όλοι με μέση κατανάλωση 40 λίτρα ανά 100 χιλιόμετρα σταθερά για όλα τα δρομολόγια με απλή αναγωγή στην χιλιομετρική απόσταση.

Πίνακας 8. 6 : Αστικά δρομολόγια, χιλιομετρικές αποστάσεις και καταναλώσεις για την πόλη της Άρτας

| Δρομολογία | Αριθμός Δρομολογίων/εβδομαδα | Χιλιομετρική Απόσταση (km) Μονή διαδρομή | Χιλιομετρική Απόσταση (km) | Σύνολο Χιλιόμετρων ανα εβδομάδα (χλμ/εβδομάδα) | Μέση Κατανάλωση καυσίμου(lt/χλμ) | Μέση Κατανάλωση καυσίμου ανά διαδρομή (lt) | Εβδομαδιαια κατανάλωση(lt/εβδομαδα) | Μέση μηνιαία Κατανάλωση (lt) |
|-------------------|------------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------|
| Άρτα - Πέτα | 96,0 | 8,0 | 16,0 | 1.536,0 | 0,4 | 6,4 | 614,4 | 2.457,6 |
| Άρτα - Ανέζα | 48,0 | 18,0 | 36,0 | 1.728,0 | 0,4 | 14,4 | 691,2 | 2.764,8 |
| Άρτα - ΤΕΙ | 150,0 | 9,0 | 18,0 | 2.700,0 | 0,4 | 7,2 | 1.080,0 | 4.320,0 |
| Άρτα - Κιρκιζάτες | 24,0 | 9,0 | 18,0 | 432,0 | 0,4 | 7,2 | 172,8 | 691,2 |
| Άρτα - Κομπότι | 96,0 | 15,0 | 30,0 | 2.880,0 | 0,4 | 12,0 | 1.152,0 | 4.608,0 |
| Άρτα - Φιλοθέη | 96,0 | 9,0 | 18,0 | 1.728,0 | 0,4 | 7,2 | 691,2 | 2.764,8 |
| Άρτα - Βλαχέρνα | 48,0 | 11,0 | 22,0 | 1.056,0 | 0,4 | 8,8 | 422,4 | 1.689,6 |
| Άρτα - Νεοχώρι | 48,0 | 18,0 | 36,0 | 1.728,0 | 0,4 | 14,4 | 691,2 | 2.764,8 |
| Άρτα - Κολομόδεια | 20,0 | 14,0 | 28,0 | 560,0 | 0,4 | 11,2 | 224,0 | 896,0 |
| Άρτα - Βίγλα | 27,0 | 21,0 | 42,0 | 1.134,0 | 0,4 | 16,8 | 453,6 | 1.814,4 |
| Άρτα - Μύτικας | 20,0 | 18,0 | 36,0 | 720,0 | 0,4 | 14,4 | 288,0 | 1.152,0 |
| Άρτα - Κορωνισία | 10,0 | 27,0 | 54,0 | 540,0 | 0,4 | 21,6 | 216,0 | 864,0 |
| Άρτα - Κομμένο | 30,0 | 20,0 | 40,0 | 1.200,0 | 0,4 | 16,0 | 480,0 | 1.920,0 |
| Άρτα-Νοσοκομείο | 96,0 | 7,0 | 14,0 | 1.344,0 | 0,4 | 5,6 | 537,6 | 2.150,4 |
| Σύνολα | | | | 19.286,0 | | | | 30.857,6 |
| Μηνιαία | | | | 77.144,00 | | | | |

Από τον παραπάνω πίνακα 8.6 υπολογίστηκαν το σύνολο των διανυθέντων χιλιομέτρων των αστικών λεωφορείων της Άρτας ανά μήνα και ανά έτος, που χρησιμοποιήθηκε για τους υπολογισμούς παρακάτω.

8.5 ΟΡΙΑ EURO ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Παρακάτω παρατίθενται πίνακες οι οποίοι αφορούν την τεχνολογία του κινητήρα που χρησιμοποιούνται στα λεωφορεία που λειτουργούν στις πόλεις που εξετάσαμε.

Πίνακας 8.7 : Όρια και τεχνικά χαρακτηριστικά καυσίμων για κινητήρες euro

| EU Emission Standards for HD Diesel Engines, g/kWh (smoke in m ⁻¹) | | | | | | | |
|--|--|------------|-----|------|-----------------|---------------|-------|
| Tier | Date | Test cycle | CO | HC | NO _x | PM | Smoke |
| Euro I | 1992, < 85 kW | ECE R-49 | 4.5 | 1.1 | 8.0 | 0.612 | |
| | 1992, > 85 kW | | 4.5 | 1.1 | 8.0 | 0.36 | |
| Euro II | October 1996 | | 4.0 | 1.1 | 7.0 | 0.25 | |
| | October 1998 | | 4.0 | 1.1 | 7.0 | 0.15 | |
| Euro III | October 1999 <i>EEVs only</i> | ESC & ELR | 1.0 | 0.25 | 2.0 | 0.02 | 0.15 |
| | October 2000 | ESC & ELR | 2.1 | 0.66 | 5.0 | 0.10 0.13* | 0.8 |
| Euro IV | October 2005 | | 1.5 | 0.46 | 3.5 | 0.02 | 0.5 |
| Euro V | October 2008 | | 1.5 | 0.46 | 2.0 | 0.02 | 0.5 |
| Euro VI | 31. December 2013 [19] | | 1.5 | 0.13 | 0.4 | 0.01 | |

* for engines of less than 0.75 dm³ swept volume per cylinder and a rated power speed of more

Από αυτόν τον πίνακα 8.7 μπορούν να εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα. Το κυριότερο είναι ότι αναμένουμε άμεσα από τις διαφορετικές τεχνολογίες EURO I,II,III και EURO IV,V που χρησιμοποιούνται αντίστοιχα στα ΜΜΕ της Άρτας και της Αθήνας να παρατηρήσουμε μείωση σε όλους τους Αέριους και Στερεούς Ρύπους ανά χλμ σχεδόν 4 φορές κάτω όπως φαίνεται στην εξέλιξη της τεχνολογίας. Αξίζει εδώ να σημειώσουμε ότι τα νούμερα που δίνει το Ευρωπαϊκό γραφείο πιστοποίησης είναι εκπεφρασμένα σε g/KWh (γραμμάρια ανά KWh) δηλαδή γραμμάρια ανά μονάδα παραγόμενου έργου, ενώ παρουσιάζουμε στοιχεία μετέπειτα mg/km που δεν προκύπτουν από άμεση αναγωγή. Η αιτία είναι ότι ένα χιλιόμετρο μπορεί να διανυθεί από κάποιον συνεχώς επιταχυνόμενα, συνεχώς σταθερά η συνεχώς μεταβαλλόμενα. Το παραγόμενο έργο λοιπόν ανά απόσταση μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερο ανά περίπτωση και εξαρτάται άμεσα από το «πόδι» του οδηγού και τις συνθήκες κυκλοφοριακής κίνησης. Μια διαδρομή με πολλές στάσεις και φανάρια θα

καταναλώνει πολύ περισσότερο καύσιμο, λόγω μεγαλύτερου απαιτούμενου έργου και ως εκ τούτου θα παράγει πολύ περισσότερους ρύπους. Επομένως η σχεδίαση της διαδρομής παίζει σπουδαίο ρόλο στην κατανάλωση.

Πίνακας 8. 8 : Θερμογόνος Δύναμη για διαφορετικά καύσιμα

| Fuel | Higher Calorific Value | | Lower Calorific Value |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | (Gross Calorific Value - GCV) | | (Net Calorific Value - NCV) |
| | <i>kJ/kg</i> | <i>Btu/lb</i> | <i>kJ/kg</i> |
| Acetone | 29 | | |
| Alcohol, 96% | 30 | | |
| Anthracite | 32,500 - 34,000 | 14,000 - 14,500 | |
| Bituminous coal | 17,000 - 23,250 | 7,300 - 10,000 | |
| Butane | 49,51 | 20,9 | 45,75 |
| Carbon | 34,08 | | |
| Charcoal | 29,6 | 12,8 | |
| Coal (Lignite - Anthrasite) | 15,000 - 27,000 | 8,000 - 14,000 | |
| Coke | 28,000 - 31,000 | 12,000 - 13,500 | |
| Diesel | 44,8 | 19,3 | 43,4 |
| Ethane | 51,9 | | 47,8 |
| Ethanol | 29,7 | 12,8 | |
| Ether | 43 | | |
| Gasoline | 47,3 | 20,4 | 44,4 |
| Glycerin | 19 | | |
| Hydrogen | 141,79 | 61 | 121 |
| Kerosone | 46,2 | | 43 |
| Lignite | 16,3 | 7 | |
| Methane | 55,53 | | 50 |
| Oils, vegetable | 39,000 - 48,000 | | |
| Paraffin | 46 | | 41,5 |
| Peat | 13,800 - 20,500 | 5,500 - 8,800 | |
| Pentane | | | 45,35 |
| Petrol | 48 | | |
| Petroleum | 43 | | |
| Propane | 50,35 | | 46,35 |
| Semi anthracite | 26,700 - 32,500 | 11,500 - 14,000 | |
| Sulfur | 9,2 | | |
| Tar | 36 | | |
| Turpentine | 44 | | |
| Wood (dry) | 14,400 - 17,400 | 6,200 - 7,500 | |
| | <i>kJ/m³</i> | <i>Btu/ft³</i> | |
| Acetylene | 56 | | |
| Butane C ₄ H ₁₀ | 133 | 3200 | |
| Hydrogen | 13 | | |
| Natural gas | 43 | 950 - 1150 | |
| Methane CH ₄ | 39,82 | | |
| Propane C ₃ H ₈ | 101 | 2550 | |
| Town gas | 18 | | |
| | <i>kJ/l</i> | <i>Btu/Imp gal</i> | |
| Gas oil | 38 | 164 | |
| Heavy fuel oil | 41,2 | 177 | |
| Kerosene | 35 | 154 | |

$$1 \text{ kJ/kg} = 1 \text{ J/g} = 0.4299 \text{ Btu/lb}_m = 0.23884 \text{ kcal/kg}$$

$$1 \text{ Btu/lb}_m = 2.326 \text{ kJ/kg} = 0.55 \text{ kcal/kg}$$

$$1 \text{ kcal/kg} = 4.1868 \text{ kJ/kg} = 1.8 \text{ Btu/lb}_m$$

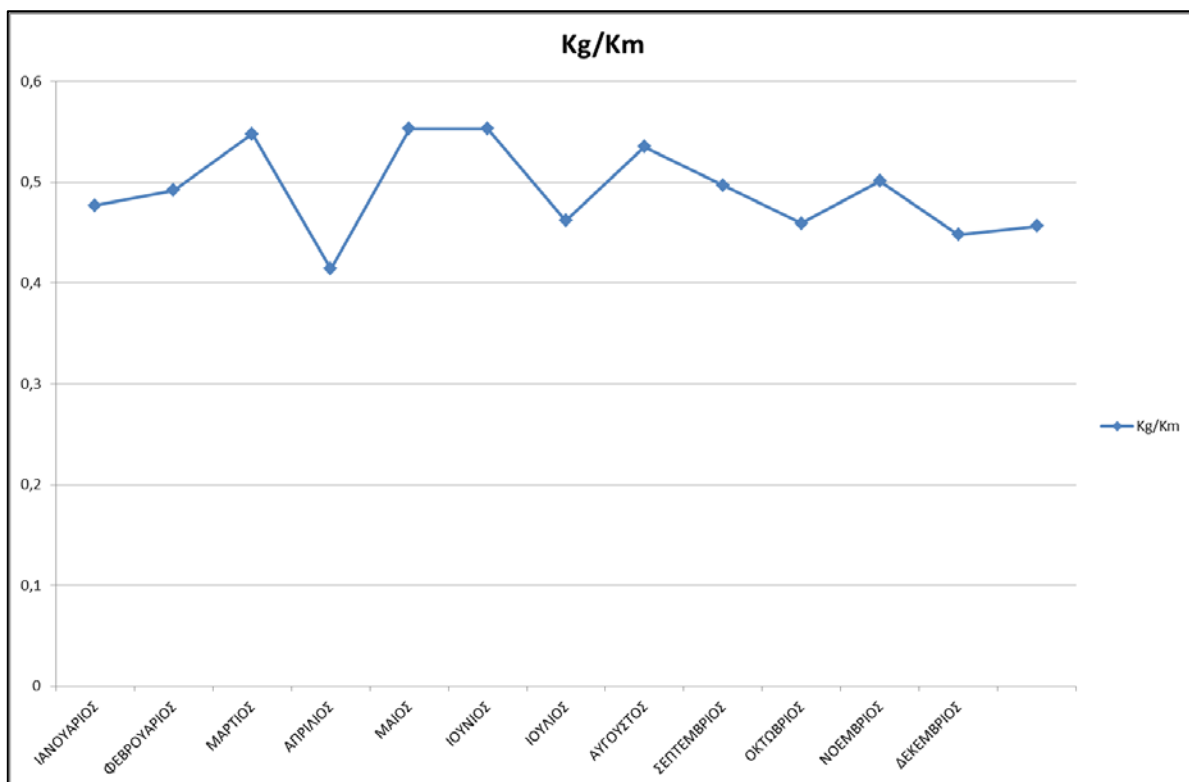
$$1 \text{ dm}^3 \text{ (Liter)} = 10^{-3} \text{ m}^3 = 0.03532 \text{ ft}^3 = 1.308 \times 10^{-3} \text{ yd}^3 = 0.220 \text{ Imp gal (UK)} = 0.2642 \text{ Gallons (US)}$$

Αυτός ο πίνακας 8.8 παρουσιάζει δεδομένα για τη θερμογόνο δύναμη διαφόρων καυσίμων. Παρατηρούμε ότι το DIESEL έχει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη ανά κιλό καυσίμου. Οπότε είναι λογικό να αναμένουμε μια διαφορά και στην κατανάλωση μεταξύ των 2 τεχνολογιών, DIESEL-ΦΑ, πόσο μάλλον όταν είναι γνωστό ότι ο κινητήρας τεχνολογίας DIESEL έχει και καλύτερο βαθμό απόδοσης.

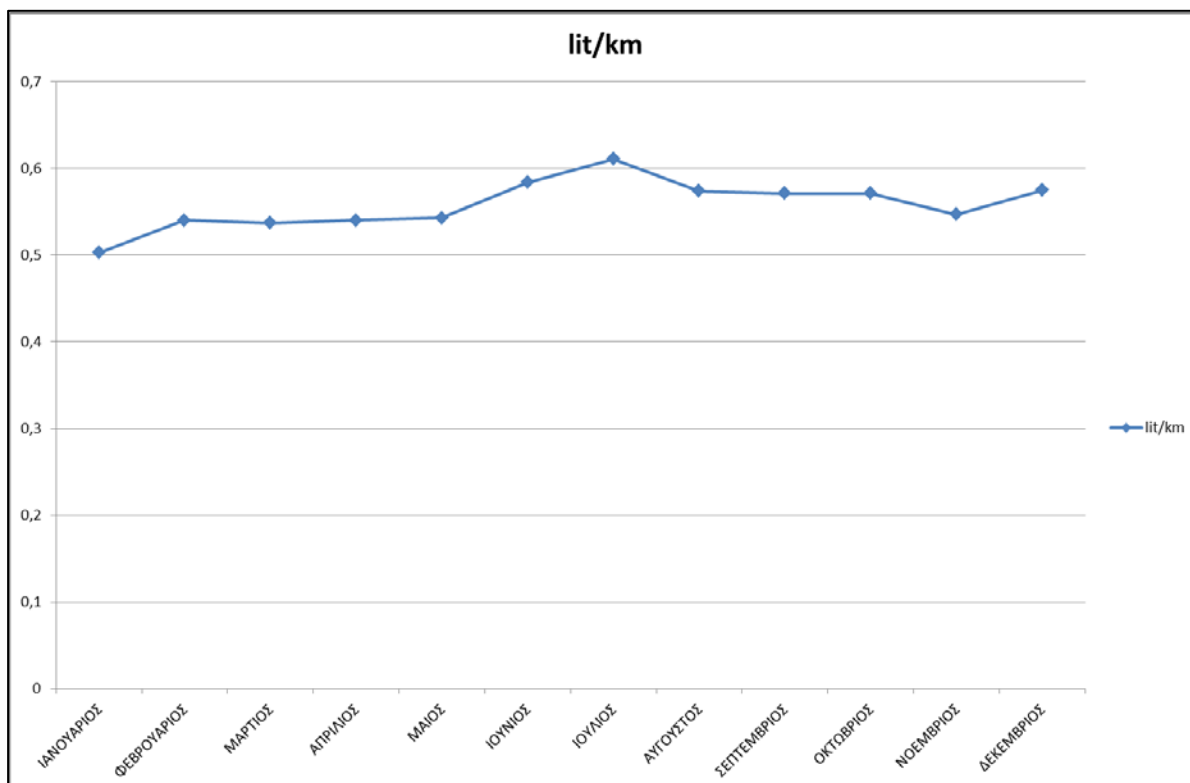
8.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρατίθενται παρακάτω συγκεντρωτικά διαγράμματα και σχήματα που έχουν εξαχθεί από τα αποτελέσματα της έρευνας.

Στο διάγραμμα 8.1 μέσης μηνιαίας κατανάλωσης φυσικού αερίου παρατηρούμε μια διακύμανση στην κατανάλωση η οποία όμως δεν είναι όπως θα περιμέναμε. Αναμενόμενο ήταν στους καλοκαιρινούς μήνες επειδή η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι σε υψηλά επίπεδα και αυτό μας ανεβάζει την θερμοκρασία t_{cold} , όπως επίσης και επειδή το air condition δουλεύει συνεχώς να έχουμε ένα τοπικό μέγιστο τουλάχιστον ή ένα ολικό μέγιστο. Εντούτοις δεν παρατηρείται από το διάγραμμα. Η αιτία είναι ότι η κίνηση κατά τους θερινούς μήνες είναι μειωμένη στην πρωτεύουσα με άμεση συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης. Εντούτοις παρατηρούμε ένα τοπικό μέγιστο στο μήνα Αύγουστο και σε αυτό οφείλονται οι μέσες μεγαλύτερες θερμοκρασίες που υπάρχουν στο λεκανοπέδιο. Το τοπικό ελάχιστο που παρουσιάζεται στο μήνα Απρίλιο θεωρούμε ότι μάλλον πρόκειται περί σφάλματος στη συλλογή των δεδομένων καθώς δεν υπάρχουν ενδείξεις να συνεπικουρούν σε αυτή τη μείωση.



Διάγραμμα 8. 1 : μέσης μηνιαίας κατανάλωσης φυσικού αερίου



Διάγραμμα 8. 2 : μέσης μηνιαίας κατανάλωσης πετρελαίου DIESEL

Στο διάγραμμα 8.2 μέσης μηνιαίας κατανάλωσης πετρελαίου DIESEL, από τα λεωφορεία του ΕΘΕΛ παρατηρούμε μια σταθερότητα στην κατανάλωση και το αναμενόμενο ολικό μέγιστο κατά το μήνα Ιούλιο λόγω όπως προαναφέραμε και για το αντίστοιχο διάγραμμα φυσικού αερίου που οφείλεται κατά κύριο λόγο στις υψηλές μέσες θερμοκρασίες της περιοχής που επηρεάζουν και τον βαθμό απόδοσης της μηχανής αλλά και αυξάνουν τη χρήση του air condition με άμεση συνέπεια την αύξηση της κατανάλωσης λόγω επιπλέον έργου από τη μηχανή.

Τα στοιχεία αυτά είχαν αρχικά σχεδιαστεί να ληφθούν ώστε να υπάρχει ίσως μια αντιστοιχία με την κατανάλωση σε κάποια άλλη πόλη ώστε να προσδιοριστεί η ζήτηση σε καύσιμα. Μπορούμε με ασφάλεια να βγάλουμε το συμπέρασμα ότι κατά τους θερινούς μήνες και ειδικά τον Ιούλιο η αύξηση της ζήτησης σε καύσιμα θα είναι αυξημένη στα ΜΜΜ λόγω όπως αναφέραμε των υψηλών θερμοκρασιών του μήνα και της ταυτόχρονης ελαφριάς μείωσης στην κίνηση στους δρόμους σε σχέση με τη μείωση που υπάρχει κατά το μήνα Αύγουστο.

Παρατίθενται στοιχεία για τους εκπεμπόμενους ρύπους και συγκρίνονται οι τεχνολογίες καυσίμου μεταξύ τους.

Πίνακας 8. 9 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για εκπεμπόμενους ρύπους για DIESEL και Φυσικού Αερίου κινητήρες

| Άρτα Euro i,ii,iii (Ανα Μήνα) | | |
|---|--------------|-----------------|
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 77.144,00 | |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 30.857,60 | |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,40 | |
| | mg/Km | kg/month |
| CO | 3600 | 277,7184 |
| HC | 930 | 71,74392 |
| NOx | 6400 | 493,7216 |
| PT | 371 | 28,6049952 |
| | | |
| IRISBUS CITELIS (200 ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ) Φυσικό Αέριο (Ανα Μήνα) | | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 915.411,75 | |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Φ.Α. (kg) | 447.067,25 | |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. Φ.Α. (Kg/km) | 0,488378317 | |
| | mg/Km | kg/month |
| CO | 2097,0 | 1919618440 |
| HC | 65,0 | 59.501.764 |
| NOx | 246,4 | 225.557.455 |
| PT | 1,4 | 1.281.576 |
| | | |
| SOLARIS (100 ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ) Euro 5 (Ανα Μήνα) | | |
| ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΙΛΙΟΜ. (km) | 672.129,00 | |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (lit) | 399.885,00 | |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΝ. ΠΕΤ. (lit/km) | 0,59 | |
| | mg/Km | kg/month |
| CO | 22 | 14786838 |
| HC | 60 | 40.327.740 |
| NOx | 1570 | 1.055.242.530 |
| PT | 18 | 12.098.322 |

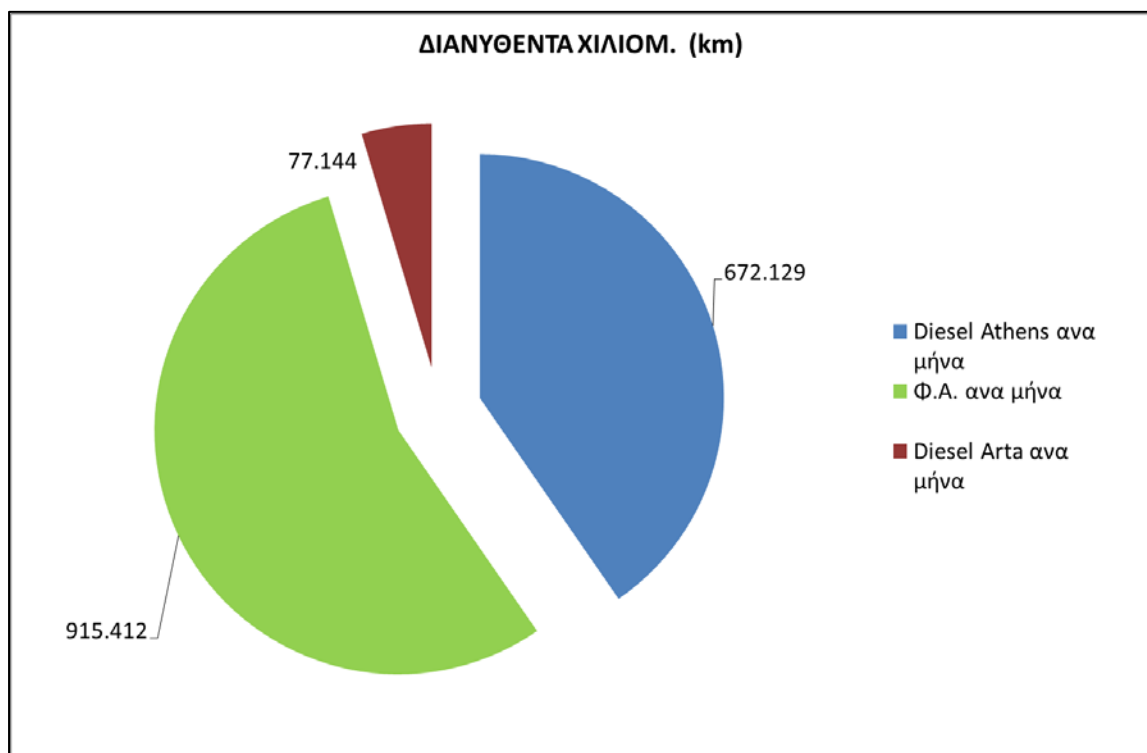
Στον πίνακα 8.9 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα για τους εκπεμπόμενους ρύπους. Τα δεδομένα για την εκπομπή των ρύπων ανά χιλιόμετρο στα λεωφορεία της Αθήνας έχουν δοθεί. Για την Άρτα ακολουθήθηκε μια διαδικασία διαφορετική καθώς έγινε μια προσέγγιση με βάση κάποιες κάρτες καυσαερίων και πάρθηκε μια μέση τιμή με σταθμισμένο μέσο ανάλογα με τον ακέραιο αριθμό των

λεωφορείων και την τεχνολογία που διαθέτουν. Για βάρη χρησιμοποιήθηκε η αναλογία των λεωφορείων προς το συνολικό στόλο. Ο τύπος είναι ο εξής:

$$\bar{x} = \frac{w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

Όπου w_i βάλουμε τον αριθμό των λεωφορείων και ως x_i το ρύπο που μελετούσαμε. Ο παραπάνω τύπος εφαρμόστηκε για τους 4 εξεταζόμενους ρύπους κατά περίπτωση.

Η μεταβλητή kg ανά μήνα προκύπτει με πολλαπλασιασμό των μέσων μηνιαίων χιλιομέτρων επί τη μέση μηνιαία κατανάλωση κατά περίπτωση και επιλέχθηκαν τα κιλά για πιο εύληπτη παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

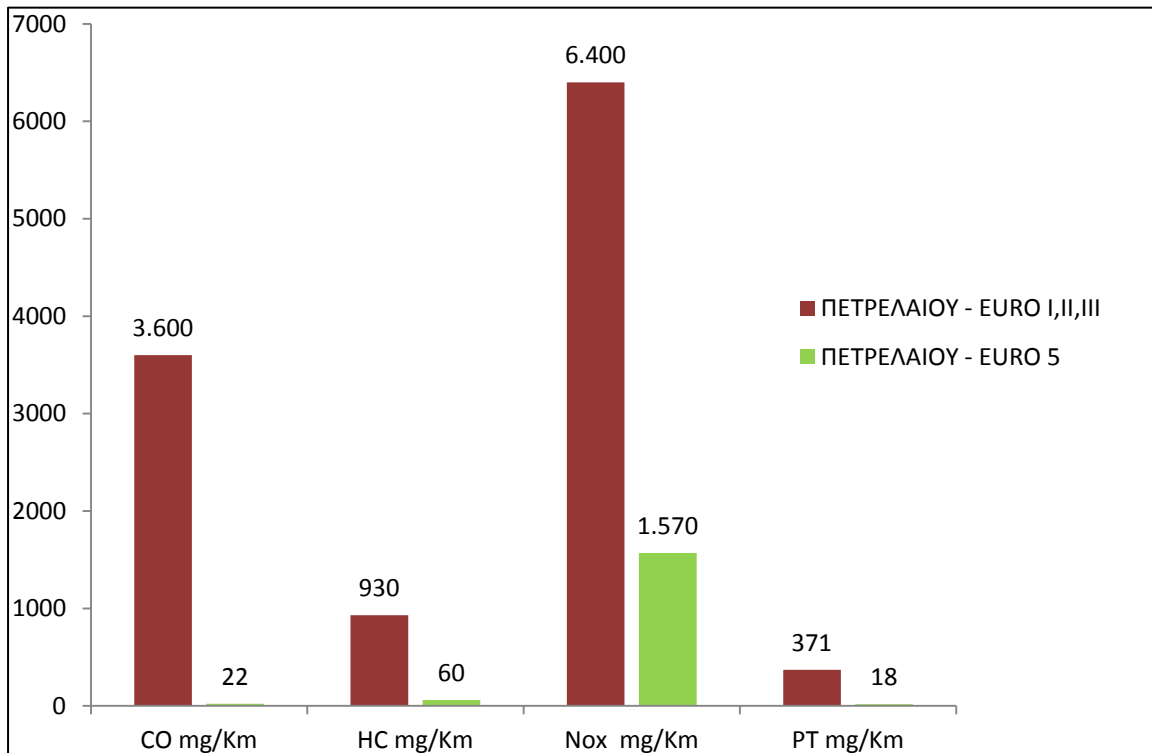


Διάγραμμα 8. 3 : Διανυθέντα χιλιόμετρα αστικών λεωφορείων ανά μήνα

Στο διάγραμμα 8.3 βλέπουμε τα χιλιόμετρα στο σύνολο τους από τα οποία προέκυψαν τα δεδομένα που αφορούν την εκπομπή αερίων και στερεών ρύπων σε μηνιαία βάση, ώστε να έχει ο αναγνώστης μια άποψη για την αναλογία των χιλιομέτρων που διανύονται στο σύνολο τους στην Άρτα και την Αθήνα. Είναι καλό να γραφτεί σε αυτό το σημείο ότι η αναλογία είναι 1 : 20,5 δηλαδή στην Αθήνα με

αναλογία πληθυσμού 1 : 88 σε σχέση με την Άρτα, για κάθε διανυθέν χιλιόμετρο στη Άρτα διανύονται 20,5 στην Αθήνα οπότε τα αναμενόμενα αποτελέσματα για την ίδια τεχνολογία θα ήταν να έχουμε 20,5 φορές μεγαλύτερο αποτύπωμα ρύπων στην Αθήνα σε σχέση πάντα με την Άρτα. Τα δεδομένα παρακάτω θα ξαφνιάσουν.

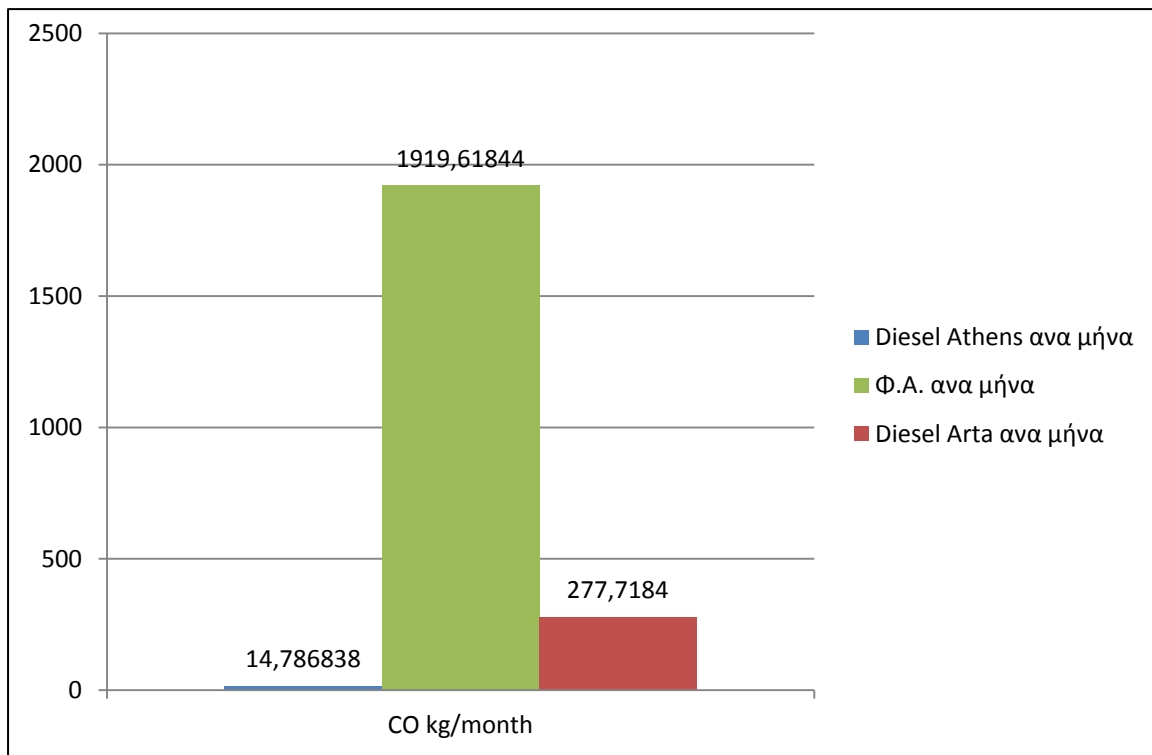
Παρατίθενται τα δεδομένα εποπτικά για τις εκπομπές ρύπων με που αφορούν το ίδιο καύσιμο, DIESEL, αλλά αξιοποιείται από διαφορετικής τεχνολογίας κινητήρες. Αφορά τεχνολογία EURO I,II,III της Άρτας σε σύγκριση με τα EURO V της Αθήνας.



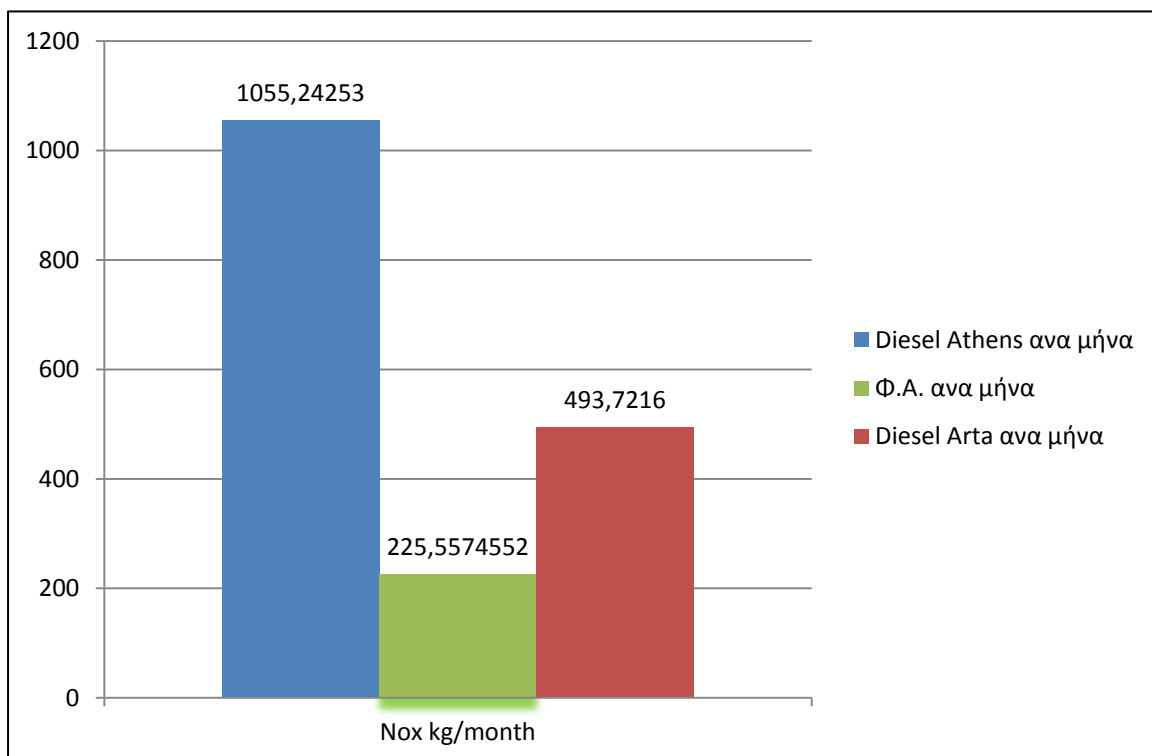
Διάγραμμα 8. 4 : Σύγκριση κινητήρων DIESEL στους 4 βασικούς ρύπους

Βλέπουμε στο γράφημα 8.4 την αναλογία στις εκπομπές ρύπων μεταξύ των 2 τεχνολογιών σε mg ανά χιλιόμετρο. Η σύγκριση γίνεται μεταξύ του συνόλου του στόλου της Άρτας και μεγάλου μέρους του στόλου της Αθήνας.

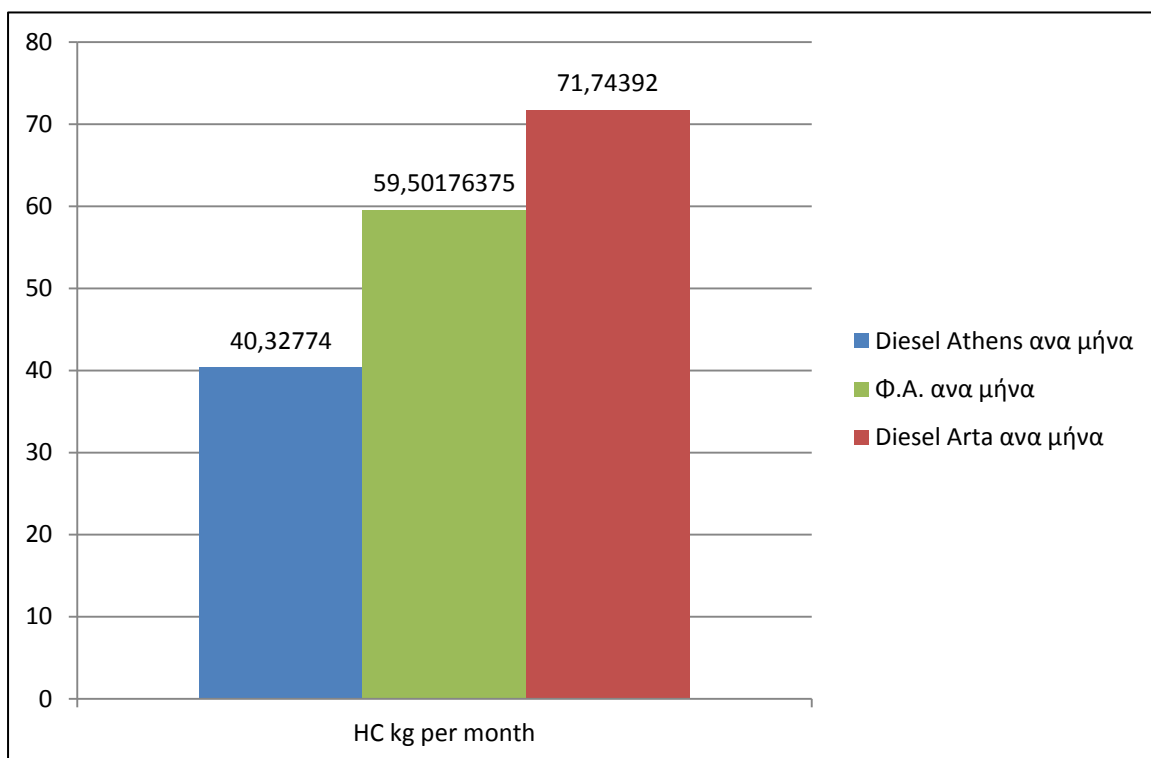
Θα ακολουθήσουν 4 διαγράμματα που θα συγκρίνουν τις εκπομπές ρύπων σε μηνιαία βάση για τις 3 περιπτώσεις τεχνολογίας καυσίμου.



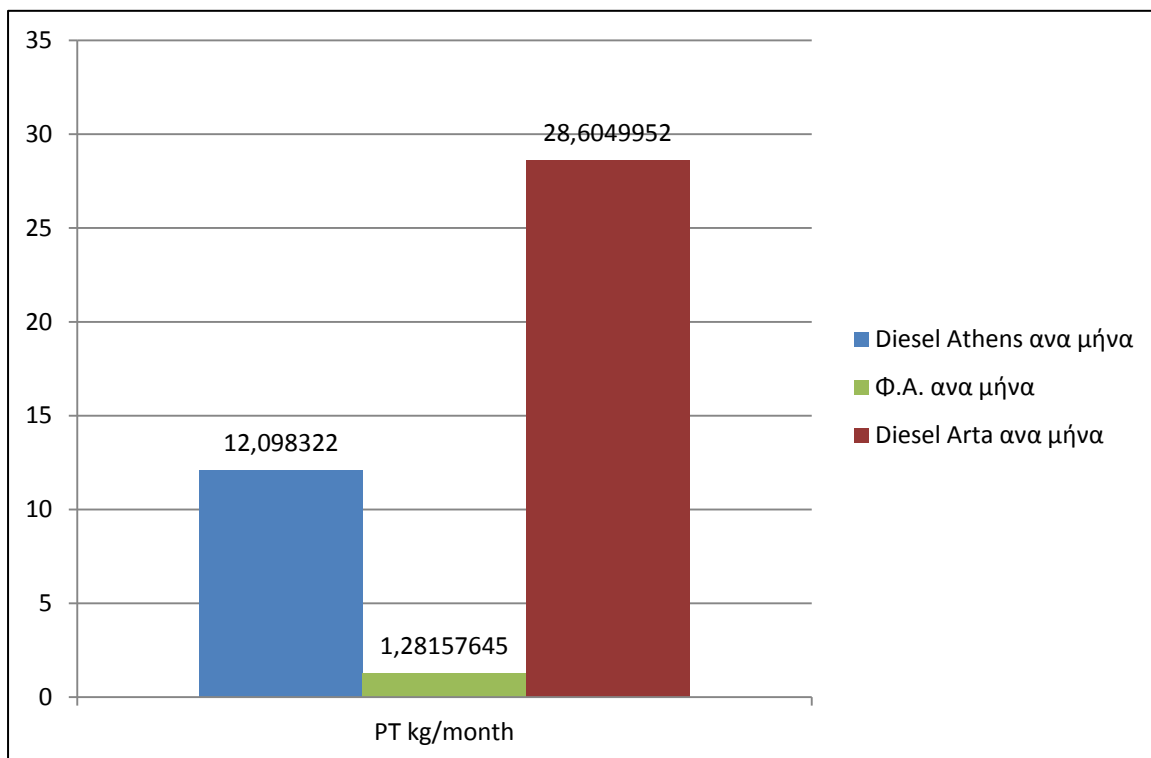
Διάγραμμα 8. 5 : Σύγκριση σε μονοξείδιο του άνθρακα



Διάγραμμα 8. 6 : Σύγκριση σε οξειδία του Αζώτου

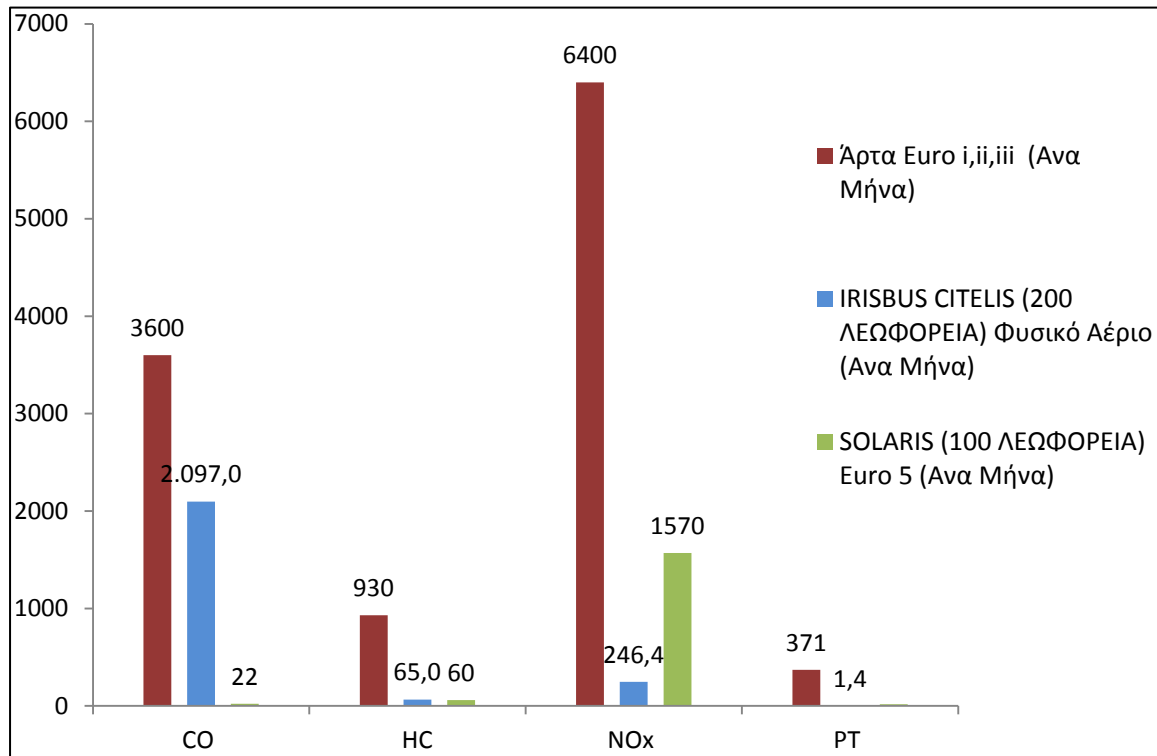


Διάγραμμα 8. 7 : Σύγκριση σε Υδρογονάνθρακες



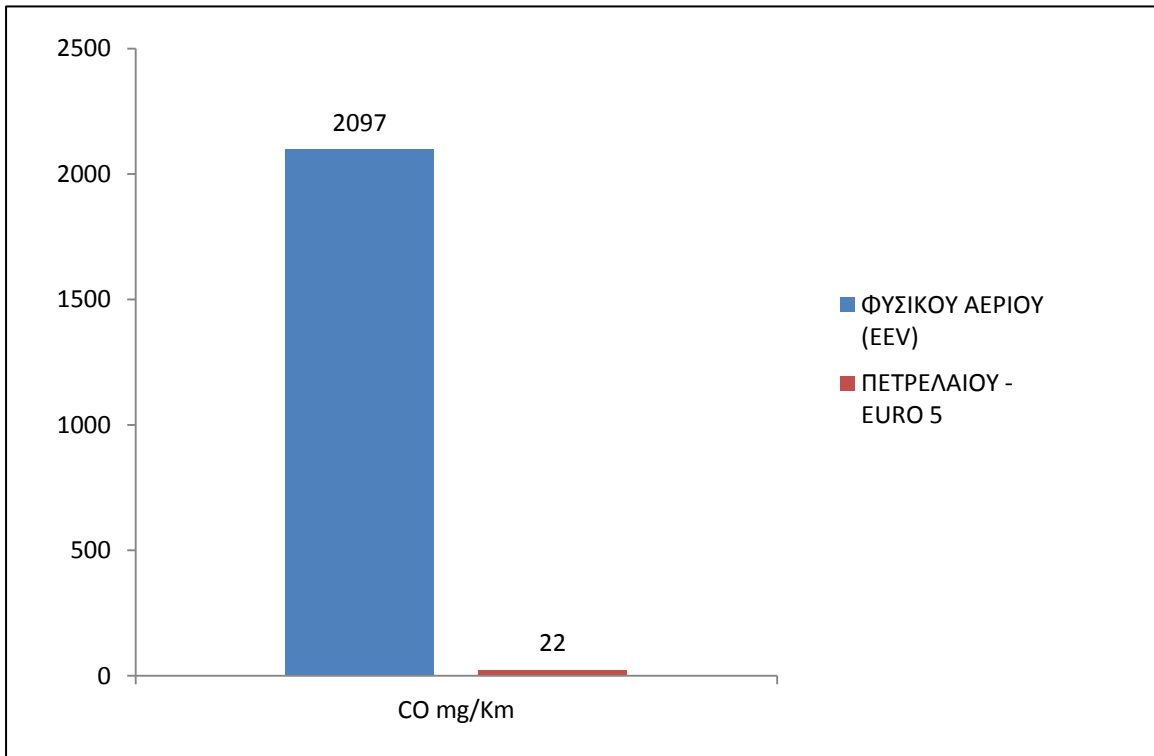
Διάγραμμα 8. 8 : Σύγκριση σε Σωματίδια

Ακολουθεί ένα σημαντικό διάγραμμα που συγκρίνει την εκπομπή σε ρύπους σε ετήσια βάση των Λεωφορείων που κινούνται στην Άρτα και την Αθήνα αντίστοιχα.

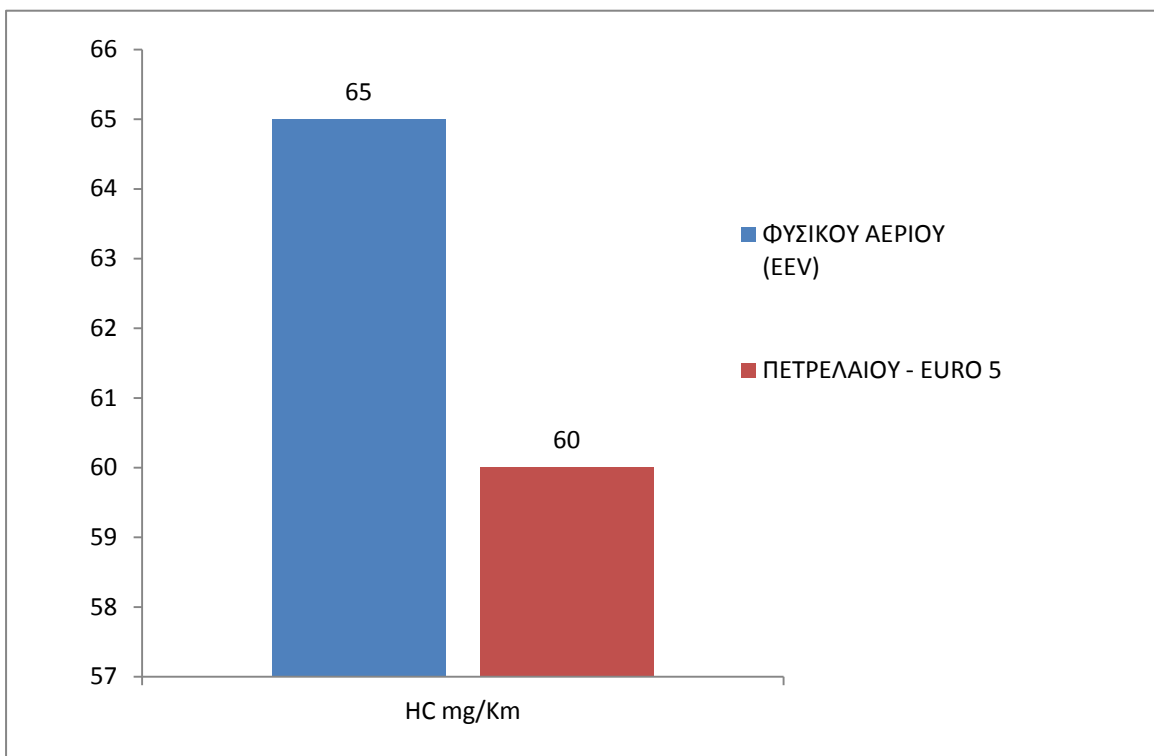


Διάγραμμα 8. 9 : Σύγκριση εκπομπών ρύπων σε ετήσια βάση σε Αθήνα και Άρτα

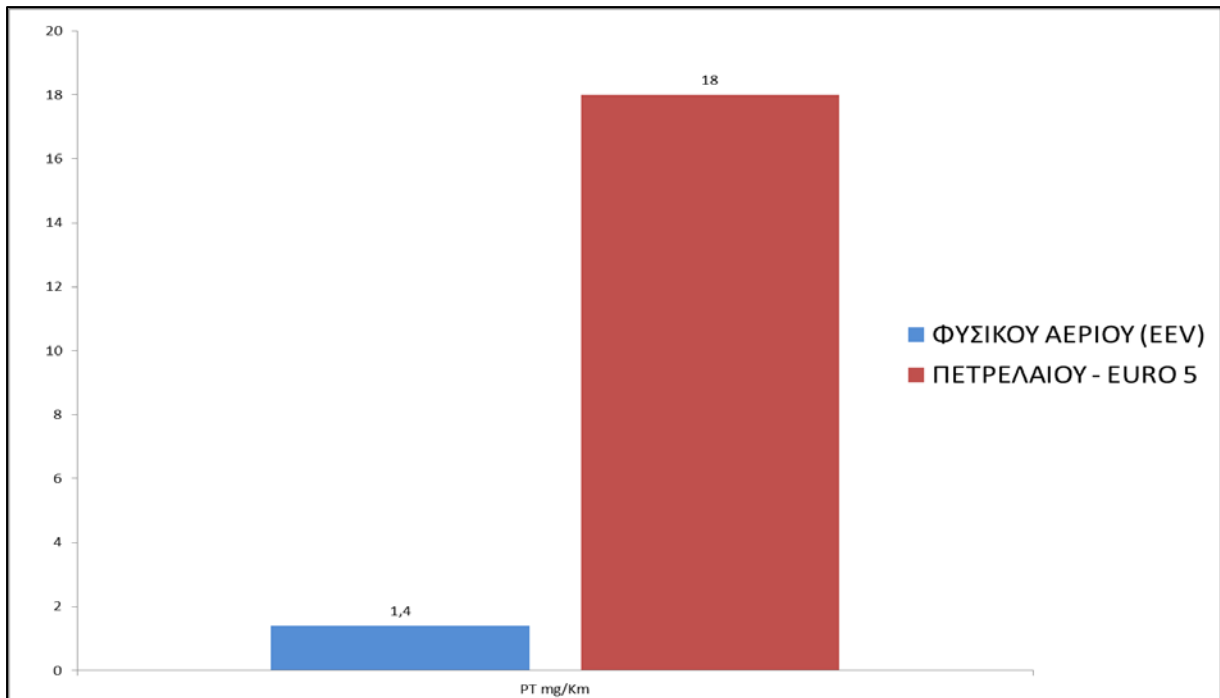
Ακολουθούν και κάποια διαγράμματα που συγκρίνουν τους εκπεμπόμενους ρύπους στις 2 πιο φιλικές προς το περιβάλλον σύγχρονες τεχνολογίες που εφαρμόζονται στον στόλο του ΕΘΕΛ στην Αθήνα.



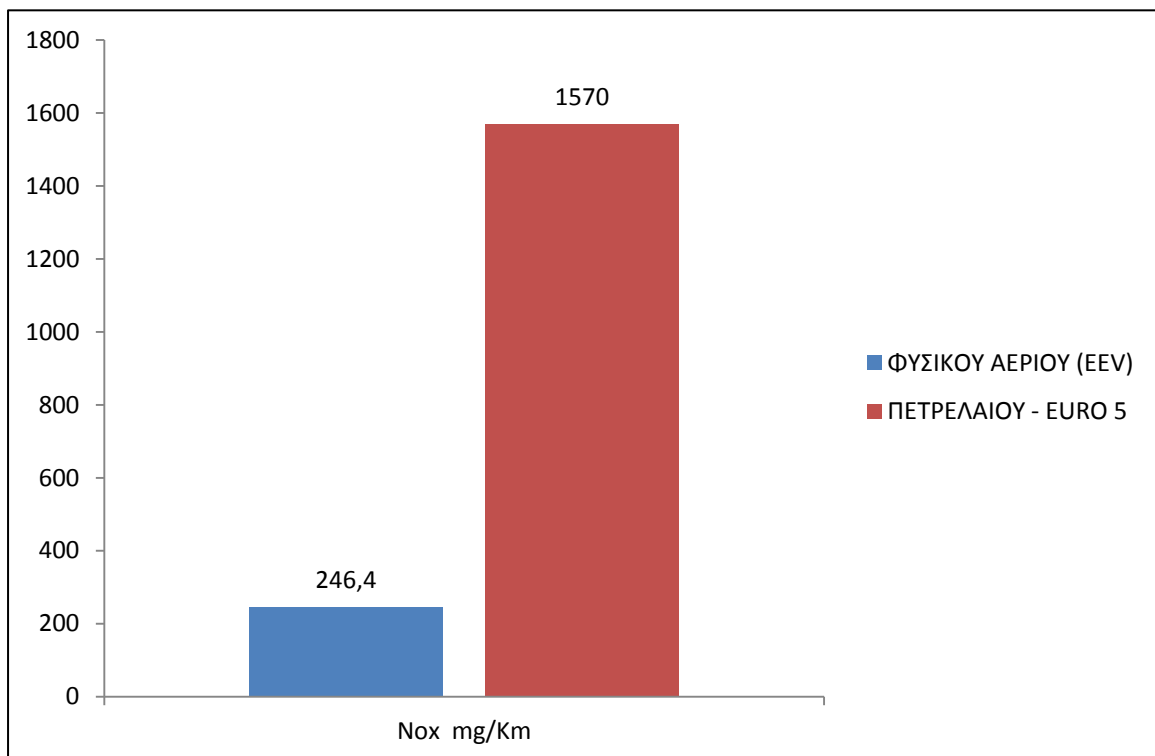
Διάγραμμα 8. 10 : Σύγκριση κινητήρα φυσικού αερίου και Diesel σε διοξείδιο του άνθρακα στην Αθήνα



Διάγραμμα 8. 11 : Σύγκριση κινητήρα φυσικού αερίου και Diesel σε Υδρογονάνθρακες στην Αθήνα



Διάγραμμα 8.12 : Σύγκριση κινητήρα φυσικού αερίου και Diesel σε Σωματίδια στην Αθήνα



Διάγραμμα 8. 12 : Σύγκριση κινητήρα φυσικού αερίου και Diesel σε Οξειδία του αζώτου στην Αθήνα

Κεφάλαιο 9

9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική παρουσιάζουμε αναλυτικά με πίνακες τις εκπομπές ρύπων συγκρίνοντας το στόλο των Λεωφορείων της Αθήνας και της Άρτας. Από τη σύγκριση αυτή προκύπτει ότι το Φυσικό Αέριο υπερτερεί σχεδόν σε όλα τα νούμερα στα μεγέθη εκπομπής σε σχέση με την καθαρότερη προδιαγραφή σε τεχνολογία DIESEL την EURO V. Προέκυψε ότι αν και ο πληθυσμός της Άρτας είναι τι 1 : 88 του πληθυσμού της Αθήνας και ενώ τα χιλιόμετρα που διανύουν τα λεωφορεία της Άρτας είναι 1 : 22,5 ως προς τα αντίστοιχα της Αθήνας, εντούτοις **η Άρτα έχει περισσότερους εκπεμπόμενους ρύπους από τα λεωφορεία του στόλου της από το σύνολο των λεωφορείων της Αθήνας ανά έτος.**

Προκύπτει λοιπόν επιτακτική ανάγκη αντικατάστασης του στόλου της Άρτας καθώς θεωρούμε ότι συντρέχει πλέον ζήτημα υγείας όσο αυξάνονται τα δρομολόγια και δεν ανανεώνεται ο στόλος προς καθαρότερες τεχνολογίες. Αν γινόταν δε η σύγκριση αυτή με την πόλη της Πάτρας είμαστε βέβαιοι ότι τα δεδομένα θα είναι εξίσου απογοητευτικά καθώς με απλή αναγωγή και εφόσον τα λεωφορεία της Πάτρας είναι αντίστοιχα παλαιάς τεχνολογίας (EURO I,II,III) προκύπτει εύκολα το συμπέρασμα αυτό. Επομένως όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος και τη βοήθεια μείωσης του Φαινομένου του Θερμοκηπίου η Αθήνα δείχνει να είναι στο σωστό δρόμο σε αντίθεση με την Άρτα. Όσον αφορά τη δυνατότητα εξοπλισμού του στόλου της Άρτας με υγραεριοκίνητα **δεν προκύπτει από την έρευνά μας ότι είναι υλοποιήσιμο** καθώς δεν υπάρχει σχεδιασμός να μεταφερθεί κομμάτι του αγωγού από τη δυτική Ελλάδα.

Η μεταφορά του καυσίμου σε μορφή CNG από φορτηγά για να τροφοδοτεί το στόλο των λεωφορείων της Άρτας σε ενδεχόμενη μετατροπή του στόλου σε υγραεριοκίνητα έστω και με τη μορφή της μεικτής καύσης που έχει δείξει αξιόλογα αποτελέσματα κατά την άποψη των συγγραφέων, δεν είναι στην παρούσα φάση

οικονομικά κινούμενη προς το σωστό δρόμο. Και αυτό διότι: α) Η χρήση λεωφορείων που κινούνται με ΦΑ στην Αθήνα είναι εύκολα υλοποιήσιμη λόγω της ύπαρξης αγωγού (υπάρχει η υποδομή), σε αντίθεση με τη δημιουργία ίσως ενός συστήματος εταιριών Mother Daughter με Mother σταθμό στη Θεσσαλονίκη και Daughter σε πόλεις της Δυτικής Ελλάδας που η τεχνοοικονομική μελέτη αν και δεν παρουσιάστηκε εδώ μελετήθηκε και απορρίφθηκε σύντομα στην αρχή της έρευνας κιάλας και β) η συμβολή της τεχνολογίας χρήσης του ΦΑ σε MMM, αν και μειώνει τους ρύπους ακόμα και με τις πιο σύγχρονες προδιαγραφές DIESEL κινητήρων, η μείωση από αντικατάσταση του στόλου με λεωφορεία σύγχρονων προδιαγραφών (EURO V) είναι εξίσου σημαντική λόγω της υπερβολικής ρύπανσης που προκαλούν οι κινητήρες παλαιάς τεχνολογίας και δεν απαιτεί καμία τροποποίηση ή επένδυση για το δίκτυο τροφοδοσίας καυσίμων των λεωφορείων. Καλό θα ήταν επίσης ακόμα όμως και σε μικρές πόλεις να ελέγχεται η κατανάλωση των καυσίμων των λεωφορείων διότι έτσι ελέγχεται και η κατάσταση του οχήματος, κάτι που στην Άρτα δε γινόταν.

Η ποιότητα επίσης των καυσίμων παίζει καθοριστικό ρόλο όσον αφορά της προδιαγραφές σε περιεκτικότητα θείου. Σημειώνεται ότι κατά τη διάρκεια της μελέτης προέκυψαν δε δομένα τα οποία έδειξαν ότι η περιεκτικότητα σε θείο του DIESEL κίνησης και θέρμανσης θα αλλάξει λόγω προδιαγραφών που θα ισχύουν από το 2020 και έπειτα. Αυτό συνεπάγεται αύξηση των τιμών των κλασμάτων του αργού άρα και αύξηση της τιμής του DIESEL που θα πουλάει το διυλιστήριο. Το ΦΑ τότε θα υπερτερεί αισθητά από το DIESEL στην τιμή αφού πρόσφατα η τιμή του ΦΑ απαγκιστρώθηκε από την τιμή του αργού πετρελαίου. Ο στόλος της Άρτας θα είναι λοιπόν αν δεν εκσυγχρονιστεί και αρκετά ρυπογόνος και αρκετά κοστοβόρος με άμεση συνέπεια στην τσέπη και την υγεία του πολίτη. Ίσως και τότε να χρειαστεί να επανεξεταστεί κεντρικά η επέκταση του αγωγού προς τη δυτική Ελλάδα ώστε να τροφοδοτεί πόλεις με απαιτήσεις στα MMM και θέρμανση όπως το Αγρίνιο, η Πάτρα, η Άρτα και τα Ιωάννινα. Χωρίς να συμπεριλάβουμε και τις άλλες σημαντικές χρήσεις του ΦΑ που αναφέρθηκαν λεπτομερώς.

Βιβλιογραφία:

1. Υγροποιημένο Φυσικό αέριο, (Η νέα πηγή Ενέργειας στην Ελλάδα) - Liquefied Natural Gas: Αριστοτέλης Κροκίδας, Process Engineer Δ.ΕΠ.Α, Εκδόσεις ΕΜΠ
2. Τεχνολογία του Πετρελαίου, Σημειώσεις μαθημάτων: καθ. Γ. Β. Κυριακόπουλος, Εκδόσεις ΕΜΠ 1976
3. Καύσιμα Λιπαντικά: Τ. Παπαευαγγέλου (Χημικός, Αρχιπλοίαρχος ΠΝ, ex καθηγητής Ναυτικών σχολών Π.Ν., Ε.Ν.), Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου (Βιβλιοθήκη του Ναυτικού)
4. 80 χρόνια Shell Hellas 1926-2006: George Kostenelos, Nikos Melios, Evangelia Bafouni, Apostolos Papadopoulos, Athens 2006, Institute for Research into Local History & Corporate History (I.M.T.I.I.E) ISBN 960-89410-0-8 & 960-7975-17-0
5. Τεχνολογία Πετρελαίου: Γ. Β. Κυριακόπουλος, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήναι 1975
6. Sources of Energy, Oil and Greece: Evangelou Ioannis, June 1974
7. The Energy Market in Greece: Dlios Communications S.A. & ICAP, Athens, June 2001
8. L.N.G. book: W.L.Lom
9. Ninth International Conference on LNG
10. British Gas Book: Natural Gas Area
11. Background information on LNG: J. F. Lechat
12. Οι Καύσιμοι ύλοι και η καύσις αυτών: Ν.Π. Οικονομόπουλου 1956
13. Fuel, Solid Liquid and Gaseous: J.S.S Brane, J.G. King, Edward Arnol Ltd, London 6th Edition 1967
14. D.E. Abrahamson, "The Challenge of Global Warming", Natural Resources Defense Council, 1990
15. R. Dornbusch, J.M. Poterba, "Global Warming, Economic Policy Responses", The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 1991
16. B. Warrick, D. Jager. "The Greenhouse Effect, Climate Change and Ecosystems", 1990
17. IPCC Working Group I, "Climate Change 1995 The Science of Climate Change" Madrid 27-29, November 1995

18. “Το φαινόμενο του θερμοκηπίου”-Αφιέρωμα, Νέα Οικολογία, Τεύχος 64, Αθήνα, Φεβρουάριος 1990
19. Ν. Χαλουλάκου, “Προβλήματα Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης”, Ε.Μ. Πολυτεχνείο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Τομέας ΙΙ : Ανάλυση Σχεδιασμού και Ανάπτυξη Διεργασιών και Συστημάτων, Σεπτέμβριος 1997
20. Δ. Μουρελάτου, “Βρισκόμαστε στο τέλος της Εποχής των Παγετώνων”, Αθήνα, Σεπτέμβριος 1989
21. Νίκος Βασιλάκος, ΧΜ, Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Τ.Ε.Ε. “Οικονομικά Όργανα Περιβαλλοντικής Πολιτικής στο Χώρο της Ενέργειας”, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας 1997
22. Υπουργείο Ανάπτυξης, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Κρήτης και Τμήμα Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ, Έργο : Το μέλλον της ελληνικής βιομηχανίας, “Προστασία περιβάλλοντος και ανταγωνιστικότητα στην ελληνική βιομηχανία”, Ιούνιος 1997
23. Τεχνολογία Φυσικού Αερίου, Καραπάνος Χαράλαμπος, Αθήνα, Ίων 2008
24. 2^η Έκδοση Τεχνολογία Εγκαταστάσεων και Χρήσεων Φυσικού Αερίου Πασπαλάς Κωνσταντίνος Γ. Θεσσαλονίκη : ΣΜΗΒΕ, 1999
25. G.A. Karim, A Review of Combustion Processes in the Dual Fuel Engine-The Gas Diesel Engine, Progr. Energy Combustion Sci. Vol. 6 1980,
26. P. Mtui, P. Hill, Natural Gas Fuelling of Diesel Engines, Automotive Engineering, 1988.
27. J.P. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw – Hill book Co., New York 1988
28. Φυσικό Αέριο – Βασικές Αρχές Καύσης, Δημόσια Επιχείρηση Αερίου, 1998.
29. G.A. Karim, A Review of Combustion Processes in the Dual Fuel Engine-The Gas Diesel Engine, Progr. Energy Combustion Sci., Vol. 6, 1980, pp. 277-285.
30. Π. Κωτσιόπουλος, Μεικτή Καύση σε Κινητήρες Εσωτερικής Καύσης, Διδακτορική Διατριβή, Τμ. Μηχ. Μηχ. ΕΜΠ, 1989.
31. E. F. Obert, Internal Combustion Engines and Air Pollution, Intext. Educ. Publ., New York, 1973.
32. P. Mtui, P. Hill, Natural Gas Fuelling of Diesel Engines, Automotive Engineering, 1988.
33. Το Φυσικό Αέριο και οι Χρήσεις του, Δημόσια Επιχείρηση Αερίου, 1997.
34. Φυσικό Αέριο - Βασικές Αρχές Καύσης, Δημόσια Επιχείρηση Αερίου, 1998.
35. D. T. Hountalas, R. G. Papagiannakis, Development of a Simulation Model for Direct Injection Dual Fuel Diesel - Natural Gas Engines, SAE Journal of Engines, Sect. 3, 2000, pp. 373-383

36. R. G. Papagiannakis and D. T. Hountalas, "Experimental Investigation Concerning the Effect of Natural Gas Percentage on Performance and Emissions of a DI Dual Fuel Diesel Engine", *Int. Journal Applied Thermal Engineering*, Vol. 23, 2003, pp. 353-365
37. J. B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill Book Co., New York, 1988.
38. G. A. Lavoie, J.B. Heywood, J.C. Keck, Experimental and theoretical study of nitric oxide formation in internal combustion engines, *Combust Sci. and Technol*, Vol. 1, 1970, pp. 313-326.
39. D. A. Kouremenos, C. D. Rakopoulos, D. T. Hountalas, Experimental Investigation of the Performance and Exhaust Emissions of a Swirl Chamber Diesel Engine Using JP-8 Aviation Fuel, *International Journal of Energy Research*, Vol. 21, 1997.
40. A. G. Venetsanos, "Hydrogen Safety Activities at the Environmental Research Laboratory of NCSR Demokritos", EREL, Int-RP, NCSR Demokritos.
41. A. G. Venetsanos, T. Huld, P. Adams, J. G. Bartzis, "Source, dispersion and Combustion Modeling of an Accidental Release of Hydrogen in an Urban Environment", *Journal of Hazardous Materials*, A105 (2003) 1-25, 2003.
42. C. D. Rakopoulos, D. C. Kyritsis, "Hydrogen enrichment effects on the second law analysis of natural and landfill gas combustion in engine cylinders", *International Journal of Hydrogen Energy*, In Press, Corrected Proof, Available on line, 15 December 2005.
43. E. Kakaras, D. Giannakopoulos, A. Rouvas, K.D. Panopoulos, "Demonstration of Fuel Cell Technology for decentralised co-generation in Greece", *International Conference on New and Renewable Energy Technologies for Sustainable Development*, St. Miguel Island, Azores, Portugal, 24-26 June 2002.
44. E. Kakaras, K.D. Panopoulos, L. Fryda, N. Perdikaris, P. Pilidis, M. Diacakis, A. Dominguez "Thermoeconomic analysis of a SOFC based Tri-Generation System", *16th International Conference on Efficiency, Costs, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems*, Copenhagen, Denmark, 30 June - 2 July 2003.
45. N. Papageorgiou, E. Kakaras, J. Chomatas, D. Giannakopoulos, C. Fournaris, Ch. Adamopoulos, "Possibilities of utilization of Hydrogen / Natural Gas mixtures in existing natural gas supply grids", *1st National Hydrogen Conference of Greece*, Athens, 30/9 - 1/10 2004.
46. E. Kakaras, D. Giannakopoulos, Ch. Adamopoulos, "Proton Exchange Membrane Fuel Cells Modeling for Stationary Applications", *2nd National Hydrogen Conference of Greece*, Thessaloniki, 20 - 21/10/2005.

47. L. Pantelidis, T. Vrouvakis, C. Spentzas, "A New Concept for Low Cost Composite Trailer".
48. E. Tatakis, A. Safacas, C. N. Spentzas, C. Korakas, A. Korakas, A. Viaginis "Development of a High Performance Electric Vehicle".
49. S. Karagiannakis, N. Petalas, D. Pantelakis, Introduction to Theory of Everything and Nothing Sept. 2010.
49. C. N. Spentzas, D. Kouloheris, J. Juralas, "A Cost-Conscious Approach to the Design of an Electric Vehicle".
50. C. N. Spentzas, "Towards an electric vehicle Policy", International Journal of Vehicle Design, Vol. 14, nos 2/3, 1993, UK.
51. Σ.Ε. Σιμόπουλος, Κ.Δ. Ρακόπουλος, Ε. Κακαράς, Χ. Αραπατσάκος, Ε.Χ. Ανδριτσάκης, Ε. Γιακουμής, Δ. Γιαννακόπουλος, "Παρουσίαση της Ενεργειακής Πολιτικής του ΟΑΣΑ & της ΕΘΕΛ σχετικά με την Κίνηση των Αστικών Λεωφορείων στην Αθήνα - Δυνατότητα Χρήσης του Υδρογόνου για την Κίνηση Αστικών Λεωφορείων", 2ο Εθνικό Συνέδριο Υδρογόνου, ΕΚΕΤΑ, Θέρμη Θεσσαλονίκης, 20 - 22/10/2005.
52. Ε. Βαρκαράκη, Ε. Ζούλιας, Ν. Λυμπερόπουλος, Γ. Καραγιώργης, Χ. Χριστοδούλου, Ε. Καλύβας, "Υλοποίηση και Πρώτα Αποτελέσματα από Μονάδα Παραγωγής Υδρογόνου από Αιολική Ενέργεια", 2ο Εθνικό Συνέδριο Υδρογόνου, ΕΚΕΤΑ, Θέρμη Θεσσαλονίκης, 20 - 22/10/2005.
53. E. I. Zoulias, R. Glockner, N. Lymberopoulos, T. Tsoutsos, I. Vosseler, O. Gavalda, H. J. Mydske, P. Taylor, "Integration of Hydrogen Energy Technologies in Stand-Alone Power Systems Analysis of the Current Potential for Applications", Renewable and Sustainable Energy Reviews, xx (2004) 1-31.
54. E. Varkaraki, N. Lymberopoulos, A. Zachariou, "Hydrogen Based Emergency Back-Up System for Telecommunication Applications", Journal of Power Sources, 118 (2003) 14-22.
55. N. Lymberopoulos, E. Varkaraki, M. Zoulias, P. Vionis, P. Chaviaropoulos, D. Agoris, "First Steps in Hydrogen Production from Wind Energy in Greece".
56. "Joint Technology Initiative Member Status & Associate Status Letters Report", European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform, 22 November 2005.
57. "Annual Report 2004", Air-Liquide.
58. "Hydrogen and Fuel Cells: Tomorrow's Energy Today", Axane Company Profile, Air-Liquide.

59. "Υδρογόνο: Το Μόριο του Μέλλοντος", Alize, το Εσωτερικό Περιοδικό του Ομίλου Air-Liquide, Τεύχος 65, Φεβρουάριος 2004, Air-Liquide.
60. "Tropical A.E. Company Profile", Αθήνα, Δεκέμβριος 2005, Tropical A.E.
- 61 "Letter of Commitment to the Establishment of a Joint Technology Initiative (JTI) on Hydrogen & Fuel Cells (H&FC) in the 7th EU RTD Framework Program", Athens, November 4, 2005, PROS S.A.
62. "A Fuel Cell Bus Project in 9 European Cities: Hydrogen Supply Infrastructure and Fuel Cell Bus Technology", Clean Urban Transport for Europe (CUTE).
63. Κ. Δ. Ρακόπουλος, "Αρχές Εμβολοφόρων Μηχανών Εσωτερικής Καύσεως", Εκδόσεις Φούντας, 1988.
64. Κ. Δ. Ρακόπουλος, "Εργαστηριακές Δοκιμές και Μετρήσεις Εμβολοφόρων Μηχανών Εσωτερικής Καύσεως", Εκδόσεις Φούντας, 1994.
65. Κ. Δ. Ρακόπουλος, "Εμβολοφόρες Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως (Δυναμική)", Εκδόσεις Φούντας, 1986.
66. J.B. Heywood, "Internal Combustion Engines Fundamentals", McGraw-Hill International Editions, Automotive Technology Series, 1988.