

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΧΡΗΣΗΣ
ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΑ ΜΕΣΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ
ΔΗΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ
ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΚΛΑΡΙΔΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ (Α.Μ.:5511)
ΠΑΠΑΔΑΝΤΩΝΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ (Α.Μ.:5426)**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΕΥΓΕΝΙΟΣ ΣΚΟΥΡΑΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ**

ΠΑΤΡΑ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην χρήση φυσικού αερίου στα μέσα μαζικής μεταφοράς και η σύγκρισή του με τα συμβατικά καύσιμα.

Για αρχή αναφερόμαστε στα χαρακτηριστικά, τους τρόπους μεταφοράς, αποθήκευσης και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του φυσικού αερίου και του πετρελαίου. Στην συνέχεια γίνεται λόγος για τη χρήση του στην αυτοκίνηση και πιο συγκεκριμένα στα λεωφορεία. Κλείνοντας, γίνεται η συγκριτική μελέτη χρήσης φυσικού αερίου έναντι του πετρελαίου ως καύσιμο και τα οφέλη που αποκομίζουμε από αυτή.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κ. Ευγένιο Σκούρα, Επιστημονικό Συνεργάτη του Τμήματος Μηχανολογίας για τη σωστή καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της Πτυχιακής Εργασίας. Επίσης, ευχαριστούμε τον κ. Σωκράτη Χανό, διευθυντή του αμαξοστασίου Ανθούσας της Ε.Θ.Ε.Λ. για τις σημαντικότερες πληροφορίες που μας τροφοδότησε. Τέλος, ευχαριστούμε το αστικό ΚΤΕΛ Χανίων για τις πληροφορίες των δρομολογίων.

Κλαριδόπουλος Ανδρέας
Παπαδαντωνάκης Ελευθέριος
Μάιος 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της παρούσας εργασίας είναι η χρήση του φυσικού αερίου στα μέσα μαζικής μεταφοράς και η σύγκρισή με τα συμβατικά καύσιμα, όσον αφορά τις εκπομπές ρύπων και το κόστος κατανάλωσης. Το περιεχόμενο της εργασίας διαρθρώνεται σε έξι κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο κάνουμε μία εκτενή αναφορά στην ιστορία και τα χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου. Επίσης γίνεται αναφορά στο ρόλο του στην ελληνική αλλά και στην παγκόσμια ενεργειακή σκηνή. Τέλος, ασχολούμαστε με τα περιβαλλοντικά οφέλη που μας προσφέρει.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τους τρόπους μεταφοράς του φυσικού αερίου. Στην συνέχεια αναλύουμε το Ελληνικό δίκτυο μεταφοράς και αποθήκευσης. Κλείνοντας, γίνεται αναφορά στις Εταιρείες διανομής και παροχής φυσικού αερίου στην Ελλάδα.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε το κύριο καύσιμο που χρησιμοποιείται στην αγορά στις μέρες μας, το οποίο είναι το πετρέλαιο. Όπως για το φυσικό αέριο, έτσι και για το πετρέλαιο αναφέρουμε κάποια στοιχεία του.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται εκτενή αναφορά στην χρήση του φυσικού αερίου στην αυτοκίνηση, αναλύοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχει ως εναλλακτικό καύσιμο. Επιπροσθέτως, αναφερόμαστε στα χαρακτηριστικά των λεωφορείων φυσικού αερίου και στους σταθμούς ανεφοδιασμού.

Στο πέμπτο κεφάλαιο που είναι και το πιο σημαντικό κομμάτι της εργασίας, δείχνουμε μέσα από την σύγκριση των στοιχείων που συλλέξαμε τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στη χρήση των δυο καυσίμων.

Τέλος αναφέρουμε τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την μελέτη της χρήσης του φυσικού αερίου σαν εναλλακτικό καύσιμο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

1.1 Τι είναι και πώς σχηματίζεται.....	1
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	4
1.3 Χαρακτηριστικά φυσικού αερίου.....	5
1.3.1 Σύσταση.....	5
1.3.2 Εκπομπές κατά την καύση.....	7
1.3.3 Εξόρυξη.....	8
1.4 Παραγωγή-Κατανάλωση-Αποθέματα.....	9
1.5 Το φυσικό αέριο στην Ελλάδα.....	18
1.6 Το φυσικό αέριο στον κόσμο.....	18
1.7 Επιπτώσεις στο περιβάλλον.....	19
1.7.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	19
1.7.2 Νέφος, ποιότητα του αέρα.....	22
1.7.3 Εκπομπές από βιομηχανία και ηλεκτρική παραγωγή ενέργειας.....	24
1.7.4 Ρύπανση από τον τομέα μεταφορών - οχήματα φυσικού αερίου.....	26
1.7.5 Περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα από την πρόοδο της τεχνολογίας.....	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

2.1 Μεταφορά φυσικού αερίου.....	29
2.2 Συστήματα και τρόποι μεταφοράς.....	29
2.2.1 Επίγεια δίκτυα μεταφοράς.....	31
2.2.2 Υποθαλάσσια μεταφορά.....	32
2.3 Ελληνικό Δίκτυο μεταφοράς και αποθήκευσης.....	34
2.4 Εταιρίες Διανομής και Παροχής Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα.....	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

3.1 Γενικά.....	45
3.2 Εξόρυξη.....	46
3.3 Διύλιση.....	47
3.4 Προϊόντα.....	49
3.5 Μεταφορά στις αγορές.....	50
3.6 Αποθέματα.....	51
3.7 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ

4.1 Γενικά.....	55
4.2 Αεριοκίνηση οχημάτων.....	56
4.2.1 Τύποι κινητήρων φυσικού αερίου.....	57
4.2.2 Πλεονεκτήματα χρήσης στην αυτοκίνηση.....	60
4.2.3 Μειονεκτήματα χρήσης στην αυτοκίνηση.....	61
4.2.4 Αποθήκευση.....	61
4.2.5 Μοντέλα οχημάτων που διατίθενται.....	63
4.3 Λεωφορεία φυσικού αερίου.....	65
4.3.1 Χαρακτηριστικά.....	65
4.3.2 Αποθήκευση φυσικού αερίου.....	66
4.3.3 Ασφάλεια.....	66
4.3.4 Συντήρηση και κόστος.....	67
4.4 Σταθμοί ανεφοδιασμού.....	68
4.5 Σταθμός ανεφοδιασμού Άνω Λιοσίων.....	69
4.5.1 Διαδικασία λειτουργίας σταθμού.....	71
4.6 Σταθμός ανεφοδιασμού Ανθούσας.....	73
4.7 Προοπτικές για το μέλλον της αεριοκίνησης.....	74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΑ

ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ

5.1 Γενικά.....	76
5.2 Χαρακτηριστικά λεωφορείων.....	78
5.3 Πληροφορίες δρομολογίων.....	79
5.4 Υπολογισμός ρύπων και κατανάλωσης.....	80
5.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων.....	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ..... 88

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 89

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ..... 90

1.ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

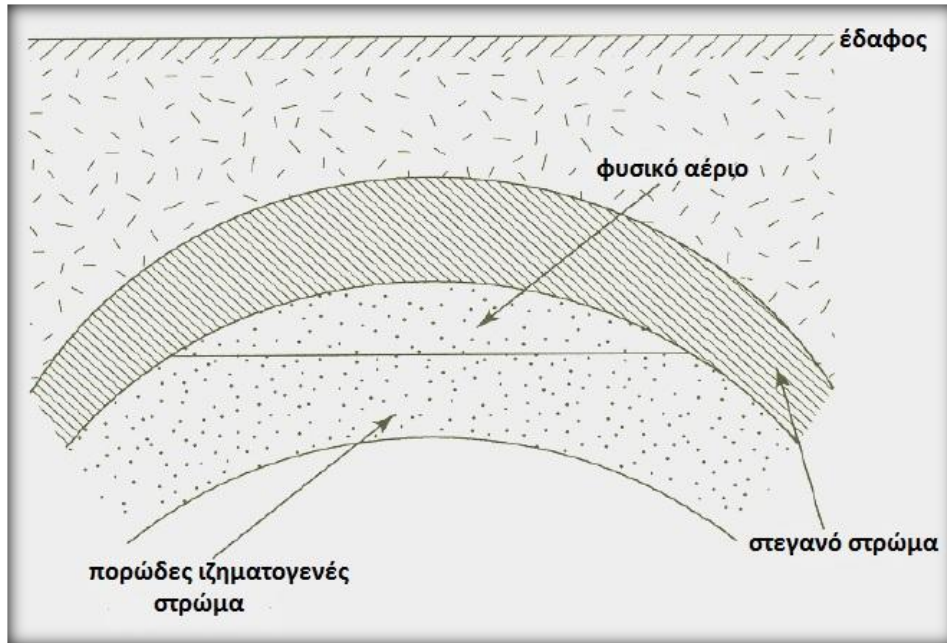
1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΚΑΙ ΠΩΣ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ

Με την ευρύτερη έννοια του όρου, φυσικό αέριο μπορεί να θεωρηθεί οποιαδήποτε φυσική ουσία βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της γης σε αέρια κατάσταση, η οποία, εκτός από ελαφρότερους κορεσμένους υδρογονάνθρακες, μπορεί να περιέχει διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, υδρογόνο, ήλιο και αργό.

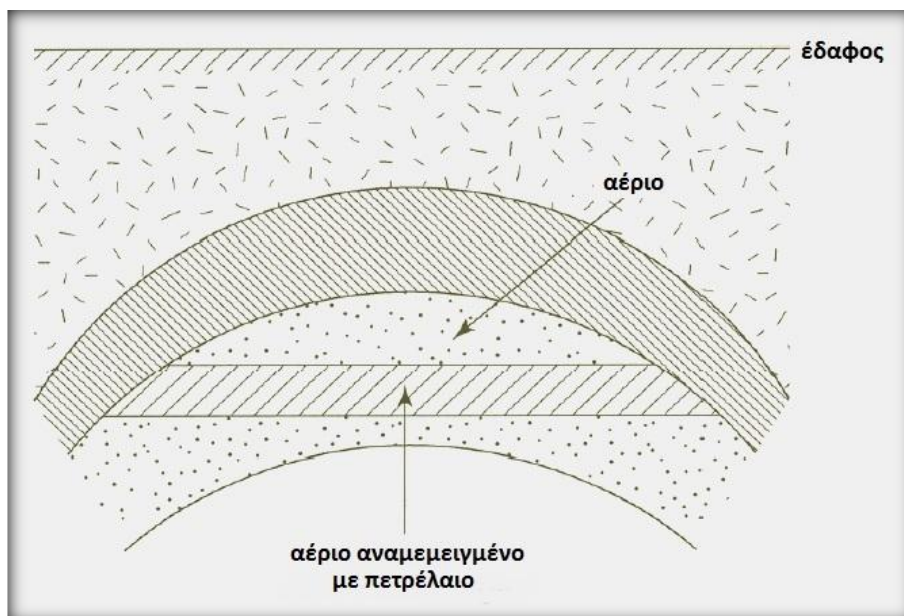
Στην πράξη, όμως, φυσικό αέριο εννοείται κάθε μείγμα αερίων υδρογονανθράκων με υψηλή αναλογία σε μεθάνιο, το οποίο περιέχει σε μικρότερες αναλογίες βαρύτερους υδρογονάνθρακες και ενδεχομένως μικρές ποσότητες αζώτου, διοξειδίου του άνθρακα, οξυγόνου, ίχνη άλλων ενώσεων και στοιχείων. Αυτό το αέριο μείγμα είναι παγιδευμένο σε μια φυσική δεξαμενή που σχηματίζεται από ένα στεγανό στρώμα (cap rock) και ένα πορώδες ιζηματογενές στρώμα (sedimentary porous rock) (εικ. 1.1). Επίσης, κάτω από το χώρο τον οποίο καταλαμβάνει το φυσικό αέριο υπάρχει συνήθως νερό, όπως μπορεί να υπάρχει και αέριο αναμειγμένο με πετρέλαιο (εικ. 1.2).

Είναι το πιο άφθονο ορυκτό καύσιμο μετά τον άνθρακα. Είναι διαθέσιμο στις περισσότερες περιοχές της γης, ωστόσο υπάρχουν περιοχές που παράγεται κατά κόρον, όπως η Ρωσία και η Μέση Ανατολή. Μόνο ένα μικρό μέρος των συνολικών αποθεμάτων έχει εκμεταλλευτεί. Αυτό οφείλεται, μερικώς, στη σχετική δυσκολία να μεταφερθεί το αέριο στις αγορές, όταν αυτό προέρχεται από απομονωμένες περιοχές. Η εκμετάλλευση του αερίου απαιτεί βαριά υποδομή με μορφή αγωγών μεταφοράς, μονάδες υγροποίησης και πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG). Η πραγματική διαθεσιμότητα περιορίζεται κατά συνέπεια περισσότερο από την υλοποίηση των σχεδίων για την ανάπτυξη νέων τομέων και συστημάτων μεταφοράς, παρά από τα φυσικά αποθέματα. Τα τελευταία χρόνια η επιλογή της

μετατροπής του φυσικού αερίου σε υγρά καύσιμα (όπως η μεθανόλη, ο διμεθυλαιθέρας ή καύσιμα FT) έχει καταστεί μία δυνητικά βιώσιμη επιλογή ιδίως για τις πιο απομακρυσμένες περιοχές.



Εικ. 1.1: αέριο μίγμα παγιδευμένο σε φυσική δεξαμενή



Εικ. 1.2: αέριο αναμεμειγμένο με πετρέλαιο

Το φυσικό αέριο μέχρι τελευταία θεωρείτο ότι είναι οργανικής προέλευσης. Μια νεότερη θεωρία υποστηρίζει ότι το μεγαλύτερο μέρος των αποθεμάτων του φυσικού αερίου προέρχεται από την πρωταρχική ύλη του ηλιακού συστήματος και όχι από βιολογικές διεργασίες. Έτσι, σε μεγάλα βάθη στο εσωτερικό της Γης θα πρέπει να υπάρχουν τεράστια αποθέματα φυσικού αερίου και ως απόδειξη αναφέρονται οι έντονες εκλύσεις αερίων κατά τις εκρήξεις ηφαιστείων και σεισμών. Ενδείξεις για την ορθότητα της συγκεκριμένης θεωρίας έδωσαν γεωτρήσεις στις Η.Π.Α. σε βάθη 4.5 έως 9 χλμ και στη χερσόνησο Κόλα, κοντά στο Μούρμανσκ της Ρωσίας, σε βάθη 12 χλμ.

Η επικρατούσα άποψη, πάντως, υποστηρίζει την οργανική προέλευση του φυσικού αερίου, ως αποτέλεσμα δυο διαδικασιών, της δημιουργίας του μαζί με το πετρέλαιο και μαζί με τους γαιάνθρακες. Στην πρώτη, τα νεκρά υπολείμματα πλαγκτόν και αλγών σε αβαθείς αρχέγονες θάλασσες, τα οποία υπέστησαν ζύμωση στους πυθμένες των θαλασσών και έπειτα καλύφθηκαν από ανόργανα ιζήματα (άμμο, άσβεστο, πηλό) μετατράπηκαν, μέσω καταλυτικών διεργασιών, σε άσφαλο. Έτσι, με την αυξανόμενη βύθιση του πυθμένα της θάλασσας, η οποία συνοδεύεται από αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας, σχηματίστηκαν από την άσφαλο υγροί και αέριο υδρογονάνθρακες. Φυσικό αέριο μέσω της προαναφερθείσας διαδικασίας εμφανίζεται στις πλούσιες σε υδρογονάνθρακες λεκάνες της Γης, όπως η περιοχή της Βόρειας Θάλασσας και του Περσικού Κόλπου.

Κατά τη δεύτερη διαδικασία, ανώτεροι φυτικοί οργανισμοί από παλαιότερες γεωλογικές περιόδους, κυρίως την Εποχή του Άνθρακα, ύστερα από απότομη βύθιση του εδάφους βρέθηκαν σε βαθύτερα στρώματα της Γης. Αυτή η φυτική ύλη, μέσω της διεργασίας της ενανθράκωσης, μετατράπηκε κατά σειρά σε τύρφη, λιγνίτη, λιθάνθρακα και ανθρακίτη. Στη διάρκεια της ενανθράκωσης σχηματίστηκαν σε μεγάλες ποσότητες αέρια προϊόντα διάσπασης, κυρίως μεθάνιο. Στην Ολλανδία και το νότιο τμήμα της Βόρειας Θάλασσας συναντάται φυσικό αέριο το οποίο δημιουργήθηκε με την ανωτέρω διαδικασία.

Μέχρι στιγμής, το φυσικό αέριο έχει χρησιμοποιηθεί σχεδόν αποκλειστικά σε σταθερές εφαρμογές, κυρίως στην οικιακή θέρμανση, ως καύσιμο για βιομηχανική χρήση και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η

χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο για οδικές μεταφορές (με τη μορφή συμπιεσμένου φυσικού αερίου ή CNG) έχει περιοριστεί σε συγκεκριμένες αγορές ή εξειδικευμένες εφαρμογές. Η χρήση του για παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αυξηθεί δραματικά στην Ευρώπη την τελευταία δεκαετία, καθώς επιβλήθηκαν όρια στις εκπομπές θείου για την καταπολέμηση του φαινομένου της όξυνσης. Ο ευνοϊκός λόγος C/H του φυσικού αερίου, συγκρινόμενο με τον άνθρακα ή το πετρέλαιο, το κάνει κατάλληλο για υποκατάσταση αυτών όταν επιθυμείται μείωση των αερίων θερμοκηπίου.

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο 19^{ος} αιώνας αποτέλεσε την αφετηρία της βιομηχανίας αερίων καυσίμων. Τα πρώτα αέρια καύσιμα χρησιμοποιήθηκαν, κυρίως, για φωτισμό. Πρώτα απ' όλους, οι Αμερικανοί σκεφτήκαν να συλλέξουν και να αξιοποιήσουν, αντί να καίνε, το εξαγόμενο φυσικό αέριο. Έτσι, το 1858 δημιουργήθηκε η πρώτη εταιρεία παραγωγής φυσικού αερίου στην Πολιτεία της Νέας Υόρκης (Fredonia Gas Light). Σύντομα δημιουργήθηκαν τα πρώτα δίκτυα μεταφοράς, καταρχήν για βιομηχανική χρήση και ύστερα για την κάλυψη αναγκών στον οικιακό και εμπορικό τομέα. Μάλιστα, το 1891 κατασκευάστηκε αγωγός μεταφοράς φυσικού αερίου μήκους 160 χλμ, ο οποίος συνέδεε το Σικάγο με την Ιντιάνα. Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα οι Η.Π.Α. κατείχαν κυρίαρχη θέση στον τομέα του φυσικού αερίου, καθώς παρήγαγαν το 80% της παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλισκαν το 90% αυτής.

Η ανάπτυξη στον τομέα του φυσικού αερίου σημειώθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '50 με την παράλληλη ανάπτυξη του πετρελαίου σε χώρες όπως η Βενεζουέλα, η πρώην Σοβιετική Ένωση, η Ρουμανία, το Ιράν και η Σαουδική Αραβία.

Στην Ευρώπη, η παραγωγή φυσικού αερίου ξεκίνησε με την εύρεση κοιτασμάτων στην Ιταλία, Γαλλία (1957) και Ολλανδία (1959). Ακολούθησε η ανακάλυψη κοιτασμάτων στη Βόρεια Θάλασσα, το 1967 στη Βρετανική ζώνη και το 1968 στη Νορβηγική ζώνη.

Στις αρχές της δεκαετίας του '70 η ανάπτυξη του φυσικού αερίου επεκτάθηκε στη Λατινική Αμερική, στην Ασία, στην Αφρική και στη Μέση

Ανατολή. Ιδιαίτερα μετά τις δυο πετρελαϊκές κρίσεις (1973-1974, 1979), παρατηρήθηκε στροφή σε άλλες μορφές πρωτογενούς ενέργειας με στόχο την απεξάρτηση από τις χώρες του ΟΠΕΚ. Ο τομέας του φυσικού αερίου που μέχρι τότε είχε αναπτυχθεί μόνο στις χώρες οι οποίες διέθεταν ίδια αποθέματα, άρχισε στη συνέχεια να αναπτύσσεται παντού : με τους αγωγούς και τα πλοία δημιουργήθηκε ένα δίκτυο ικανό να μεταφέρει το φυσικό αέριο ακόμα και πολύ μακριά από τα σημεία εξαγωγής.

1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

1.3.1 Σύσταση

Το φυσικό αέριο είναι ένα φυσικό προϊόν που βρίσκεται σε υπόγεια κοιτάσματα της γης και, είτε συναντάται μόνο του, είτε συνυπάρχει με κοιτάσματα πετρελαίου. Είναι μίγμα υδρογονανθράκων σε αέρια κατάσταση, αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο, που είναι ο ελαφρύτερος υδρογονάνθρακας, είναι πολύ καθαρό, χωρίς προσμίξεις και χωρίς σημαντικές ποσότητες θειούχων συστατικών. Είναι καύσιμο και απαιτεί ειδικό καθαρισμό πριν χρησιμοποιηθεί για διανομή και εμπορική χρήση. Περιέχει (Πίν. 1.1):

- Μεθάνιο
- Βαρύτερους αέριους υδρογονάνθρακες π.χ. αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, ισοβουτάνιο
- όξινα αέρια π.χ. διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο και μερκαπτάνες όπως μεθανθειόλη και αιθανθειόλη
- άλλα αέρια π.χ. άζωτο και ήλιο
- νερό
- υγρούς υδρογονάνθρακες και πετρέλαιο
- υδράργυρο και χλωρίδια σε μικρές ποσότητες κλπ.

Πίν. 1.1: συστατικά φυσικού αερίου

Συστατικό	Περιεκτικότητα % κ.ο.
Μεθάνιο	Min 80%
Αιθάνιο	Max 8,6%
Προπάνιο	Max 3%
Βουτάνιο	Max 2%
Πεντάνια και άλλοι υδρογονάνθρακες	Max 1%
Άζωτο	Max 5%
Διοξείδιο του άνθρακα	Max 3%

Το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με σχετική πυκνότητα 0,55. Σε περίπτωση διαρροής, διαχέεται και διαφεύγει άμεσα προς την ατμόσφαιρα (σε αντίθεση με το υγραέριο που είναι βαρύτερο από τον αέρα και σε περίπτωση διαφυγής συγκεντρώνεται χαμηλά). Είναι άοσμο, αλλά κατά τη μεταφορά του προστίθεται μια ειδική ουσία με χαρακτηριστική οσμή ώστε να ανιχνεύεται σε περίπτωση διαφυγής. Τα όρια ανάφλεξης του φυσικού αερίου είναι 4,5% - 15%. Δηλαδή, η καύση δεν μπορεί να συντηρηθεί εάν η περιεκτικότητα του αέρα σε φυσικό αέριο είναι εκτός αυτών των ορίων.

Επίσης η σύσταση του φυσικού αερίου διαφέρει ανάλογα με την πηγή προέλευσής του όπως φαίνεται και στον Πίν. 1.2.

Πίν. 1.2 : διάφορες συστάσεις φυσικού αερίου

Συστατικό	Ρωσικό φυσικό αέριο (% κ.ο.)	Αλγερινό φυσικό αέριο (% κ.ο.)
Μεθάνιο	98	91,2
Αιθάνιο	0,6	6,5
Προπάνιο	0,2	1,1
Βουτάνιο	0,2	0,2
Πεντάνια	0,1	-
Άζωτο	0,8	1
Διοξείδιο του άνθρακα	0,1	-

1.3.2 Εκπομπές κατά την καύση

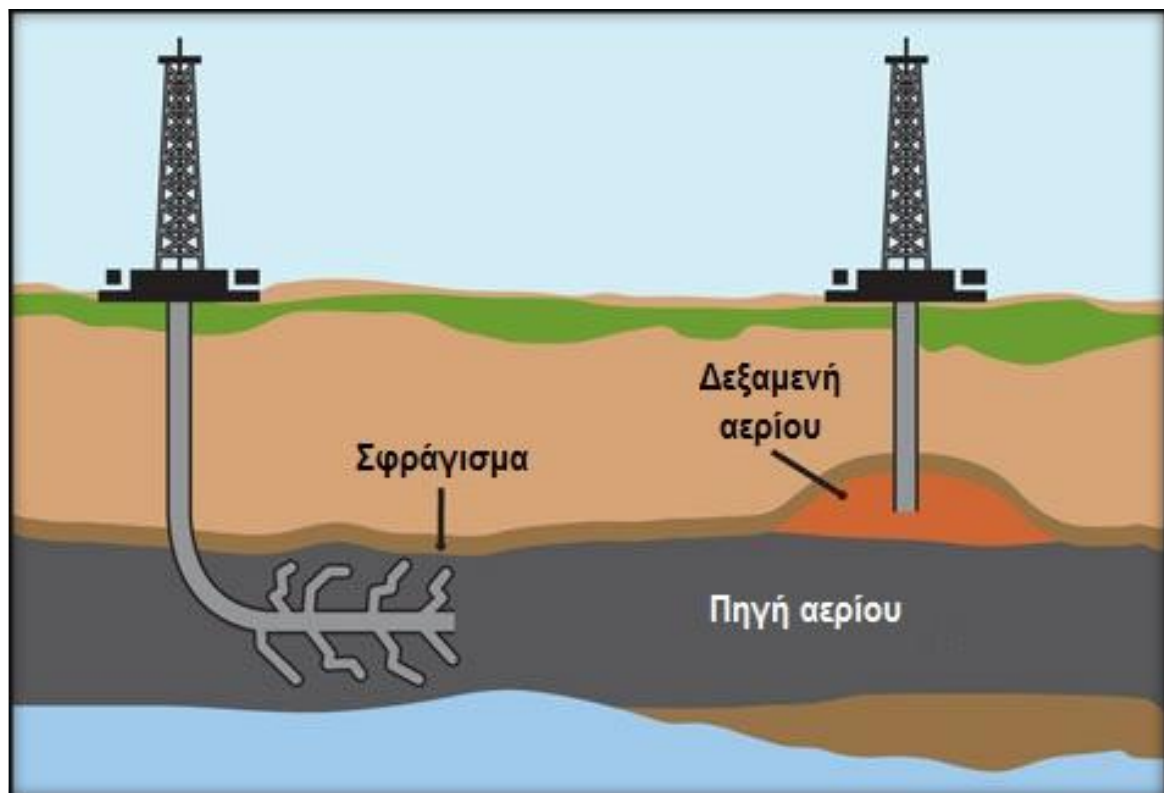
Το φυσικό αέριο είναι το πιο καθαρό από τα πετρελαϊκά καύσιμα. Αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και τα κύρια προϊόντα της καύσης του είναι το διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμοί, οι ίδιες ενώσεις δηλαδή που εκπνέουμε όταν αναπνέουμε. Το κάρβουνο και το πετρέλαιο αποτελούνται από πιο περίπλοκα μόρια, με υψηλή αναλογία άνθρακα και υψηλή περιεκτικότητα αζώτου και θείου. Αυτό σημαίνει ότι, όταν γίνεται η καύση το κάρβουνο και το πετρέλαιο απελευθερώνουν υψηλότερα επίπεδα από επιβλαβείς εκπομπές, συμπεριλαμβανομένης της υψηλής αναλογίας εκπομπών άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και οξειδίων του θείου. Το κάρβουνο και τα ορυκτά καύσιμα επίσης απελευθερώνουν μόρια στάχτης στο περιβάλλον, ουσίες που δεν καίγονται αλλά αντί αυτού μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα και συνεισφέρουν στην ρύπανση.

Η καύση του φυσικού αερίου, από την άλλη μεριά, απελευθερώνει πολύ μικρές ποσότητες διοξειδίου του θείου και οξειδίων του αζώτου, ουσιαστικά καθόλου στάχτη και άλλα σωματίδια, καθώς και χαμηλότερα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, μονοξειδίου του άνθρακα και άλλων αντιδραστικών υδρογονανθράκων. Τουναντίον, η χρήση των πετρελαϊκών καυσίμων για ενέργεια συνεισφέρει σε μεγάλο αριθμό περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Το φυσικό αέριο, όντας το πιο καθαρό από τα πετρελαϊκά καύσιμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους και να βοηθήσει στη μείωση των ρυπογόνων εκπομπών στην ατμόσφαιρα. Καίγοντας φυσικό αέριο στη θέση άλλων πετρελαϊκών καυσίμων, εκπέμπονται λιγότερα επιβλαβή προϊόντα στην ατμόσφαιρα, και μια αυξημένη εξάρτηση στο φυσικό αέριο ενδεχομένως μπορεί να μειώσει τις εκπομπές πολλών από αυτούς τους ρυπογόνους παράγοντες. Το φυσικό αέριο, καθώς εκπέμπει λιγότερα επιβλαβή χημικά στην ατμόσφαιρα από ότι άλλα πετρελαϊκά καύσιμα, μπορεί να βοηθήσει στο να μετριαστούν μερικά από τα περιβαλλοντικά θέματα.

1.3.3 Εξόρυξη

Το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο μπορεί να παγιδευτεί κάτω από ένα αδιαπέραστο ιζηματογενές πέτρωμα, σε έναν σχηματισμό που είναι γνωστός ως αντικλινή. Για να μπορέσουμε να φέρουμε τα ορυκτά καύσιμα από τον σχηματισμό στην επιφάνεια, πρέπει να ανοίξουμε μια τρύπα διαμέσου του αδιαπέραστου πετρώματος, έτσι ώστε να απελευθερωθούν (εικ. 1.3). Αξίζει να σημειωθεί πως σε κοιτάσματα που περιέχουν και πετρέλαιο και φυσικό αέριο, το τελευταίο, καθώς έχει την μικρότερη πυκνότητα, θα βρίσκεται πιο κοντά στην επιφάνεια, με το πετρέλαιο από κάτω, στις περισσότερες των περιπτώσεων συνοδευόμενο από κάποια ποσότητα νερού.



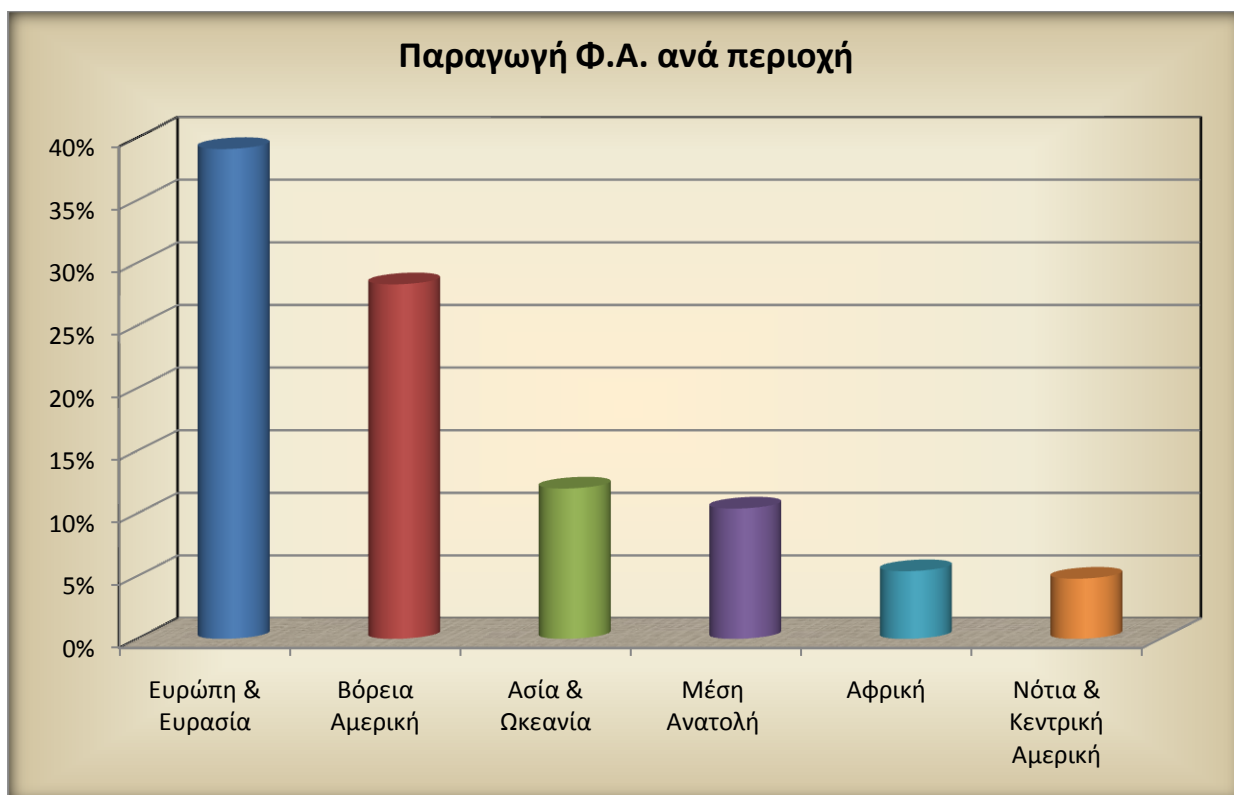
Εικ. 1.3: εξόρυξη φυσικού αερίου

1.4 Παραγωγή-κατανάλωση-αποθέματα-εμπόριο

Η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου (γραφ. 1.1) κατανέμεται γεωγραφικά ως εξής :

- Ευρώπη & Ευρασία 39,1 % ($1051,5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Βόρεια Αμερική 28,3 % ($762,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ασία & Ωκεανία 12 % ($323,2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Μέση Ανατολή 10,4 % ($279,9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Αφρική 5,4 % ($145,1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Νότια & Κεντρική Αμερική 4,8 % ($129,1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)

Γραφ. 1.1: Παραγωγή Φ.Α. ανά περιοχή



Από το 2009 μέχρι ακόμα και σήμερα, οι Η.Π.Α. έχουν γίνει ο μεγαλύτερος παραγωγός φυσικού αερίου στον κόσμο, ξεπερνώντας και τους Ρώσους.

Ειδικότερα, οι 20 χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή φυσικού αερίου για το 2011 (γραφ. 1.2) είναι οι εξής:

- Η.Π.Α. 19,3 % ($611 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ρωσία 19,2 % ($610 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Καναδάς 4,8 % ($152,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ιράν 4,4 % ($138,5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Κατάρ 3,7 % ($116,7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Νορβηγία 3,3 % ($106,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Κίνα 3,2 % ($102,5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ολλανδία 2,68 % ($85,17 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Αλγερία 2,67 % ($85,14 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Σαουδική Αραβία 2,64 % ($83,94 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ινδονησία 2,6 % ($82,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Αίγυπτος 1,97 % ($62,69 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ουζμπεκιστάν 1,93 % ($61,41 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Μεξικό 1,86 % ($59,07 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Μαλαισία 1,76 % ($58,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ηνωμένο Βασίλειο 1,67 % ($56,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα 1,54 % ($48,84 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Αυστραλία 1,42 % ($45,11 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Τρινιδάδ και Τομπάγκο 1,33 % ($42,38 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Αργεντινή 1,26 % ($40,1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)

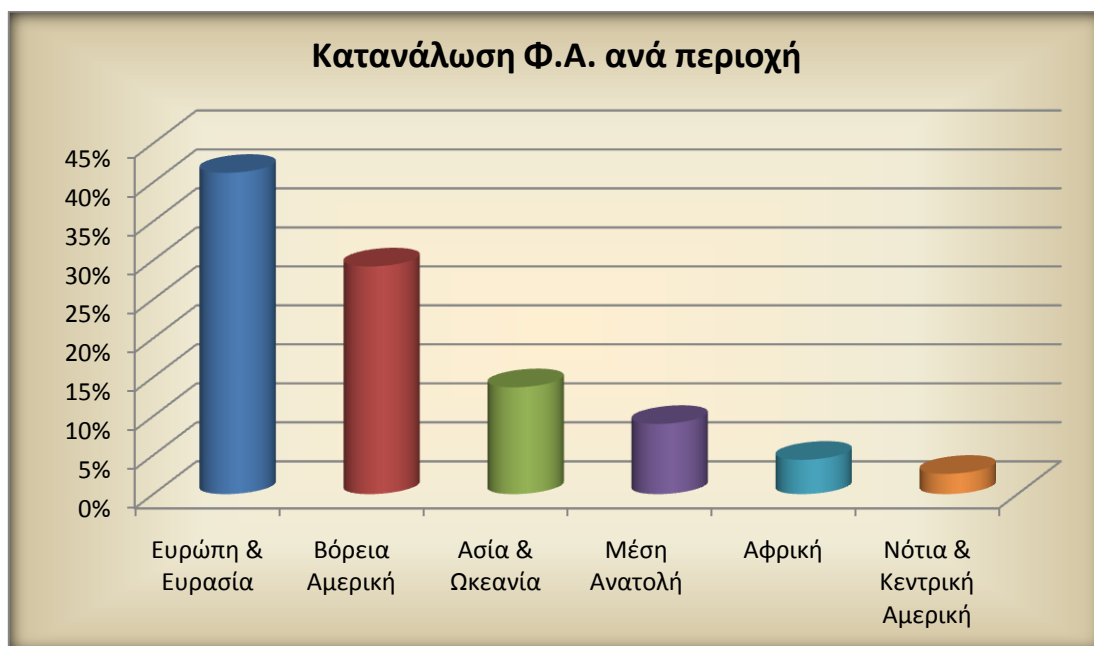
Γραφ. 1.2: Παραγωγή Φ.Α. ανά χώρα



Η παγκόσμια κατανάλωση φυσικού αερίου (γραφ. 1.3) κατανέμεται γεωγραφικά ως εξής :

- Ευρώπη & Ευρασία 41.2 % ($1108.5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Βόρεια Αμερική με 29.2 % ($784.3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ασία & Ωκεανία 13.7 % ($367.7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Μέση Ανατολή 9.0 % ($242.2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Νότια & Κεντρική Αμερική 4.4 % ($117.9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Αφρική 2.6 % ($68.6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$).

Γραφ. 1.3: κατανάλωση Φ.Α. ανά περιοχή

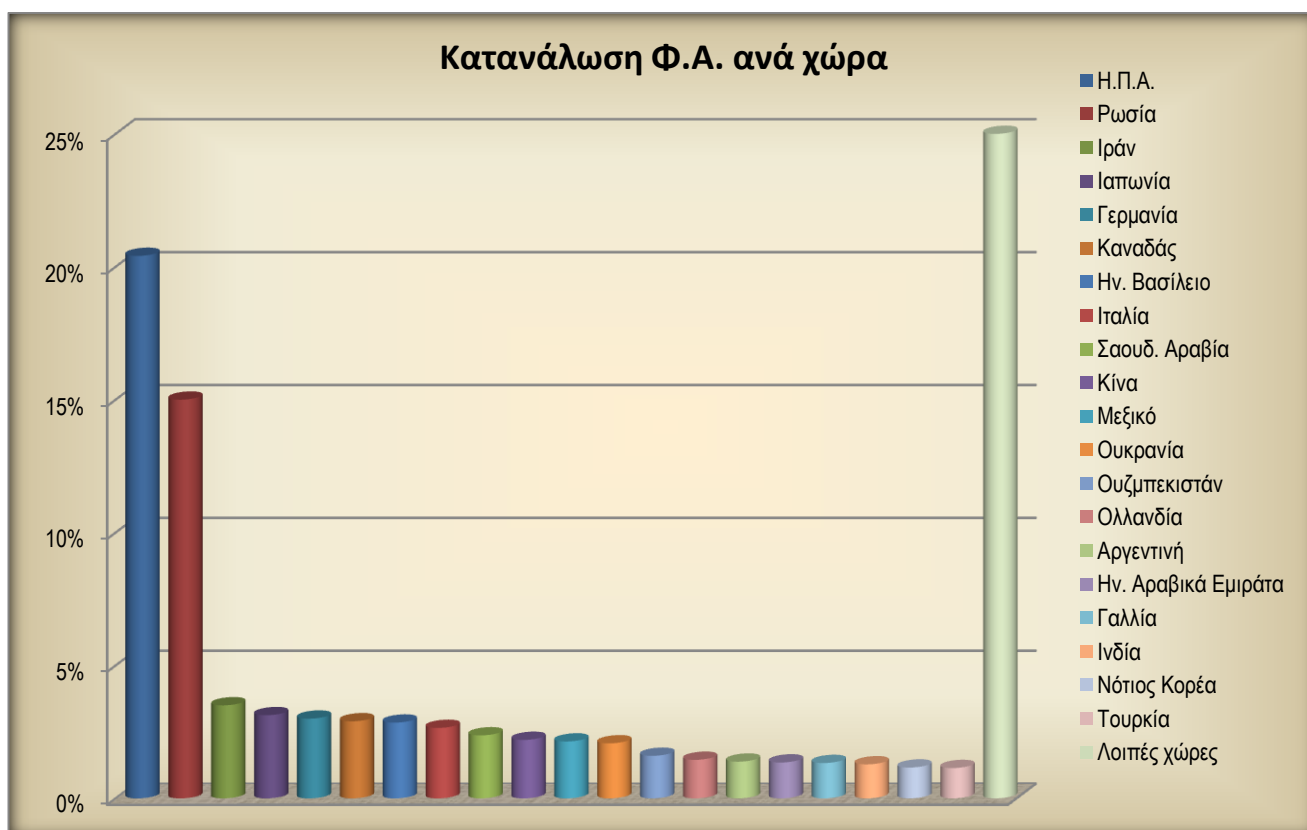


Οι 20 χώρες με τη μεγαλύτερη κατανάλωση φυσικού αερίου (γραφ. 1.4) είναι οι εξής:

- Η.Π.Α. 20,41 % ($652,9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ρωσία 15 % ($481 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ιράν 3,5 % ($111,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ιαπωνία 3,13 % ($100,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Γερμανία 3 % ($97,14 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Καναδάς 2,9 % ($92,9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ηνωμένο Βασίλειο 2,85 % ($91,1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ιταλία 2,65 % ($84,89 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Σαουδική Αραβία 2,37 % ($75,9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Κίνα 2,2 % ($70,51 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Μεξικό 2,14 % ($68,29 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ουκρανία 2,07 % ($66,32 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ουζμπεκιστάν 1,6 % ($51,18 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)

- Ολλανδία 1,45 % ($46,42 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Αργεντινή 1,38 % ($44,1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα 1,35 % ($43,11 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Γαλλία 1,33 % ($42,69 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ινδία 1,28 % ($41,7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Νότιος Κορέα 1,16 % ($37 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Τουρκία 1,14 % ($36,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)

Γραφ. 1.4: κατανάλωση Φ.Α. ανά χώρα

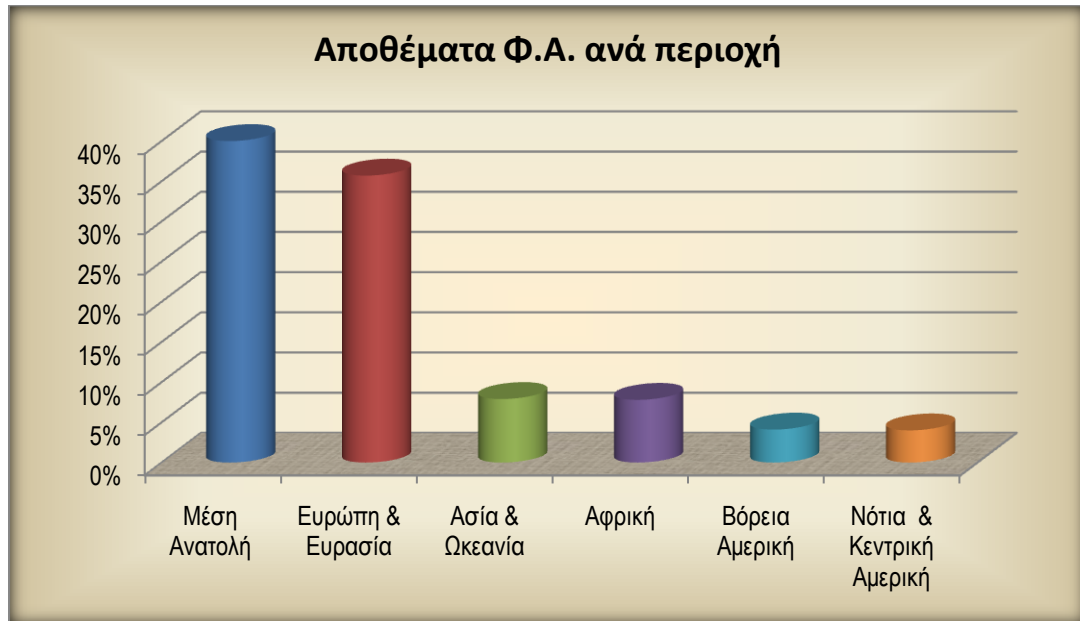


Τα συνολικά επιβεβαιωμένα, μέσω γεωτρήσεων, αποθέματα φυσικού αερίου ανέρχονται σε $300 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$. Αυτά γεωγραφικά κατανέμονται ως εξής (γραφ.1.5):

- Μέση Ανατολή 40.6 %
- Ευρώπη & Ευρασία 35.7 %

- Ασία & Ωκεανία 7.9 %
- Αφρική 7.8 %
- Βόρεια Αμερική με 4.1 %
- Νότια & Κεντρική Αμερική 4.0 %

Γραφ. 1.5: αποθέματα Φ.Α. ανά περιοχή



Σύμφωνα με μελέτες του 2011 οι 20 χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά διαπιστωμένων αποθεμάτων φυσικού αερίου (γραφ. 1.6) είναι οι εξής:

- Ρωσία 18,3 % ($55,00 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Ιράν 11,1 % ($33,5 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Τουρκμενιστάν 8,73 % ($26,2 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Κατάρ 8,5 % ($25,47 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Η.Π.Α. 2,55 % ($7,77 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Σαουδική Αραβία 2,49 % ($7,46 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Αζερμπαϊτζάν 2,02 % ($6,07 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Βενεζουέλα 1,84 % ($5,52 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Νιγηρία 1,75 % ($5,24 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)

- Αλγερία 1,5 % ($4,5 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Ιράκ 1,05 % ($3,17 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Αυστραλία 1,03 % ($3,12 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Ινδονησία 1 % ($3 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Καζακιστάν 0,8 % ($2,4 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Μαλαισία 0,78 % ($2,35 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Νορβηγία 0,77 % ($2,31 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Ουζμπεκιστάν 0,61 % ($2,25 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Κουβέιτ 0,59 % ($1,84 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Καναδάς 0,58 % ($1,79 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)
- Αίγυπτος 0,55 % ($1,75 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$)

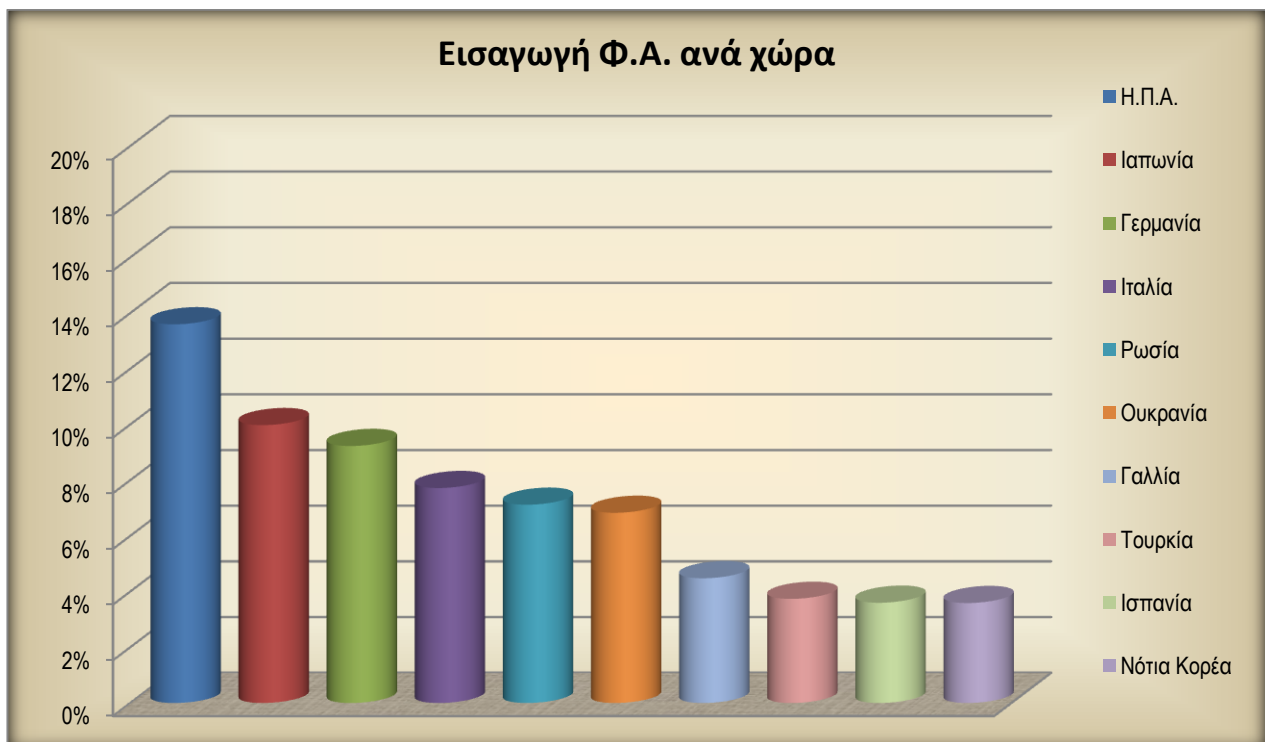
Γραφ. 1.6: αποθέματα Φ.Α. ανά χώρα



Οι Η.Π.Α., παρόλο που είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός φυσικού αερίου στον κόσμο, έχουν τόσο μεγάλες απαιτήσεις σε φυσικό αέριο που είναι και ο μεγαλύτερος εισαγωγέας φυσικού αερίου παγκοσμίως. Πιο αναλυτικά (γραφ. 1.7) για τις εισαγωγές Φ.Α. ισχύει η εξής κατανομή:

- Η.Π.Α. 13,6 % ($130,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ιαπωνία 9,98 % ($95,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Γερμανία 9,23 % ($88,35 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ιταλία 7,72 % ($73,95 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ρωσία 7,12 % ($68,2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ουκρανία 6,83 % ($65,4 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Γαλλία 4,48 % ($42,9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Τουρκία 3,74 % ($35,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ισπανία 3,6 % ($34,47 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Νότια Κορέα 3,59 % ($34,4 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)

Γραφ. 1.7: εισαγωγή Φ.Α. ανά χώρα



Στον τομέα των εξαγωγών φυσικού αερίου την πρώτη θέση την έχει η Ρωσία, όπως φαίνεται και παρακάτω (γραφ. 1.8):

- Ρωσία 18,6 % ($173 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Καναδάς 11,5 % ($107,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Νορβηγία 9,21 % ($85,7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Αλγερία 6,4 % ($59,4 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ολλανδία 5,98 % ($55,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Τουρκμενιστάν 5,31 % ($49,4 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Κατάρ 4,23 % ($39,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Ινδονησία 3,5 % ($32,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Μαλαισία 3,4 % ($31,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- Η.Π.Α. 2,5 % ($23,28 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)

Γραφ. 1.8: εξαγωγή Φ.Α. ανά χώρα



1.5 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου στην Ελλάδα αποφασίστηκε από την πολιτεία στα πλαίσια της προσπάθειας εκσυγχρονισμού και βελτίωσης του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας. Το φυσικό αέριο είναι μια σύγχρονη και αποδοτική πηγή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, που χρησιμοποιείται εύκολα και ακίνδυνα. Η υλοποίηση του μεγάλου αυτού ενεργειακού έργου έχει ανατεθεί στη Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (Δ.Ε.Π.Α.) Α.Ε., ενώ η όλη επένδυση χρηματοδοτείται κατά 75% περίπου από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η εισαγωγή και αξιοποίηση του φυσικού αερίου προϋποθέτουν την ύπαρξη κατάλληλης υποδομής, για την μεταφορά, την αποθήκευση και τη διανομή του.

1.6 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Η συμμετοχή του φυσικού αερίου στην παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς Ενέργειας χρονολογείται από τα τέλη του περασμένου αιώνα. Η θέση του όμως στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά ισχυροποιήθηκε κατά τη διάρκεια της τελευταίας 20ετίας υπό την επίδραση των ενεργειακών κρίσεων του 1973 και του 1979 και της προσπάθειας για μειωμένη εξάρτηση από το πετρέλαιο, καθώς και χάρη στα περιβαλλοντικά του πλεονεκτήματα.

Στην εξέλιξη αυτή συνέβαλαν η μεγάλη επάρκεια αποθεμάτων φυσικού αερίου και τα συγκριτικά του πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα καύσιμα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η κατανάλωση φυσικού αερίου μεταξύ 1970 και 1994 τριπλασιάστηκε. Το 1994 η παγκόσμια κατανάλωση φυσικού αερίου ανήλθε σε $2.027 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ καλύπτοντας το 23% περίπου των παγκόσμιων αναγκών πρωτογενούς ενέργειας.

1.7 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το φυσικό αέριο είναι μία εξαιρετικά σημαντική πηγή ενέργειας σε ότι αφορά τη μείωση της ρύπανσης και τη διατήρηση ενός καθαρού και υγιούς περιβάλλοντος. Πρέπει να τονιστεί ότι το φυσικό αέριο, όπως σχεδόν όλα τα αέρια καύσιμα, είναι λιγότερο επιβλαβές περιβαλλοντικά σε σχέση με το πετρέλαιο ή τον άνθρακα. Τούτο όμως ισχύει αναφορικά με την παραγωγή οξειδίου του θείου και τα στερεά σωματίδια αιθάλης. Δεν ισχύει όμως πάντοτε για τα παραγόμενα κατά την καύση οξείδια του αζώτου. Κατά την διάρκεια της απελευθέρωσης της θερμότητας σχηματίζονται σε μεγάλες ποσότητες σχετικώς αβλαβή αέρια καύσης, όπως είναι οι υδρατμοί H_2O και το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , του οποίου οι αρνητικές επιπτώσεις έχουν μακροσκοπικό χαρακτήρα, επειδή επηρεάζουν όχι άμεσα το περιβάλλον κοντά στην περιοχή όπου αυτό παράγεται, αλλά γενικότερα συντείνουν στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου (βαθμιαία αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας). Παράλληλα όμως σχηματίζονται και τα άμεσα επιβλαβή αέρια καύσης, που είναι δηλητηριώδη ακόμη και σε μικρές ποσότητες.

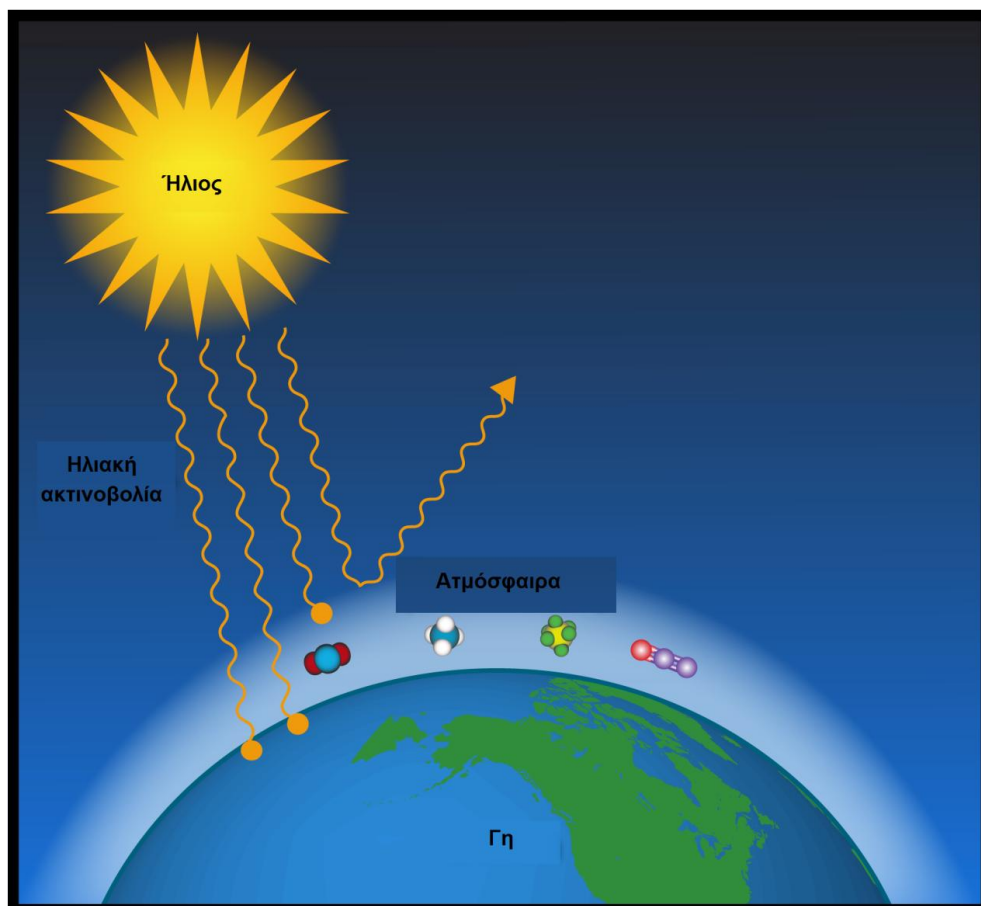
Γενικά οι κυριότεροι αέριοι ρυπαντές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε «πρωτογενείς και δευτερογενείς». Οι πρώτοι εκπέμπονται κατευθείαν στην ατμόσφαιρα, ενώ οι δευτερογενείς σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα σε δεύτερο στάδιο μετά από φωτοχημικές ή χημικές αντιδράσεις διαφόρων προϊόντων καύσης.

1.7.1 Το φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Η γενική πρόκληση θερμότητας ή το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» (εικ. 1.4) αποτελεί ένα περιβαλλοντικό ζήτημα που έχει να κάνει με τη δυνατότητα για γενική αλλαγή του κλίματος εξ' αιτίας των αυξημένων επιπέδων αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Είναι βέβαιο ότι υπάρχουν αέρια στην ατμόσφαιρα που βοηθούν στο να ρυθμιστεί η ποσότητα της ζέστης που είναι κλεισμένη στην επιφάνεια της γης. Επιστήμονες θεωρούν ότι μια αύξηση αυτών των αερίων θερμοκηπίου θα μεταφραστεί σε αυξημένες

θερμοκρασίες γύρω από τη γη, το οποίο θα έχει πολλές καταστροφικές περιβαλλοντικές συνέπειες.

Η σύσταση των αερίων θερμοκηπίου περιλαμβάνουν υδρατμούς, διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, οξείδια του αζώτου και μερικά μηχανικά χημικά όπως το χλωροφόρμιο. Καθώς τα περισσότερα από αυτά τα αέρια υπάρχουν στην ατμόσφαιρα φυσικώς, τα επίπεδα έχουν αυξηθεί εξαιτίας της εκτεταμένης καύσης των πετρελαϊκών καυσίμων με την ανάπτυξη των ανθρώπινων πληθυσμών. Η μείωση της εκπομπής των αερίων θερμοκηπίου έχει γίνει πρωταρχικός στόχος περιβαλλοντικών προγραμμάτων σε χώρες όλου του κόσμου. Ένα από τα κύρια αέρια θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα. Παρόλο που το διοξείδιο του άνθρακα δεν παγιδεύει την ζέστη τόσο αποτελεσματικά όσα άλλα αέρια θερμοκηπίου (καθιστώντας το λιγότερο δραστικό αέριο θερμοκηπίου), η απότομη αύξηση στην εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι πολύ υψηλή, ιδιαίτερως από την καύση των πετρελαϊκών καυσίμων.



Εικ. 1.4: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

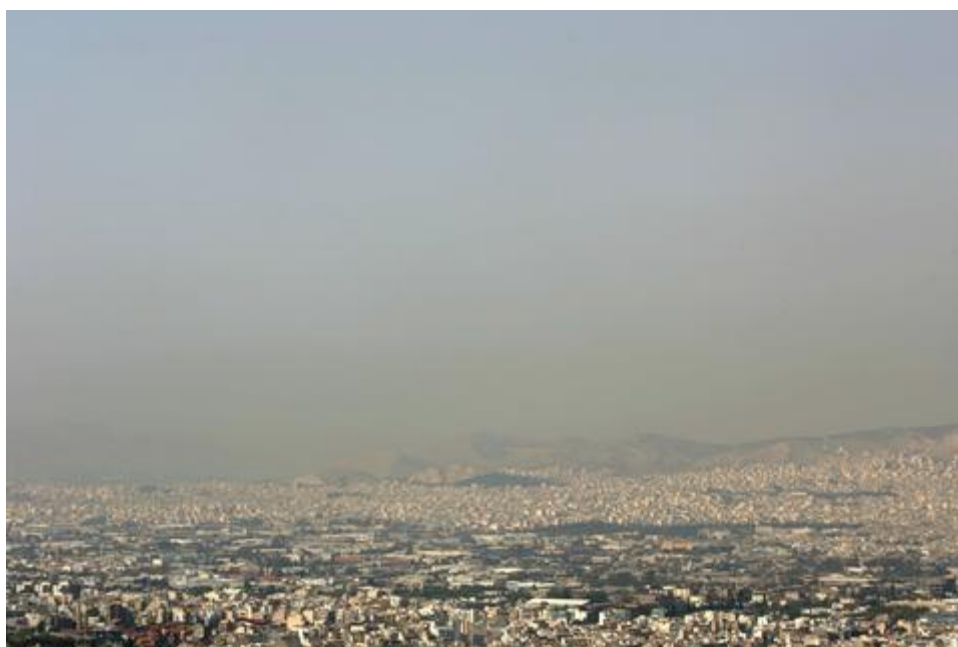
Στην πραγματικότητα, σύμφωνα με το E.I.A. (Energy Information Administration) στην αναφορά του «Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στις Ηνωμένες Πολιτείες 2000», 81,2% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στις Ηνωμένες Πολιτείες το 2000 προήλθε από διοξείδιο του άνθρακα ευθέως αποδιδόμενο στην καύση των πετρελαϊκών καυσίμων. Επειδή το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί μεγάλη μερίδα των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να παίξει μεγάλο ρόλο στη μάχη του φαινομένου του θερμοκηπίου και της γενικής πρόκλησης θερμότητας. Η καύση του φυσικού αερίου εκπέμπει σχεδόν 30% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από ότι το πετρέλαιο, καθώς και λίγο κάτω από 45% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από ότι το κάρβουνο.

Ένα ζήτημα που εμφανίζεται και αφορά το φυσικό αέριο και το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το γεγονός ότι το μεθάνιο, το βασικό συστατικό του φυσικού αερίου, είναι από μόνο του ένα πολύ δραστικό αέριο θερμοκηπίου. Στην πραγματικότητα, το μεθάνιο έχει την ικανότητα να παγιδεύει τη ζέση σχεδόν 21 φορές περισσότερο αποτελεσματικά από το διοξείδιο του άνθρακα. Σύμφωνα με την E.I.A., παρόλο που οι εκπομπές μεθανίου υπολογίζονται μόνο στο 1,1% των συνολικών εκπομπών αερίων, αποτελούν το 8,5% των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων βάση του δυναμικού παγκόσμιας θέρμανσης. Πηγές εκπομπών μεθανίου αποτελούν απόβλητα βιομηχανιών, γεωργικής βιομηχανίας καθώς επίσης και διαρροές και εκπομπές από την βιομηχανία πετρελαίου και αερίων. Μια πολύ μεγάλη έρευνα που διεξήχθη από το E.P.A. (Environmental Protection Agency) και το G.R.I. (Gas Research Institute) το 1997 επιζητούσε να ερευνηθεί κατά πόσο η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την αυξημένη χρήση φυσικού αερίου μπορεί να αντισταθμιστεί με ένα πιθανό αυξημένο επίπεδο εκπομπών μεθανίου. Η έρευνα έβγαλε το συμπέρασμα ότι η μείωση των εκπομπών από την αυξημένη χρήση του φυσικού αερίου υπερτερεί των επιβλαβών συνεπειών από τις αυξημένες εκπομπές μεθανίου.

Συμπερασματικά, η αυξημένη χρήση φυσικού αερίου αντί για κάποιο άλλο από τα πετρελαϊκά καύσιμα μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

1.7.2 Νέφος, ποιότητα του αέρα.

Το νέφος και η φτωχή ποιότητα του αέρα αποτελούν ένα πιεστικό περιβαλλοντικό πρόβλημα, ιδιαίτερα για τις μεγάλες πόλεις (εικ. 1.5). Το νέφος, βασικό συστατικό του οποίου είναι το όζον, σχηματίζεται από μια χημική αντίδραση μεταξύ μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου, ασταθών οργανικών συστατικών και θερμότητας από την ηλιοφάνεια. Όπως δημιουργείται αυτή η νεφώδης θολούρα που συνήθως υπάρχει γύρω από τις μεγάλες πόλεις, ιδιαίτερα κατά την καλοκαιρινή περίοδο, το νέφος και το όζον μπορούν να επιδεινώσουν αναπνευστικά προβλήματα και να προκαλέσουν από προσωρινή, μέχρι μακροχρόνια μόνιμη φθορά των πνευμόνων. Τα ρυπογόνα προϊόντα που συνεισφέρουν στο νέφος μπορεί να προέρχονται από ποικίλες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών καυσίμων από τα οχήματα, τις καπνοδόχους, τα χρώματα και τους διαλύτες.



Εικ. 1.5 : νέφος που έχει δημιουργηθεί από καυσαέρια

Επειδή η αντίδραση για να δημιουργηθεί το νέφος απαιτεί θερμότητα, τα προβλήματα είναι χειρότερα κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Η χρήση φυσικού αερίου δεν συνεισφέρει σημαντικά στο σχηματισμό νέφους καθώς αυτό εκπέμπει χαμηλά επίπεδα οξειδίων του αζώτου και ουσιαστικά καθόλου σωματίδια. Για αυτό τον λόγο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στη μάχη κατά του σχηματισμό νέφους σε αυτές τις περιοχές που η ποιότητα του αέρα είναι φτωχή. Η κύρια πηγή οξειδίων του αζώτου είναι οι ηλεκτρικές εφαρμογές, οι κινητήρες εσωτερικής καύσης και η βιομηχανία. Η αυξημένη χρήση φυσικού αερίου στον τομέα ηλεκτρικής παραγωγής, η αλλαγή σε καθαρότερα, φυσικού αερίου οχήματα ή η αυξημένη χρήση φυσικού αερίου από εργοστάσια θα μπορούσαν να βοηθήσουν στο να πολεμήσουμε ενάντια στη παραγωγή νέφους, ειδικά στα αστικά κέντρα που είναι περισσότερο αναγκαίο. Ιδιαίτερως κατά την καλοκαιρινή περίοδο, που η ζήτηση φυσικού αερίου είναι χαμηλότερη και τα προβλήματα νέφους είναι μεγαλύτερα, οι εργοστασιακές μονάδες και οι ηλεκτρικές γεννήτριες θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν φυσικό αέριο για τις δραστηριότητες τους αντί για άλλα, πιο ρυπογόνα πετρελαϊκά καύσιμα. Αυτό θα μείωνε αποτελεσματικά τις εκπομπές χημικών που προκαλούν νέφος και δημιουργούν καθαρότερο και πιο υγιεινό αέρα γύρω από τις αστικές περιοχές.

Ξεχωριστές εκπομπές επίσης προκαλούν τραγική μείωση στην ποιότητα του αέρα. Αυτά τα ξεχωριστά σωματίδια μπορεί να περιλαμβάνουν κάπνα, στάχτη, μέταλλα και άλλα σωματίδια. Μια έρευνα από την Union of Concerned Scientists το 1998 με τίτλο «Αυτοκίνητα, Φορτηγά και Ρύπανση του Αέρα», έδειξε ότι ο κίνδυνος πρόωρου θανάτου για τους κατοίκους των περιοχών με υψηλή συγκέντρωση σωματιδίων ήταν 26% μεγαλύτερος από τις περιοχές με χαμηλότερα επίπεδα σωματιδίων. Το φυσικό αέριο στην πραγματικότητα δεν εκπέμπει καθόλου σωματίδια στην ατμόσφαιρα: είναι γεγονός ότι οι εκπομπές σωματιδίων από την καύση του φυσικού αερίου είναι 90% χαμηλότερες από ότι στην καύση του πετρελαίου και 99% χαμηλότερη από την καύση άνθρακα. Λόγω αυτού, η αυξημένη χρήση φυσικού αερίου αντί για άλλους πιο ρυπογόνους υδρογονάνθρακες μπορεί να βοηθήσει δραστικά στη μείωση της εκπομπής σωματιδίων.

1.7.3 Εκπομπές από βιομηχανία και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ρυπογόνες εκπομπές από τον εργοστασιακό τομέα και τις ανάγκες ηλεκτρισμού συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η χρήση φυσικού αερίου για την τροφοδοσία των βιομηχανικών διαδικασιών και της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την εκπομπή εκπομπών σε αυτούς τους δυο τομείς. Το φυσικό αέριο εξελίσσεται σε ένα αυξανόμενο σημαντικό καύσιμο στην παραγωγή ενέργειας. Πέρα από την παροχή ενός αποτελεσματικού και ανταγωνιστικού όσο αφορά στην τιμή καύσιμου για την παραγωγή ηλεκτρισμού, η αυξημένη χρήση φυσικού αερίου επιτρέπει τη βελτίωση στην κατανομή των εκπομπών της βιομηχανίας παραγωγής ηλεκτρισμού. Σύμφωνα με το National Environment Trust (NET) των ΗΠΑ, το 2002 οι μονάδες παραγωγής ενέργειας στην Αμερική ευθύνονται για το 67% εκπομπών διοξειδίου του θείου, 40% εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, 25% εκπομπές οξειδίων του αζώτου και 34% εκπομπές υδραργύρου. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από καύση άνθρακα είναι οι μεγαλύτεροι συντελεστές σε αυτούς τους τύπους ρυπογόνων εκπομπών.

Στην πραγματικότητα, μόνο το 3% των εκπομπών διοξειδίου του θείου, 5% διοξειδίου του άνθρακα, 2% οξειδίων του αζώτου και 1% των εκπομπών υδραργύρου προέρχονται από άλλες μονάδες παραγωγής ενέργειας εκτός καύσης άνθρακα. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από καύση φυσικού αερίου και οι βιομηχανικές εφαρμογές με φυσικό αέριο προσφέρουν μια ποικιλία περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων καθώς και φιλικές προς το περιβάλλον χρήσεις, όπως:

- **Λιγότερες εκπομπές:** η καύση του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στους βιομηχανικούς λέβητες και άλλες εφαρμογές, εκπέμπει χαμηλότερα επίπεδα οξειδίων του αζώτου, διοξειδίου του άνθρακα και σωματιδίων, όπως και ουσιαστικά καθόλου διοξείδιο του θείου και εκπομπές υδραργύρου. Το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση ή

μαζί με κάποιο άλλο ορυκτό καύσιμο, όπως ο γαιάνθρακας, το πετρέλαιο ή ο πετρελαϊκός άνθρακας που εκπέμπουν σε σημαντικά υψηλότερο βαθμό όλα αυτά τα ρυπογόνα προϊόντα.

- **Μείωση εναποθέσεων:** οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από καύση άνθρακα και οι βιομηχανικοί λέβητες που χρησιμοποιούν συσκευές καθαρισμού αερίων για να μειώσουν τα επίπεδα εκπομπών διοξειδίου του θείου παράγουν εκατοντάδες τόνους επιβλαβών εναποθέσεων. Η καύση φυσικού αερίου εκπέμπει εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα διοξειδίου του θείου εξαλείφοντας την ανάγκη χρήσης συσκευής καθαρισμού αερίων και μειώνοντας το ποσοστό εναποθέσεων που συνδέεται με τις μονάδες παραγωγής ενέργειας και τις βιομηχανικές διαδικασίες.
- **Επανάκαυση:** Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει έγχυση φυσικού αερίου μέσα σε λέβητες πετρελαίου ή άνθρακα. Η προσθήκη φυσικού αερίου μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα μείωση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου από 50% έως 70% και μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου από 20% έως 25%.
- **Συμπαγωγή:** Η ταυτόχρονη παραγωγή και χρήση της θερμότητας και του ηλεκτρισμού μπορεί να αυξήσει την απόδοση ενέργειας από τα συστήματα παραγωγής ηλεκτρισμού και βιομηχανικών λεβήτων, το οποίο μεταφράζεται σε απαίτηση λιγότερου καύσιμου για την καύση και σε εκπομπή λιγότερων ρυπογόνων προϊόντων. Το φυσικό αέριο είναι η προτεινόμενη επιλογή για νέες εφαρμογές συμπαγωγής.
- **Παραγωγή Συνδυασμένου Κύκλου:** Η παραγωγή συνδυασμένου κύκλου συγκροτεί την παραγωγή ηλεκτρισμού και κερδίζει την χαμένη ενέργεια από τη θερμότητα χρησιμοποιώντας την για να παράγει περισσότερο ηλεκτρισμό. Όπως τις εφαρμογές συμπαγωγής, αυτό αυξάνει την απόδοση της ενέργειας, χρησιμοποιεί λιγότερο καύσιμο, και συνεπώς παράγει λιγότερες εκπομπές. Οι μονάδες παραγωγής συνδυασμένου κύκλου με καύση φυσικού αερίου μπορούν να ανεβάσουν την απόδοση ενέργειας στο 60% δεδομένου ότι η παραγωγή πετρελαίου και άνθρακα είναι τυπικά 30%-35% αποδοτικές.

- **Κυψέλη καύσιμου:** Οι τεχνολογίες κυψελών καύσιμου φυσικού αερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι σε στάδια ανάπτυξης. Οι κυψέλες καυσίμου είναι πολύπλοκες συσκευές που χρησιμοποιούν υδρογόνο για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, με τρόπο παρόμοιο με αυτό της μπαταρίας. Δεν υπάρχουν καθόλου εκπομπές ρύπων στην παραγωγή ηλεκτρισμού από κυψέλες καυσίμων, ενώ το φυσικό αέριο, όντας πλούσια πηγή υδρογόνου, ενδείκνυται για αυτή τη χρήση. Παρόλο που βρίσκεται ακόμα σε στάδιο ανάπτυξης, η εκτεταμένη χρήση κυψελών καυσίμου μπορεί στο μέλλον να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές που συνδέονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην ουσία, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και οι βιομηχανικές εφαρμογές που απαιτούν ενέργεια, ιδιαίτερα για την θέρμανση, χρησιμοποιούν την καύση ορυκτών καυσίμων. Εξαιτίας της καθαρής και φυσικής του καύσης, η χρήση του φυσικού αερίου όπου είναι δυνατή, είτε με συνένωση με άλλα πετρελαϊκά καύσιμα είτε στη θέση αυτών, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών επιβλαβών ρυπογόνων προϊόντων.

1.7.4 Ρύπανση από τον τομέα μεταφορών - οχήματα φυσικού αερίου

Ο τομέας των μεταφορών (ιδιαίτερα τα αυτοκίνητα, τα φορτηγά και τα λεωφορεία) αποτελεί ένα από τους μεγαλύτερους συντελεστές ρύπανσης του αέρα. Οι εκπομπές από τα οχήματα συνεισφέρουν στο νέφος, στην χαμηλή ορατότητα και σε ποικίλες εκπομπές από αέρια του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των Η.Π.Α., το μισό της ρύπανσης του αέρα και περισσότερο από 80% της ρύπανσης του αέρα στις πόλεις παράγεται από τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά. Το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον μεταφορικό τομέα για να βοηθήσει στη μείωση των επιπέδων ρύπανσης από βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα, φορτηγά και λεωφορεία. Στην πραγματικότητα, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά οχήματα, τα οχήματα που κινούνται με συμπιεσμένο φυσικό αέριο παρουσιάζουν μειώσεις στις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα από 90% έως 97% και μειώσεις στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 25%. Οι εκπομπές οξειδίων του

αζώτου μπορούν να μειωθούν από 35% έως 60% και άλλες εκπομπές υδρογονανθράκων χωρίς μεθάνιο μπορούν να μειωθούν από 50% έως 75%. Επιπροσθέτως, εξαιτίας της σχετικά απλής σύνθεσης του φυσικού αερίου σε σύγκριση με τα καύσιμα των παραδοσιακών οχημάτων, τα οχήματα που καίνε φυσικό αέριο έχουν λιγότερες τοξικές και καρκινογόνες εκπομπές και σχεδόν καθόλου εκπομπές σωματιδίων. Για το λόγο αυτό το περιβαλλοντικά φιλικό φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον τομέα των μεταφορών και να μειώσει την ρύπανση του αέρα. Το φυσικό αέριο είναι το καθαρότερο από τα πετρελαϊκά καύσιμα και γι' αυτό το λόγο οι πολλές εφαρμογές του μπορούν να συνεισφέρουν στην μείωση των επιβλαβών επιπέδων ρύπανσης σε όλους τους τομείς, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται μαζί ή αντί άλλων πετρελαϊκών καυσίμων. Η βιομηχανία φυσικού αερίου είναι από μόνη της δεσμευμένη να εξασφαλίσει ότι η διαδικασία παραγωγής φυσικού αερίου θα γίνεται όσο το δυνατόν περιβαλλοντικά φιλική.

1.7.5 Περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα από την πρόοδο της τεχνολογίας.

Η εξερεύνηση και η παραγωγή του φυσικού αερίου μπορεί να έχουν ένα σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον, ωστόσο με τις καινοτόμες τεχνολογίες έχουν μειωθεί οι συνέπειες αυτές. Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας είναι τριπλά:

Επιτρέπουν την αποτελεσματικότερη ανάκτηση του φυσικού αερίου: Πιο αποτελεσματικές τεχνικές για τον εντοπισμό και την άντληση έχουν οδηγήσει στην ανάγκη για λιγότερες πηγές, παράγοντας το ίδιο ποσοστό φυσικού αερίου. Δεδομένου ότι η διαδικασία της γεώτρησης έχει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, λιγότερες πηγές σημαίνει λιγότερη περιβαλλοντική υποβάθμιση.

Παρέχουν καθαρότερες διαδικασίες: Καινοτομίες, ενεργειακά αποτελεσματικές μέθοδοι γεώτρησης και παραγωγής μειώνουν τις εκπομπές των ρυπογόνων προϊόντων στον αέρα, συμπεριλαμβανομένων των αερίων θερμοκηπίου, μειώνουν τις διαρροές και τις υπερχειλίσεις, προστατεύουν τον υδροφόρο ορίζοντα από μόλυνση, καθώς και μειώνουν τους κινδύνους των ανατινάξεων.

Επιτρέπουν μικρότερες εγκαταστάσεις γεώτρησης: Καινούργιες τεχνολογίες γεώτρησης επιτρέπουν την χρήση μικρότερου αντίστοιχου εξοπλισμού και μειώνουν τις επιπτώσεις στο έδαφος γύρω στο χώρο γεώτρησης φυσικού αερίου. Η κάθετη και οριζόντια γεώτρηση έχουν λιγότερες επιπτώσεις στην επιφάνεια του εδάφους, καθώς μεγαλύτερος αριθμός πηγών μπορεί να γεωτρηθεί από μια περιοχή, και η εγκατάσταση του εξοπλισμού της γεώτρησης είναι πιο ευέλικτη. Πολλές νέες τεχνολογίες επιτρέπουν στην βιομηχανία φυσικού αερίου να αντλεί περισσότερο φυσικό αέριο ανά γεώτρηση, αλλά και ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις προς το περιβάλλον από τις γεωτρήσεις. Νέες τεχνολογίες επιτρέπουν λιγότερες εκπομπές και λιγότερο κίνδυνο για διαρροές και υπερχειλίσεις, που και αυτά μπορεί να είναι εχθρικά για το περιβάλλον.

2.ΜΕΤΑΦΟΡΑ & ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

2.1 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Με τον όρο μεταφορά ή τηλεμεταφορά φυσικού αερίου εννοείται αφενός η διηπειρωτική και διεθνής μεταφορά του, αφετέρου η παράλληλη με την μεταφορά διανομή του φυσικού αερίου σε μεγάλους βιομηχανικούς καταναλωτές.

Το κυριότερο στοιχείο στα δίκτυα μεταφοράς του φυσικού αερίου αποτελεί το σύστημα συμπιεστών. Οι συμπιεστές είναι συνήθως τύπου τουρμπίνας με κινητήρια μηχανή αεριοστρόβιλο, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις (συμπύση μικρών ποσοτήτων) χρησιμοποιούνται συμπιεστές εμβόλου με κινητήριες μηχανές αεριομηχανές εσωτερικής καύσης που λειτουργούν με κύκλο Otto ή Diesel.

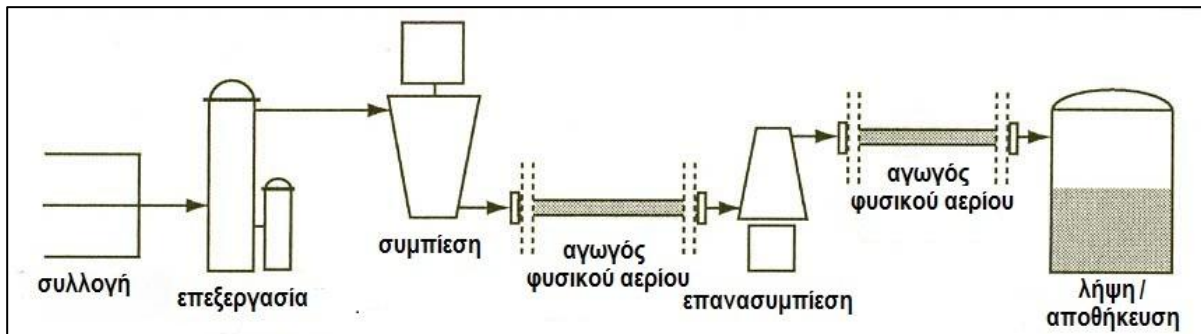
Ισχύει ο γενικότερος κανόνας σύμφωνα με τον οποίο οι κινητήριες μηχανές χρησιμοποιούν ως καύσιμο το ίδιο το φυσικό αέριο. Αυτό γίνεται ώστε το σύστημα μεταφοράς να είναι πιο οικονομικό και ασφαλέστερο.

Η κατανάλωση αερίου για την λειτουργία του συστήματος αποτελεί βασικό κριτήριο για την κατασκευή του. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την διηπειρωτική μεταφορά (της τάξης των 500 χλμ) απαιτείται το 1% της μεταφερόμενης ποσότητας.

2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.

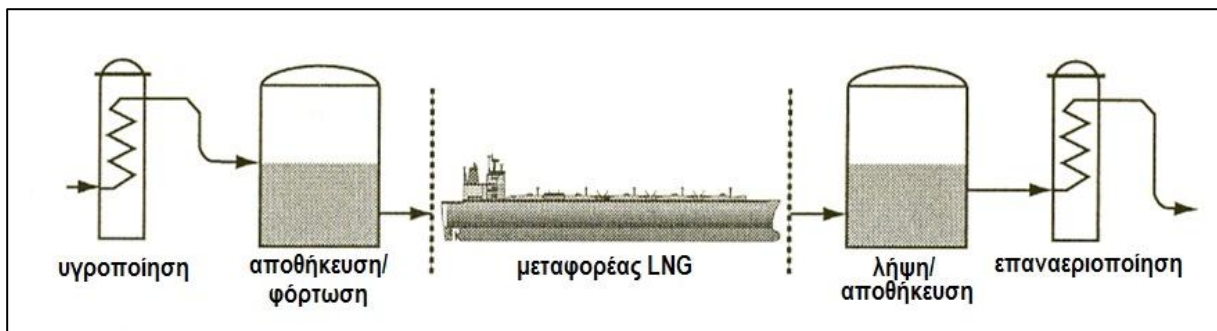
Το φυσικό αέριο, αφού συλλεχθεί και υποστεί τον απαραίτητο καθαρισμό, μεταφέρεται στο χώρο χρησιμοποίησης του. Οι εξελιγμένες τεχνολογίες επιτρέπουν σήμερα τη μεταφορά του φυσικού αερίου σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Η μεταφορά του επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

- i. Ο πρώτος αφορά τη μεταφορά του υπό υψηλή πίεση μέσω υπόγειου ή υποθαλάσσιου δικτύου αγωγών, όπου ανά 200-350 χλμ απαιτείται συμπίεση του αερίου, η οποία γίνεται σε ειδικούς σταθμούς (εικ. 2.1).



Εικ. 2.1: Διαδικασία μεταφοράς Φ.Α. μέσω αγωγών

- ii. Ο δεύτερος αφορά τις περιοχές που δεν προσφέρονται για μεταφορά με αγωγούς, όπου το φυσικό αέριο υγροποιείται και μεταφέρεται με ειδικά δεξαμενόπλοια. Η υγροποίησή του γίνεται στους $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ και παρουσιάζει μείωση του όγκου του 600:1 (εικ. 2.2).



Εικ. 2.2: Διαδικασία μεταφοράς Υ.Φ.Α. μέσω ειδικών πλοίων

Τα συστήματα μεταφοράς του φυσικού αερίου που επιλέγονται σε κάθε περίπτωση ανάλογα με τα πολιτικά, γεωγραφικά και τεχνικά δεδομένα, είναι τα εξής:

- Επίγεια δίκτυα μεταφοράς.
- Υποθαλάσσια δίκτυα μεταφοράς.
- Υγροποίηση και θαλάσσια μεταφορά.

2.2.1 Επίγεια δίκτυα μεταφοράς

Το μεγαλύτερο ποσοστό των διακινούμενων ποσοτήτων αερίου διεθνώς μεταφέρεται μέσω χαλύβδινων πιεστικών δικτύων (εικ. 2.3). Η αύξηση της ικανότητας μεταφοράς επιτυγχάνεται με την αύξηση της πίεσης στους αγωγούς. Οι σύγχρονες γραμμές μεταφοράς λειτουργούν σε πιέσεις 67,5 ή 80 bar, με προοπτική στο μέλλον να λειτουργούν στα 120 bar. Τα παρουσιαζόμενα όμως τεχνικά όρια στην διάμετρο των αγωγών μεταφοράς εμφανίζονται και στην πίεση μεταφοράς, με αποτέλεσμα τον περιορισμό της πίεσης λειτουργίας και την χρησιμοποίηση ενδιάμεσων σταθμών συμπίεσης. Το μοντέλο ενός δικτύου μεταφοράς μοιάζει με μια αλυσίδα που αποτελείται από κομμάτια αγωγού μεγάλης διαμέτρου και ενδιάμεσους σταθμούς συμπίεσης.



Εικ. 2.3: μεταφορά φυσικού αερίου μέσω επίγειων αγωγών

Μετά από υπολογισμούς βελτιστοποίησης διαπιστώθηκε ότι για διηπειρωτικά δίκτυα μεταφοράς (500 χλμ και άνω) απαιτείται ένας σταθμός συμπίεσης κάθε 100 με 400 χλμ, που οδηγεί στο βέλτιστο (από οικονομικής

πλευράς) αριθμό σταθμών συμπίεσης μεταξύ 30 και 40. Γενικά, η βελτιστοποίηση μεγάλων συστημάτων μεταφοράς είναι απαραίτητη λόγω των πολλών παραμέτρων που επηρεάζουν την λειτουργία τους.

Ένα παράδειγμα που δείχνει την εξάρτηση της τηλεμεταφοράς από τον παράγοντα της θερμοκρασίας περιβάλλοντος είναι το ακόλουθο: τους θερινούς μήνες λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας θερμαίνεται το έδαφος, με αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του φυσικού αερίου που μεταφέρεται από τους αγωγούς. Η αύξηση αυτή συνεπάγεται την αύξηση των απωλειών πίεσης λόγω τριβών κατά την ροή. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η μείωση της ικανότητας μεταφοράς του συστήματος.

Η αύξηση της εξωτερικής θερμοκρασίας έχει επίπτωση και στην απόδοση των αεριοστρόβιλων που κινούν τους συμπιεστές. Αυτό συμβαίνει επειδή αυξάνεται η θερμοκρασία του αναρροφούμενου αέρα με αποτέλεσμα οι αεριοστρόβιλοι, αλλά και γενικότερα οι κινητήριες μηχανές του συστήματος, να λειτουργούν με μικρότερο βαθμό απόδοσης.

Οι αγωγοί τηλεμεταφοράς τοποθετούνται συνήθως μέσα στο έδαφος σε βάθος 2-2,5 m. Οι σωλήνες έχουν καθοδική προστασία με συνεχές ρεύμα και προστασία έναντι της σκουριάς.

2.2.2 Υποθαλάσσια μεταφορά

Μια ιδιαίτερη μέθοδος τηλεμεταφοράς φυσικού αερίου πραγματοποιείται μέσω υποθαλάσσιων αγωγών (εικ 2.4). Η υποθαλάσσια μεταφορά εφαρμόζεται σε δύο περιπτώσεις:

- για την σύνδεση πηγών που βρίσκονται σε θαλάσσιο χώρο, με την ξηρά,
- και για την μεταφορά αερίου από μια πηγή που βρίσκεται στην ξηρά σε καταναλωτές στην απέναντι όχθη,

Αυτήν την στιγμή υπάρχουν υποθαλάσσιοι αγωγοί με μήκος 450 χλμ (Βόρεια Θάλασσα), ενώ στο στάδιο της μελέτης βρίσκονται αγωγοί με μήκος 1000 χλμ. Το μεγαλύτερο βάθος συναντά ο αγωγός Τυνησίας-Σικελίας και φθάνει τα 600 m.

Οι σταθμοί συμπίεσης που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των απωλειών πίεσης, κατασκευάζονται σε θαλάσσιες εξέδρες και η πίεση λειτουργίας τους φθάνει τιμές μέχρι και 150 bar.



Εικ. 2.4: κατασκευή υποθαλάσσιου αγωγού

Για τους παραπάνω λόγους ξεκίνησαν προσπάθειες με στόχο τη μεταφορά με πλοίο υγροποιημένου φυσικού αερίου, που είχαν ως αποτέλεσμα το 1959 να γίνει το πρώτο πειραματικό ταξίδι. Από το 1964 ξεκινά η συστηματική μεταφορά ποσότητας 25.000 m³ μεταξύ Arzew (Αλγερία) και Convey (Αγγλία), ενώ ταχύτατα δημιουργούνται και άλλοι θαλάσσιοι δρόμοι μεταφοράς LNG. Η χωρητικότητα των πλοίων μεταφοράς εξελίχθηκε σταδιακά, και έτσι από τα 25.000 m³ ανέβηκε στα 71.000 m³ για να φτάσει στα 125.000 m³ των σημερινών πλοίων. Με την εξέλιξη των πλοίων περιορίστηκε το κόστος με αποτέλεσμα να μειωθεί και ο χρόνος εκφόρτωσης ακόμα και στο ένα 24ωρο.

Μια πρωτοποριακή για την ναυπηγική λύση έχει προταθεί κατά καιρούς και αφορά τη κατασκευή πλοίου μεταφοράς LNG από σκυρόδεμα. Τα πλεονεκτήματα του σκυροδέματος είναι οι καλές κρυογονικές του ιδιότητες και το φθηνό του κόστος.

2.3 ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Το Φυσικό Αέριο εισάγεται στη Ελλάδα μέχρι στιγμής από:

- τη **Ρωσία** (Gazexport, θυγατρική της Gazprom), μέσω αγωγών μεταφοράς αερίου με σημείο παραλαβής τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα (Προμαχώνας) και σε ποσότητα $2,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ετησίως μέχρι το 2016, ενώ η εισαγωγή του άρχισε τον Σεπτέμβριο του 1996.
- την **Αλγερία** (Sonatrach), σε υγροποιημένη μορφή (LNG), με ειδικό δεξαμενόπλοιο στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης της νήσου Ρεβυθούσας, στον κόλπο των Μεγάρων. Η ετήσια ποσότητα κυμαίνεται από 0,51 έως $0,68 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ μέχρι το 2020, ενώ η εισαγωγή του άρχισε τον Φεβρουάριο του 2000.
- το **Αζερμπαϊτζάν** (SOCAR). Πρόκειται για μια νέα συμφωνία Ελλάδας Αζερμπαϊτζάν (Απρίλιος 2011) με τις ποσότητες που θα εισέρχονται στον ελληνικό χώρο να μην έχουν καθοριστεί πλήρως. (Οι Αζέροι ωστόσο δήλωσαν ότι σκοπεύουν να πουλήσουν στην Ελλάδα $0,7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ φυσικού αερίου)

Συγχρόνως, σημαντική συμφωνία στον τομέα της ενέργειας, που αφορά στην κατασκευή νέου αγωγού φυσικού αερίου διπλής κατεύθυνσης, υπεγράφη μεταξύ Ελλάδας και Βουλγαρίας, στο πλαίσιο της διεθνούς διάσκεψης για την ενεργειακή ασφάλεια και τη συνεργασία. Αφορά τον αγωγό φυσικού αερίου Κομοτηνή – Stara Zagora (Βουλγαρία), IGB, που καθιστά τη χώρα μας κλειδί στην πόρτα της ενεργειακής ασφάλειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο νέος αγωγός 170 χλμ (τα 25 χλμ επί ελληνικού εδάφους), διπλής ροής, έρχεται να ενισχύσει την περιφερειακή διάσταση του ITGI (Ιταλό-Ελληνικό-Τουρκικός αγωγός) και να εξασφαλίσει μια επιπλέον δίοδο εφοδιασμού φυσικού αερίου προς την Ευρώπη. Ακόμη με την κατασκευή του η Βουλγαρία θα έχει τη δυνατότητα να προμηθεύεται αέριο μέσω του Ελληνικού δικτύου, προέλευσης Αζερμπαϊτζάν. Παράλληλα η Ελλάδα θα μπορεί να προμηθεύει τη γειτονική χώρα με υγροποιημένο αέριο, μέσω του

σχεδιαζόμενου νέου σταθμού στην Καβάλα (σταθμό LNG), κατά τα πρότυπα της Ρεβουθούσας. Από την άλλη μεριά υπάρχει και ένα ενδιαφέρον επέκτασης του Ελληνοβουλγαρικού αγωγού προς τη Ρουμανία, η οποία θα τροφοδοτείται με αέριο που θα «τρέχει» μελλοντικά στον ITGI, τον Ιταλό-Ελληνικό-Τουρκικό αγωγό και ο οποίος καταρχήν θα πληρείται με αέριο Ιρανικής προέλευσης, ύστερα από Μνημόνιο Συνεννόησης που υπέγραψε το Ιράν με την Ελλάδα το 2002, για την προέκταση του αγωγού μεταφοράς φυσικού αερίου Τουρκίας – Ιράν προς τη βόρειο Ελλάδα και συνέχισής του υποθαλάσσια προς την Ιταλία. Πιο συγκεκριμένα, μέσω του αγωγού Τουρκίας – Ελλάδος – Ιταλίας φυσικό αέριο θα ρέει από την Τουρκία έως την Κομοτηνή και από τις ακτές της Θεσπρωτίας μέσω του υποθαλάσσιου τμήματος στο Οτράντο της Ιταλίας. Με την ολοκλήρωση του έργου το 2015 αναμένεται η Ελλάδα να εισάγει μέχρι 3 δις m^3 στην εγχώρια αγορά. Παράλληλα, ενεργειακή συμφωνία μεταξύ Ελλάδας και Ρωσίας για την κατασκευή αγωγού φυσικού αερίου (South Stream) υπογράφηκε τον Απρίλιο του 2009. Με τον αγωγό South Stream 30 δις m^3 ρώσικου φυσικού αερίου διασχίζοντας την Μαύρη Θάλασσα θα τροφοδοτούν την Κεντρική Ευρώπη, μέσω του Βόρειου κλάδου. Ο ελληνικός κλάδος του αγωγού South Stream (Νότιος κλάδος) θα ξεκινά από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα και θα μεταφέρει φυσικό αέριο στην Ιταλία μέσω Ελλάδας. Προβλέπεται ότι η συμφωνία θα έχει ισχύ για 30 χρόνια και μέσω του αγωγού θα διέρχονται 10 δις m^3 αερίου ετησίως. Μέρος της ποσότητας αυτής θα διοχετεύεται στη χώρα μας, ενώ η Ελλάδα θα εισπράττει και τέλη διέλευσης. Προβλέπεται ακόμη συμφωνία για την ίδρυση εταιρίας που θα έχει την ευθύνη για την κατασκευή και εκμετάλλευση του αγωγού, η οποία θα υπογραφεί ανάμεσα στην Ελληνική ΔΕΣΦΑ και την GASPROM. Η έδρα της εταιρίας θα είναι κατά προτίμηση στην Ελλάδα και το έργο της θα είναι ο σχεδιασμός, η χρηματοδότηση, η κατασκευή και η λειτουργία του αγωγού. Ενώ, τέλος, τον Απρίλιο του 2009 πραγματοποιήθηκαν επαφές του Υπουργού Ανάπτυξης με τους Αιγύπτιους Υπουργούς Ηλεκτρισμού και Πετρελαίου για την μεταφορά με πλοία συμπιεσμένου Φυσικού Αερίου από το Κάιρο, το οποίο θα επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών των εργοστασίων Ηλεκτροπαραγωγής που προτίθεται να κατασκευάσει η «ΔΕΗ Α.Ε» στη Κρήτη.

Με τον τρόπο αυτό η χώρα μας βρίσκεται στο ενεργειακό σταυροδρόμι της διπλωματίας των αγωγών, με τη Ρωσία από τη μία πλευρά, ενώ από την

άλλη παρουσιάζονται ως εναλλακτικές πηγές τροφοδοσίας το Αζερμπαϊτζάν και το Ιράν. Την ίδια ώρα η Ελλάδα καθίσταται ενδιάμεσος σταθμός τόσο για το ρωσικό όσο και για το αζέρικο αέριο, ενώ στη πραγματικότητα καθίσταται διαμετακομιστικό κέντρο. Για την παροχή του Εθνικού Δικτύου Διανομής την παρούσα χρονική στιγμή γίνεται μια μίξη του Αλγερινού και του Ρωσικού Αερίου στα διυλιστήρια του Ασπροπύργου (ΕΛ.Δ.Α). Το μίγμα αυτό διοχετεύεται στο σύστημα αγωγών κυρίως στην περιοχή της Αττικής, ενώ σε περιοχές όπως η Θεσσαλονίκη, η Λάρισα και ο Βόλος, που τροφοδοτούνται από τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς, διοχετεύεται απευθείας το Αέριο Ρωσικής προελεύσεως. Εκτός από τις περιοχές της Αττικής, της Θεσσαλονίκης, του Βόλου και της Λάρισας που ήδη τροφοδοτούνταν με Φυσικό αέριο, τον Ιούλιο του 2009 ξεκίνησε και η τροφοδότηση των Τρικάλων. Παράλληλα όπως έχει ανακοινωθεί και από τον Αρμόδιο Υπουργό μέσα στο 2009 θα ξεκινήσει και η μελέτη για την επέκταση των εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου στη Κρήτη.

Η εισαγωγή και αξιοποίηση του φυσικού αερίου προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλης υποδομής για τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη διανομή του. Η βασική υποδομή του Ελληνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου περιλαμβάνει:

1. Τον κύριο χαλύβδινο αγωγό υψηλής πίεσης μήκους 512 χλμ, ο οποίος εισέρχεται από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα στον Προμαχώνα με πίεση εισόδου της τάξης των 70 bar έως τη Νέα Μεσήμβρια. Από τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς ξεκινούν κλάδοι μεταφοράς φυσικού αερίου μήκους 706 χλμ, με σκοπό την τροφοδοσία με φυσικό αέριο των περιοχών της ανατολικής Μακεδονίας, της Θράκης, της Θεσσαλονίκης, του Πλατέος, του Βόλου, των Τρικάλων, των Οινοφύτων, των Αντικύρων, της Κορίνθου, της Θίβης και της Αττικής.
2. Το συνοριακό σταθμό μέτρησης του Στρυμονοχωρίου (Border station) και τον Τερματικό Σταθμό της Ρεβυθούσας (εικ. 2.6), οι οποίοι παραλαμβάνουν τις ποσότητες φυσικού αερίου και υδροποιημένου φυσικού αερίου από Ρωσία και Αλγερία, αντίστοιχα. Ο Σταθμός του Στρυμονοχωρίου αποτελείται από 4 παράλληλους αγωγούς και διαθέτει

τον εξοπλισμό για μέτρηση και έλεγχο της ποιότητας του φυσικού αερίου. Πιο συγκεκριμένα, εκεί μετρούνται:

- Οι εισαγόμενες ποσότητες με μετρητές διαφράγματος.
- Η θερμοκρασία και η πίεση, οι οποίες επεξεργάζονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές, καθώς και η ποιότητα του καυσίμου με τη βοήθεια χρωματογράφων, που κι αυτοί με τη σειρά τους είναι συνδεδεμένοι με υπολογιστικές μονάδες.

3. Τον Τερματικό Σταθμό Υποδοχής Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου στη βραχονησίδα Ρεβυθούσα, στον κόλπο των Μεγάρων, ο οποίος περιλαμβάνει:

- Εγκαταστάσεις υποδοχής και ελλιμενισμού δεξαμενοπλοίων υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) μεγέθους έως 130.000 m³.
- Δυο δεξαμενές αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου χωρητικότητας 65.000 m³ η καθεμία, οι οποίες είναι υπόγειες έως το ύψος πλήρωσής τους και έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τον αμερικάνικο κανονισμό NFPA 59A.
- Δυο βραχίονες, μήκους 12 ποδιών (ft) ο καθένας, φορτοεκφόρτωσης από την προβλήτα.
- Δυο αεριοποιητές θαλασσινού νερού ανοικτού τύπου για εξαέρωση του υγροποιημένου φυσικού αερίου και τροφοδοσία-σύνδεση στον κύριο αγωγό μεταφοράς δια μέσου των δυο δίδυμων υποθαλάσσιων αγωγών διασύνδεσης της Ρεβυθούσας με την απέναντι ακτή της Αγίας Τριάδας.
- Αντλιοστάσια υγροποιημένου φυσικού αερίου.
- Δυο συμπιεστές για την υγροποίηση ασυμπύκνωτων αερίων.
- Σύστημα πυρσού με πυρσούς εδάφους, για την καύση περισσευμάτων αερίου.
- Σύστημα πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης.
- Υποσταθμό ΔΕΗ.
- Αίθουσα ελέγχου και λειτουργίας, κτίρια διοίκησης, πυροσβεστικό σταθμό, σταθμό πρώτων βοηθειών και εκπαίδευσης προσωπικού.

Η μεταφορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου από την Αλγερία στην Ελλάδα γίνεται με το ειδικά κατασκευασμένο κρυογονικό πλοίο "Century", με χρονοναυλοσύμφωνο που υπογράφηκε μεταξύ της Δ.Ε.Π.Α. και της πλοιοκτήτριας εταιρείας BERGESEN στις 19/1/1998 (εικ. 2.5). Το "Century", που ναυπηγήθηκε το 1974 και διαθέτει 4 σφαιρικές δεξαμενές αλουμινίου τύπου Moss, χωρητικότητας 29.500 m³, μπορεί να μεταφέρει, επίσης, αιθάνιο, αιθυλένιο και υγραέριο σε 8 ημέρες, που διαρκεί ένα ολοκληρωμένο ταξίδι (Αλγερία-Ρεβυθούσα-Αλγερία).



Εικ. 2.5: Ειδικό πλοίο μεταφοράς LNG "Century"



Εικ. 2.6: εγκαταστάσεις LNG νήσου Ρεβυθούσας

4. Τους σταθμούς μέτρησης και μείωσης της πίεσης (Metering & Regulating Stations ή αλλιώς M/R), οι οποίοι διακρίνονται σε σταθμούς τροφοδότησης M/R 60/19 (60 bar→19 bar) και σταθμούς διανομής M/R 19/4 (19 bar→4 bar). Οι σταθμοί M/R 19/4 τροφοδοτούν τα δίκτυα μέσης

και χαμηλής πίεσης. Τα δίκτυα κατανομής και διανομής φυσικού αερίου στις πόλεις αριθμούν, περίπου, 3000 χλμ, ενώ αναμένεται κατά την πλήρη ανάπτυξη του έργου να φτάσουν τα 6500 χλμ.

5. Τα κέντρα λειτουργίας και συντήρησης στην Αττική, τη Θεσσαλία και τη Θεσσαλονίκη, όπως επίσης και το Κέντρο κατανομής και ελέγχου φορτίου, το οποίο βρίσκεται στο Πάτημα Ελευσίνας. Οι εγκαταστάσεις στο Πάτημα είναι εφοδιασμένες με το σύστημα τηλεμετρίας, δηλαδή σύστημα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (SCADA) της εταιρείας Valmet, το οποίο επεξεργάζεται τα δεδομένα που συλλέγονται από τους σταθμούς αερίου. Επιπλέον, διαθέτουν εκτεταμένο σύστημα κινητών και σταθερών τηλεπικοινωνιών, το οποίο υποστηρίζεται από δίκτυο οπτικών ινών.

2.4 ΕΤΑΙΡΙΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Πρόδρομος του Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα ήταν το φωταέριο. Το διέθετε στην αγορά, για πρώτη φορά το 1857, η «Γαλλική Εταιρία Φωταερίου», η οποία το 1939 περιήλθε στον Δήμο Αθηναίων. Η «Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου Αθηνών (Δ.Ε.Φ.Α.)» συνέχισε να προμηθεύει τους καταναλωτές της με φωταέριο, μέχρι το 1984. Τη χρονιά αυτή, έγινε η σύνδεση με τα «Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου (ΕΛ.Δ.Α.)» και άρχισε η τροφοδότηση του δικτύου της Δ.Ε.Φ.Α. με ναφθαέριο (αέριο πόλεως), το οποίο χρησιμοποιήθηκε μέχρι το 1997 οπότε και εισήχθη το φυσικό αέριο. Το 1983, καταρτίζεται η πρώτη προμελέτη για το Φυσικό Αέριο στην Ελλάδα. Η μελέτη γίνεται για λογαριασμό της τότε «Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου Α.Ε. (Δ.Ε.Π.)» και σήμερα «Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε.».

Το Σεπτέμβριο του 1988, ιδρύεται ως 100% θυγατρική της «Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου Α.Ε.», η «Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (Δ.Ε.Π.Α.)» (εικ. 2.7), ενώ το Δεκέμβριο του 1997 ενσωματώνει στο δυναμικό της και το δίκτυο της Δ.Ε.Φ.Α. Σήμερα, τα «Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε.» κατέχουν μόνο το

35% των μετοχών της Δ.ΕΠ.Α., ενώ το υπόλοιπο 65% έχει περιέλθει στο Ελληνικό Δημόσιο.



Εικ. 2.7: εγκαταστάσεις της Δ.ΕΠ.Α.

Η Δ.ΕΠ.Α. είναι υπεύθυνη για την:

- Εισαγωγή, μεταφορά και αποθήκευση φυσικού αερίου.
- Κατασκευή και εκμετάλλευση του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς φυσικού αερίου.
- Πώληση φυσικού αερίου σε μεγάλους καταναλωτές, με ετήσια κατανάλωση άνω των 10 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων (m³).
- Πώληση φυσικού αερίου σε Εταιρίες Παροχής Αερίου, στις οποίες συμμετέχουν ιδιώτες επενδυτές, κατά 49 %.
- Διανομή φυσικού αερίου σε περιοχές όπου δεν έχουν συσταθεί Εταιρίες Παροχής Αερίου.

Το 1993, η Δ.ΕΠ.Α. ίδρυσε έξι θυγατρικές εταιρίες, τις Περιφερειακές Εταιρίες Διανομής Φυσικού Αερίου (Π.Ε.Δ.Φ.Α.):

- «ΑΤΤΙΚΟ ΑΕΡΙΟ Α.Ε.» από 44 Δήμους και Κοινότητες της Βόρειας, Ανατολικής και ΝΑ Αττικής.
- «ΑΘΗΝΑΪΚΟ ΑΕΡΙΟ Α.Ε.» από 18 κεντρικούς Δήμους του Λεκανοπεδίου Αττικής.

- «Π.Ε.Δ.Φ.Α. Δήμων Πειραιά, Θριασίου Πεδίου και Δυτικής Αττικής» από 23 Δήμους και Κοινότητες της περιοχής.
- «Φυσικό Αέριο Μακεδονίας Α.Ε.» από 24 Δήμους και Κοινότητες της ευρύτερης περιοχής Θεσσαλονίκης.
- «Δ.Ε.Φ.Α. Λάρισας» στην περιοχή της Λάρισας.
- «Δ.Ε. Υ.Α. Μείζονος Βόλου» στην περιοχή του Βόλου.

Οι Π.Ε.Δ.Φ.Α. ξεκινούν τα έργα εγκατάστασης δικτύων χαμηλής πίεσης στην Αττική, Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Βόλο υπό την επίβλεψη και διοίκησή τους. Συστήνουν Συντονιστική Επιτροπή, για την προώθηση της εισαγωγής του Φυσικού Αερίου στην αστική κατανάλωση και την αναβάθμιση του ρόλου της Τοπικής Αυτοδιοίκησης στη Διανομή του Φυσικού Αερίου.

Το Σεπτέμβριο του 1995, η ΔΕΠΑ ίδρυσε τρεις θυγατρικές εταιρίες, τις Εταιρίες Διανομής Αερίου (Ε.Δ.Α.) Αττικής, Θεσσαλονίκης και Θεσσαλίας, των οποίων σήμερα κατέχει το σύνολο των μετοχών τους.

Οι τρεις Ε.Δ.Α. διεξήγαγαν διεθνείς Διαγωνισμούς για την εξεύρεση ιδιωτών επενδυτών, προκειμένου από κοινού να συστήσουν τις αντίστοιχες Εταιρίες Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α.), οι οποίες ως αντικείμενο δραστηριότητας έχουν την ανάπτυξη, λειτουργία, συντήρηση και διανομή του Φυσικού Αερίου στον τελικό καταναλωτή που εντάσσεται στις περιοχές τους, συγκεκριμένα στον οικιακό και εμπορικό τομέα, καθώς και στους βιομηχανικούς καταναλωτές.

Τελικά, μετά την ολοκλήρωση των διαγωνισμών η Δ.Ε.Π.Α. και οι ιδιώτες επενδυτές που επιλέχθηκαν, ίδρυσαν τις εξής θυγατρικές Εταιρίες Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α.):

- την Ε.Π.Α. Αττικής στην οποία συμμετέχουν κατά 51% η Ε.Δ.Α. και κατά 49% ξένοι επενδυτές (Duke Energy με 51% και Shell με 49%). Ιδρύθηκε τον Οκτώβριο του 2001 και έχει άδεια για την αποκλειστική Διανομή Φυσικού Αερίου στην Αττική για 30 έτη.
- την Ε.Π.Α. Θεσσαλίας, στην οποία συμμετέχουν κατά 51% η Ε.Δ.Α. και κατά 49% η Italgas. Ιδρύθηκε το Μάιο του 2000 και κατέχει την αποκλειστική τριακονταετή άδεια για τη διαχείριση της υπηρεσίας διανομής Φυσικού Αερίου, για τις επεκτάσεις του δικτύου που ανέλαβε

από την ΔΕΠΑ κατά το έτος 2000 και για την προώθηση και την διάθεση του Φυσικού Αερίου στην Θεσσαλία.

- την Ε.Π.Α. Θεσσαλονίκης, στην οποία συμμετέχουν κατά 51% η Ε.Δ.Α. και κατά 49% η Italgas, μέσω της ITALGAS Hellas Ε.Π.Ε. Ιδρύθηκε το Μάιο του 2000 και κατέχει την αποκλειστική τριακονταετή άδεια για τη διαχείριση της υπηρεσίας διανομής Φυσικού Αερίου, για τις επεκτάσεις του δικτύου που ανέλαβε από την Δ.Ε.Π.Α. κατά το έτος 2000 και για την προώθηση και την διάθεση του Φυσικού Αερίου σε πελάτες με κατανάλωση χαμηλότερη των 100 GWh, στους Δήμους και Κοινότητες της Νομαρχίας Θεσσαλονίκης.

Από την 1η Ιανουαρίου του 2007, δημιουργήθηκε η «Ε.Δ.Α. Α.Ε.», η οποία προέκυψε από τη συγχώνευση των τριών Ε.Δ.Α., (Αττικής, Θεσσαλίας και Θεσσαλονίκης). Συγκεκριμένα, η Ε.Δ.Α. Αττικής απορρόφησε τις Ε.Δ.Α. Θεσσαλίας και Θεσσαλονίκης και μετονομάστηκε σε Ε.Δ.Α. Α.Ε. Η Ε.Δ.Α. Α.Ε. στη παρούσα φάση εποπτεύει τις τρεις υπάρχουσες Εταιρίες Παροχής Αερίου (Αττικής, Θεσσαλίας και Θεσσαλονίκης) και ετοιμάζει την κατάλληλη υποδομή για να υποδεχτεί τις νέες Ε.Π.Α.. Το «πράσινο φως» για την προκήρυξη διαγωνισμών σύστασης 3 νέων εταιριών παροχής αερίου (ΕΠΑ) στις περιφέρειες Στερεάς Ελλάδας, Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης και Κεντρικής Μακεδονίας (εκτός Θεσσαλονίκης, όπου ήδη υπάρχει ΕΠΑ) έδωσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με σχετική απόφασή της στις 11 Σεπτεμβρίου 2008. Μετά από μακρά περίοδο διαπραγμάτευσης με τις υπηρεσίες της Επιτροπής, το Υπουργείο Ανάπτυξης σε συνεργασία με τη Δημόσια Επιχείρηση Αερίου μπορεί να προχωρήσει τις διαδικασίες που θα επιτρέψουν την ίδρυση των νέων εταιριών, και επομένως την επέκταση του δικτύου φυσικού αερίου μεσαίας και χαμηλής πίεσης, στις γεωγραφικές περιοχές που προαναφέρθηκαν. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συμφώνησε στη χορήγηση παραχώρησης αποκλειστικού δικαιώματος για την ανάπτυξη και λειτουργία συστήματος διανομής φυσικού αερίου και σχετικές δραστηριότητες προμήθειας φυσικού αερίου, σε νέα ΕΠΑ που θα ιδρυθεί για το σκοπό αυτό σε κάθε μια από τις Περιφέρειες Στερεάς Ελλάδας, Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης και Κεντρικής Μακεδονίας. Για τις ΕΠΑ των Περιφερειών Κεντρικής

Μακεδονίας και Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης, η αποκλειστικότητα του δικαιώματος χορηγείται για χρονικό διάστημα είκοσι ετών από την πρώτη τροφοδοσία αερίου μέσα από τα δίκτυα της εν λόγω περιοχής, ενώ για την ΕΠΑ Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας για χρονικό διάστημα δέκα ετών. Σημειώνεται ότι η ίδρυση των ΕΠΑ θα γίνει μετά από προκήρυξη Διεθνών Διαγωνισμών για την ανάδειξη επενδυτών που θα συμμετάσχουν στο μετοχικό κεφάλαιο των εταιρειών και θα αναλάβουν τη διοίκησή τους, κατ' αναλογία του προτύπου των υφιστάμενων ΕΠΑ Αττικής, Θεσσαλίας και Θεσσαλονίκης.



Εικ. 2.8: Ελληνικό σύστημα μεταφοράς φυσικού αερίου

3.ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το πετρέλαιο θεωρείται ότι είναι προϊόν οργανικής προέλευσης. Σχηματίζεται μέσα σε ιζηματογενείς λεκάνες, κυρίως θαλάσσιες αλλά και λιμναίες, κάτω από την επίδραση υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών. Μόλις σχηματιστεί και αφού κορέσει το μητρικό πέτρωμα, αρχίζει να μεταναστεύει στο γεωλογικό περιβάλλον μέσα από πορώδη πετρώματα. Συνήθως μεταναστεύει από περιοχές υψηλών πιέσεων σε περιοχές χαμηλών πιέσεων. Αν στο δρόμο της μετανάστευσης παρεμβληθούν φραγμοί και στεγανά τοιχώματα, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν συγκεντρώσεις πετρελαίου, τα γνωστά κοιτάσματα.

Όλοι οι τύποι αργού πετρελαίου είναι πολύ σύνθετα μίγματα μεγάλου αριθμού υδρογονανθράκων. Περιέχουν, επίσης, μικρό ποσοστό οργανικών ενώσεων θείου, αζώτου και οξυγόνου καθώς και μικρές ποσότητες μετάλλων και αλάτων. Το μεγαλύτερο μέρος του θείου και των μετάλλων μετά την απόσταξη συγκεντρώνονται στο υπόλειμμα και καταλήγουν στο μαζούτ.

Η βάση όλων των γνωστών πετρελαιοειδών προϊόντων είναι το αργό πετρέλαιο, που στη φυσική του κατάσταση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πρακτικές εφαρμογές. Πριν χρησιμοποιηθεί πρέπει να επεξεργαστεί κατάλληλα. Το αργό πετρέλαιο συνίσταται από μια ποικιλία υδρογονανθράκων, που μπορούν να διαχωριστούν με κλασματική απόσταξη, τεχνολογία που βασίζεται στο γεγονός ότι τα διάφορα συστατικά έχουν διαφορετικό σημείο βρασμού. Η κλασματική απόσταξη δίνει ενδιάμεσα ακατέργαστα προϊόντα, που με περαιτέρω επεξεργασία και κατάλληλες μεταξύ τους αναμίξεις δίνουν τελικά προϊόντα με τις επιθυμητές ιδιότητες.

Οι εγκαταστάσεις διυλιστηρίων βρίσκονται συνήθως κοντά στις ακτές, λόγω της μεταφοράς του αργού με δεξαμενόπλοια (tankers), στις περιοχές

κατανάλωσης. Για την κατασκευή ενός διυλιστηρίου απαιτούνται μεγάλες επενδύσεις κεφαλαίου και μακρύς χρόνος παραγωγής. Οι θερμοκρασίες βρασμού και τα λαμβανόμενα κλάσματα εξαρτώνται από το σχεδιασμό της μονάδας, τις λειτουργικές συνθήκες και την ποιότητα του αργού πετρελαίου. Από αυτές τις παραμέτρους εξαρτώνται και τα ισοζύγια ενέργειας και εκπομπών κατά την παραγωγή των διάφορων πετρελαιοειδών. Στα διυλιστήρια παράγεται και μια σειρά αέριων καυσίμων, καθώς και νάφθα η οποία χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη στα πετροχημικά, άσφαλτο, λιπαντικά, διαλύτες.

Από το 1920 και μετά, το πετρέλαιο είναι η πηγή ενέργειας που κυριάρχησε έναντι των άλλων καυσίμων και σήμερα κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό στο σύνολο της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Αυτό σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στις υπέρτερες ιδιότητες του πετρελαίου έναντι των άλλων πηγών ενέργειας, όπως η μεγαλύτερη θερμογόνος δύναμη, η δυνατότητα εύκολης μεταφοράς και αποθήκευσης, η παροχή πλήθους διαφορετικών καυσίμων κατάλληλων για ένα μεγάλο αριθμό μηχανών.

3.2 ΕΞΟΡΥΞΗ

Γενικά, το πετρέλαιο εξάγεται υπό την φυσική πίεση που βρίσκεται στον υπόγειο ταμιευτήρα. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι αναγκαίο να αυξηθεί η πίεσή του με έγχυση αερίου. Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις είναι αναμεμιγμένο με αέρια, γι' αυτό και πρέπει να σταθεροποιηθεί πριν μπει στα δεξαμενόπλοια. Ο διαχωρισμός της υγρασίας, αν υπάρχει, είναι τις περισσότερες φορές απαραίτητος. Τα αέρια που βρίσκονται στο κοίτασμα, είτε καίγονται επί τόπου, είτε δέχονται επεξεργασία και μεταφέρονται ξεχωριστά, είτε εγχέονται εκ νέου στους ταμιευτήρες.

Οι συνθήκες παραγωγής διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή και εξαρτώνται από τις ιδιότητες του κάθε κοιτάσματος. Συνεπώς, διαφέρει και η απαιτούμενη ενέργεια, όπως και οι ρύποι που εκπέμπονται κατά την εξόρυξη. Το πετρέλαιο που διατίθεται στην Ευρώπη προέρχεται, κυρίως, από τη Μέση Ανατολή.



Εικ. 3.1: εγκαταστάσεις εξόρυξης πετρελαίου

Από τα κοιτάσματα αργού πετρελαίου γίνεται απόληψη περίπου 30% του αποθέματος. Με δευτεροβάθμια απόληψη το πετρέλαιο εξάγεται αυξάνοντας την πίεση του κοιτάσματος συχνά με έγχυση κάποιου αερίου ή νερού. Τέλος, είναι δυνατή και τριτοβάθμια απόληψη, που γίνεται με χρήση θερμότητας και άλλων μεθόδων, οπότε αυξάνεται ακόμα περισσότερο ο βαθμός εκμετάλλευσης του κοιτάσματος. Η δευτεροβάθμια και η τριτοβάθμια απόληψη μπορούν να διπλασιάσουν το μέρος του αποθέματος που αντλείται από ένα δεδομένο κοίτασμα. Αν οι μέθοδοι αυτές βελτιωθούν οικονομικά και ενεργειακά, ο βαθμός απόληψης θα αυξηθεί σημαντικά.

3.3 ΔΙΥΛΙΣΗ

Παραδοσιακά το πετρέλαιο μεταφέρεται και διυλίζεται κοντά στις τοπικές αγορές. Στις αρχές της δεκαετίας του '80 εμφανίστηκαν διυλιστήρια μεγάλης κλίμακας στη Μέση Ανατολή στα πλαίσια ενός μοντέλου «διύλισης

στην πηγή». Ωστόσο, ο αριθμός αυτών των διυλιστηρίων παραμένει μικρός και έχει μικρό αντίκτυπο στις αγορές, ιδίως της Ευρώπης, όπου το μεγαλύτερο μέρος των τελικών προϊόντων παράγονται σε τοπικά διυλιστήρια που εισάγουν πετρέλαιο. Αν και η Ευρώπη εισάγει κάποια στοιχεία ανάμιξης και ορισμένα τελικά προϊόντα πετρελαίου, το μεγαλύτερο μέρος των καυσίμων παρασκευάζονται σε ευρωπαϊκά διυλιστήρια. Έτσι, αυτή η εργασία υποθέτει ότι τα καύσιμα που παράγονται από πετρέλαιο παρασκευάζονται από αργό πετρέλαιο σε ευρωπαϊκά διυλιστήρια (εικ.3.2).



Εικ. 3.2: εγκαταστάσεις διύλισης πετρελαίου

Στα διυλιστήρια λαμβάνουν χώρα μια σειρά από σύνθετες διεργασίες που έχουν σκοπό να μετατρέψουν το αργό πετρέλαιο σε εμπορεύσιμα προϊόντα κατάλληλης ποιότητας και σε σωστές ποσότητες. Αυτό συνεπάγεται:

- Φυσικό διαχωρισμό των συστατικών του πετρελαίου
- Απομάκρυνση ανεπιθύμητων στοιχείων, όπως το θείο
- Μετατροπή των βαρέων κλασμάτων σε ελαφριά που να ταιριάζουν στις απαιτήσεις της αγοράς

Τα ευρωπαϊκά διυλιστήρια καταναλώνουν περίπου το 6% του πετρελαίου που δέχονται για να επιτελέσουν τις διεργασίες διύλισης. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρησιμοποιούν προέρχεται από το ίδιο το πετρέλαιο που διυλίζουν. Χρησιμοποιούν, επίσης, ηλεκτρισμό, υγρά και στερεά καύσιμα.

3.4 ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Τα καύσιμα προϊόντα του πετρελαίου που κυκλοφορούν στο εμπόριο στην Ελλάδα σήμερα είναι τα εξής:

- Υγραέριο Προπάνιο
- Υγραέριο Μίγμα
- Βενζίνη Αυτοκινήτων Κοινή και Σούπερ
- Φωτιστικό Πετρέλαιο
- Πετρέλαιο Εσωτερικής Καύσης Ντίζελ
- Καύσιμο Αεριοθουμένων Ja-1
- Απασφατωμένο Πετρέλαιο Εξωτερικής Καύσης (Απόσταγμα Κενού)
- Ελαφρύ Πετρέλαιο Εξωτερικής Καύσης (Μαζούτ) Νο. 1
- Ελαφρύ Πετρέλαιο Εξωτερικής Καύσης (Μαζούτ) Νο. 2
- Βαρύ Πετρέλαιο Εξωτερικής Καύσης (Μαζούτ) Νο. 3

Προϊόν των διυλιστηρίων είναι επίσης η άσφαλτος που χρησιμοποιείται στην επίστρωση των δρόμων και για την παρασκευή διαφόρων στεγανοποιητικών προϊόντων.

Στα διυλιστήρια παράγεται επίσης σαν παραπροϊόν αέριο καύσιμο (μίγμα κυρίως μεθανίου, αιθανίου και υδρογόνου) που χρησιμοποιείται για καύση στους κλιβάνους των παραγωγικών τους μονάδων, καθώς και νάφθα (ακατέργαστη βενζίνη) που χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη στα πετροχημικά. Ανάλογα με το βαθμό συνθετικότητας του διυλιστηρίου μπορεί ακόμη να παράγονται λιπαντικά, γράσα, στερεά παραφίνη, διαλύτες και άλλα προϊόντα του πετρελαίου.

Στα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, η σχετική ζήτηση των αποσταγμάτων («λευκών» προϊόντων) αυξάνεται σε σύγκριση με τα υπολείμματα («μαύρα» προϊόντα, μαζούτ). Αυτό συμβαίνει για διάφορους λόγους, ο κυριότερος των οποίων είναι ότι κάθε προσπάθεια για αποδέσμευση από το πετρέλαιο και στροφή προς μη πετρελαϊκές πηγές ενέργειας, όπως ο γαιάνθρακας ή η υδροηλεκτρική ενέργεια, μειώνει κύρια την κατανάλωση του μαζούτ, ενώ αντίθετα η υποκατάσταση με μη πετρελαϊκά καύσιμα της βενζίνης στα αυτοκίνητα ή του ντίζελ στα αυτοκίνητα και τη θέρμανση, δεν είναι εύκολη και δεν προβλέπονται σημαντικές πρόοδοι στον τομέα αυτό στο άμεσο μέλλον.

3.5 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΑΓΟΡΕΣ

Το αργό πετρέλαιο πρέπει να μεταφερθεί από τις περιοχές εξαγωγής σε διυλιστήρια στην Ευρώπη. Κυρίως μεταφέρεται από τη θάλασσα. Το είδος του πλοίου που το μεταφέρει εξαρτάται από την απόσταση που πρέπει να διανυθεί. Το μεγαλύτερο μέρος του πετρελαίου μεταφέρεται με δεξαμενόπλοια μεγάλης χωρητικότητας (200-500 χιλιάδες τόνους) σε δυτική Ευρώπη, Αμερική και Άπω Ανατολή. Για μικρότερες αποστάσεις χρησιμοποιούνται μικρότερα πλοία (εικ. 3.3).



Εικ. 3.4: πλοίο μεταφοράς πετρελαίου

Επιπλέον, μεγάλος όγκος πετρελαίου μεταφέρεται με αγωγούς. Κάποιοι από αυτούς καταλήγουν σε λιμάνια της Μεσογείου. Οι αναπτυσσόμενες χώρες γύρω από την Κασπία Θάλασσα βασίζονται σε αγωγούς που θα κατασκευαστούν στη Μαύρη Θάλασσα. Αργό πετρέλαιο μεταφέρεται με αγωγούς από τη Ρωσία στη Μαύρη Θάλασσα, όπως και στην ανατολική Ευρώπη. Αρκετή ενέργεια καταναλώνεται από μηχανές άντλησης και θέρμανσης του πετρελαίου για την μεταφορά του.

Αν και η πλειοψηφία των διυλιστηρίων είναι παράκτια, ένας αριθμός αυτών βρίσκεται στην ενδοχώρα. Αρκετοί αγωγοί από τη Μεσόγειο καταλήγουν στη βορειοανατολική Γαλλία και στη Γερμανία, όπως και από το λιμάνι του Ρότερνταμ στην ενδοχώρα της Γερμανίας.

3.6 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Η διαθεσιμότητα του πετρελαίου σαν μια παγκόσμια πηγή ενέργειας και η ετήσια παραγωγή του εξαρτώνται από πολλές παραμέτρους, μερικές από τις οποίες σχετίζονται με τη γεωλογία και τις εφαρμοζόμενες τεχνικές παραγωγής, ενώ άλλες εξαρτώνται από οικονομικά κριτήρια, κυβερνητικές ρυθμίσεις, διάθεση μέσων ή υλικών και άλλους συντελεστές. Το πετρέλαιο ανακαλύπτεται με γεωλογικές έρευνες και το άνοιγμα ερευνητικών πηγαδιών. Η πιο αποδοτική και οικονομική μέθοδος για πετρελαϊκές γεωτρήσεις παραμένει η τεχνική της περιστροφικής γεώτρησης. Επιφανειακές ενδείξεις για ύπαρξη κοιτάσματος πετρελαίου στο υπέδαφος μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

- Εκτεταμένη γυμνή όψη επιφάνειας όπου δεν παρατηρείται βλάστηση.
- Ύπαρξη πηγών αλμυρών ή θειούχων θερμών υδάτων.
- Παρατηρούμενα εξερχόμενα αέρια από το υπέδαφος, συχνά αποτελούν σοβαρή εξωτερική εκδήλωση πετρελαϊκού κοιτάσματος.

- Αναβλύσεις πετρελαίου ή πίσσας αποτελούν την κυριότερη επιφανειακή εκδήλωση ύπαρξης κοιτάσματος. Είναι, όμως, αδύνατον με μόνον αυτή την παρατήρηση να εξαχθούν συμπεράσματα επί της οικονομικής εκμετάλλευσης του τυχόν υπάρχοντος κοιτάσματος.

Ο εντοπισμός κοιτασμάτων πετρελαίου δεν είναι εύκολος. Ακόμη και ένα γνωστό κοίτασμα δεν θα βγάλει πετρέλαιο σε κάθε γεώτρηση. Έτσι, οι έρευνες για το πετρέλαιο δεν είναι βέβαιο ότι θα είναι παντού επιτυχείς και οι υπολογισμοί για τα αποθέματα πετρελαίου παραμένουν δύσκολοι. Για τον εντοπισμό του πετρελαίου συνήθως γίνεται συνδυασμός διάφορων μεθόδων (σεισμική, ηλεκτρική, ηλεκτρομαγνητική, σταθμική και ραδιενεργή μέθοδος).

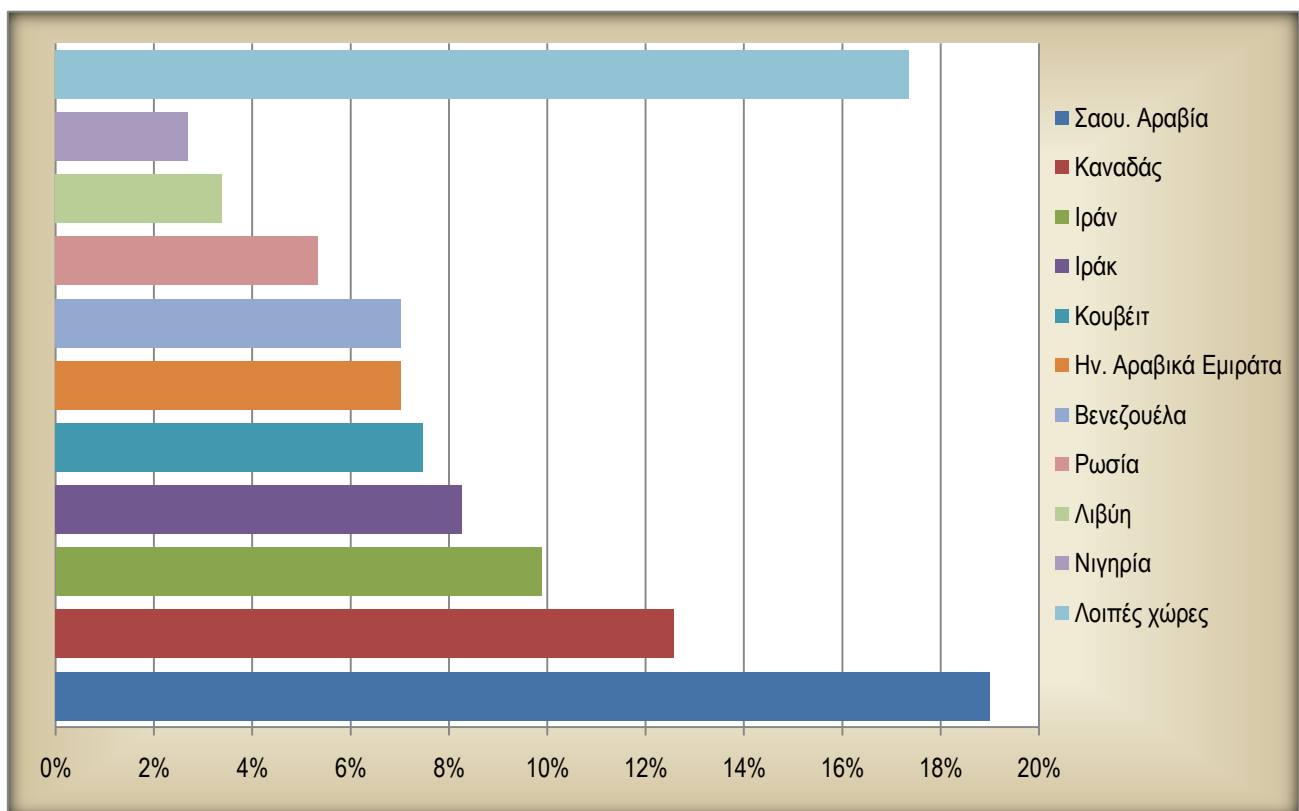
Η μεταβολή της κατανάλωσης ενέργειας κατά τα τελευταία χρόνια δείχνει μια τάση σταθεροποίησης. Αν και υπάρχει άνηση στη χρήση φυσικού αερίου παρόλα αυτά το πετρέλαιο παραμένει η βασική πηγή ενέργειας καλύπτοντας το 38% των αναγκών, ακολουθούμενο απ' τον άνθρακα (26%) και το φυσικό αέριο (21%). Τα προϊόντα πετρελαίου αποτελούν βασικά καύσιμα που διατίθενται τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Περισσότερες απ' τις μισές χώρες του κόσμου εξαρτώνται σε ποσοστό πάνω από 75% σε εισαγωγές πετρελαίου για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών.

Η αυξημένη κατανάλωση προϊόντων πετρελαίου θα έπρεπε να συνοδεύεται από διαρκή μείωση των υπαρχόντων αποθεμάτων πετρελαίου. Αντιθέτως όμως παρατηρείται να βρίσκονται σε σταθερό επίπεδο τα τελευταία χρόνια. Η εξήγηση του φαινομένου είναι η συνεχής ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων και η βελτίωση των τεχνικών ανάκτησης που επιτρέπουν την ανάκτηση από πετρελαιοπηγές που θεωρούνταν εξαντλημένες με τις παλαιότερες τεχνικές ανάκτησης. Τα βεβαιωμένα αποθέματα έχουν αυξηθεί και σύμφωνα με υπολογισμούς που έγιναν το 2011 φτάνουν τα $1,392 \cdot 10^{12}$ bbl (βαρέλια). Η κατανομή των βεβαιωμένων αποθεμάτων ανά χώρα είναι (γραφ. 3.1):

- Σαουδική Αραβία 19% ($264,6 \cdot 10^9$ bbl)
- Καναδάς 12,58% ($175,2 \cdot 10^9$ bbl)

- Ιράν 9,88% ($137,6 \cdot 10^9$ bbl)
- Ιράκ 8,26% ($115 \cdot 10^9$ bbl)
- Κουβέιτ 7,47% ($104 \cdot 10^9$ bbl)
- Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα 7,03% ($97,8 \cdot 10^9$ bbl)
- Βενεζουέλα 7,02% ($97,76 \cdot 10^9$ bbl)
- Ρωσία 5,33% ($74,2 \cdot 10^9$ bbl)
- Λιβύη 3,38% ($47 \cdot 10^9$ bbl)
- Νιγηρία 2,69% ($37,5 \cdot 10^9$ bbl)

Γραφ. 3.1: κατανομή των βεβαιωμένων αποθεμάτων πετρελαίου ανά χώρα



3.7 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η περιγραφή της μεθοδολογίας που ακολουθείται για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των επιπτώσεων των περιβαλλοντικών πτυχών που αφορούν

τις δραστηριότητες και τα προϊόντα που παράγει το Διυλιστήριο επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής της διαδικασίας που διασφαλίζει την επίγνωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί το Διυλιστήριο στο περιβάλλον.

Οι περιβαλλοντικές πτυχές περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τα εξής:

- Εκπομπές στην ατμόσφαιρα
- Απορρίψεις στα ύδατα
- Αποφυγή, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, μεταφορά και διάθεση στερεών και άλλων αποβλήτων, ιδίως επικίνδυνων
- Χρήση και μόλυνση του εδάφους
- Χρήση φυσικών πόρων και πρώτων υλών (συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας)
- Τοπικά θέματα (θόρυβος, κραδασμοί, οσμές, σκόνη)
- Θέματα μεταφορών (τόσο προϊόντων και υπηρεσιών όσο και εργαζομένων)
- Κινδύνους περιβαλλοντικών ατυχημάτων και επιπτώσεις ή ενδεχόμενες επιπτώσεις από συμβάντα, ατυχήματα και πιθανές καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης
- Συνέπειες για την βιολογική ποικιλότητα.

4. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η συνεχής αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μας ωθεί στην χρήση καυσίμων πιο αποδοτικών και πιο φιλικών προς το περιβάλλον. Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα από τη χρήση φυσικού αερίου για την κίνηση οχημάτων, όπως είναι η καθαρότητα των καυσαερίων, το ιστορικό ασφαλείας και η συνεχής βελτίωση της τεχνολογίας το καθιστούν ως μια αξιόπιστη λύση για την μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις μεγάλες πόλεις.

Η αυξανόμενη χρήση οχημάτων στα αστικά κέντρα που είναι η κύρια αιτία ρύπανσης του περιβάλλοντος αλλά και της μείωσης των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων. Γι' αυτό η χρήση φυσικού αερίου ως εναλλακτικό καύσιμο έχει σημαντική επίδραση στην μείωση αυτών των προβλημάτων.

Ο Ο.Α.Σ.Α. και η Ε.ΘΕ.Λ. 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 Ε.ΘΕ.Λ., τα 295 παραλήφθηκαν το 2001 και τα 121 το 2005. Με τον στόλο των λεωφορείων με καύσιμο φυσικό αέριο (CNG) της Ε.ΘΕ.Λ., ο οποίος αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους στην Ε.Ε., 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 γίνονται αντιληπτές οι αστικές μετακινήσεις.

Αυτή είναι μια ενδεδειγμένη ενέργεια για τις ελληνικές πόλεις που αντιμετωπίζουν περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και για βιομηχανίες που εδρεύουν σε επιβαρημένες περιοχές και χρησιμοποιούν λεωφορεία για τις μεταφορές του προσωπικού τους.

4.2 ΑΕΡΙΟΚΙΝΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

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

Τα οχήματα φυσικού αερίου διαθέτουν κινητήρες εσωτερικής καύσης με ανάφλεξη και είναι παρόμοια με τα βενζινοκίνητα οχήματα, αλλά με διαφορετικό εξοπλισμό αποθήκευσης και παροχής του καυσίμου (εικ. 4.1).

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.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης του συμπιεσμένου φυσικού αερίου πρέπει να αντέχουν στις μεγάλες πιέσεις των 200 και πλέον bar και γι' αυτό τον λόγο κατασκευάζονται από παχύ και βαρύ χάλυβα. Επομένως η δεξαμενή αποθήκευσης των οχημάτων φυσικού αερίου είναι είτε βαριά είτε ογκώδης, γεγονός που σημαίνει το φυσικό αέριο είναι ευκολότερο να εφαρμοστεί σε βαρέα οχήματα όπως σε μικρά ή μεγάλα φορτηγά και λεωφορεία.



Εικ. 4.1: αυτοκίνητο φυσικού αερίου

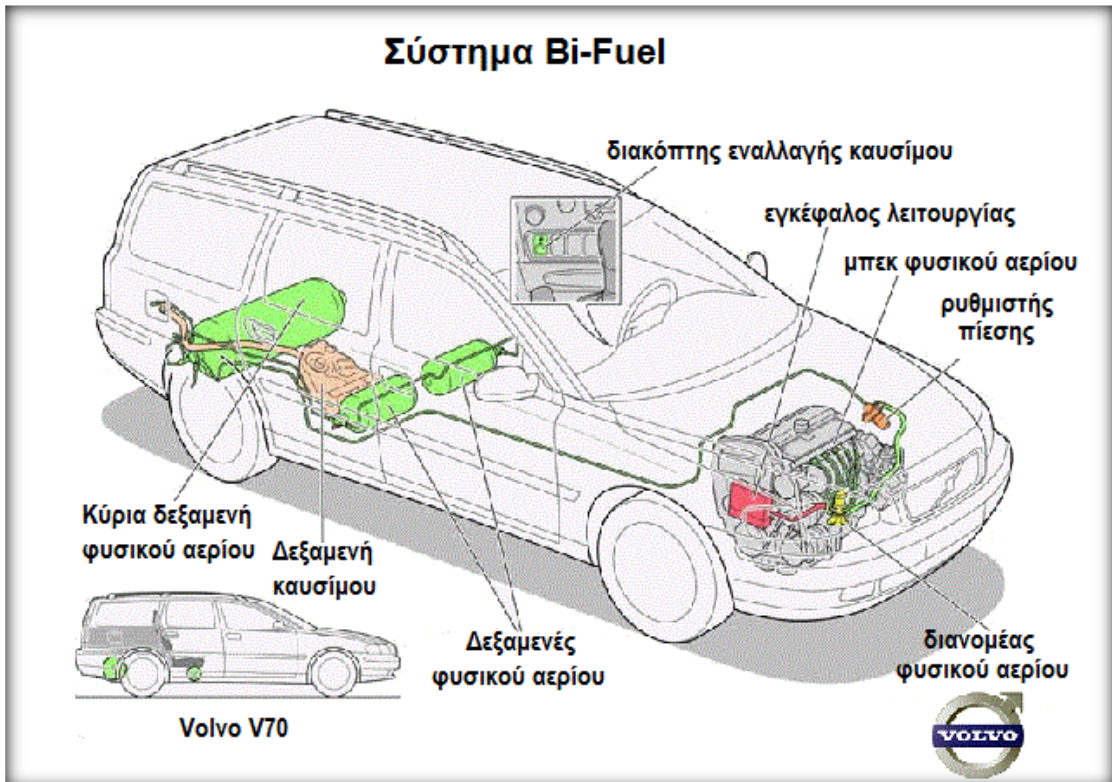
4.2.1 Τύποι κινητήρων φυσικού αερίου

Υπάρχουν τρεις τύποι οχημάτων φυσικού αερίου:

- τα οχήματα που λειτουργούν αποκλειστικά με φυσικό αέριο (εικ. 4.2)
- τα οχήματα διπλού καυσίμου που λειτουργούν με φυσικό αέριο ή βενζίνη (Bi-Fuel εικ. 4.3)
- τα οχήματα μίγματος φυσικού αερίου και Diesel όπου τα ποσοστά των δύο καυσίμων μεταβάλλονται ανάλογα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα.



Εικ. 4.2: όχημα με αποκλειστική χρήση φυσικού αερίου



Εικ. 4.3: όχημα συστήματος Bi-Fuel

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

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

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

ψεκάζεται στον θάλαμο καύσης, αφού οι κινητήρες μίγματος φυσικού αερίου πετρελαίου αναφλέγονται με συμπίεση.

4.2.2 Πλεονεκτήματα χρήσης στην αυτοκίνηση

- Η αεριοκίνηση οχημάτων αποτελεί σήμερα μία σημαντική και αποτελεσματική διέξοδο στο οξύ πρόβλημα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που αντιμετωπίζουν πολλές μεγαλουπόλεις
- Η τεχνολογία των οχημάτων που κινούνται με πετρεωμένο φυσικό αέριο είναι :
 - γνωστή
 - ώριμη
 - ασφαλής
- Το φυσικό αέριο καίγεται σε κινητήρα τύπου Otto (με σπινθήρα) καθιστώντας δυνατή την εναλλαγή καυσίμου μεταξύ βενζίνης και φυσικού αερίου (η δυνατότητα της εναλλαγής εφαρμόζεται, κυρίως, στα μικρά οχήματα και μεγαλύτερα οχήματα που κινούνται σε συγκεκριμένες διαδρομές κατασκευάζονται αποκλειστικά για καύση φυσικού αερίου, για οικονομικούς λόγους).
- Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε μεθανίου σε υδρογόνο, αποτελεί ένα πολύ υψηλής ποιότητας καύσιμο για τις μηχανές εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ.). Ο υψηλός αριθμός οκτανίου που έχει, έχει ως συνέπεια την καύση του σε βενζινοκινητήρες με πολύ υψηλή σχέση συμπίεσης χωρίς τον κίνδυνο κτυπήματος (πειράκια)
- Σταθερό και ομογενές μείγμα
- Αυξημένη ροπή
- Μείωση στις επικαθήσεις άκαυστων ουσιών στο θάλαμο καύσης
- Απουσία μίξης καυσίμου με το λιπαντικό του κινητήρα
- Μείωση θορύβου (κύκλος Otto αντί για Diesel)
- 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 έως και μηδενισμός των εκπομπών καρκινογόνων αρωματικών και πολυκυκλικών υδρογονανθράκων
- Μείωση των εκπομπών NOx μέχρι και 85%
- Μείωση των εκπομπών CO μέχρι και 20%
- Μείωση του σχηματισμού όζοντος (νέφους) κατά 80-90%
- Μείωση των εκπομπών λεπτών σωματιδίων (PM) μέχρι και 99%

4.2.3 Μειονεκτήματα χρήσης στην αυτοκίνηση

- Το κύριο μειονέκτημα της χρήσης του φυσικού αερίου σε κινητήρες οχημάτων, είναι η αδυναμία υγροποίησής του (κρίσιμη κρίσιμη θερμοκρασία: -160 °C).
- Εξαιτίας αυτού απαιτείται η αποθήκευσή του στο αυτοκίνητο σε αέρια μορφή, κατ' ανάγκη σε υψηλή πίεση της τάξης των 200 bar, για να καταλαμβάνει κατά το δυνατόν μικρότερο όγκο.
- Η περιορισμένη δυνατότητα αποθήκευσης στο αυτοκίνητο επιβάλλει τον σχεδιασμό των οχημάτων ως bi-fuel, ώστε να καίνε εναλλακτικά και βενζίνη.

4.2.4 Αποθήκευση

- Αποθήκευση σε ασάλινα δοχεία ή σε δοχεία από κράμα αλουμινίου ενισχυμένα με σύνθετα υλικά (εικ. 4.4).
- Όγκος 80lt αντιστοιχεί περίπου σε 13,5 kg φυσικού αερίου (εικ. 4.5, 4.6).
- Η μελλοντική εφαρμογή εξελιγμένων τεχνολογιών αποθήκευσης μπορεί να βελτιώσει τις απαιτήσεις όγκου και βάρους των δοχείων αποθήκευσης.



Εικ. 4.4: αποθήκευση φυσικού αερίου



Εικ. 4.5: μπουκάλια φυσικού αερίου



Εικ. 4.6: τάπα ρεζερβουάρ φυσικού αερίου

4.2.5 Μοντέλα οχημάτων που διατίθενται

Αρκετές εταιρίες έχουν εφαρμόσει την τεχνολογία του φυσικού αερίου σε διάφορα μοντέλα τους, επιβατικά αλλά και επαγγελματικά. Κάποια από αυτά είναι τα παρακάτω (πιν. 4.1, εικ. 4.7, 4.8):

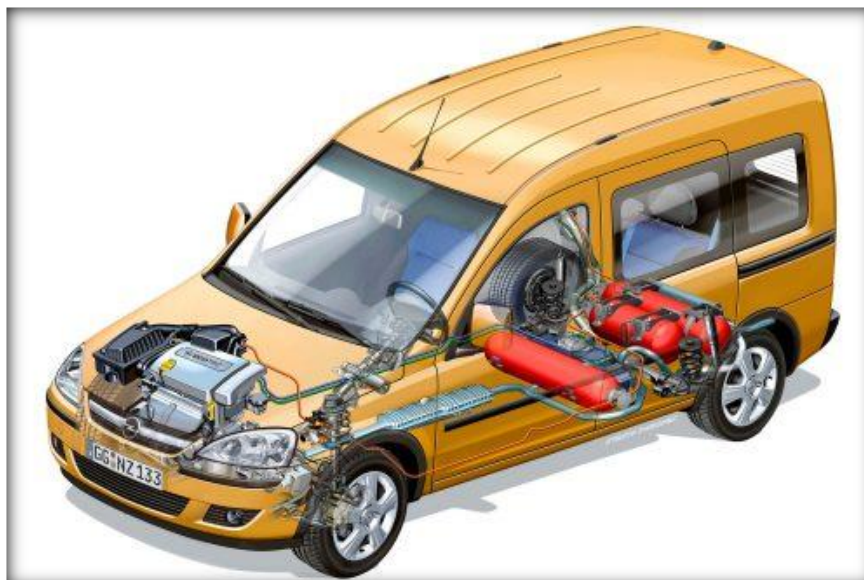
Πιν. 4.1: λίστα οχημάτων φυσικού αερίου

Επιβατικά		Vans	
Εταιρία	Μοντέλο	Εταιρία	Μοντέλο
Audi	A5 2,0 TFSI	<u>Citroën</u>	Berlingo
BMW	3 Series (E36) 316g		Jumper
	5 Series (E34) 518g	Dodge	Caravan
Chevrolet	Cavalier	Fiat	Doblo
<u>Citroën</u>	C3 1,4		Ducato
Fiat	Panda	Ford	Transit
	500	Iveco	Daily
	Grande Punto 1,4	Mercedes-Benz	Sprinter
Ford	Sienna	Opel	Combo
	Focus	Peugeot	Partner
	Focus C-Max	Renault	Kangoo
Honda	Civic	Volkswagen	Caddy
Mercedes-Benz	B170/B200K	Λεωφορεία	
	C200K	Εταιρία	Μοντέλο
	E200K	Dennis	Dart
Opel	Zafira	EvoBus (Mercedes-Benz)	Citaro
Peugeot	207 VTi		O 405
	308VTi	Irisbus	CityClass
Suzuki	Wagon R		Agora
	SX4		Citelis 12
Toyota	Camry	Isuzu	Erga Heavy-duty
Volkswagen	Golf	MAN	SL 202

	Touran	Neoplan	N 4409
	Up	New Flyer	C30LF
Volvo	C30	Van Hool	A308H
	S40	Volvo	Volvo B10L
	V50		Volvo 7700



Εικ. 4.7: μοντέλο Up της Volkswagen



Εικ. 4.8: Combo Van της Opel

4.3 ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

4.3.1 Χαρακτηριστικά

Τα λεωφορεία φυσικού αερίου που χρησιμοποιούνται από την Ε.ΘΕ.Λ. έχουν τα εξής χαρακτηριστικά (εικ. 4.9):

- 12 μέτρα μήκος
- 2,5 μέτρα πλάτος
- 3 εισόδους
- Είναι χαμηλοδάπεδα
- Είναι εφοδιασμένα με σύστημα επιγονάτισης για την ευκολότερη πρόσβαση ηλικιωμένων και παιδιών
- Διαθέτουν κλιματισμό
- Έχουν φιμέ κρύσταλλα για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας σε ποσοστό 70 %, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα λεωφορεία των οποίων η απορροφητικότητα δεν ξεπερνά το 30%
- Ο κινητήρας τους δεν είναι τόσο νευρικός και τόσο ελαστικός όσο ο κινητήρας των diesel είναι όμως λιγότερο θορυβώδης



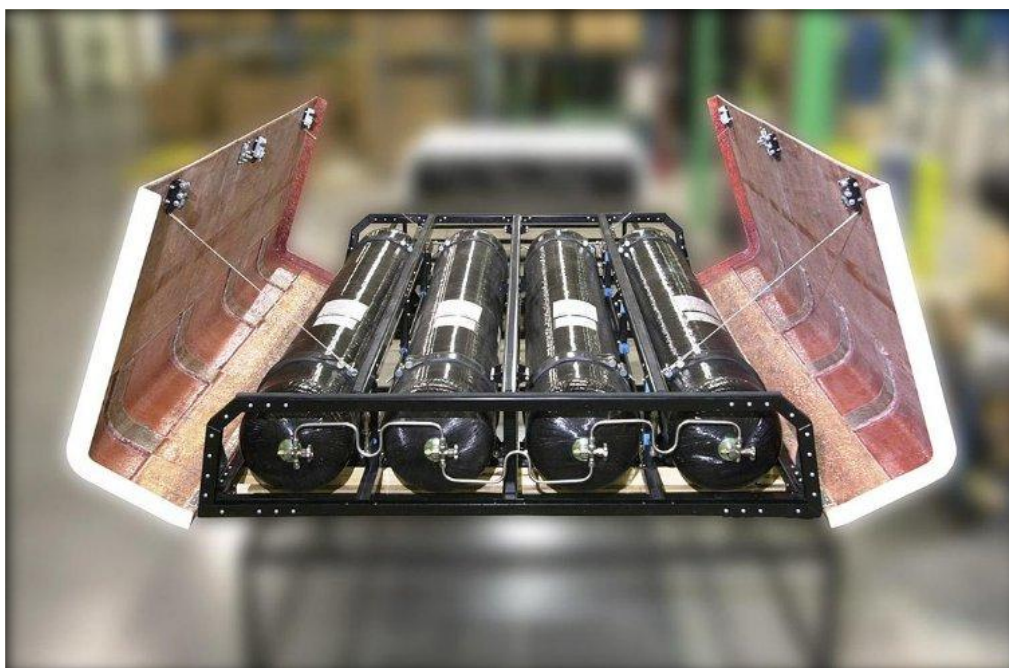
Εικ. 4.9: λεωφορείο φυσικού αερίου της Ε.ΘΕ.Λ.

4.3.2 Αποθήκευση φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο είναι αποθηκευμένο στην οροφή του οχήματος μέσα σε 8 φιάλες των 126 ή 155 λίτρων υπό πίεση 200 bar (εικ. 4.10).

Οι φιάλες είναι κατασκευασμένες από:

- Πολυμερές υλικό (πολυπροπυλένιο) ενωμένο με μεταλλικά κομμάτια και ανθρακονήματα εξωτερικά (EURO 2)
- Αλουμίνιο και ανθρακονήματα εξωτερικά (EURO 3)



Εικ. 4.10: μπουκάλες αποθήκευσης στην οροφή του λεωφορείου

4.3.3 Ασφάλεια

Για την όσο καλύτερη ασφάλεια μπορούν να παρέχουν τα λεωφορεία φυσικού αερίου έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Η στήριξη των ρεζερβουάρ αντέχει σε 30g επιτάχυνση εμπρόσθιας σύγκρουσης και σε 10g οπίσθιας σύγκρουσης.

- Οι σωλήνες αντέχουν σε πιέσεις 1.500 bar.
- Οι φιάλες στην οροφή του οχήματος διαθέτουν θερμικές ασφάλειες που αδειάζουν το περιεχόμενό τους, όταν η θερμοκρασία φτάσει τους 100 °C.
- Οι φιάλες προστατεύονται από καπάκι ειδικής κατασκευής από τον ήλιο.
- Επιπλέον οι φιάλες διαθέτουν χειροκίνητη στρόφιγγα ενώ παράλληλα υπάρχει και ηλεκτροβαλβίδα.
- Κατά την πλήρωση των φιαλών υπάρχει για την ασφάλεια του οχήματος ασφαλιστική θυρίδα με μανόμετρο και αντεπίστροφη βαλβίδα. Το όχημα δεν μπορεί να ξεκινήσει με την θυρίδα ανοικτή.
- Δεν υπάρχει καμία σωλήνωση αερίου κάτω των 1,5 μέτρων.
- Για εργασίες επισκευής διάρκειας μεγαλύτερης των 8 ωρών το όχημα οδηγείται στο συνεργείο αφού προηγουμένως έχει αφαιρεθεί το σύνολο του αερίου.

4.3.4 Συντήρηση και κόστος

Το λεωφορείο διαθέτει φιάλες συμπιεσμένου φυσικού αερίου για τις οποίες θα πρέπει ανά τέσσερα χρόνια να διαπιστώνεται η άριστη κατάσταση λειτουργίας.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στα λεωφορεία EURO 2 ο παραπάνω έλεγχος για το έτος 2005 κόστισε 1.200€ ανά λεωφορείο.

Το κόστος των ανταλλακτικών φυσικού αερίου σε σχέση με αυτό των λεωφορείων diesel είναι αυξημένο (ιδιαίτερα με το πέρας της εγγύησης) για δύο λόγους:

- Οι μονοπωλιακές συνθήκες που επικρατούν στην αγορά του συγκεκριμένου τύπου λεωφορείων
- Ο υψηλός συντελεστής ασφαλείας που απαιτείται κατά την λειτουργία των συγκεκριμένων λεωφορείων.

Το λεωφορείο CNG που προμηθεύτηκε η ΕΘΕΛ το έτος 2004 κόστισε 240.000€ ενώ το αντίστοιχο Diesel για το ίδιο έτος κόστισε 190.000€.

4.4 Σταθμοί ανεφοδιασμού

Οι εγκαταστάσεις των σταθμών ανεφοδιασμού διακρίνονται σε 2 κατηγορίες:

- Σταθμοί τροφοδοτούμενοι από το δίκτυο φυσικού αερίου
- Σταθμοί που ανεφοδιάζονται από βυτιοφόρα

Τα κύρια μέρη σταθμού ανεφοδιασμού είναι τα εξής:

- Σταθμός φίλτρων εισόδου και Μέτρησης
- Δοχείο συμπυκνωμάτων
- Δοχείο συλλογής ελαιωδών
- Μονάδα ξήρανσης
- Μονάδα προσθήκης οσμής
- Μονάδες συμπίεστών αερίου μετά των εναλλακτών ψύξης
- Δοχεία «blow down» των κυρίως συμπίεστών
- Δοχεία στραγγισμάτων
- Μονάδες αποθήκευσης
- Εναλλάκτες μετά τις μονάδες αποθήκευσης
- Ψύκτες
- Διανομείς
- Σύστημα ανάκτησης
- Σύστημα πεπιεσμένου αέρα
- Σύστημα ελέγχου

Τα λεωφορεία της Ε.ΘΕ.Λ. ανεφοδιάζονται από 2 σταθμούς που έχουν κατασκευαστεί από την Δ.ΕΠ.Α. και βρίσκονται στα βόρεια του Νομού Αττικής (εικ. 4.11). Πιο συγκεκριμένα οι σταθμοί βρίσκονται σε:

- Ανθούσα
- Άνω Λιόσια



Εικ. 4.11: σταθμός ανεφοδιασμού

4.5 ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΆΝΩ ΛΙΟΣΙΩΝ

Ο σταθμός ανεφοδιασμού των Άνω Λιοσίων (εικ. 4.12) πληροί πολύ υψηλές προδιαγραφές ασφαλείας καθώς διαθέτει:

- Μεγάλο αριθμό ανιχνευτών αερίου (δύο ανά θέση εργασίας λεωφορείου) και κόστος αγοράς 600 € για τον καθένα.
- Σύστημα διπλών ανεμιστήρων εισαγωγής και εξαγωγής αέρα.
- Πόρτες ασφαλείας.
- Αντιεκρηκτικό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό.
- Πίνακα πυρανίχνευσης με σειρά απαιτούμενων ζωνών.

Για την διατήρηση των εγκαταστάσεων στην καλύτερη δυνατή κατάσταση και της ψυχολογίας των εργαζομένων στο υψηλότερο επίπεδο γίνεται εξαμηνιαίος έλεγχος στο σύνολο των ανιχνευτών αερίου που είναι εγκατεστημένοι στον χώρο του συνεργείου των οχημάτων με κόστος που αγγίζει σε ετήσια βάση τα 12.000€.



Εικ. 4.12: μπουκάλα φυσικού αερίου

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του σταθμού είναι:

- Είναι σήμερα ο μεγαλύτερος σταθμός στο είδος του στην Ευρώπη και ένας από τους μεγαλύτερους στον κόσμο.
- Είναι πλήρως οικολογικός, με μηδενικές εκπομπές υδρογονανθράκων προς το περιβάλλον κατά την κανονική λειτουργία το, αφού ακόμα και πιο πολύ μικρές ποσότητες φυσικού αερίου που εγκλωβίζονται στον ελαστικό σωλήνα ανεφοδιασμού κάθε διανομέα μετά από κάθε ανεφοδιασμό, ανακτώνται πλήρως και επιστρέφουν στο σύστημα.
- Η πίεση παράδοσης συμπιεσμένου φυσικού αερίου προς τα οχήματα είναι 220 bar.
- Μπορεί να ανεφοδιάζει έως και 36 λεωφορεία την ώρα. Ο ανεφοδιασμός γίνεται από 5 αντλίες
- Ο χρόνος ανεφοδιασμού κάθε οχήματος είναι 4 λεπτά
- Έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές (EN) και τους ισχύοντες Ελληνικούς κανονισμούς.

4.5.1 Διαδικασία λειτουργίας σταθμού Άνω Λιοσίων

Ο σταθμός τροφοδοτείται με φυσικό αέριο από τον Κλάδο Λαυρίου σε πίεση από 25 έως 38 bar, το οποίο μετά τη βάννα εισόδου διέρχεται δια μέσου των φίλτρων εισόδου. Στη συνέχεια το φυσικό αέριο αφού διέλθει από το γενικό μετρητή του σταθμού (εικ. 4.13), ο οποίος μετράει το σύνολο της μάζας του φυσικού αερίου που εισέρχεται στην εγκατάσταση.



Εικ. 4.13: γενικός μετρητής

Έπειτα περνά από τους αφυγραντήρες του φυσικού αερίου (εικ. 4.14) και συμπιέζεται σε μέγιστη πίεση 270 bar για να φτάσει τέλος στο στάδιο της αποθήκευσης, σε σύστημα φιαλών συμπιεσμένου φυσικού αερίου. Πριν την είσοδό του στους συμπιεστές, του προστίθεται οσμητική ουσία, διαδικασία η οποία έχει σχεδιαστεί ώστε να γίνεται αντιληπτή η τυχόν διαρροή του από τον άνθρωπο.



Εικ. 4.14: αφυγραντήρας

Ο ανεφοδιασμός των οχημάτων γίνεται απευθείας από το αποθηκευτικό σύστημα με φυσική ροή διαμέσου των διανομέων προς τα οχήματα με μέγιστη πίεση τα 220 bar (εικ 4.15).



Εικ. 4.15: ανεφοδιασμός

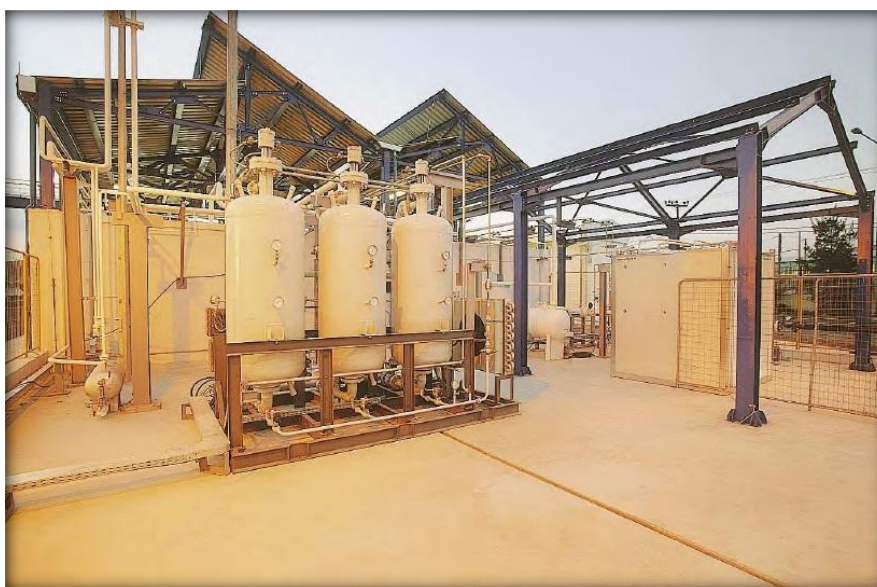
Όλη η διαδικασία λειτουργίας του, καθώς και επίσης και τα συστήματα ασφαλείας συμπιεσμένου φυσικού αερίου ελέγχονται και επιτηρούνται από πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα κεντρικού ελέγχου, με εποπτεία από το κέντρο ελέγχου του σταθμού, όπου καταγράφονται όλα τα ιστορικά στοιχεία λειτουργίας και ασφαλείας του.

Οι παραδιδόμενες ποσότητες φυσικού αερίου, τα οχήματα τα οποία ανεφοδιάστηκαν και οι χρονοσημάνσεις παράδοσης/ανεφοδιασμού, καταγράφονται αυτόματα σε βάση δεδομένων και χρησιμοποιούνται για λογιστικούς και λειτουργικούς σκοπούς.

4.6 ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΑΝΘΟΥΣΑΣ

Η εγκατάσταση έχει ως σκοπό τον ανεφοδιασμό των λεωφορείων με φυσικό αέριο δια μέσου πέντε διανομένων από τους οποίους τέσσερις θα είναι σε λειτουργία και ένας σε κατάσταση ετοιμότητας (stand by). Ο σταθμός μπορεί να εξυπηρετεί ένα στόλο περίπου 240 λεωφορείων με ταχεία πλήρωση (εικ.4.16).

Η τροφοδοσία του σταθμού με φυσικό αέριο γίνεται από έναν σωληναγωγό 4" με μία πίεση 28 έως 38 bar και θερμοκρασία μεταξύ 6 °C και 25 °C. Η προέλευση του φυσικού αερίου είναι η Ρωσία.



Εικ. 4.16: εγκαταστάσεις Ανθούσας

Το αέριο αφού μετρηθεί και φιλτραρισθεί στον σταθμό εισόδου, συμπιέζεται δια μέσου τριών συμπιεστών με παροχή 1670 Nm³/h έκαστος και στη συνέχεια αποθηκεύεται στα 240 bar μέσα σε δέκα (10) συγκροτήματα φιαλών συνδεδεμένα ανά δύο. Ο τέταρτος συμπιεστής είναι εφεδρικός (εικ. 4.17).

Το συμπιεσμένο φυσικό αέριο από τις μονάδες αποθήκευσης οδηγείται κατευθείαν στους πέντε διανομείς που έχουν εγκατασταθεί στην περιοχή των νησίδων φόρτωσης και φορτώνεται στα λεωφορεία περνώντας μέσα από ένα μετρητή μάζας που βρίσκεται εγκατεστημένος μέσα σε κάθε διανομέα.

Ο σταθμός έχει σχεδιαστεί για την ταχεία πλήρωση 28 λεωφορείων την ώρα κατά τη διάρκεια 8,5 ωρών τη νύχτα.



Εικ. 4.17: εγκαταστάσεις Ανθούσας

4.7 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΑΕΡΙΟΚΙΝΗΣΗΣ

Το διογκούμενο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των πόλεων επιβάλλει τον σαφή προσανατολισμό σε καύσιμα αποδοτικά αλλά και φιλικά

προς το περιβάλλον. Τα μεγάλα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα από την καθαρότητα των καυσαερίων, το άψογο ιστορικό ασφαλείας και η ωριμότητα της σχετικής τεχνολογίας καθιστούν σήμερα την κίνηση των οχημάτων με συμπιεσμένο φυσικό αέριο επιβεβλημένη λύση για τη σημαντική μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις μεγάλες πόλεις. Ήδη κυκλοφορούν σήμερα στον κόσμο περί τα 2,1 εκατομμύρια οχήματα με αεριοκίνηση (εικ. 4.18). Εξ αυτών, περίπου τα 400.000 κυκλοφορούν στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αριθμός που έχει αυξηθεί κατά 50% την τελευταία 7ετία.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο το 10% των οχημάτων που τα κυκλοφορούν το 2020 στην Ε.Ε. να είναι οχήματα εναλλακτικών καυσίμων, έναντι σημερινού ποσοστού 0,2%, και έχει εντάξει την εισαγωγή της αεριοκίνησης τόσο στην περιβαλλοντική όσο και στην ενεργειακή της πολιτική. Έτσι, σε όλες τις χώρες της Ε.Ε. υλοποιούνται σήμερα εθνικές πολιτικές και προγράμματα εισαγωγής και ενθάρρυνσης της αυτοκίνησης με φυσικό αέριο. Οι πολιτικές αυτές, περιλαμβάνουν οικονομικά και διοικητικά κίνητρα για τους χρήστες οχημάτων φυσικού αερίου.



Εικ. 4.18: όχημα με αεριοκίνηση

5.ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Παρακάτω θα δούμε μια συγκριτική μελέτη για την χρήση του φυσικού αερίου, σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο στην περίπτωση μας), στα λεωφορεία του αστικού ΚΤΕΛ του Δήμου Χανίων.

Η μελέτη αφορά τόσο τα περιβαλλοντικά οφέλη που θα έχουμε, λόγω των μειωμένων ρύπων των λεωφορείων φυσικού αερίου, όσο και την μείωση της κατανάλωσης.

Το αστικό ΚΤΕΛ του Δήμου Χανίων χρησιμοποιεί λεωφορεία Mercedes-Benz O405 N Euro 2 (εικ. 5.1), που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το πετρέλαιο. Η σύγκριση θα γίνει ανάμεσα σε αυτά και στα λεωφορεία Irisbus PS09B5 Euro 2 (εικ. 5.2) και Solaris Urbino 8.6 Euro 5 (εικ. 5.3), που και τα 2 χρησιμοποιούν σαν καύσιμο το φυσικό αέριο. Η επιλογή είναι τέτοια ώστε η σύγκριση να γίνει με λεωφορεία αντίστοιχης τεχνολογίας με αυτά των Χανίων (Euro 2) αλλά και μεταγενέστερης (Euro 5).

Για να καταλήξουμε στα αποτελέσματα θα χρησιμοποιήσουμε ως πληροφορίες τα χαρακτηριστικά των λεωφορείων, αλλά και τις χιλιομετρικές αποστάσεις και την συχνότητα του κάθε δρομολογίου του αστικού ΚΤΕΛ του δήμου Χανίων.



Εικ. 5.1: Mercedes-Benz O405 N



Εικ. 5.2: Irisbus PS09B5



Εικ. 5.3: Solaris Urbino 8.6

5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί (πιν. 5.1), βλέπουμε τα χαρακτηριστικά των τριών λεωφορείων που θα χρειαστούμε για την μελέτη.

Πιν. 5.1: χαρακτηριστικά λεωφορείων

Τύπος λεωφορείου	Mercedes-Benz O405 N	Irisbus PS09B5	Solaris Urbino 8.6
Euro	2	2	5
Καύσιμο	πετρέλαιο	φυσικό αέριο	φυσικό αέριο
Ισχύς (Kw)	184	186	178
Εκπομπές CO (g/Kwh)	0,51	0,736	0,92
Εκπομπές HC (g/Kwh)	0,34	0,112	0,015
Εκπομπές NOx (g/Kwh)	6,3	4,124	3,12
Εκπομπές ΡΤ(g/Kwh)	0.112	-	0,018
Κατανάλωση	0,552 lt/km	0,427 kg/km	0,41 kg/km

Βλέπουμε ότι για το λεωφορείο πετρελαίου την κατανάλωση την μετράμε σε lt/km ενώ για τα λεωφορεία φυσικού αερίου σε kg/km. Για την σύγκριση της τιμής βάση της κατανάλωσης θα μετρήσουμε σε lt/km (το πετρέλαιο πωλείται ανά λίτρο), ενώ για τη σύγκριση κατανάλωσης σε kg θα κάνουμε την μετατροπή lt/km \rightarrow kg/km, γνωρίζοντας ότι η πυκνότητα του πετρελαίου είναι $d_{\text{πετρο}} = 0,82$ kg/lt. Η τιμή προκύπτει από την παρακάτω εξίσωση:

$$m^{\text{kg}} = d_{\text{πετ}} \cdot V^{\text{lt}} \Rightarrow m = 0,82 \cdot V$$

m : μάζα (kg)

V : όγκος (lt)

d : πυκνότητα

5.3 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ

Γνωρίζοντας την συχνότητα, την ημέρα (καθημερινές, Σάββατο, Κυριακή), την χιλιομετρική απόσταση και την μέση ωριαία ταχύτητα για κάθε δρομολόγιο καταλήγουμε στον παρακάτω πίνακα (πιν. 5.2):

Πιν. 5.2: Πληροφορίες δρομολογίων

Αριθμός δρομολογίου	Δρομολόγιο	απόσταση (km)	Συχνότητα δρομολογίων			Μέση Ταχύτητα (km/h)	Σύνολο Χλμ ανά δρομολόγιο	Ώρα (h)
			Καθημερινές	Σάββατο	Κυριακή			
11	Χαλέπα	12	58	55	39	25	4.608	184,32
	Σόδου	20	7			25	700	28,00
12	Άγιος Ιωάννης	7	39	39	15	25	1.743	69,72
13	Σούδα	15	33	28	36	25	3.435	137,40
	Σούδα NNK	20	14	14		25	1.680	67,20
15	Δαράτσο-Γαλατάς	15	17	17	10	30	1.680	56,00
16	Περιβόλια	17	13	13		30	1.326	44,20
17	Μουρνιές-Νεροκούρου	20	14	14		30	1.680	56,00
18	Κουνουπιδιανά	23	18	11		30	2.323	77,43
	Πιθάρι Κορακίες-Καμπάνι	25	11	11	10	30	1.900	63,33
	Άγιο Ονούφριο	30	3	3		30	540	18,00
19	Φυλακές Αγυιάς	18	8	8		30	864	28,80
	Καλλιθέα	23	2	2		30	276	9,20
20	Λενταριανά-Νέα Χώρα	12	37	25	15	25	2.700	108,00
21	Καλαμάκι (Panorama)	20	22	22	11	30	2.860	95,33
22	Τσικαλαριά	15	5	5		25	450	18,00
23	Πολυτεχνείο	20	10	10		25	1.200	48,00
24	Νοσοκομείο	17	26	17	17	25	2.788	111,52
Σύνολο για μια εβδομάδα:							32.753	1.220,46
Σύνολο για έναν χρόνο:							1.703.156	63.463,92

5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Γνωρίζοντας τα χαρακτηριστικά των λεωφορείων και έχοντας τις πληροφορίες των δρομολογίων, καταλήγουμε στους 3 παρακάτω πίνακες για κάθε τύπο λεωφορείου (πιν. 5.3, 5.4, 5.5):

Πιν. 5.3: Mercedes-Benz O405 N

Αριθμός δρομολογίου	Μέση Ισχύς (kw)	Κατανάλωση		CO (kg)	HC (kg)	NOx (kg)	PT (kg)
		lt	kg				
11	122,67	2.543,62	2.085,77	11,53	7,69	142,44	2,53
	122,67	386,40	316,85	1,75	1,17	21,64	0,38
12	122,67	962,14	788,95	4,36	2,91	53,88	0,96
13	122,67	1.896,12	1.554,82	8,60	5,73	106,18	1,89
	122,67	927,36	760,44	4,20	2,80	51,93	0,92
15	122,67	927,36	760,44	3,50	2,34	43,28	0,77
16	122,67	731,95	600,20	2,77	1,84	34,16	0,61
17	122,67	927,36	760,44	3,50	2,34	43,28	0,77
18	122,67	1.282,30	1.051,48	4,84	3,23	59,84	1,06
	122,67	1.048,80	860,02	3,96	2,64	48,94	0,87
	122,67	298,08	244,43	1,13	0,75	13,91	0,25
19	122,67	476,93	391,08	1,80	1,20	22,26	0,40
	122,67	152,35	124,93	0,58	0,38	7,11	0,13
20	122,67	1.490,40	1.222,13	6,76	4,50	83,46	1,48
21	122,67	1.578,72	1.294,55	5,96	3,98	73,67	1,31
22	122,67	248,40	203,69	1,13	0,75	13,91	0,25
23	122,67	662,40	543,17	3,00	2,00	37,09	0,66
24	122,67	1.538,98	1.261,96	6,98	4,65	86,18	1,53
Σύνολο για μια εβδομάδα:		18.079,66	14.825,32	76,35	50,90	943,17	16,77
Σύνολο για ένα χρόνο:		940.142,1	770.916,53	3.970,30	2.646,87	49.044,92	871,91

Πιν. 5.4: Irisbus PS09B5

Αριθμός δρομολογίου	Μέση Ισχύς (kw)	Κατανάλωση	CO (kg)	HC (kg)	NOx (kg)	PT (kg)
		kg				
11	124,00	1.967,62	16,82	2,56	94,26	0,00
	124,00	298,90	2,56	0,39	14,32	0,00
12	124,00	744,26	6,36	0,97	35,65	0,00
13	124,00	1.466,75	12,54	1,91	70,26	0,00
	124,00	717,36	6,13	0,93	34,36	0,00
15	124,00	717,36	5,11	0,78	28,64	0,00
16	124,00	566,20	4,03	0,61	22,60	0,00
17	124,00	717,36	5,11	0,78	28,64	0,00
18	124,00	991,92	7,07	1,08	39,60	0,00
	124,00	811,30	5,78	0,88	32,39	0,00
	124,00	230,58	1,64	0,25	9,20	0,00
19	124,00	368,93	2,63	0,40	14,73	0,00
	124,00	117,85	0,84	0,13	4,70	0,00
20	124,00	1.152,90	9,86	1,50	55,23	0,00
21	124,00	1.221,22	8,70	1,32	48,75	0,00
22	124,00	192,15	1,64	0,25	9,20	0,00
23	124,00	512,40	4,38	0,67	24,55	0,00
24	124,00	1.190,48	10,18	1,55	57,03	0,00
Σύνολο για μια εβδομάδα:		13.985,53	111,38	16,95	624,11	0,00
Σύνολο για ένα χρόνο:		727.247,61	5.791,97	881,39	32.453,93	0,00

Πιν. 5.5: Solaris Urbino 8.6

Αριθμός δρομολογίου	Μέση Ισχύς (kw)	Κατανάλωση	CO (kg)	HC (kg)	NOx (kg)	PT (kg)
		kg				
11	118,73	1.889,28	20,13	0,33	68,28	0,39
	118,73	287,00	3,06	0,05	10,37	0,06
12	118,73	714,63	7,62	0,12	25,83	0,15
13	118,73	1.408,35	15,01	0,24	50,90	0,29
	118,73	688,80	7,34	0,12	24,89	0,14
15	118,73	688,80	6,12	0,10	20,75	0,12
16	118,73	543,66	4,83	0,08	16,37	0,09
17	118,73	688,80	6,12	0,10	20,75	0,12
18	118,73	952,43	8,46	0,14	28,69	0,17
	118,73	779,00	6,92	0,11	23,46	0,14
	118,73	221,40	1,97	0,03	6,67	0,04
19	118,73	354,24	3,15	0,05	10,67	0,06
	118,73	113,16	1,00	0,02	3,41	0,02
20	118,73	1.107,00	11,80	0,19	40,01	0,23
21	118,73	1.172,60	10,41	0,17	35,32	0,20
22	118,73	184,50	1,97	0,03	6,67	0,04
23	118,73	492,00	5,24	0,09	17,78	0,10
24	118,73	1.143,08	12,18	0,20	41,31	0,24
Σύνολο για μια εβδομάδα:		13.428,73	2,17	452,12	2,61	133,32
Σύνολο για ένα χρόνο:		698.293,96	113,03	23.510,08	135,64	6.932,46

Τρόπος υπολογισμού αποτελεσμάτων:

Μέση ισχύς (kw): $2/3 \times$ μέγιστη ισχύς

Κατανάλωση (kg): kg/km \times km δρομολογίων

CO (kg): εκπομπές CO (g/Kw·h) \times μέση ισχύς (Kw) \times ώρα δρομολογίου (h)

ότι βρούμε το διαιρούμε δια 1000 ώστε να έχουμε αποτέλεσμα σε kg

HC (kg): εκπομπές HC (g/Kw·h) \times μέση ισχύς (Kw) \times ώρα δρομολογίου (h)

ότι βρούμε το διαιρούμε δια 1000 ώστε να έχουμε αποτέλεσμα σε kg

NOx (kg): εκπομπές NOx (g/Kw·h) \times μέση ισχύς (Kw) \times ώρα δρομολογίου (h)

ότι βρούμε το διαιρούμε δια 1000 ώστε να έχουμε αποτέλεσμα σε kg

PT (kg): εκπομπές PT (g/Kw·h) \times μέση ισχύς (Kw) \times ώρα δρομολογίου (h)

ότι βρούμε το διαιρούμε δια 1000 ώστε να έχουμε αποτέλεσμα σε kg

5.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

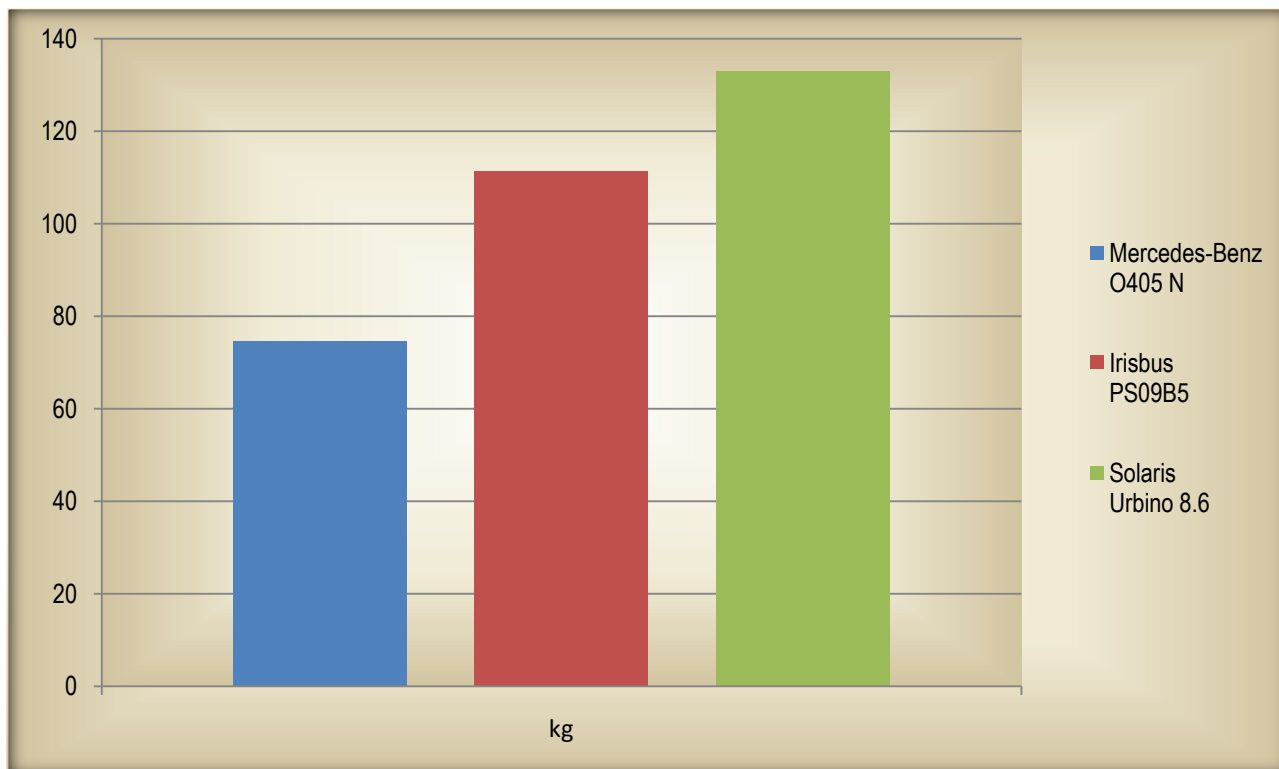
Αντλώντας πληροφορίες από τους πίνακες 5.3, 5.4 και 5.5 καταλήγουμε στους παρακάτω πίνακες (5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10) και γραφήματα (5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5) στα οποία συνοψίζουμε τις εκπομπές ρύπων και την κατανάλωση για εβδομαδιαία αλλά και ετήσια βάση για κάθε τύπο λεωφορείου και τα συγκρίνουμε έτσι ώστε να δούμε αν έχουμε θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα.

Ξεκινώντας με τις εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) (πιν. 5.6, γραφ. 5.1) παρατηρούμε ότι υπάρχει μία αύξηση στις εκπομπές παρόλο την χρήση φυσικού αερίου αλλά και την εξέλιξη της τεχνολογίας.

Πιν. 5.6: Εκπομπές CO

Τύπος λεωφορείου	Mercedes-Benz O405 N	Irisbus PS09B5	Solaris Urbino 8.6
Εβδομαδιαίες εκπομπές CO	76,35 kg	111,38 kg	133,32 kg
Ετήσιες εκπομπές CO	3.970,3 kg	5791,97 kg	6932,46 kg
Μεταβολή	-	+ 45,8 %	+ 74.6 %

Γραφ. 5.1: Εκπομπές CO ανά εβδομάδα σε kg

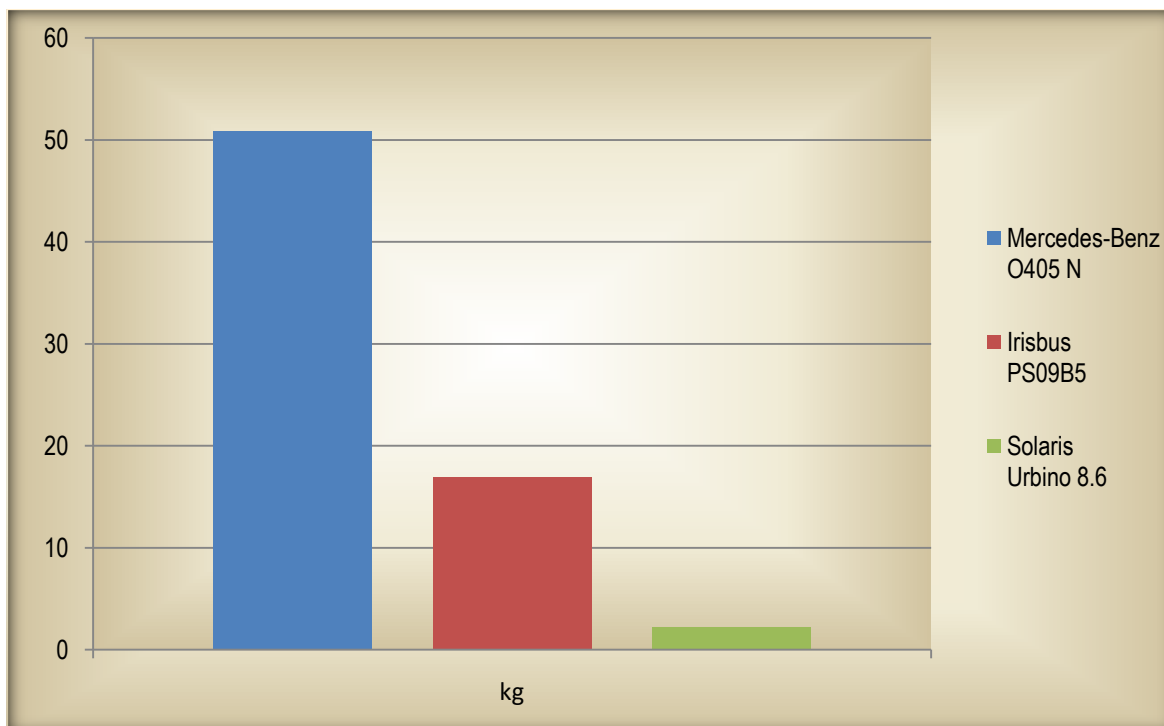


Το επόμενο στοιχείο σύγκρισης είναι οι εκπομπές υδρογονανθράκων (HC) (πιν. 5.7, γραφ. 5.2). Βλέπουμε ότι με τη χρήση φυσικού αερίου υπάρχει σημαντική μείωση των εκπομπών, ιδιαίτερα στο λεωφορείο φυσικού αερίου τύπου Euro 5.

Πιν. 5.7: Εκπομπές HC

Τύπος λεωφορείου	Mercedes-Benz O405 N	Irisbus PS09B5	Solaris Urbino 8.6
Εβδομαδιαίες εκπομπές HC	50,9 kg	16,95 kg	2,17 kg
Ετήσιες εκπομπές HC	2.646,87 kg	881,39 kg	113,03 kg
Μεταβολή	-	- 66,7 %	- 95,7 %

Γραφ. 5.2: Εκπομπές HC ανά εβδομάδα σε kg

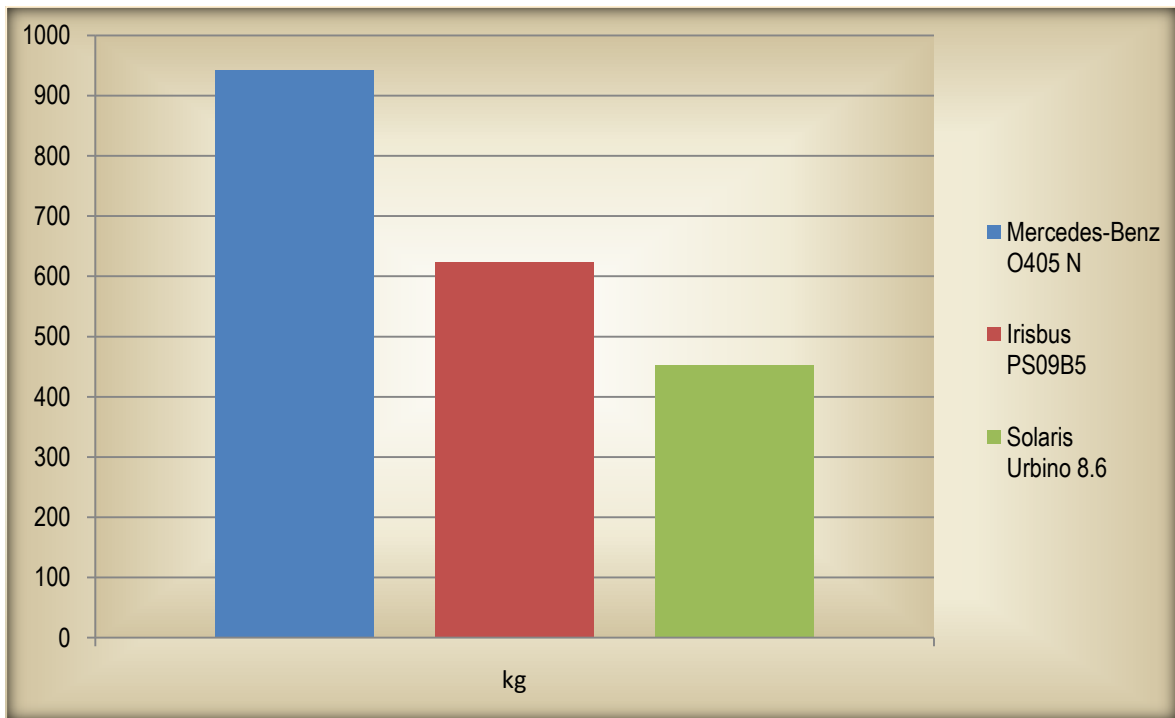


Στη συνέχεια, έχουμε τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου (NOx) (πιν. 5.8, γραφ. 5.3). Βλέπουμε ότι και εδώ, με τη χρήση φυσικού αερίου έχουμε μείωση των εκπομπών.

Πιν. 5.8: Εκπομπές NOx

Τύπος λεωφορείου	Mercedes-Benz O405 N	Irisbus PS09B5	Solaris Urbino 8.6
Εβδομαδιαίες εκπομπές NOx	943,17 kg	624,11 kg	452,12 kg
Ετήσιες εκπομπές NOx	49.044,92 kg	32.453,93 kg	23.510,08 kg
Μεταβολή	-	- 33,8 %	- 52,06 %

Γραφ. 5.3: Εκπομπές NOx ανά εβδομάδα σε kg

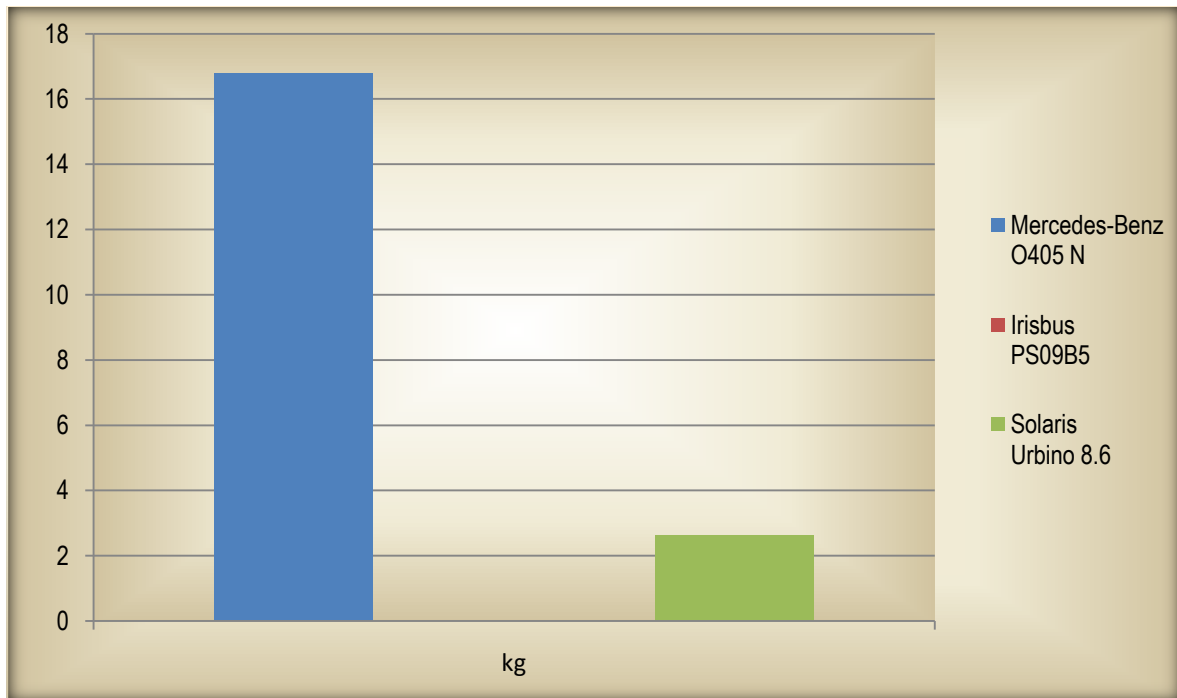


Τελευταίο στοιχείο εκπομπών που συγκρίνουμε είναι τα μικροσωματίδια (PT) (πιν. 5.9, γραφ. 5.4). Παρατηρούμε ότι και εδώ υπάρχει μείωση με τη χρήση φυσικού αερίου, ειδικά στην περίπτωση του λεωφορείου φυσικού αερίου Euro 2, για το οποίο οι εκπομπές είναι μηδενικές.

Πιν. 5.9: Εκπομπές PT

Τύπος λεωφορείου	Mercedes-Benz O405 N	Irisbus PS09B5	Solaris Urbino 8.6
Εβδομαδιαίες εκπομπές PT	16,77 kg	0 kg	2,61 kg
Ετήσιες εκπομπές PT	871,91 kg	0 kg	135,64 kg
Μεταβολή	-	- 100 %	- 85 %

Γραφ. 5.4: Εκπομπές ΡΤ ανά εβδομάδα σε kg

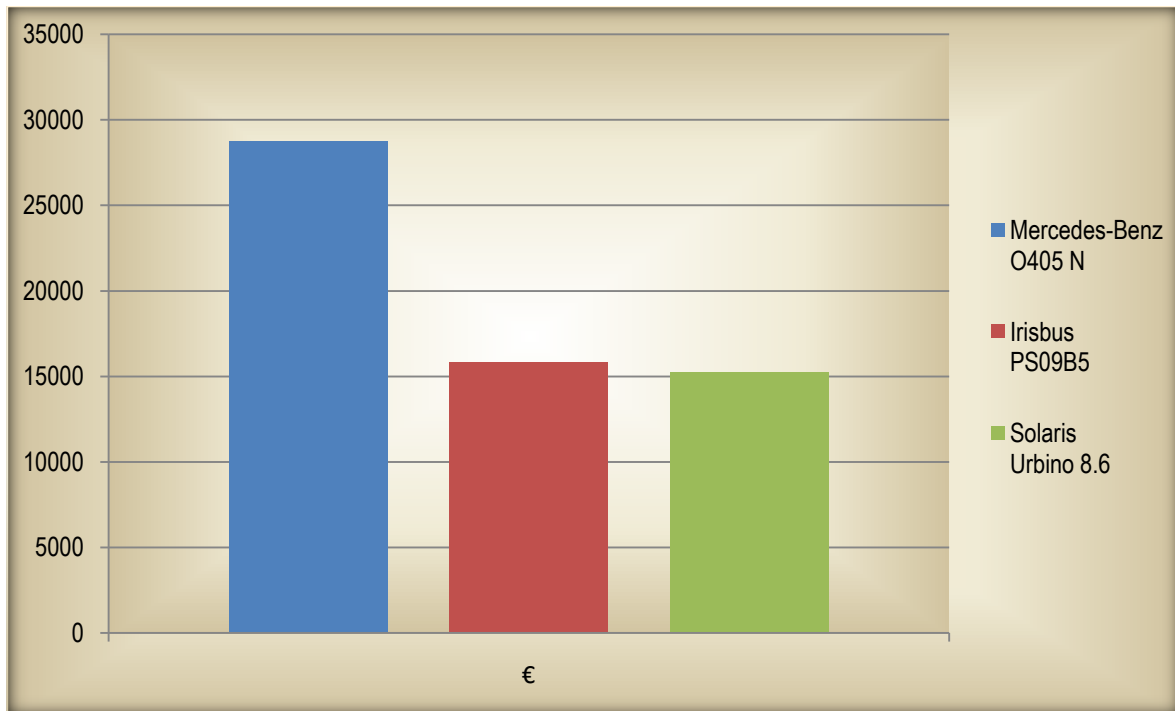


Τέλος, συγκρίνουμε το κόστος κατανάλωσης για κάθε τύπο λεωφορείου. Αυτή την στιγμή στην χώρα μας η τιμή πώλησης του φυσικού αερίου για την χρήση του στην αεριοκίνηση είναι 1,133 €/kg, ενώ η μέση τιμή πώλησης του πετρελαίου κίνησης είναι 1,59 €/lt. Με δεδομένα αυτά και χρησιμοποιώντας και τις αντίστοιχες πληροφορίες από τους πίνακες (5.3, 5.4, 5.5) βλέπουμε ότι τα έξοδα για καύσιμα μειώνονται σχεδόν στο μισό (πιν. 5.10, γραφ. 5.5).

Πιν. 5.10: Κόστος κατανάλωσης

Τύπος λεωφορείου	Mercedes-Benz O405 N	Irisbus PS09B5	Solaris Urbino 8.6
Εβδομαδιαίο Κόστος κατανάλωσης	28.746,65 €	15.845,6 €	15.214,75 €
Ετήσιο Κόστος κατανάλωσης	1.494.825,96 €	823.971,5 €	791.167,06 €
Μεταβολή	-	- 45%	- 47%

Γραφ. 5.5: κόστος κατανάλωσης ανά εβδομάδα σε €



6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ

Τα τελευταία χρόνια η συνεχής αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αλλά και ο φόβος για τη μείωση αποθεμάτων του πετρελαίου, μας οδήγησε στην αναζήτηση εναλλακτικών τύπων καυσίμων. Ένας από αυτούς είναι και το φυσικό αέριο, είτε σε συμπιεσμένη μορφή (CNG), είτε σε υγροποιημένη (LNG).

Η χρήση του φυσικού αερίου στον τομέα της αυτοκίνησης αυξάνεται όσο περνάνε τα χρόνια. Ο εναλλακτικός αυτός τύπος καυσίμου υπάρχει σε μεγάλα αποθέματα και συγκρίνοντάς το με το πετρέλαιο, η καύση του συμβάλει στην μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης.

Με την χρήση του στα λεωφορεία, έχουμε μειωμένα μεγέθη εκπομπών ρύπων σε σχέση με τους ρύπους που εκπέμπουν τα συμβατικά καύσιμα. Επίσης μπορεί να έχουμε αυξημένο κόστος αγοράς και συντήρησης λόγω της ανάγκης παρουσίας εξειδικευμένου προσωπικού, όμως έχουμε πολύ μειωμένο κόστος κατανάλωσης και αντισταθμίζει τα κόστη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Λέφας Κ., *Εισαγωγή στην Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ, Αθήνα, 2004.
2. Παπανίκας Δ., *Τεχνολογία φυσικού αερίου*, Εκδότης Σύλλογος Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Βορείου Ελλάδος (ΣΜΗΒΕ), 1999.
3. Καραπάνος Χ., *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Εκδόσεις Ίων, 2008.
4. Ιορδανίδης Α., *Το φυσικό αέριο: παραγωγή, εκμετάλλευση, επιπτώσεις στο περιβάλλον*, 2004.
5. Πασπαλάς Κ., *Τεχνολογία εγκαταστάσεων και χρήσεων φυσικού αερίου*, Εκδότης Σύλλογος Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Βορείου Ελλάδος (ΣΜΗΒΕ), 1999.
6. ΔΕΠΑ, *Το φυσικό αέριο και οι χρήσεις του*, Αθήνα, 1994.
7. Campbell J., *Gas Conditioning and processing*, Εκδόσεις Engineering Counselor.
8. ΔΕΠΑ, *Σταθμός Ανεφοδιασμού Λεωφορείων με φυσικό αέριο - Ανθούσα*, Έκδοση Δημόσια επιχείρηση Αερίου Α.Ε., Αθήνα
9. Ζαχμάνογλου Θ., Καπετανάκης Γ., Καραμπίλας Π., Σπόζιτο Π., *Τεχνολογία οχημάτων: Υγραέριο (LPG) και φυσικό αέριο (CNG)*, Εκδότης Ινστιτούτο Διαρκούς Επιμόρφωσης Επιχειρήσεων Αυτοκινήτου (Ι.Δ.Ε.Ε.Α.), 2011
10. Καραπάνος Χ., *Μεταφορά, διανομή και αποθήκευση αερίων καυσίμων*, Εκδόσεις Ίων, 2008
11. Αλμπάνης-Τριαντάφυλλος, *Ρύπανση και τεχνολογίες προστασίας περιβάλλοντος*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2009
12. Νικολάου Ν., *Χημεία και τεχνολογία πετρελαίου*, Εκδόσεις Βιβλιοεκδοτική Α.Ε., 2002
13. Φρυδά, *Γεωλογία και γεωτρήσεις πετρελαίου*, Εκδόσεις Παπαζήσης

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. www.ethel.gr
2. www.depa.gr
3. www.aerioattikis.gr
4. www.desfa.gr
5. www.indexmundi.com
6. en.wikipedia.org
7. www.solarisbus.pl
8. www.cia.gov
9. www.naturalgas.org