



**Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Χρήση Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου ως καύσιμο χερσαίων και  
θαλάσσιων μεταφορών και σύγχρονες μεθόδους χρήσης του στην  
πρόωση πλοίων»**



**Γρηγόρης Ζίου**

**Εποπτεύων Καθηγητής: Δρ. Ευγένιος Σκούρας**

**ΠΑΤΡΑ, 2013**

## Πρόλογος

Σκοπός του φοιτητή στη παρούσα πτυχιακή εργασία, είναι να παραθέσει και να αναλύσει το φαινόμενο της χρήσης του Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου ως καύσιμο χερσαίων και θαλάσσιων μεταφορών καθώς και τις σύγχρονες μέθοδοι χρήσης στη πρόωση πλοίων. Προκειμένου λοιπόν για τον ίδιο να διεξάγει μια ορθή και αντιπροσωπευτική ως προς το θέμα που εξετάζει πτυχιακή εργασία, διαχωρίζει αυτή σε τρία αντίστοιχα κεφάλαια. Στο μεν πρώτο εξετάζει και αναλύει το φυσικό αέριο ως μέσο καύσης μηχανών εσωτερικής καύσης με σκοπό τη κίνηση των χερσαίων και θαλάσσιων μεταφορών, στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στο τρόπο εφοδιασμού, αποθήκευσης και καύσης και στο τρίτο κεφάλαιο σχετικά, αναφέρεται στην ανάλυση δεδομένων χρήσης καυσίμων τύπου LNG στη πρόωση πλοίων και σχετικά με την σχεδίαση, λειτουργία και εφαρμογή τους στην ναυτιλία.

## **Ευχαριστίες**

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στον Καθηγητή μου και επιβλέπον της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας Κο. Σκούρα για την πολύ μεγάλη βοήθεια του κατά την διάρκεια της έρευνας μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους τους ειδικούς αλλά και εκείνους που ασχολούνται με το θέμα της λειτουργίας και εγκατάστασης των συστημάτων παροχής και χρήσης φυσικού αερίου στην Ελλάδα καθώς και των χαρακτηριστικών που εκείνα διαθέτουν.

Επιπλέον θα ήθελα να δηλώσω ότι είμαι ευγνώμων στο προσωπικό των διαφόρων ναυτιλιακών οργανισμών και περιοδικών τύπου που ασχολούνται με αυτού του είδους την θεματολογία, για την απεριόριστη παροχή πληροφοριών σχετικά με τις μορφές και τρόπους λειτουργίας των πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ και των αντίστοιχων απαιτήσεων που εκείνα διαθέτουν με σκοπό τη σωστή λειτουργία τους σε μια συγκεκριμένη περίπτωση.

Τέλος, θα επιθυμούσα να αποστείλω τις ευχαριστίες μου στα μέλη της οικογενείας μου αλλά και τους φίλους μου, οι οποίοι όλο αυτόν τον καιρό της προετοιμασίας της συγκεκριμένης εργασίας αλλά και έρευνας, με στήριξαν σε υπέρτατο βαθμό.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟ.....	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Το Φυσικό Αέριο ως Μέσο Καύσης Μηχανών Εσωτερικής Καύσης με Σκοπό τη Κίνηση Χερσαίων και Θαλάσσιων Μεταφορών... 12	
1.1 Η Έννοια και Ουσία του Φυσικού Αερίου – Χημικές και Χαρακτηριστικές Ιδιότητες Χρήσης του Καθώς και η Διευρυμένη Χρήση του στις Μέρες μας.....	12
1.2 Η Χρήση του Φυσικού Αερίου στις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης... 16	
1.3 Πλεονεκτήματα που Αναφέρονται από την Χρήση του Φυσικού Αερίου και Τρόποι με τους Οποίους Επηρεάζει την Λειτουργία των Μηχανών.....	18
1.4 Η Χρήση του Φυσικού Αερίου στις Χερσαίες και Θαλάσσιες Μεταφορές.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ο Τρόπος Εφοδιασμού, Αποθήκευσης και Καύσης του Φυσικού Αερίου στις Μέρες μας.....	29
2.1 Τρόπος Εφοδιασμού και Καύσης Φυσικού Αερίου στις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης για Κίνηση Χερσαίων και Θαλάσσιων Μηχανών σε Σχετικά Μέσα.....	29
2.2 Επιλογή Υγραερίου ή Φυσικού Αερίου για Μηχανές Κίνησης.....	31
2.3 Είδη Μηχανών και Παραγωγής Ενέργειας Όπου Μπορούν να Χρησιμοποιηθεί το Φυσικό Αέριο.....	33
2.4 Οικονομικές και Περιβαλλοντικές Συνθήκες στην Ελλάδα που Δημιουργούνται από τη Διανομή και Χρήση Φυσικού Αερίου.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Ανάλυση Δεδομένων Χρήσης Καυσίμων Τύπου LNG στη Πρόωση των Πλοίων Σχετικά με την Σχεδίαση, Λειτουργία και Εφαρμογής τους.....	49
3.1 Οι Σημερινοί Τρόποι Μεταφοράς του Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου με Συγκεκριμένους Τύπους Πλοίων.....	49
3.2 Τρόπος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου με Πλοία Τύπου LNG και Σύγχρονα Δεδομένα Σχετικά.....	50

3.3 Νέοι Τρόποι Σχεδίασης των Συγκεκριμένων Πλοίων με Σκοπό την Καλύτερη και Ασφαλέστερη Μεταφορά του Φυσικού Αερίου.....	54
3.4 Νέα Δεδομένα στην Πρόωση Πλοίων Μέσω της Χρήσης του Φυσικού Αερίου.....	61
3.5 Περιβαλλοντικά Οφέλη από τη Χρήση του Φυσικού Αερίου ως Καύσιμο στη Πρόωση Πλοίων.....	65
3.6 Πλεονεκτήματα που Προσφέρονται Σχετικά στα Πλοία από τη Χρήση Φυσικού Αερίου ως Καύσιμο.....	69
3.7 Περιβαλλοντικά Οφέλη σε Σύγκριση με την Υφιστάμενη Τεχνολογία Πετρελαίου Καθώς και Σχετικά Μειονεκτήματα Μηχανών Φυσικού Αερίου.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Επίλογος – Συμπεράσματα – Προτάσεις Σχετικά με τις Προβλέψεις για τις Ωφέλειες σε Περίπτωση Αντικατάστασης Πλοίων Παλαιάς Τεχνολογίας με Σύγχρονα Κινούμενα με Φυσικό Αέριο.....	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	93

## **Εισαγωγή**

Οι ήπιες μορφές ενέργειας ή διαφορετικά γνωστές ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή νέες πηγές ενέργειας θεωρούνται μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας η οποία προέρχεται από τις διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και διάφορες άλλες. Ο όρος βέβαια "ήπιες" αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά των πηγών ενέργειας.

Αρχικά θα πρέπει να σημειωθεί πως για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως θεωρούνται η άντληση, καύση και εξόρυξη και όπως συμβαίνει με τις έως τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας που υπάρχει στη φύση.

Επιπλέον, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας οι οποίες είναι πολύ φιλικές στο περιβάλλον και δεν αποδεδμεύουν διοξείδιο του άνθρακα, υδρογονάνθρακες ή διάφορα τοξικά και ραδιενεργά υλικά ή απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα καθημερινά, όπως το φυσικό αέριο.

Είναι χρήσιμο επίσης να σημειωθεί πως ως "ανανεώσιμες πηγές ενέργειας" θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας αλλά και η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός βέβαια "ανανεώσιμες" θα μπορούσε να είναι κάπως καταχρηστικός, αφού ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Τα τελευταία χρόνια από την Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και πολλά κράτη υιοθετούνται κάποιες νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται στην ουσία στην παροχή ηλιακής ενέργειας, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια και η οποία είναι ροή ενέργειας η οποία προέρχεται από το εσωτερικό του φλοιού της γης και την ενέργεια απ'

τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται την ύπαρξη της βαρύτητας. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας θεωρούνται ανανεώσιμες, αφού και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια.

Ουσιαστικά είναι η ηλιακή ενέργεια "συσκευασμένη" κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο, αφού η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους οι οποίοι προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης - συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Τέλος η γεωθερμική ενέργεια δεν θεωρείται ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται είτε άμεσα κυρίως για την θέρμανση, είτε μετατρέπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας κυρίως με ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια. Υπολογίζεται δε ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Η υψηλή όμως έως πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που σχετίζονται με τη διατήρηση της παρούσας κατάστασης στον ενεργειακό τομέα, εμπόδισαν σημαντικά την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. Ειδικά στην Ελλάδα η οποία έχει μορφολογία και ένα κλίμα κατάλληλο για τις νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970 κάτι το οποίο ήταν αποτέλεσμα κυρίως των απανωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν ως πειραματικές εφαρμογές. Στις μέρες μας όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους

σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους.

Αντίστοιχα θα πρέπει να σημειωθεί πως το κόστος των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας μειώνεται συνέχεια τα τελευταία είκοσι (20) χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια αλλά και η βιομάζα, αφού μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται στα ίσα παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί πως στις ΗΠΑ ένα ποσοστό του 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπολογίζεται πως το 2020 το 30% της ενέργειας θα προέρχεται από τις ανανεώσιμες πηγές και κυρίως τα υδροηλεκτρικά και την βιομάζα.

Αποτελεί γεγονός στις μέρες μας πως όλο και περισσότερο, νέες μορφές ενέργειας, λιγότερο ρυπογόνες για το περιβάλλον, αναζητά η παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία με στόχο τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου και της συμβολής στην καταστροφή του περιβάλλοντος.<sup>1</sup> Έτσι λοιπόν, τα βλέμματα όλων των ειδικών του ναυτιλιακού χώρου, βρίσκονται στραμμένα στη χρήση φυσικού αερίου ως καυσίμου στα πλοία. Πρόκειται για ένα από τα βασικότερα θέματα συζήτησης στη ναυτιλία και το οποίο χαρακτηρίζεται ως θέμα «*receiving a lot of attention*». Σύμφωνα με τους ειδικούς, το LNG θεωρείται το καύσιμο του μέλλοντος αφού έχει μάλιστα χρησιμοποιηθεί και δοκιμαστεί από ένα μικρό αριθμό πλοίων, τα λεγόμενα gas ships, για κάποιο χρονικό διάστημα.<sup>2</sup>

Στις μέρες μας υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός προτάσεων για την κατασκευή μηχανών για πλοία που θα μπορούν να χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ως καύσιμο. Σε πρώτη φάση, το φυσικό αέριο θα χρησιμοποιηθεί στη ναυτιλία μικρών αποστάσεων και στα επιβατηγά πλοία. Ήδη οι Φιλανδοί, μέσω της STX Finland και της Viking Line, σε συνεργασία με το Lloyd's Register, κατασκευάζουν το πρώτο επιβατηγό-ferry που θα χρησιμοποιεί ως

---

<sup>1</sup> Seamanship International, «*Types of Liquefied Gas Carriers*», U.S.A., March 2007

<sup>2</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου



καύσιμο το LNG. Θα κατασκευαστεί στα φιλανδικά ναυπηγεία STX Turku. Το τεράστιο πλοίο θα παραδοθεί στις αρχές του 2013 και θα είναι παγκοσμίως το πιο φιλικό προς το περιβάλλον επιβατηγό πλοίο, με ελάχιστες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Θα έχει μεταφορική ικανότητα 2.800 επιβατών και 1.100 lane metres για Ι.Χ. αυτοκίνητα και υπηρεσιακή ταχύτητα 22 κόμβων.<sup>3</sup>

Επίσης, ο Lloyd's Register πιστοποίησε το πρώτο παγκοσμίως «chemical tanker», το Argonon, χωρητικότητας 6.100 dwt, της ναυτιλιακής εταιρείας Argono Shipping. Έχει μήκος 110 μέτρα, ναυπηγήθηκε στα Rotterdam's Shipyard Trico BV και έχει τη δυνατότητα να κάνει το ταξίδι Ρότερνταμ – Βασιλεία χωρίς ανεφοδιασμό.

Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης σχετικά πως το LNG ως καύσιμο τείνει να ταιριάζει στα ferries, αφού κάνουν δρομολόγια ανάμεσα σε συγκεκριμένα λιμάνια με ειδικά LNG terminals που διευκολύνουν τον ανεφοδιασμό τους. Ανάλογες υποδομές αυτή τη στιγμή δεν υπάρχουν για άλλου τύπου πλοία συμπεριλαμβανομένων και των κρουαζιερόπλοιων. Το φυσικό αέριο είναι επίσης ιδανικό για τη ναυτιλία μικρών αποστάσεων και στο τομέα του *inland waterway hoteling*, αφού τα ταξίδια τους γίνονται είτε κοντά σε πολυπληθής πόλεις είτε περνούν μέσα από αυτές και μπορεί με αυτό τον τρόπο να μειωθεί η βλαβερή εκπομπή αερίων. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της χρήσης φυσικού αερίου για καύσιμο στα πλοία είναι ότι μειώνει σε μεγάλο βαθμό τα επίπεδα ρύπανσης.

Σύμφωνα με πληροφορίες, οι περισσότερες ναυτιλιακές εταιρείες, μεταξύ των οποίων και ελληνικών συμφερόντων, μελετούν επισταμένα το θέμα και σκέφτονται να εκπονήσουν προγράμματα για πιθανές νέες παραγγελίες για ναυπηγήσεις πλοίων ώστε να γίνει η διερεύνηση εγκατάστασης των ειδικών για LNG μηχανών από την αρχή και να μη χρειαστεί να τις μετατρέψουν στη συνέχεια, κίνηση που θα ήταν σαφώς πιο κοστοβόρα, προσβλέποντας σε μια εφικτή λύση συμμόρφωσης προς τους

---

<sup>3</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

επερχόμενους νέους κανονισμούς για την μείωση των εκπομπών ρύπων από τα πλοία.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

## **Μεθοδολογία Έρευνας**

### **- Μεθοδολογία Συγγραφής**

Αναφερόμενοι στη μεθοδολογία της παρούσης έρευνας, θα πρέπει να σημειωθεί πως σκοπός της έρευνας είναι η διευκόλυνση της κατανόησης των φαινομένων, η πρόβλεψή τους και η δυνατότητα για τον έλεγχό τους. Σύμφωνα με τον Moully (1970), έρευνα είναι μια διαδικασία που οδηγεί μέσα από προγραμματισμένη συστηματική συλλογή, ανάλυση κι ερμηνεία δεδομένων, στην αξιόπιστη λύση προβλημάτων. Επιπλέον, κατά τον Kerlinger (1986), επιστημονική έρευνα είναι η συστηματική, ελεγχόμενη, εμπειρική και κριτική μελέτη υποθετικών προτάσεων, που αναφέρονται στις υποτιθέμενες σχέσεις μεταξύ φυσικών φαινομένων ενώ για τον Κονετά (1977), έρευνα είναι μια προσπάθεια, που παρέχει απαντήσεις σε ερωτήματα.

Έτσι, το γενικό πλαίσιο μιας έρευνας περιλαμβάνει τη συλλογή δευτερογενών δεδομένων, ήτοι δεδομένων που έχουν «δημιουργηθεί» από κάποιον άλλον πλην του ερευνητή, χαρακτηριστικό παράδειγμα των οποίων είναι η βιβλιογραφία. Η βιβλιογραφία αλλά και αρθρογραφία που δημιουργείται στη παρούσα φάση σχετίζεται άμεσα με την ανάλυση πηγών για την χρήση υγροποιημένου φυσικού αερίου ως καύσιμο χερσαίων και θαλασσών μεταφορών καθώς και στις σύγχρονες μέθοδοι χρήσης πρόωσης πλοίων.

### **- Δευτερογενής Έρευνα**

Σε γενικές γραμμές, η δευτερογενής έρευνα, ασχολείται με την συλλογή πληροφοριών που έχουν συγκεντρωθεί από κάποιον άλλο εκτός του ερευνητή και για κάποιο άλλο σκοπό, οι οποίες όμως είναι απόλυτα απαραίτητες για κάθε έρευνα.<sup>5</sup> Με την έρευνα αυτή αρχίζει ουσιαστικά η συλλογή των πρώτων πληροφοριών που είναι απαραίτητες για την διεξαγωγή της πρωτογενούς έρευνας. Οι πληροφορίες αυτές έχουν ως στόχο να διευρύνουν την γνώση του ερευνητή δίνοντας μια λεπτομερή εικόνα για την υπάρχουσα κατάσταση στην

---

<sup>5</sup> Saunders M., Lewis P. and Thornhill A., 2000, "Research Methods For Business Students", London: Prentice Hall.

επιχείρηση και το περιβάλλον που δραστηριοποιείται. Επιπλέον του παρέχουν τη δυνατότητα να ενημερωθεί καλύτερα για το θέμα που προτίθεται να διερευνήσει και να αναγνωρίσει ο ίδιος προσωπικά την έκταση του προβλήματος.

Τέλος, εργαλείο δευτερογενούς έρευνας αποτελούν προγενέστερες ακαδημαϊκές μελέτες καθώς και βιβλιογραφίες που ασχολούνται με κάποιο συγκεκριμένο ζήτημα και μπορούν να δώσουν στον ερευνητή χρήσιμες πληροφορίες για το υπό διερεύνηση θέμα που ασχολείται. Στην παρούσα εργασία, η δευτερογενής έρευνα θα βασισθεί επάνω σε ακαδημαϊκά βιβλία που αναλύουν την χρήση υδροποιημένου φυσικού αερίου ως καύσιμο χερσαίων και θαλασσών μεταφορών καθώς και στις σύγχρονες μέθοδοι χρήσης πρόωσης πλοίων ή από πηγές από το διαδίκτυο καθώς και από οποιαδήποτε βιβλιοθήκη που θα μπορούμε να έχουμε πρόσβαση.

#### **- Λογική της Έρευνας**

Η λογική της έρευνας που χρησιμοποιείται είναι η παραγωγική /συμπερασματική, βάσει της οποίας αναπτύσσονται και ελέγχονται οι θεωρητικές προσεγγίσεις της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Τέλος, μέσω αυτής της προσέγγισης παραθέτονται υποθέσεις για να εξακριβωθεί αν το διερευνώμενο μέρος θεωρητικής ανάλυσης επιβεβαιώνει ή απορρίπτει τη θεωρία που έχει βασιστεί η έρευνα.

#### **- Επιλογή Ερευνητικής Μεθόδου**

Εξαιτίας του περιορισμένου χρόνου διεξαγωγής της έρευνας και της θετικιστικής θεωρίας που υιοθετείται, η θεωρητική μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ποιοτική σε συνδυασμό με την παράθεση άρθρων καθώς και βιβλιογραφικών αναφορών που εξυπηρετούν τους σκοπούς της παρούσης εργασίας και όπως εκείνοι θέτονται στα ερευνητικά ερωτήματα.

# **1. Κεφάλαιο Πρώτο : Το Φυσικό Αέριο ως Μέσο Καύσης Μηχανών Εσωτερικής Καύσης με Σκοπό τη Κίνηση Χερσαίων και Θαλάσσιων Μεταφορών**

## **1.1 Η Έννοια και Ουσία του Φυσικού Αερίου – Χημικές και Χαρακτηριστικές Ιδιότητες Χρήσης του Καθώς και η Διευρυμένη Χρήση του στις Μέρες μας**

Τα φυσικό αέριο αποτελείται από ένα συγκεκριμένο μίγμα από υδρογονάνθρακες.<sup>6</sup> Το σημείο από το οποίο εξάγεται αναφέρεται στις υπόγειες κοιλότητες και θεωρείται στα μέρες μας ως ένα σημαντικό οικολογικό καύσιμο. Σχετικά με την χημική σύσταση του φυσικού αερίου, αναφέρεται πως το βασικότερο συστατικό του θεωρείται το μεθάνιο. Ωστόσο στην σύνθεση του εντοπίζονται και άλλα συστατικά σε σημαντικές ποσότητες όπως οι ακόλουθες:<sup>7</sup>

- Ø Αιθάνιο
- Ø Προπάνιο
- Ø Βουτάνιο
- Ø Διοξείδιο του άνθρακα
- Ø Άζωτο
- Ø Ήλιο
- Ø Βουτάνιο
- Ø Υδροθείο

Στον ακόλουθο πίνακα Νο.1 επίσης, αναφέρονται τα ποσοστά του μεθανίου, αιθανίου, προπανίου και βουτανίου επί % κατά όγκο σύστασης ως εξής.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

<sup>7</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>8</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Πίνακας Νο.1 – Ποσοστά Μεθανίου, Αιθανίου, Προπανίου και Βουτανίου επί %  
Κατά Όγκο Σύστασης

<u>Συστατικά</u>	<u>% Κατά Όγκο Σύσταση</u>
Μεθάνιο	70-90%
Αιθάνιο	5-15%
Προπάνιο και βουτάνιο	<5%

Θα πρέπει να σημειωθεί βέβαια πως δεν εντοπίζεται καμία κατηγορία υδρογονανθράκων στο φυσικό αέριο και το οποίο χαρακτηρίζεται ως «ξηρό», εκτός από το μεθάνιο. Αντίστοιχα, ως υγρό φυσικό αέριο ονομάζεται εκείνο το οποίο περιλαμβάνει και άλλες ουσίες υδρογονανθράκων εκτός από το μεθάνιο.<sup>9</sup>

Είναι διαπιστωμένο πως το φυσικό αέριο είναι άχρωμο και άοσμο. Η μοναδική οσμή που διαθέτει είναι τεχνητή και κάποιος την καταλαβαίνει μόνο από κάποια διαρροή του.<sup>10</sup> Είναι ελαφρύτερο σε βάρος από τον αέρα και το βάρος του είναι ίσο με το ειδικό βάρος 0,59 και ανήκει στη δεύτερη κατηγορία των αέριων καυσίμων. Σε σχέση με την καύση άλλων καυσίμων, η δική του καύση δεν θεωρείται τόσο βλαβερή και δεν φέρει αρνητικές συνέπειες όπως οι ουσίες του γαιάνθρακα και του λαδιού για το περιβάλλον. Επίσης, παράγει μικρές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για την κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας.

Επιτελώντας μια σχετική ιστορική αναδρομή, θα λέγαμε πως οι ενδείξεις για διαρροές φυσικού αερίου, αρχικά ανακαλύφθηκαν ανάμεσα στο 6.000 με 2.000 π.Χ και συγκεκριμένα στην σημερινή περιοχή του Ιράν. Δεν είναι περίεργο ότι στην Κίνα περίπου το 900 π.Χ., αναφέρεται η χρήση του φυσικού αερίου.<sup>11</sup> Όσον αφορά στην περιοχή της Ευρώπης, το φυσικό αέριο αναφέρεται προς χρήση στην Αγγλία το 1659 όπου ανακαλύφθηκε από την

<sup>9</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>10</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

<sup>11</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

απόσταξη άνθρακα. Στα χρόνια που ακολούθησαν, διαφαίνεται ότι ήταν εύκολη η χρήση, η μεταφορά και η αποθήκευσή του σε μηχανές εσωτερικής καύσης ή / και στο φωτισμό δρόμων ή σπιτιών αντίστοιχα.<sup>12</sup>

Ουσιαστικά, η πόλη Φριντόνια το 1821, ήταν η πρώτη πόλη όπου χρησιμοποιεί το φυσικό αέριο. Παρ' όλα αυτά, το φυσικό αέριο και η χρήση του δεν ήταν και πολύ διαδεδομένη εκείνη τη περίοδο. Ο βασικός λόγος ήταν ότι η μεταφορά του επιτελούνταν με δύσκολο τρόπο ειδικά σε μεγάλες αποστάσεις για ένα περίπου και έτσι παρέμενε στο περιθώριο χωρίς να εξελίσσεται βιομηχανικά.<sup>13</sup> Αργότερα όμως, η βιομηχανική του εξέλιξη βασίστηκε στον άνθρακα, πετρέλαιο και ηλεκτρισμό. Η εξέλιξή του με αγωγούς αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1920 και το γεγονός αυτό ήταν το σημαντικότερο στάδιο για την οικιακή του χρήση.<sup>14</sup>

Η κατανάλωσή του φυσικού αερίου αναφέρεται σε ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες την περίοδο του Β' Παγκόσμιου Πολέμου και οι οποίες ποσότητες έως και σήμερα δεν έχουν ξεπεραστεί. Η παγκόσμια παραγωγή του ήταν το 1960 470 κυβικά μέτρα και το 1979, 1.459 τρις. κυβικά μέτρα. Χαρακτηριστικά το 1950 αποτελούσε το 12% της παγκόσμια καταναλισκόμενης ενέργειας. Το ποσοστό αυτό το 1980, αυξήθηκε σε 25%. Οι σημερινές εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας δείχνουν ότι θα υπάρξει αύξηση το 2015 και η οποία θα υπερβεί και θα καλύπτει το ¼ των ενεργειακών αναγκών το 2030.<sup>15</sup>

Στη χημική βιομηχανία, το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη και καύσιμο όπου μέσα από υπόγειες κοιλότητες εξάγεται σε περιπτώσεις υψηλής πίεσης. Στις κοιλότητες αυτές σχηματίσθηκε με τέτοιο τρόπο που είναι όμοιος με αυτόν σχηματισμού του πετρελαίου. Επίσης, ο τρόπος με τον οποίο μεταφέρεται σε σημεία χρήσης του δεν απαιτεί κάποια επεξεργασία. Έχει

---

<sup>12</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

<sup>13</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>14</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>15</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

παρατηρηθεί αντίστοιχα ότι τα κέντρα στα οποία καταναλώνεται βρίσκονται σε μακρινή απόσταση από τα κοιτάσματα φυσικού αερίου. Έτσι είναι αναμενόμενο ότι πρέπει να γίνει η μεταφορά του παρόλο που οι βιομηχανίες χημικής επεξεργασίας του είναι μακριά από την παραγωγή του και την περιοχή της. Βέβαια από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται κατά την εξόρυξη του, εξαρτάται και η μεταφορά του.<sup>16</sup>

Αν η κατάστασή που βρίσκεται είναι σε αέρια μορφή, τότε η μεταφορά του γίνεται με αγωγούς υψηλής πίεσης και αν είναι σε υγρή μορφή, τότε γίνεται με πλοία. Επίσης, η μεταφορά του με αγωγούς επιτρέπει να καλυφθούν χιλιάδες χιλιόμετρα απόστασης. Χαρακτηριστικοί αγωγοί αντίστοιχης μεταφοράς, είναι εκείνοι του Τέξας – Λουιζιάνας και οι οποίοι εκκίνονται μέχρι και τη βορειοανατολική ακτή καθώς και από την Αλμπέρτα μέχρι τον Ατλαντικό.<sup>17</sup> Αντίστοιχα, σχετικοί αγωγοί μεταφοράς αερίου βρίσκονται στη περιοχή της Σιβηρίας και οι οποίοι μεταφέρουν αέριο προς την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως πλούσια κοιτάσματα αερίου έχουν ανακαλυφθεί έπειτα από μακροχρόνιες έρευνες για πετρέλαιο στην Αφρική, Μέση Ανατολή και την Αλάσκα.<sup>18</sup>

Τα πλοία στην προκειμένη περίπτωση, έχουν αναλάβει τη μεταφορά του αερίου από αυτές τις περιοχές σε κάποια χώρα προορισμού. Κατά την μεταφορά το αέριο υγροποιείται στους -160 βαθμούς και η μεταφορά του εκτελείται με τον ίδιο τρόπο όπως αυτή του πετρελαίου, δηλαδή με ειδικά κατασκευασμένα δεξαμενόπλοια και όπου σε 600 κυβικά μέτρα αερίου αντιστοιχεί ένα κυβικό μέτρο υγρού φυσικού αερίου. Σχετικά, θα πρέπει να σημειωθεί πως η Ελλάδα καλύπτει τις ανάγκες της σε αέριο από την Αλγερία και Ρωσία. Το αέριο επίσης εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα, αφού :

- Ø Θεωρείται μια βασική πηγή ενέργειας ηλεκτρικής
- Ø Χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδρογόνου

---

<sup>16</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>17</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

<sup>18</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ



- Ø Χρησιμοποιείται ως καύσιμο για οχήματα
- Ø Χρησιμοποιείται ευρέως για οικιακή χρήση
- Ø Χρησιμοποιείται για τη κατασκευή παραγωγής γυαλιού, υφασμάτων, ατσαλιού, πλαστικών και ειδών χρωματισμού

Εκτός των όσων αναφέρθηκαν παραπάνω όμως, θα λέγαμε πως θεωρείται ουσιαστικά σημαντικό το γεγονός πως το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ευρέως στον βιομηχανικό τομέα. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου και τα οποία το καθιστούν χρήσιμο στη βιομηχανία είναι τα εξής:<sup>19</sup>

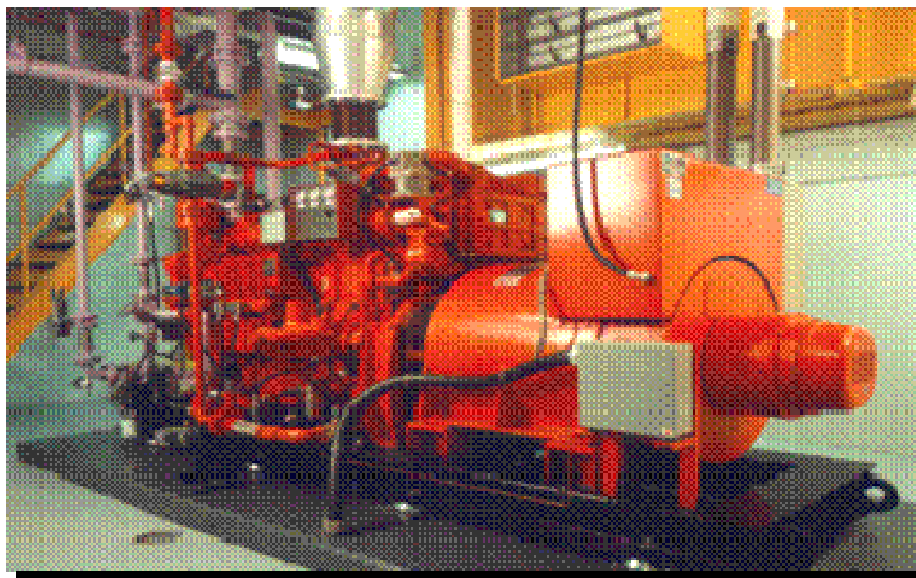
- Ø Εντοπίζεται ένας εύκολος τρόπος παροχής του. Έτσι δεν υπάρχει κίνδυνος για απρόσκοπτη λειτουργία και μπορεί και αποδεσμεύει κεφάλαια τα οποία σε άλλη περίπτωση θα ήταν απαραίτητα για τη διατήρηση αποθεμάτων
- Ø Σε σχέση με τα υπόλοιπα καύσιμα διαθέτει μειωμένες εκπομπές ρύπων. Έτσι δεν υπάρχει κίνδυνος για το περιβάλλον
- Ø Το λειτουργικό κόστος είναι μικρό σχετικά με τη διαχείριση και τη συντήρηση του.
- Ø Προσφέρει μεγάλη ενεργειακή απόδοση και οικονομία
- Ø Καλύτερη ποιότητα προϊόντων
- Ø Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου
- Ø Χρησιμοποιείται ευρέως εκτός μεγάλων πόλεων για θερμικές χρήσεις

## **1.2 Η Χρήση του Φυσικού Αερίου στις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης**

Οι Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ) θεωρούνται ουσιαστικά η μετεξέλιξη των συμβατικών μονάδων. Έτσι γίνεται χρήση της δοκιμασμένης για περισσότερο από ένα αιώνα της τεχνολογίας του κύκλου συμπίεσης αντικατάσταση του ηλεκτροκινητήρα με μηχανή εσωτερικής καύσεως με τροφοδότηση από φυσικό αέριο. Στις ΜΕΚ και στις οποίες γίνεται χρήση φυσικού αερίου, ουσιαστικά επιτυγχάνεται αντικατάσταση του κινητήρα αντλίας με μονάδες εσωτερικής καύσης. Σε κάθε περίπτωση όμως, αυτό που

<sup>19</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

θα πρέπει κάποιος να έχει στο μυαλό του, είναι πως μια ΜΕΚ με χρήση αερίου λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο και όπου χρησιμοποιείται, όπως η εφαρμογή της σε ένα αυτοκίνητο.<sup>20</sup>



*Εικόνα Νο. 1 – Μηχανή με Χρήση Φυσικού Αερίου για Κίνηση*

Ο τρόπος λειτουργίας των ΜΕΚ με χρήση φυσικού αερίου, αναφέρεται στην έλλειψη του οργάνου του εξαεριωτή και στην αντικατάστασή του από ένα σύστημα άμεσης τροφοδότησης καύσιμου αερίου σε κυλίνδρους του κινητήρα. Λόγω της οικονομικής του κατανάλωσης χαρακτηρίζεται ως χαμηλόστροφος με στοιχεία υψηλής ροπής και χαμηλής ισχύος. Σημαντική λεπτομέρεια επίσης είναι πως τα καυσαέρια που παράγονται σχετικά, δύναται να παράγουν επιπλέον θερμότητα.

Τα πλεονεκτήματα επίσης που αναφέρονται στην χρήση του φυσικού αερίου στις ΜΕΚ, σχετίζονται με την πηγή ενέργειας όπου θεωρείται και το σημαντικότερο πλεονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Το φυσικό αέριο θεωρείται πως διαθέτει υψηλή φιλικότητα προς το περιβάλλον και προσφέρει μεγάλη οικονομία στους χρήστες του. Στοιχείο όμως επίσης σημαντικό είναι

---

<sup>20</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview", Health, Risk and Society 2 (3)

και το γεγονός ότι οι ΜΕΚ με χρήση φυσικού αερίου χρειάζονται πολύ μικρή συντήρηση, συνήθως μια φορά κάθε πέντε με οκτώ (5-8) χρόνια. Φυσικά το κόστος της κάθε συντήρησης στις ΜΕΚ εντοπίζεται σε χαμηλά επίπεδα και όχι όπως στις συμβατικές μονάδες όπου κάθε δυο χρόνια χρειάζονται συντηρήσεις με υψηλό κόστος.<sup>21</sup>

Βέβαια στα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης τεχνολογίας, συγκαταλέγεται το κόστος επένδυσης των ΜΕΚ με χρήση φυσικού αερίου. Το κόστος μιας ΜΕΚ είναι διπλάσιο σε σχέση με τις συμβατικές μονάδες αλλά η εξοικονόμηση στη χρήση καυσαερίου στις μηχανές αυτές είναι πολύ μεγάλη και φυσικά το κέρδος που απορρέει από αυτή. Έτσι η υιοθέτηση της τεχνολογίας των ΜΕΚ με χρήση φυσικού αερίου μπορεί και αποδίδει μεγαλύτερο κέρδος σε συνάρτηση με την ένταση της χρήσης που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκαίων σκοπών λειτουργίας της κάθε μηχανής.

### **1.3 Πλεονεκτήματα που Αναφέρονται από την Χρήση του Φυσικού Αερίου και Τρόποι με τους Οποίους Επηρεάζει την Λειτουργία των Μηχανών**

Όπως αναφέρθηκε και στις προηγούμενες ενότητες της παρούσης πτυχιακής εργασίας, το φυσικό αέριο ή υγραέριο αναφέρεται στην ύπαρξη ενός μείγματος από προπάνιο και βουτάνιο και το οποίο διαφορετικά μπορεί να οριοθετηθεί ως υγροποιημένο αέριο πετρελαίου για την λειτουργία και κίνηση μηχανών.<sup>22</sup> Η παραγωγή του γίνεται έπειτα από εξόρυξη και ξήρανση του φυσικού αερίου αλλά και από τη διύλιση του πετρελαίου.

Είναι μια πολύ σημαντική πηγή ενέργειας και χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές στις μέρες μας. Σε βιομηχανία, σε οικιακές εργασίες μέχρι και σαν καύσιμο εναλλακτικό σε αυτοκίνητα. Διαθέτει μια μοναδική ικανότητα την οποία δεν διαθέτει το φυσικό αέριο που είναι η αέρια κατάσταση στην

---

<sup>21</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>22</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview", *Health, Risk and Society* 2 (3)

οποία βρίσκεται σε συνηθισμένες θερμοκρασίες. Το γεγονός αυτό όμως δε συνεπάγεται ότι δεν μπορεί να υγροποιηθεί σε καταστάσεις μέτριας πίεσης.

Έτσι με αυτό τρόπο, είναι πολύ πιο εύκολο να αποθηκευτεί αλλά και να μεταφερθεί σχετικά. Όσον αφορά τη χρήση του ως καύσιμο σε αυτοκίνητα και γενικότερα τις μηχανές, οι φυσικοχημικές του ιδιότητες παρουσιάζονται ως άκρως θετικές για τον κάθε κινητήρα.<sup>23</sup> Αναφέρεται σχετικά πως το συγκεκριμένο καύσιμο είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το κινητήρα αφού δεν αφήνει κανένα κατάλοιπο από την καύση του και με τον τρόπο αυτό δεν φθείρεται πρόωρα ο κινητήρας όπως γίνεται σε άλλες περιπτώσεις.<sup>24</sup>

Η διαδικασία της καύσης του συγκεκριμένου συστατικού, λειτουργεί με το τόπο ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, τόσο το υγραέριο διαστέλλεται. Η πίεση αύξησης στο εσωτερικό της δεξαμενής, αποτρέπεται από τον άδειο χώρο και σε υψηλές θερμοκρασίες. Έτσι επιτυγχάνονται τα εξής δύο σημαντικά πλεονεκτήματα στην χρήση του φυσικού αερίου στις μηχανές κίνησης, ως εξής :

- Ø Το κόστος κίνησης του αυτοκινήτου μειώνεται στο μισό με τη χρήση υγραερίου. Σε λιγότερο από ένα χρόνο, γίνεται η απόσβεση κόστους εγκατάστασης. Αυτό ισχύει για ένα αυτοκίνητο που διανύει 15.000 με 20.000 χιλιόμετρα κάθε χρόνο.
- Ø Είναι ένα καύσιμο φιλικό στο περιβάλλον και για το λόγο αυτό φέρει και την ονομασία «πράσινο» καύσιμο.

Θα πρέπει σχετικά με σημειωθεί πως υπάρχουν πού μειωμένες εκπομπές ρύπων σε σχέση με τη βενζίνη. Επίσης, κατά τη χρήση του φυσικού αερίου στην λειτουργία των μηχανών, παρατηρείται.<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "*Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview*", Health, Risk and Society 2 (3)

<sup>24</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>25</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

- Ø Μειωμένη παραγωγή CO<sub>2</sub> κατά 145 χιλιόγραμμα
- Ø Μέχρι και 68% μικρότερη εκπομπή σε μονοξείδια του αζώτου και 49% σε υδρογονάνθρακα
- Ø Μηδενική παραγωγή αιωρούμενων σωματιδίων στη διάρκεια κίνησης στην πόλη
- Ø Δεν περιέχει βενζένιο και μόλυβδο τα οποία είναι και πολύ επιβλαβή καύσιμα
- Ø Λιγότερες φθορές στην μηχανή κίνησης και έξοδα συντήρησης

Βέβαια, το πλέον σημαντικό γεγονός είναι ότι δε προκαλεί φθορές στον κινητήρα όπως η βενζίνη και φυσικά και στον καταλύτη. Το *service* των αυτοκινήτων αυτών διεξάγεται όχι σε τόσο συχνή βάση και επίσης δεν εντοπίζονται υπολείμματα άνθρακα στους κυλίνδρους και το μπουζί. Το υγραέριο δε διαλύεται σε λάδια αυτοκινήτου και έτσι με αυτό τον τρόπο μεγιστοποιείται η ζωή των φίλτρων λαδιού. Σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας, εμφανίζει επίσης τα εξής πλεονεκτήματα:<sup>26</sup>

- Ø Έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Κατά την καύση του δεν παράγεται τέφρα και με μια σωστή συντήρηση προσφέρει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των συσκευών χρήσης
- Ø Είναι εύχρηστο. Δεν χρειάζονται παραγγελίες και δεξαμενές αποθήκευσης
- Ø Επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση. Από την καταγραφή του μετρητή για τη ποσότητα του φυσικού αερίου που έχει καταναλωθεί, προσφέρεται και η δυνατότητα γνώσης για την πληρωμή του
- Ø Είναι ασφαλές στη χρήση του αφού οι Ευρωπαϊκές του προδιαγραφές γύρω από τον τεχνικό κανονισμό εγγυώνται το γεγονός αυτό
- Ø Είναι οικολογικό αφού δεν μένουν υπολείμματα από την καύση του και δεν δημιουργούνται σχετικές ενώσεις θείου

---

<sup>26</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

- Ø Είναι πρακτικό μέσω των νέων τύπων συσκευών οι οποίες προσφέρουν τη δυνατότητα για άμεσες λύσεις εγκατάστασης.

Επίσης, εμφανίζει και κάποια άλλα σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων καυσίμων και όταν χρησιμοποιείται στις μηχανές καύσης, ως εξής:<sup>27</sup>

- Ø Ελαφρύτερο ως συστατικό από το πετρέλαιο
- Ø Προσφέρει καθαρότητα και ποιότητα στον κινητήρα
- Ø Αξιόπιστη λειτουργία της μηχανικής μονάδας στην οποία χρησιμοποιείται
- Ø Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μηχανικής μονάδας
- Ø Λιγότερες δαπάνες συντήρησης για την μηχανή

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως με τη χρήση του φυσικού αερίου για τις μηχανές κίνησης, επιλύονται ταυτόχρονα τα σχετικά προβλήματα μεταφοράς και αποθήκευσής του, αφού το φυσικό αέριο διανέμεται σε σημεία κατανάλωσης και την ευθύνη φέρει η παραγωγός και διανέμουσα εταιρεία αερίου. Είναι πολύ εύκολο να αναμιχτεί με τον ατμοσφαιρικό αέρα και ουσιαστικά αποτελεί μια ακίνδυνη ουσία για την κίνηση μηχανών σε συνδυασμό με το γεγονός ότι τα υπόλοιπα προϊόντα καύσης του προκαλούν μείωση αέριων ρύπων  $\text{NO}_x$ , CO και  $\text{CO}_2$ , αφού δεν περιέχουν την ουσία θείο.<sup>28</sup>

#### **1.4 Η Χρήση του Φυσικού Αερίου στις Χερσαίες και Θαλάσσιες Μεταφορές**

Το φυσικό αέριο στις μέρες μας εντοπίζεται μεγάλες ποσότητες στο φλοιό της γης και τα γεγονός ότι η σύστασή του στο μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από μεθάνιο σε ποσοστό 92%, βουτάνιο, άζωτο και διοξείδιο του άνθρακα, το μετατρέπουν αυτομάτως σε μια ουσία η οποία όταν υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε χερσαίες και θαλάσσιες

---

<sup>27</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

<sup>28</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

μηχανές και συνεπώς στην μεταφορά αγαθών, είτε με χερσαίο είτε με θαλάσσιο τρόπο.<sup>29</sup>

Όπως λοιπόν αναφέρθηκε σε προηγούμενες ενότητες, το φυσικό αέριο έχει ως βασικό συστατικό του το μεθάνιο και το υγραέριο το προπάνιο και το βουτάνιο. Από τη στιγμή που το μεθάνιο περιέχει υδρογόνο, το φυσικό αέριο αποτελεί ένα σημαντικό είδος καυσίμου για τις μηχανές κίνησης υψηλής περιεκτικότητας και οι οποίες λογίζονται ως μηχανές εσωτερικής καύσης.<sup>30</sup> Η ενέργεια ή θερμογόνος δύναμη η οποία παράγεται κατά την καύση ανά μονάδα μάζας φυσικού αερίου και όταν εκείνο χρησιμοποιείται στις χερσαίες ή θαλάσσιες μηχανές, θεωρείται κατά πολύ μεγαλύτερη των άλλων υδρογονανθράκων. Ωστόσο από την πλευρά της ενεργειακής πυκνότητας, η κατάσταση αυτή δεν λογίζεται ως ιδιαίτερα θετική αφού ο όγκος που καταλαμβάνει η μάζα του είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή της βενζίνης αντίστοιχα.

Έτσι προκειμένου να αποκτήσει κάποιος ένα μεταφορικό μέσο με τη χρήση φυσικού αερίου όπως ένα αυτοκίνητο το οποίο κινείται με βενζίνη, θα πρέπει να διαθέτει και ένα ρεζερβουάρ διπλάσιο από εκείνου του όγκου βενζίνης. Το γεγονός αυτό λογίζεται ως και το μοναδικό μειονέκτημα της χρήσης φυσικού αερίου. Ο βασικός λόγος είναι ότι αναφέρεται ως πολύ δύσκολο να υγροποιηθεί το φυσικό αέριο και ειδικά αν η θερμοκρασία είναι στους *-162 βαθμούς*. Το μόνο βέβαια που μπορεί να επιτευχθεί είναι να αποθηκευθεί σε ειδικές μπουκάλες με υψηλή πίεση σε αέρια μορφή και συμπιεσμένο μέσα στο αυτοκίνητο. Έτσι θα καταλαμβάνει και κατά πολύ λιγότερο χώρο στο μέσο μεταφοράς.

Επίσης, σε τέτοιες περιπτώσεις υπάρχει και η ανάλογη αυτονομία για το αυτοκίνητο. Έτσι λοιπόν στις μέρες μας είναι αρκετές οι θαλάσσιες και χερσαίες μηχανές οι οποίες έκαναν την εμφάνισή τους με δυνατότητα χρήσης και εναλλαγής καυσίμων, δηλαδή χρησιμοποιούν και βενζίνη και φυσικό

---

<sup>29</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, *“Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview”*, Health, Risk and Society 2 (3)

<sup>30</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

αέριο. Αντίστοιχα, εντοπίζεται και ένας σημαντικός αριθμός οκτανίων στο φυσικό αέριο και κατά συνέπεια αναφέρεται η ιδιότητα για το φυσικό αέριο να καίγεται σε υψηλής πίεσης βενζινοκινητήρες και ο κίνδυνος για ανάφλεξη να εξαλείφεται.

Έτσι οι κατασκευαστές των θαλάσσιων και χερσαίων μηχανών κίνησης προσπαθούν να εκμεταλλεύονται με το κατάλληλο τρόπο τη χρήση του φυσικού αερίου και με απώτερο σκοπό μεταξύ άλλων την μειωμένη εκπομπών ρύπων καυσαερίων αφού η ουσία CO<sub>2</sub> που εκλύεται σχετικά δεν θεωρείται τόσο αυξημένη σε σύγκριση με την περίπτωση της βενζινοκίνησης και των αυξημένων ποσοστών ρύπων που εκλύονται σχετικά.<sup>31</sup> Το γεγονός βέβαια αυτό οφείλεται και στην μεγάλη αναλογία υδρογόνου και άνθρακα όπου η σύσταση των άκαυστων υδρογονανθράκων του φυσικού αερίου αποτελείται από 90% μεθάνιο το οποίο θεωρείται ακίνδυνο αλλά και από αέρια τα οποία σε κάποιες περιπτώσεις προκαλούν βλάβη στο περιβάλλον.

Επιχειρώντας μια σχετική έρευνα ως προς την χρήση των χερσαίων μεταφορικών μέσων που χρησιμοποιούν το καύσιμο του φυσικού αερίου, θα λέγαμε πως η σχετική κατάσταση στην Ευρώπη αναφέρει ότι κυκλοφορούν περίπου 450.000 αυτοκίνητα με φυσικό αέριο και φυσικά το γεγονός ότι κάτι τέτοιο ενισχύεται και από την υπάρχουσα οικονομική κρίση και την αυξημένη τιμή της βενζίνης. Χώρες όπως η Γερμανία, Ιταλία, Ελβετία χρησιμοποιούν σε ευρεία βάση το καύσιμο του φυσικού αερίου σε χερσαίες μηχανές και περισσότερο αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης καθώς και φορτηγά μεταφορών.<sup>32</sup>

Στην Ευρώπη επίσης, υπάρχουν πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η Fiat για παράδειγμα η οποία διαθέτει μια σειρά από αυτοκίνητα τα οποία χρησιμοποιούν φυσικό αέριο και ειδικά για αυτόν το λόγο φέρουν το λογότυπο Natural Power, μαζί με την ονομασία του συμβατικού μοντέλου. Έτσι φέρουν την ονομασία του μοντέλου μαζί με την ονομασία Natural Power. Αλλά και την Ελλάδα υπάρχουν επίσημοι τιμοκατάλογοι με τέτοια αυτοκίνητα και αφού δεν

---

<sup>31</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview", Health, Risk and Society 2 (3)

<sup>32</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου



είναι δύσκολο για κάποιον να βρει και να ανεφοδιαστεί καύσιμο φυσικού αερίου, ειδικότερα από τη στιγμή που υπάρχει ο στόλος της ΔΕΠΑ ΣΤΗΝ Ανθούσα Αττικής και εφοδιάζει κάθε περιοχή της Αττικής με φυσικό αέριο και με σκοπό την κίνηση χερσαίων μηχανών.

Σημαντικό κίνητρο στις μέρες μας για την χρήση του φυσικού αερίου αποτελεί το κόστος το οποίο είναι πολύ χαμηλότερο σε σχέση με την τιμή της βενζίνης. Βέβαια κάτι αντίστοιχο συμβαίνει στην Γερμανία με τις λεγόμενες φορολογικές ελαφρύνσεις για εκείνους που επιλέγουν οχήματα ιδιωτικής χρήσης ή επαγγελματικής με χρήση φυσικού αερίου στις μηχανές τους. Έτσι μετά από σχετικούς υπολογισμούς, έχει σημειωθεί πως το χιλιομετρικό κόστος των μηχανών που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο, ανέρχεται σε ποσοστό 30% περίπου χαμηλότερο απ' αυτό της βενζίνης.

Συμπερασματικά λοιπόν με την χρήση του φυσικού αερίου στις μηχανές χερσαίων μεταφορών, θα λέγαμε ότι σύμφωνα με τα δεδομένα της εποχής μας, το φυσικό αέριο αποτελεί τη μοναδική και απόλυτη λύση για την κίνηση των οχημάτων τον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Αν και ουσιαστικά είναι υδρογονάνθρακας και αυτό επιβαρύνει έστω και σε μικρό ποσοστό την ατμόσφαιρα, εκλύει μικρότερο ποσοστό διοξείδιο του άνθρακα. Το γεγονός όμως είναι ότι η χρήση του θα αποτελέσει για την ανθρωπότητα μια ευεργετική λύση μέχρι να βρεθεί μια νεότερη καθαρή λύση και όπου για τα επόμενα 20 με 30 χρόνια η ατμόσφαιρα θα πρέπει να θεωρείται «καθαρή» και χωρίς επιφόρτιση βλαβερών ουσιών.<sup>33</sup>

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως δεν θεωρείται μια ενδεδειγμένη λύση για την χρήση του στις χερσαίες μηχανές μόνο λόγω των οφελών του και των πλεονεκτημάτων που απορρέουν από τη χρήση του σχετικά αλλά κυρίως γιατί μπορεί να αναφέρεται ως ο προθάλαμος της εισαγωγής υδρογόνου για χρήση σε αυτοκίνητα. Υπό αυτό το σκεπτικό, η αναλογία του άνθρακα και του υδρογόνου στο καύσιμο μπορεί και βελτιώνεται με αποτέλεσμα την μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος από βλαβερές ουσίες καυσίμων. Προκύπτουν όμως και κάποια ζητήματα πολιτικά όπως τα φορολογικά κίνητρα και οι

---

<sup>33</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

φορολογικές απαλλαγές οι οποίες φέρουν μια ιδιαίτερη σημασία για την εισαγωγή του φυσικού αερίου στην αγορά.

Αναφορικά δε με την χρήση του φυσικού αερίου στις θαλάσσιες μεταφορές, θα λέγαμε πως η παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία αναζητά και αυτή από την πλευρά της νέες μορφές ενέργειας, οι οποίες δεν θα ρυπαίνουν το περιβάλλον και ταυτόχρονα θα μειώνουν την μόλυνση του περιβάλλοντος.<sup>34</sup> Έτσι το ενδιαφέρον των ιθυνόντων της ναυτιλιακής αγοράς στρέφεται στο φυσικό αέριο ως βασικό καύσιμο χρήσης στα πλοία. Οι ειδικοί θεωρούν ότι το LNG λοιπόν είναι το καύσιμο του μέλλοντος. Κάποια πλοία το χρησιμοποιούν στις μέρες μας αλλά σε μικρό βέβαια βαθμό και όπου αυτά αναφέρονται ως *gas ships*. Ωστόσο, πολλές είναι οι προτάσεις στις μέρες μας για κατασκευή μηχανών οι οποίες θα χρησιμοποιούν ως καύσιμο το φυσικό αέριο.<sup>35</sup>

Βάση λοιπόν των όσων σημειώθηκαν παραπάνω, θα λέγαμε πως σημαντικό ρόλο στην χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο κίνησης στα πλοία, αναφέρεται η μεγάλη ανάπτυξη που σημείωσε το θαλάσσιο εμπόριο τη περίοδο 2006-2010, όπου παρουσιάζεται αυξημένο λόγω των εξαγωγών των χωρών σε πετρέλαιο και βιομηχανικά είδη. Η αύξηση αυτή σημειώθηκε σε χώρες όπως η Βόρεια Αμερική και η Ιαπωνία, η Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη και τα κράτη της Βαλτικής, με μέση αύξηση κατά 15,4%. Παρατηρείται επίσης πως τη συγκεκριμένη περίοδο, αναφέρεται μια υψηλή ζήτηση του εμπορίου, όπου ο λόγος για αυτό είναι η αύξηση του παγκοσμίου εμπορίου. Συγκριμένα, η ζήτηση για πετρέλαιο και βιομηχανικά είδη σε Βόρεια Αμερική, Δυτική Ευρώπη και ανατολική Ασία.<sup>36</sup>

Πιο συγκεκριμένα, αναφέρεται πως το 2006, σημειώθηκε ρεκόρ στο παγκόσμιο δια θαλάσσης εμπόριο όπου και ήταν το δέκατο πέμπτο σε ετήσια

---

<sup>34</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>35</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "*Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview*", *Health, Risk and Society* 2 (3)

<sup>36</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

αύξηση εντός της δεκαετίας.<sup>37</sup> Σημειώνεται ρεκόρ με 6,88 δις. τόνων εξαγόμενων αγαθών. Το 2006 το ποσοστό αύξησης που παρατηρείται, ήταν 3.6% και το οποίο ήταν τετραπλάσιο από αυτό του έτους 2001. Άνισα γεωγραφικά, ήταν και η ετήσια αύξηση εμπορίου του έτους για πετρέλαιο και βιομηχανικά είδη. Σύμφωνα με την αύξηση των ποσοστών παραγωγής από χώρες εξαγωγής πετρελαίου αλλά και από τον ΟΠΕΚ, υπήρξε ένα ποσοστό αύξησης της τάξης του 27%. Πάνω από τα μέσα ποσοστά αύξησης, βρίσκονται η Βόρεια Αμερική, η Ευρώπη και Ιαπωνία. Ωστόσο, το εμπόριο δια θαλάσσης σημείωσε αύξηση σε Λατινική Αμερική, Αφρική και Ωκεανία με μέσο όρο 1,0%, 0,5% και 2.3 % αντίστοιχα.<sup>38</sup>

Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός πως σε 6,15 δις. τόνους έφτασαν τη περίοδο 2006-2010, οι συνολικές παγκόσμιες αποστολές των φορτίων των δεξαμενόπλοιων, έπειτα από αύξηση κατά 3.1% και σε σχέση με τη περίοδο 2000-2004. Το ακατέργαστο πετρέλαιο αποτελούσε σχεδόν τα τρία τέταρτα του εμπορίου των δεξαμενοπλοίων. Οι γενικές αποστολές δεξαμενοπλοίων επί του συνολικού θαλάσσιου εμπορίου αναφέρονται στον 36,5% του γενικότερου εμπορίου εκείνη τη περίοδο.<sup>39</sup>

Ιδιαίτερη προσοχή και μνεία αποδίδεται στην παραγωγή και εμπορία με δεξαμενόπλοια, του ακατέργαστου πετρελαίου, όπου σημειώνεται πως αρχικά η παραγωγή ακατέργαστου πετρελαίου άρχισε να συρρικνώνεται από το 1998 και ουσιαστικά να αυξάνει από το 2006 και έπειτα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι εκείνο που αναφέρει πως η παραγωγή και εμπορία τη περίοδο 2000-2004 παρουσιάζεται μειωμένη κατά 2% σε 71,9 βαρέλια ανά ημέρα και σε σύγκριση με τη περίοδο 2006-2010.<sup>40</sup> Όλα τα παραπάνω στοιχεία λοιπόν, οδηγούν τους πλοιοκτήτες στην μελλοντική επιλογή πλοίων που θα χρησιμοποιούν ως καύσιμο τα φυσικό αέριο και τα γεγονός αυτό θα

---

<sup>37</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>38</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "*Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview*", Health, Risk and Society 2 (3)

<sup>39</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

<sup>40</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "*Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview*", Health, Risk and Society 2 (3)

επιφέρει προστασία του περιβάλλοντος σε συνάρτηση με την μεγιστοποίηση των κερδών τους από το δια θαλάσσης εμπόριο.

Αρχικά το φυσικό αέριο θα χρησιμοποιηθεί σε μικρά πλοία που διανύουν μικρές αποστάσεις αλλά και σε κάποια επιβατηγά. Την αρχή βέβαια την έκαναν οι Φιλανδοί της *Finland STX* και της *Viking Line* σε συνεργασία με τους Lloyd's Register. Δημιούργησαν το πρώτο ferry επιβατηγό πλοίο το οποίο καίει το συγκεκριμένο καύσιμο. Η κατασκευή του θα γίνει στα φιλανδικά ναυπηγεία STX Turku και η παράδοσή του θα γίνει στις αρχές του 2013.<sup>41</sup>

Το πλοίο αυτό θα είναι απόλυτα φιλικό προς το περιβάλλον, αφού οι εκπομπές του σε διοξείδιο του άνθρακα θα είναι ελάχιστες. Θα μπορεί να μεταφέρει 2.800 επιβάτες και θα διαθέτει 1.100 lane metres για ΙΧ ταξιδεύοντας με υπηρεσιακή ταχύτητα 22 κόμβων. Το φυσικό αέριο βέβαια βρίσκει συγκεκριμένη εφαρμογή στο πρώτο chemical Tanker *Argonon* με χωρητικότητα 6.100dwt και μήκος 110 μέτρα. Η ναυπήγησή του έγινε στο Rotterdam's Shipyard Trico BV. Το πλοίο αυτό μπορεί να διανύσει την απόσταση Rotterdam - Βασιλεία χωρίς ανεφοδιασμό. Πάντως είναι γεγονός ότι το φυσικό αέριο ως καύσιμο θεωρείται ιδανικό για τα επιβατικά πλοία, αφού εκείνα εκτελούν δρομολόγια σε λιμάνια με LNG terminals και ο ανεφοδιασμός τους να θεωρείται είναι μια εύκολη υπόθεση.<sup>42</sup>

Στις μέρες μας όμως δεν υπάρχουν οι ανάλογες υποδομές για ανεφοδιασμό άλλων ειδών πλοίων καθώς και των κρουαζιερόπλοιων που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο καύσιμο για την κίνηση τους. Μόνο οι μικρές αποστάσεις μπορούν να καλύπτονται με επάρκεια από τη χρήση του φυσικού αερίου. Οι πόλεις που δύναται να διεξάγονται τα ταξίδια αυτά είναι πολυπληθής και αποτελεί ανάγκη να μην υπάρχει ρύπανση του περιβάλλοντος από την κίνηση των πλοίων αυτών. Έτσι λοιπόν, τα χαμηλά επίπεδα ρύπανσης είναι και το μεγαλύτερο πλεονέκτημα χρήσης φυσικού αερίου στα πλοία. Το παραπάνω θέμα απασχολεί βέβαια σοβαρά τη ναυτιλιακή βιομηχανία καθώς και την Ελληνική πλευρά των εφοπλιστών. Τα

---

<sup>41</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

<sup>42</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

νέα προγράμματα και οι πιθανές νέες παραγγελίες σε ναυπηγήσεις πλοίων σε συνδυασμό με την εγκατάσταση μηχανών LNG αποτελούν θέματα προς εξέταση. Εξάλλου στο κώδικα IMO και σχετικά με την λειτουργία των Chemical Tankers, εμπεριέχεται σχετικός κώδικας για διατάξεις λειτουργίας πλοίων με φυσικό αέριο.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> Seamanship International, «*Types of Liquefied Gas Carriers*», U.S.A., March 2007

## **2. Κεφάλαιο Δεύτερο : Ο Τρόπος Εφοδιασμού, Αποθήκευσης και Καύσης του Φυσικού Αερίου στις Μέρρες μας**

### **2.1 Τρόπος Εφοδιασμού και Καύσης Φυσικού Αερίου στις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης για Κίνηση Χερσαίων και Θαλάσσιων Μηχανών σε Σχετικά Μέσα**

Επιχειρώντας στη παρούσα ενότητα να εξετάσουμε τον τρόπο εφοδιασμού και καύσης του φυσικού αερίου στις μηχανές εσωτερικής καύσης με σκοπό την κίνηση χερσαίων και θαλάσσιων μηχανών σε σχετικά μέσα, θα λέγαμε πως το φυσικό αέριο βρίσκει εφαρμογή στις μέρες μας στις επανομαζόμενες αεριομηχανές. Οι Αεριομηχανές (gas engines) ονομάζονται οι παλινδρομικές εκείνες μηχανές εσωτερικής καύσης που λειτουργούν με αέριο καύσιμο, όπως το φυσικό αέριο, βιοαέριο, κ.λ.π. Στις μέρες μας, είναι εμπορικά διαθέσιμοι οι ακόλουθοι τύποι αεριομηχανών για καύση φυσικού αερίου, ως εξής:<sup>44</sup>

Ø Βενζινοκινητήρες αυτοκινήτων που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές.

Είναι συνήθως μικρές μηχανές (15-30 kW), ελαφρές, με μεγάλη συγκέντρωση ισχύος. Η μετατροπή πολύ λίγο επηρεάζει το βαθμό απόδοσης, ενώ μειώνει την ισχύ κατά 18% περίπου. Χάρη στη μαζική παραγωγή οι τιμές τους είναι χαμηλές, αλλά η διάρκεια ζωής τους είναι σχετικά μικρή (10.000-30.000 ώρες)

Ø Κινητήρες Diesel αυτοκινήτων που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές.

Έχουν ισχύ μέχρι 200 kW. Η μετατροπή επιτυγχάνεται με τροποποιήσεις των εμβόλων, των κεφαλών και του μηχανισμού των βαλβίδων, που επιβάλλονται από το ότι η έναυση δε γίνεται πλέον με απλή συμπίεση αλλά με σπινθηριστή. Η μετατροπή συνήθως δεν προκαλεί μείωση της ισχύος, καθώς υπάρχει περιθώριο μείωσης της περίσσειας αέρα.

---

<sup>44</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

- Ø Σταθερές μηχανές που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές ή που έχουν από την αρχή σχεδιασθεί ως αεριομηχανές. Οι μηχανές αυτές είναι βαριές και στιβαρές. Κατασκευάζονται για εφαρμογές στη βιομηχανία και στα πλοία. Η ισχύς τους φθάνει τα 3000 kW. Η ανθεκτική κατασκευή τους μειώνει τις απαιτήσεις συντηρήσεων αλλά αυξάνει το κόστος της αγοράς τους. Είναι μηχανές κατάλληλες για συνεχή λειτουργία σε υψηλό φορτίο.
- Ø Σταθερές μηχανές διπλού καυσίμου. Είναι κινητήρες Diesel ισχύος μέχρι 6000 kW. Το καύσιμο αποτελείται κατά 90% από φυσικό αέριο, η έναυση του οποίου γίνεται όχι με σπινθηριστή αλλά με έγχυση υγρού καυσίμου Diesel (που αποτελεί το υπόλοιπο 10% της προσφερόμενης ενέργειας). Έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να λειτουργούν είτε με φυσικό αέριο είτε με καύσιμο Diesel, το οποίο βέβαια αυξάνει το κόστος αγοράς και συντήρησης.

Έτσι λοιπόν αναφέρεται πως το είδος των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την κίνηση των μηχανών εσωτερικής καύσης αποτελούν καθοριστικό παράγοντα που επηρεάζει την ποιότητα και την ποσότητα των καυσαερίων. Εναλλακτικά καύσιμα χρησιμοποιούνται σήμερα αντί των συνηθισμένων με σκοπό την μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων. Εναλλακτικό καύσιμο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες εσωτερικής καύσης είναι όπως είπαμε το φυσικό αέριο. Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα αερίων που εμφανίζεται φυσικά και βρίσκεται στους πορώδεις γεωλογικούς σχηματισμούς, οι οποίοι καλούνται δεξαμενές, κάτω από τη γήινη επιφάνεια.<sup>45</sup>

Βάση των ανωτέρω, θα μπορούσε να σημειωθεί πως η χημική σύνθεση και το ενεργειακό περιεχόμενο του φυσικού αερίου ποικίλλουν ανάλογα με την πηγή των δεξαμενών της μηχανής εσωτερικής καύσης.<sup>46</sup> Ωστόσο, το φυσικό αέριο που χρησιμοποιούν οι συγκεκριμένες μηχανές εσωτερικής καύσης είναι κυρίως μίγμα υδρογονανθράκων με την ακόλουθη σύνθεση: μεθάνιο (93%), αιθάνιο (3.1%), προπάνιο (0.5%), ισοβουτάνιο

---

<sup>45</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

<sup>46</sup> Seamanship International, «*Types of Liquefied Gas Carriers*», U.S.A., March 2007

(0.06%), η-βουτάνιο (0.05%), ισοπεντάνιο (0,02%), η-πεντάνιο (0.02%), εξάνιο (+ 0,04%), N<sub>2</sub> (1.2%), και CO<sub>2</sub> (0.6%). Το φυσικό αέριο όταν χρησιμοποιείται στις μηχανές εσωτερικής καύσεως είναι σε υγρή μορφή και αποθηκεύεται σε κυλινδρικές δεξαμενές.<sup>47</sup>

## **2.2 Επιλογή Υγραερίου ή Φυσικού Αερίου για Μηχανές Κίνησης**

Βάση των όσων αναφέρθησαν παραπάνω, γίνεται σημαντικός λόγος στις μέρες μας από μέρους των ειδικών, για το ποια μορφή καυσίμου, υγραέριο ή φυσικό αέριο θα πρέπει να χρησιμοποιείται για την κίνηση που προσφέρουν οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Βάση των δεδομένων και των τάσεων όμως της εποχής μας, οι ειδικοί δείχνουν να προτιμούν για τις μεταφορές το υγραέριο, για τις βιομηχανικές και οικιακές εφαρμογές όμως το φυσικό αέριο.<sup>48</sup>

Οι λόγοι φαίνονται να είναι απλοί. Το φυσικό αέριο πρέπει να αποθηκεύεται υπό πίεση 200 bar, ώστε να διατηρείται σε υγρή φάση υπό κανονικές θερμοκρασίες. Η πίεση αυτή απαιτεί στα οχήματα την ύπαρξη δεξαμενών με χοντρά τοιχώματα, οι οποίες πρέπει να έχουν μεγάλη χωρητικότητα για την εξασφάλιση ικανοποιητικής αυτονομίας. Μέχρι στιγμής όμως, με τα υλικά που διαθέτουμε μία τέτοια δεξαμενή θα ήταν ή πολύ βαριά ή πολύ ακριβή. Αυτό από μόνο του αποκλείει τη χρήση φυσικού αερίου στα μικρά επιβατικά, επειδή θα επέφερε υπέρμετρη αύξηση στην κατανάλωση καυσίμων. Ενδεικτικά, στις βαριές εφαρμογές και ειδικότερα στα λεωφορεία το βάρος των δεξαμενών φτάνει τα 1.000 kg.<sup>49</sup>

Επιπλέον, οι δεξαμενές πρέπει να τοποθετούνται για λόγους ασφαλείας στην οροφή (επειδή το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα), οπότε τίθεται και θέμα ενίσχυσης της δομής της κατασκευής του οχήματος. Έτσι, το συνολικό κόστος είναι κατά 30%-40% αυξημένο. Λόγω της υψηλής πίεσης αποθήκευσης του φυσικού αερίου απαιτούνται 6-8 ώρες για τον ανεφοδιασμό ενός μεγάλου οχήματος με καύσιμα. Ο χρόνος αυτός μπορεί

<sup>47</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

<sup>48</sup> Seamanship International, «*Types of Liquefied Gas Carriers*», U.S.A., March 2007

<sup>49</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου



να πέσει σε μερικά λεπτά της ώρας, αλλά οι εγκαταστάσεις υψηλής πίεσης ανεβάζουν το κόστος ενός πλήρως εξοπλισμένου αμαξοστασίου στο διπλάσιο του κόστους, αν ως καύσιμο επιλεγόταν το υγραέριο.<sup>50</sup>

Αντίθετα, το υγραέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στα επιβατικά αυτοκίνητα. Η τοποθέτηση των δεξαμενών μπορεί να γίνει κάτω από το «σασί» των βαρέων οχημάτων, δεν υπάρχουν περιορισμοί για το χρόνο ανεφοδιασμού ενώ το κόστος επένδυσης, εάν γίνει συστηματική χρήση του, είναι σημαντικά μικρότερο. Ένας επίσης σημαντικός λόγος για την προτίμηση στο υγραέριο, αναφέρεται στο γεγονός πως η υγραεριοκίνηση συνεχώς εξελίσσεται.

Ωστόσο, μία υπόθεση που μπορεί να γίνει είναι ότι η τιμή του υγραερίου πρόκειται να αυξηθεί σε βάθος χρόνου. Αρχικά, οι μεγάλες πετρελαϊκές εταιρίες είναι αυτές που ελέγχουν την προμήθεια και διακίνηση το υγραερίου όπως και των λοιπών καυσίμων, και όπως όλοι γνωρίζουμε, ο πρωταρχικός στόχος τους είναι το κέρδος. Επιπλέον, οι εκάστοτε κυβερνήσεις έχουν μεγάλα έσοδα από τη φορολόγηση καυσίμων, και ιδιαίτερα τον τελευταίο καιρό, ο φόρος όλο και αυξάνεται.

Με τον καιρό, όσο περισσότεροι χρησιμοποιούν σε παγκόσμιο επίπεδο το LPG ως καύσιμο για την μετακίνηση τους, η τιμή του θα αυξάνεται και αυτό είναι κάτι αναπόφευκτο. Αρκεί να σκεφτούμε πως, αν η Κίνα αποφάσιζε τα οχήματά της να λειτουργούν με υγραέριο, το πιθανότερο θα ήταν ότι η τιμή του να «εκτοξευόταν» σε απαγορευτικά επίπεδα, ενώ τα αποθέματα γρήγορα δεν θα επαρκούσαν για την κάλυψη των αναγκών. Επιπλέον, αρκεί να σκεφτούμε την τιμή που είχε το υγραέριο πριν μερικά χρόνια και την τιμή του τώρα. Από 60 σε 90 λεπτά είναι αύξηση της τάξης του 50%. Αλλά το πραγματικό ερώτημα μάλλον δεν είναι το αν θα αυξηθεί η τιμή του υγραερίου αλλά το πότε θα αυξηθεί. Πριν όμως προσπαθήσουμε να κάνουμε μία πρόβλεψη, θα ήταν σωστό να λάβουμε υπόψη μας τα παρακάτω στοιχεία:

---

<sup>50</sup> Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ

- Ø Βάση ευρωπαϊκής οδηγίας, η τιμή του υγραερίου θα παραμείνει σε χαμηλότερα επίπεδα σε σύγκριση με την τιμή των άλλων καυσίμων, τουλάχιστον μέχρι το 2018.
- Ø Υπάρχει μεγάλο απόθεμα υγραερίου, για το οποίο δεν υπάρχει μέχρι στιγμής αντίστοιχη αγορά, όπως συμβαίνει με την βενζίνη και το πετρέλαιο diesel (υπολογίζεται ότι μόνο 2% των οχημάτων χρησιμοποιούν υγραέριο).

Από ότι φαίνεται, λοιπόν, οι τιμές του υγραερίου θα συνεχίσουν να βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, το οποίο θα μπορούσε να διαρκέσει από 5 έως 15 χρόνια το πολύ. Από εκεί και πέρα, οι ανάγκες του κάθε καταναλωτή ξεχωριστά είναι αυτές που θα διαδραματίσουν τον καθοριστικό ρόλο για τον αν η κίνηση με LPG θα είναι οικονομικά συμφέρουσα ή όχι. Γιατί, ακόμα και αν το διάστημα, για το οποίο το υγραέριο θα παραμείνει φθηνότερο είναι σύντομο, ένας οδηγός, ο οποίος καλύπτει μεγάλο αριθμό χιλιομέτρων και διαθέτει όχημα κατάλληλο για μετατροπή, έχει τη δυνατότητα να επωφεληθεί για μερικά χρόνια.

Επιπλέον, ένα αυτοκίνητο το οποίο διαθέτει σύστημα υγραερίου, αναμένεται να έχει και μεγαλύτερη μεταπωλητική αξία, κάτι που θα επιστέψει μέρος των χρημάτων που δαπανήθηκαν για τη μετατροπή. Οπότε σε κάθε περίπτωση, ο καταναλωτής θα πρέπει ανάλογα με τις δικές του ανάγκες και απαιτήσεις, υπολογίζοντας όλες τις παραμέτρους και λαμβάνοντας υπόψη τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υγραεριοκίνησης, να αποφανθεί, αν η εναλλακτική κίνηση με υγραέριο αποτελεί συμφέρουσα επιλογή για τον ίδιο.

### **2.3 Είδη Μηχανών και Παραγωγής Ενέργειας Όπου Μπορούν να Χρησιμοποιηθεί το Φυσικό Αέριο**

- Ø Σταθερής ισχύος και ενέργειας - κάλυψη της συνολικής ζήτησης, Μεταβλητής ισχύος - κάλυψη φορτίων αιχμής για μείωση του κόστους αγοράς από το δίκτυο .
- Ø Εφεδρική πηγή ενέργειας - αξιόπιστη πηγή παροχής ηλεκτρισμού σε περιπτώσεις παραγωγής του δικτύου.

Η κάθε εταιρεία χρήσης μηχανών με φυσικό αέριο μπορεί επίσης να λειτουργεί στον τομέα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας (CHP). Ο συνολικός βαθμός απόδοσης εφαρμογών συμπαραγωγής με μηχανές που κάνουν χρήση φυσικού αερίου στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι μεγαλύτερος από 80%.<sup>51</sup> Η τεχνολογία της συμπαραγωγής με χρήση φυσικού αερίου, αφορά ανάκτηση της «απόβλητης» θερμότητας από την εσωτερική διαδικασία καύσης και την μετατροπή της σε μία πολύτιμη πηγή ενέργειας για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης. Για παράδειγμα, η θερμότητα του κυκλώματος ψύξης της μηχανής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού χαμηλής πίεσης ή ως έχει υπό την μορφή ζεστού νερού για κάποια παραγωγική διαδικασία, ή επίσης για την τροφοδοσία ψυκτών απορρόφησης, για την παραγωγή πάγου, ή σε εφαρμογές κλιματισμού.



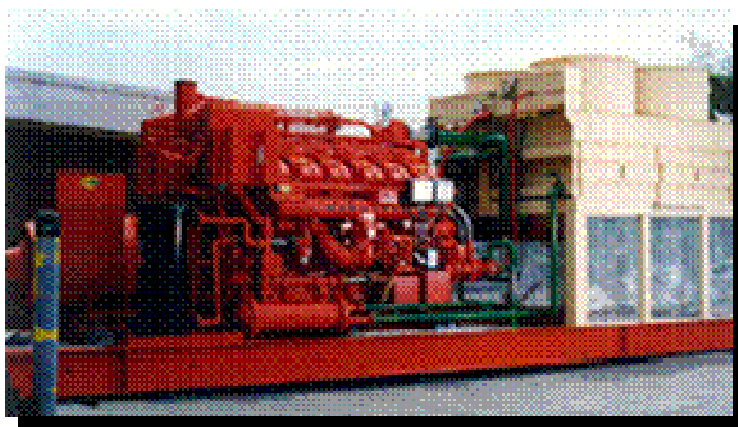
*Εικόνα Νο. 2 – Είδος Μηχανής με Χρήση Φυσικού Αερίου για Κίνηση*

Οι μηχανές αυτές μπορούν να χρησιμοποιούνται για την κίνηση συμπιεστών, αντλιών και άλλων και είναι γνωστές σε όλο τον κόσμο για την αξιοπιστία τους, την ανθεκτικότητά τους και την στιβαρή κατασκευή τους. Οι

<sup>51</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

συγκεκριμένες μηχανές χρησιμοποιούνται για

- Ø Την κίνηση συμπιεστών φυσικού αερίου ώστε να είναι δυνατή η διανομή του.
- Ø Μεταφορά φυσικού αερίου από και προς τους χώρους αποθήκευσης για την κάλυψη εποχιακών αναγκών



*Εικόνα Νο. 3 – Διαφορετικό Είδος Μηχανής με Χρήση Φυσικού Αερίου για Κίνηση*

Επίσης, οι μηχανές αυτές χρησιμοποιούνται για την κίνηση πολλών τύπων μηχανολογικού εξοπλισμού και διακρίνονται για την ανθεκτικότητά τους και την στιβαρή κατασκευή τους. Αντίστοιχα, χρησιμοποιούνται για την κίνηση Συμπιεστών των ψυκτών που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές κλιματισμού Συμπιεστών αέρα, για βιομηχανίες πλαστικού, κ.α., αντλιών νερού σε κέντρα επεξεργασίας, λυμάτων ή σε σταθμούς παραγωγής πετρελαίου Αντλιών για την μεταφορά του πετρελαίου από τους χώρους αποθήκευσης στα διύλιστήρια, και ακόμα σε δεξαμενόπλοια εν πλώ.



*Εικόνα Νο. 4 – Διαφορετικό Είδος Μηχανής με Χρήση Φυσικού Αερίου για Κίνηση*

#### **2.4 Οικονομικές και Περιβαλλοντικές Συνθήκες στην Ελλάδα που Δημιουργούνται από τη Διανομή και Χρήση Φυσικού Αερίου**

Αναφερόμενοι στις οικονομικές συνθήκες στην Ελλάδα και οι οποίες δημιουργούνται από τη διανομή και χρήση του φυσικού αερίου, θα πρέπει να σημειωθούν τα εξής στοιχεία και τα οποία αποτελούν σημαντικά στοιχεία και τα οποία σχετίζονται με το μέλλον της χρήσης των «φιλικότερων» προς το περιβάλλον καύσιμα.

Έτσι λοιπόν και βάση των ανωτέρω, θα λέγαμε πως αποτελεί γεγονός ότι η Παγκόσμια Τράπεζα εκτιμά ότι θα χρειαστούν επενδύσεις άνω των 30 δισεκατομμυρίων Ευρώ μέχρι το 2020 για την αναβάθμιση και κατασκευή μονάδων παραγωγής ενέργειας, για μεταφορά και διανομή ενέργειας και για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας, με στόχο να δημιουργήσει βιώσιμες, ανταγωνιστικές και ασφαλείς πηγές ενέργειας, έχει αναπτύξει ένα περιεκτικό ρυθμιστικό πλαίσιο και πλαίσιο αγοράς για τον τομέα της ενέργειας. Σε συνδυασμό με το νομοθετικό πλαίσιο επενδύσεων της Ελλάδας, προβλέπονται εξαιρετικές ευκαιρίες για επενδύσεις σε διάφορους τομείς.<sup>52</sup>

Με το Νόμο 2773/1999 απελευθερώθηκε η αγορά ηλεκτρικής

<sup>52</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

ενέργειας, με αποτέλεσμα η εγχώρια παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενέργειας να είναι ανοικτές σε ιδιωτικούς επενδυτές. Η αλλαγή αυτή μεταμόρφωσε την αγορά ηλεκτρισμού και ενέργειας της Ελλάδας σε έναν από τους πιο ελκυστικούς τομείς ανάπτυξης και ευκαιριών στην Ευρώπη. Ενώ, κατά το παρελθόν, η ΔΕΗ κατείχε το μονοπώλιο της παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας, σήμερα εταιρείες από όλο τον κόσμο σπεύδουν να εκμεταλλευτούν αυτή την εξαιρετική ευκαιρία στην ελληνική ενεργειακή αγορά. Μεταξύ των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα σήμερα είναι οι εξής: Ελληνικά Πετρέλαια, Motor Oil, Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ), Προμηθέας Gas A.E., ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε., Όμιλος Μυτηλιναίου, ΤΕΡΝΑ Ενεργειακή, Global Energy, Energy Solutions, Solar Cells Hellas, Next Solar, Enova, EDF, Edison, Conergy, EGL, Acciona, Enel, Eurus Energy, Gamesa, Ρόκας-Iberdrola, Endesa, WPD, Atel.<sup>53</sup>

Οι εταιρείες αυτές ασχολούνται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη διανομή φυσικού αερίου και τον ταχύτατα αναπτυσσόμενο τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η στρατηγική γεω-οικονομική θέση της Ελλάδας ανάμεσα σε παραγωγούς ενέργειας της Μέσης Ανατολής, της Βορείου Αφρικής και της περιοχής της Κασπίας Θάλασσας, και πάνω στους καίριους δίαυλους μεταφορών του Αιγαίου Πελάγους και της Ανατολικής Μεσογείου, την καθιστούν ως κύριο ενεργειακό κόμβο μεταξύ Ανατολής και Δύσης.

Η Ελλάδα έχει θέσει σε εφαρμογή μεγάλα εγχειρήματα σε πετρέλαιο, φυσικό αέριο και εναλλακτικές πηγές ενέργειας, κερδίζοντας έτσι τον κεντρικό ρόλο στον ενεργειακό άξονα της Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Τρία κρίσιμα έργα θεμελιώνουν το υπόβαθρο για μια διαφοροποιημένη, ανταγωνιστική και διασφαλισμένη παροχή ενέργειας: ο αγωγός πετρελαίου Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολη, ο Διασυνδεδημένος Αγωγός φυσικού αερίου Τουρκίας-Ελλάδας-Ιταλίας και ο αγωγός φυσικού αερίου South Stream. Με αυτά τα αναπλαστικά έργα, η Ελλάδα αναδύεται ως οδός διακίνησης πετρελαίου και φυσικού αερίου, προμηθεύοντας τις αγορές της Νοτιοανατολικής και Δυτικής

---

<sup>53</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Ευρώπης, καθώς και πιο απομακρυσμένες αγορές, όπως της Βορείου Αμερικής.

Ο αγωγός φυσικού αερίου Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολη<sup>54</sup> θα συμβάλει σημαντικά στην αποσυμφόρηση των Στενών του Βοσπόρου και θα προσφέρει μία νέα οδό εξαγωγής του πετρελαίου της Μαύρης Θάλασσας προς τις αγορές της Ευρώπης και της Βορείου Αμερικής. Στο έργο αυτό θα συμμετέχουν ελληνικές εταιρείες με ποσοστό 23.5% και το ελληνικό κράτος με 1%. Ο αγωγός μήκους 279 χιλιομέτρων από το Μπουργκάς της Βουλγαρίας μέχρι την Αλεξανδρούπολη, αναμένεται να μεταφέρει αρχικό όγκο 50 εκατομμύρια τόνους πετρελαίο το χρόνο και δυνατότητα μεταφοράς άνω των 50 εκατομμυρίων τόνων πετρελαίου ετησίως.<sup>54</sup>

Επίσης σημαντικότερος θεωρείται και ο φυσικός αγωγός φυσικού αερίου ITGI θα επιτρέψει την εισαγωγή στην Ιταλία και την Ευρώπη 10 δισ. κυβ. μέτρων φυσικού αερίου ετησίως, από τις περιοχές της Κασπίας και της Μέσης Ανατολής, μέσω Τουρκίας και Ελλάδας. Ο τουρκοελληνοϊταλικός αγωγός αποτελείται από τρία τμήματα<sup>55</sup>:

- Ø Το τουρκικό δίκτυο αγωγών που θα ενισχυθεί προκειμένου να επιτρέψει την διέλευση των ποσοτήτων που προορίζονται για την ελληνική και την ιταλική αγορά
- Ø Τη διασύνδεση Τουρκίας-Ελλάδας (ITG) που είναι ήδη σε λειτουργία από το Νοέμβριο 2007
- Ø Τον ελληνοϊταλικό αγωγό (IGI) μήκους 800 χλμ., εκ των οποίων 600 χλμ. θα κατασκευαστούν από τον ΔΕΣΦΑ στην ελληνική επικράτεια και περίπου 200 χλμ. από την EDISON και την ΔΕΠΑ, μέσω της κοινής εταιρείας ΠΟΣΕΙΔΩΝ, στο υποθαλάσσιο τμήμα μεταξύ της ελληνικής και της ιταλικής ακτής. Ο ITGI θα περιλαμβάνει επίσης μία διακλάδωση από την Ελλάδα προς την Βουλγαρία (IGB - Interconnector Greece-Bulgary) με δυναμικότητα μεταφοράς 3-5 δισ. κυβ. μέτρα φυσικού αερίου ετησίως.

<sup>54</sup> ΔΕΠΑ – Το Φυσικό Αέριο και οι Χρήσεις του, Αθήνα 2011

<sup>55</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Τέλος, η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνώρισε την στρατηγική σπουδαιότητα του ITGI ως Project of European Interest, και το ενέταξε στα έργα ανάπτυξης του Νότιου Διαδρόμου του European Recovery Plan με πρόταση χρηματοδότησης 100 εκατ. ευρώ.



*Εικόνα Νο. 5 – Ελληνο-Ιταλικός Αγωγός Μεταφοράς Φυσικού Αερίου Πηγή:  
Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου Α.Ε.*

Σημαντικό επίσης έργο θεωρείται και ο αγωγός φυσικού αερίου South Stream με κατάληξη στην Ιταλία αποτελεί είναι σημαντικό έργο που θα προμηθεύει τη Δυτική Ευρώπη με φυσικό αέριο από τη Ρωσία. Ο αγωγός θα περάσει μέσα από την Ελλάδα και υπάρχει περίπτωση να συνδεθεί με το Διασυνδετήριο Αγωγό Τουρκίας-Ελλάδας-Ιταλίας.



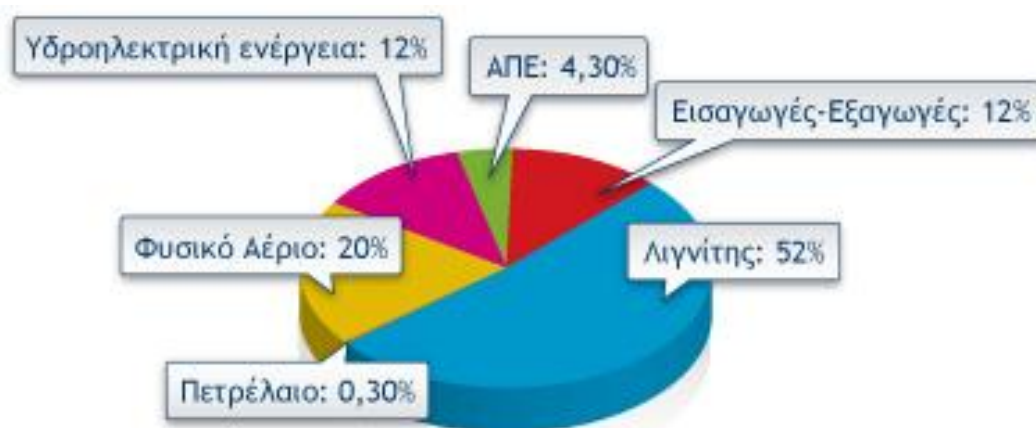


Εικόνα Νο. 6 – Αγωγός Μεταφοράς Αερίου στην Ελλάδα και τα Βαλκάνια  
 South Stream - Πηγή: Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου Α.Ε.

Η Ελλάδα εισάγει υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) μέσω θαλάσσης από την Αλγερία, διευρύνοντας έτσι το φάσμα των ενεργειακών πόρων της χώρας. Τα πρόσφατα σχέδια απαιτούν την αναβάθμιση και την ανάπτυξη νέων διασυνδέσεων ηλεκτρικής ενέργειας με γειτονικές χώρες που θα ενισχύσουν περαιτέρω τις διασυνοριακές ανταλλαγές μεταξύ Ελλάδας και των γειτονικών χωρών. Τα σχέδια αυτά δημιουργούν σημαντικές επενδυτικές ευκαιρίες στη διασυνδεδεμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Η Ελλάδα πέρα του ότι αποτελεί στρατηγικό κέντρο μεταφορών, αναδεικνύεται και σε στρατηγικό κόμβο για την ανάπτυξη ενεργειακών επενδύσεων στην ευρύτερη περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης.

Η Ενεργειακή Κοινότητα της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, με έδρα την Αθήνα, επικεντρώνεται στη δημιουργία μίας ενιαίας ενεργειακής αγοράς στα Βαλκάνια, θεσπίζοντας κοινούς κανόνες και ρυθμίσεις, με σκοπό να ενσωματωθεί στην ενεργειακή αγορά της ΕΕ σε κατάλληλο χρόνο. Η Ενεργειακή Κοινότητα ιδρύθηκε σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση και περιλαμβάνει τις εξής χώρες: Κροατία, Βοσνία-Ερζεγοβίνη

Σερβία, Μαυροβούνιο, Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας, Αλβανία, Ρουμανία, Βουλγαρία καθώς και την αποστολή των Ηνωμένων Εθνών για λογαριασμό του Κοσσυφοπέδιου. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα για το έτος 2010 έχει ως εξής:



Εικόνα Νο. 7 - ΧΑΡΤΗΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



□

Εικόνα Νο. 8 – Δίκτυο Θερμοηλεκτρικών και Υδροηλεκτρικών Σταθμών Παραγωγής  
 Πηγή: Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.

Θα πρέπει να σημειωθεί σχετικά πως το φυσικό αέριο εισήχθη για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 1988 όταν ιδρύθηκε η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ). Η ΔΕΠΑ ανήκει κατά 35% στην εταιρεία Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε. και κατά 65% στο Ελληνικό Δημόσιο.<sup>56</sup> Σήμερα, η απελευθερωμένη ενεργειακή αγορά της Ελλάδας δίνει τη δυνατότητα σε εταιρείες να συμμετέχουν στη μετάδοση και διανομή του φυσικού αερίου. Το φυσικό αέριο αποτελεί πλέον σημαντικό μέρος της ενεργειακής πολιτικής της Ελλάδας,

<sup>56</sup> ΔΕΠΑ – Το Φυσικό Αέριο και οι Χρήσεις του, Αθήνα 2011

καθώς διευρύνει το φάσμα των ενεργειακών πόρων, περιλαμβάνοντας πιο καθαρούς ενεργειακούς πόρους σε ανταγωνιστικές τιμές. Η κατασκευή του δικτύου μεταφοράς φυσικού αερίου είναι ένα από τα μεγαλύτερα έργα ενεργειακής υποδομής που έχουν γίνει στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια. Το σύστημα μεταφοράς φυσικού αερίου έχει τρία σημεία εισόδου:

- Ø Τα σύνορα Ελλάδας-Βουλγαρίας, απ' όπου εισέρχεται μέσω κεντρικού αγωγού από Ρωσία
- Ø τα σύνορα Ελλάδας-Τουρκίας, όπου το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου διασυνδέεται με το τουρκικό σύστημα
- Ø το νησί Ρεβυθούσα στον κόλπο Πάχης Μεγάρων, όπου υπάρχουν εγκαταστάσεις για τη λήψη, αποθήκευση και αεροποίηση του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) που εξάγεται με δεξαμενόπλοιο από την Αλγερία.

Το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου μεταφέρει αέριο από τα σημεία εισόδου στους καταναλωτές της ηπειρωτικής χώρας. Προς το παρόν λειτουργούν τρεις Εταιρείες Παροχής Αερίου: η ΕΠΑ Αττικής, η ΕΠΑ Θεσσαλονίκης και η ΕΠΑ Θεσσαλίας. Το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου περιλαμβάνει:

- Ø Τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς αερίου. Ο κεντρικός αγωγός υψηλής πίεσης (70 bar) έχει μήκος 512 χιλιόμετρα. Εκτείνεται από τα σύνορα Ελλάδας-Βουλγαρίας (Προμαχώνας) έως το Λαύριο Αττικής και από την Θεσσαλονίκη έως τα σύνορα Ελλάδας-Τουρκίας (Κήποι).
- Ø Τους κλάδους μεταφοράς, συνολικού μήκους 689 χιλιομέτρων. Οι κλάδοι ξεκινούν από τον κεντρικό αγωγό και τροφοδοτούν με φυσικό αέριο τις περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, της Θεσσαλονίκης, του Δήμου Πλατέος Ημαθίας, του Βόλου, της Βοιωτίας, των Οινοφύτων, της Αττικής και της Κορίνθου. Το 2007 ξεκίνησαν έργα για την κατασκευή κλάδων προς τη Δυτική Θεσσαλία και Εύβοια πρόσθετου μήκους 119 χιλιομέτρων.
- Ø Τους Μετρητικούς και Ρυθμιστικούς σταθμούς φυσικού αερίου για τη μέτρηση της παρεχόμενης ποσότητας αερίου και τη ρύθμιση της

πίεσης του. Δύο Σταθμούς Ανεφοδιασμού Λεωφορείων στα Άνω Λιόσια και στην Ανθούσα Αττικής

- Ø Το Κέντρο Ελέγχου και Κατανομής Φορτίου
- Ø Τα Κέντρα Λειτουργίας και Συντήρησης στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη, τη Θεσσαλία και την Ξάνθη.

Το φυσικό αέριο προμηθεύεται στη ΔΕΠΑ από τη Gazexport της Ρωσίας (θυγατρική της Gazprom) και τη Sonatrach της Αλγερίας. Η συμφωνία με Gazexport εγγυάται την προμήθεια αερίου ποσότητας που αντιστοιχεί σε 2.8 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα ετησίως. Η συμφωνία με Sonatrach προβλέπει την προμήθεια αερίου ποσότητας που αντιστοιχεί σε 0,51 έως 0.68 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα ετησίως. Η σύμβαση της προμήθειας αερίου με την Gazexport λήγει το 2016 και με τη Sonatrach το 2020. Σύστημα διανομής

Οι Εταιρείες Παροχής Αερίου (ΕΠΑ), έχουν ως αντικείμενο την επέκταση, λειτουργία και συντήρηση των «δικτύων πόλης», καθώς και τη διανομή αερίου στους οικιακούς, εμπορικούς και βιομηχανικούς καταναλωτές (με ετήσια κατανάλωση έως 100 GWh ΑΘΔ). Στις ΕΠΑ συμμετέχει κατά 51% η ΔΕΠΑ, μέσω της κατά 100% θυγατρικής της Εταιρείας Διανομής Αερίου (ΕΔΑ), και κατά 49% ιδιώτες επενδυτές, οι οποίοι ασκούν και τη διοίκηση των εταιρειών. Το φυσικό αέριο εισάγεται στη χώρα μας μέσω αγωγών υψηλής πίεσης. Η πορεία του συνεχίζεται μέσα από δίκτυα μέσης πίεσης (19bar), που έχουν αποδέκτες βιομηχανικούς καταναλωτές, καθώς και μέσα από δίκτυα χαμηλής πίεσης (4bar) που εξυπηρετούν οικιακές, εμπορικές και βιομηχανικές χρήσεις.

Δίκτυα μέσης πίεσης έχουν αναπτυχθεί και συνεχίζουν να αναπτύσσονται σε Αττική, Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Βόλο, Οινόφυτα, Θήβα, ευρύτερη περιοχή Χαλκίδας, Λαμία, Πλατύ Ημαθίας, Κατερίνη, Κιλκίς, Σέρρες, Δράμα, Ξάνθη, Καβάλα, Αλεξανδρούπολη, Κομοτηνή. Δίκτυα χαμηλής πίεσης έχουν αναπτυχθεί και συνεχίζουν να αναπτύσσονται σε Αττική, Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Βόλο, Οινόφυτα, Κιλκίς, Ξάνθη, Κομοτηνή. Η ΔΕΠΑ θα παραχωρήσει τη χρήση αυτών των δικτύων σε νέες Εταιρείες Παροχής Αερίου (ΕΠΑ) που θα συσταθούν. Επέκταση των Δικτύων, Νέες Εταιρείες

Παροχής Αερίου. Η στρατηγική ανάπτυξης της ΔΕΠΑ είναι να αυξήσει το ποσοστό του φυσικού αερίου στην εθνική ενεργειακή αγορά. Σε εξέλιξη βρίσκονται προγράμματα για την αύξηση της αστικής κατανάλωσης αερίου, μέσω της ίδρυσης νέων ΕΠΑ και της επέκτασης των δικτύων σε νέες βιομηχανικές περιοχές, καθώς και μέσω της προώθησης των επενδύσεων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με φυσικό αέριο.

Σε συνδυασμό με τις προσπάθειες να αυξήσει την κατανάλωση αερίου σε συμβατικές χρήσεις, η ΔΕΠΑ στοχεύει να αναπτύξει νέες εφαρμογές φυσικού αερίου:

- Ø Η συμπαραγωγή ενέργειας και θέρμανσης είναι ένας τομέας, στον οποίο το φυσικό αέριο μπορεί πραγματικά να βελτιώσει την ανταγωνιστικότητα, μέσω της μείωσης του συνολικού κόστους ενέργειας
- Ø Αξιοσημείωτες τεχνικές εξελίξεις στην παραγωγή ενέργειας με τη χρήση της τεχνολογίας κυψελών καυσίμου επιτυγχάνουν μεγαλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα και βελτιωμένη περιβαλλοντική απόδοση
- Ø Η χρήση του φυσικού αερίου σε θερμοκήπια είναι κοινή πρακτική στην Ευρώπη και δημιουργεί ευκαιρίες στην Ελλάδα. Το φυσικό αέριο βοηθάει στην παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα (που παράγεται κατά την καύση του φυσικού αερίου), με αποτέλεσμα να επιταχύνει τη φωτοσύνθεση και την ανάπτυξη των φυτών.

Ως πηγή ενέργειας σε μονάδες Συμπαραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε καύσιμο (ορυκτό ή βιομάζα). Το καύσιμο όμως που σήμερα κυριαρχεί, για οικονομικούς αλλά και περιβαλλοντικούς λόγους, είναι το Φυσικό Αέριο. Με την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας, η απόδοση μιας εγκατάστασης Συμπαραγωγής μπορεί να φθάσει ή και να ξεπεράσει το 90%. Ως εκ τούτου η Συμπαραγωγή προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας που κυμαίνεται μεταξύ 15 έως 40%, σε σύγκριση με τη διάθεση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από συμβατικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς και

λέβητες, αντίστοιχα.<sup>57</sup>

Η συμπαραγωγή παράγει περίπου το 4% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, ενώ αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά το ποσοστό αυτό στο εγγύς μέλλον. Οι βασικοί παράγοντες που έχουν συμβάλει στον επεκτεινόμενο ρόλο της συμπαραγωγής στην Ελλάδα είναι:

- Ø Η απελευθέρωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχει προσελκύσει πολλές προτάσεις έργων, και οι περισσότερες περιλαμβάνουν τροφοδότηση με αέριο
- Ø Η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αναμένεται να αυξηθεί κατά 3.5% ετησίως από το 2010 έως το 2020. Σύμφωνα με τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) της Ελλάδας, θα χρειαστεί επιπλέον ισχύς 6,000 MW έως το 2015.

Τρεις σημαντικές αλλαγές στο ελληνικό σύστημα φυσικού αερίου:

- Ø Πραγματοποιούνται σημαντικά κατασκευαστικά έργα αερίου για να συνδεθεί η Ελλάδα και η Ιταλία με την περιοχή της Κασπίας
- Ø Η απελευθέρωση της αγοράς αερίου με νέα τιμολόγια
- Ø Η ελληνική κυβέρνηση προωθεί τη χρήση αερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για θέρμανση, σε συμμόρφωση προς την πολιτική παροχής ενέργειας και περιβαλλοντικές δεσμεύσεις
- Ø Η Ευρωπαϊκή πολιτική και τα σχέδια στήριξης για τη δημιουργία μίας ενιαίας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου στην Ευρώπη.

Από το 1990, η ΔΕΗ έχει μετατρέψει αρκετούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής σε σταθμούς συμπαραγωγής και αποδέχεται όλο και περισσότερο το μοντέλο συμπαραγωγής. Επιπλέον, οι συνθήκες για την ανάπτυξη συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP) βελτιώνονται τόσο σε νομική βεβαιότητα όσο και στην προμήθεια καυσίμων (Νόμος 3486 εφαρμόζει την οδηγία περί απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και έργα ανάπτυξης της υποδομής αερίου). Ο τομέας τροφίμων επωφελείται κυρίως από τη συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας και

---

<sup>57</sup> ΔΕΠΑ – Το Φυσικό Αέριο και οι Χρήσεις του, Αθήνα 2011

ακολουθεί δεύτερος ο τομέας των διυλιστηρίων. Στο παρελθόν, οι πιο αποδοτικές εγκαταστάσεις CHP ήταν τα διυλιστήρια, λόγω της συνεχόμενης λειτουργίας τους, των φθηνών καυσίμων (παραπροϊόντα διυλιστηρίων) και της ευνοϊκής αναλογίας ηλεκτρισμού και θερμότητας. Ο Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΕΣΣΗΘ) εκτιμάει ότι η συνολική ισχύς για τη συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού ξεπερνάει τα 700 MW στο βιομηχανικό τομέα και 100-300 MW στον τομέα των υπηρεσιών βάσει των τρεχουσών πολιτικών για τη συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Τέλος, ο ΕΣΣΗΘ δηλώνει ότι οι προοπτικές στην αγορά για συμπαραγωγή στην Ελλάδα αυξάνονται, ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης χρήσης φυσικού αερίου και της οικονομικής στήριξης για εγκαταστάσεις συμπαραγωγής από επιδοτήσεις της Ε.Ε., καθώς και μέσω των ελκυστικών επενδυτικών κινήτρων της ελληνικής κυβέρνησης.<sup>58</sup>

Αναφερόμενοι στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και συνθήκες από τη χρήση του φυσικού αερίου στην Ελλάδα, θα λέγαμε πως το φυσικό αέριο είναι μείγμα αερίων υδρογονανθράκων, αποτελείται κύρια από μεθάνιο και σε μικρότερες ποσότητες αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο. Είναι εξαιρετικά επικίνδυνο γιατί είναι εύφλεκτο και εκρηκτικό. Συνήθως βρίσκεται σε μεγάλα βάθη, σε υπόγειες κοιλότητες και σχεδόν πάντα συνδυάζεται με την εύρεση πετρελαίου πάνω από το οποίο υπάρχει το φυσικό αέριο. Θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι είναι το «ευγενέστερο» από όλα τα ορυκτά καύσιμα.

Δημιουργήθηκε είτε από θαλάσσιους οργανισμούς (όπως το πετρέλαιο) είτε από φυτική πρώτη ύλη και το βασικό του συστατικό είναι το μεθάνιο που αποτελεί το 85- 95 % του φυσικού αερίου. Μετά την άντληση του μεταφέρεται με αγωγούς ως αέριο ή με ειδικά διαμορφωμένα δεξαμενόπλοια στην κατανάλωση. Η αποθήκευση του γίνεται σε ειδικές κρυογονικές εγκαταστάσεις (θερμοκρασία -161ο Κελσίου) με σκοπό να διατηρείται υγροποιημένο και να καταλαμβάνει μικρό όγκο.

Στην Ελλάδα κατασκευάστηκε πρόσφατα ένας αγωγός από τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι τα Μέγαρα, ο οποίος μεταφέρει φυσικό αέριο

---

<sup>58</sup> ΔΕΠΑ – Το Φυσικό Αέριο και οι Χρήσεις του, Αθήνα 2011



από την Ρωσία. Χρησιμοποιείται για την παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, π.χ. θερμοηλεκτρικός σταθμός της ΔΕΗ στο Λαύριο, επίσης στον βιομηχανικό και βιοτεχνικό τομέα αλλά και για θέρμανση, ψύξη και μαγείρεμα στον οικιακό τομέα. Επειδή στη σύνθεση του μετέχουν μικρού μοριακού βάρους υδρογονάνθρακες και περιέχει μικρές ποσότητες θείου και στερεών σωματιδίων, όταν καίγεται παράγει τους λιγότερους ρύπους σε σύγκριση με τους γαιάνθρακες και το πετρέλαιο. Γιαυτό το λόγο το φυσικό αέριο θεωρείται καθαρότερο καύσιμο και προτιμάται η χρήση του, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν δημιουργεί περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά μπορούν επίσης να κινηθούν με φυσικό αέριο, όμως πρέπει να διαθέτουν ειδικές δεξαμενές για την μεταφορά του φυσικού αερίου.

Τα συμβατικά αποθέματα (οικονομικά εκμεταλλεύσιμα με τις παρούσες συνθήκες τεχνολογίας και τιμών) φυσικού αερίου στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι περιέχουν περίπου 80 δισεκατομμύρια τόνους άνθρακα, ενώ αν προσθέσουμε σε αυτά τα μη συμβατικά αποθέματα φθάνουμε περίπου τα 190 δισεκατομμύρια τόνους άνθρακα. Στην Ελλάδα οι ποσότητες του παραγόμενου φυσικού αερίου είναι μικρές και περιορίζονται στην περιοχή του Πρίνου στην Θάσο.

Ωστόσο, η χρήση του φυσικού αερίου συνοδεύεται από τα ίδια προβλήματα με την άντληση των κοιτασμάτων πετρελαίου. Ειδικά για το φαινόμενο του θερμοκηπίου πρέπει να τονισθεί ότι το φυσικό αέριο ενώ θεωρείται καθαρό καύσιμο δεν είναι αφού η συνεισφορά του στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανέρχεται σε 17% έναντι 25% του πετρελαίου. Πρέπει όμως να τονισθεί πως το φυσικό αέριο συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και όταν λόγω ατυχημάτων διαρρέει από τους αγωγούς μεταφοράς επειδή αποτελείται κύρια από μεθάνιο, αέριο που επιβαρύνει την ατμόσφαιρα σε εικοσαπλάσιο βαθμό από το διοξείδιο του άνθρακα.<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup> ΔΕΠΑ – Το Φυσικό Αέριο και οι Χρήσεις του, Αθήνα 2011

### **3. Κεφάλαιο Τρίτο : Ανάλυση Δεδομένων Χρήσης Καυσίμων Τύπου LNG στη Πρόωση των Πλοίων Σχετικά με την Σχεδίαση, Λειτουργία και Εφαρμογές τους**

#### **3.1 Οι Σημερινοί Τρόποι Μεταφοράς του Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου με Συγκεκριμένους Τύπους Πλοίων**

Αναφερόμενοι στα πλοία μεταφοράς υγροποιημένων αερίων (Liquified gas carriers), θα λέγαμε πως τα πλοία αυτά μεταφέρουν υγροποιημένους αέριους υδρογονάνθρακες και διακρίνονται σε δύο κυρίως τύπους, αυτόν της μεταφοράς υγροποιημένων αερίων πετρελαίου (Liquified Petroleum Gas, LPG) και τύπο μεταφοράς υγροποιημένων φυσικών αερίων (Liquified Natural Gas, LNG). Τα πρώτα αέρια αποτελούν προϊόντα της διύλισης πετρελαίου, όπως το βουτάνιο και προπάνιο, ενώ τα δευτερεύοντα αποτελούν άμεσους φυσικούς πόρους, όπως το μεθάνιο και εθάνιο, ή είναι αναμειγμένα με το αργό πετρέλαιο και συγκεντρώνονται στις πετρελαιοπηγές. Η εκφόρτωση γίνεται με αντλίες των πλοίων και η φόρτωση με αντλίες των τερματικών σταθμών.<sup>60</sup>

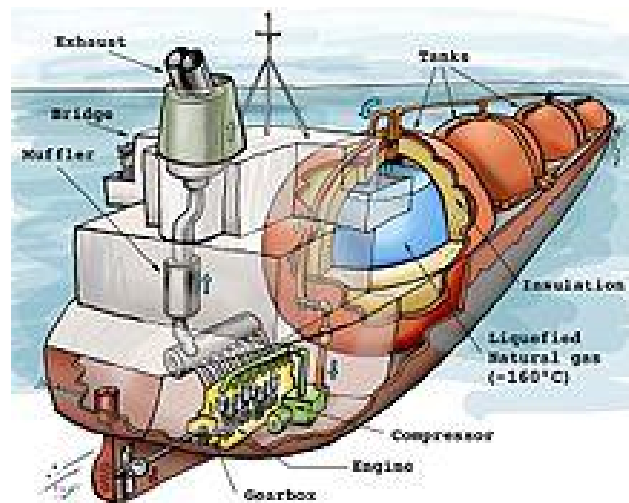
Αντίστοιχα, στα πλοία μεταφοράς LNG, τα αέρια αυτά σε αντίθεση με τα LPG δεν υγροποιούνται υπό συνθήκες πίεσης μόνο, και μεταφέρονται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (εθάνιο στους -104 και μεθάνιο στους -176) υπό ατμοσφαιρική πίεση. Όπως και στην περίπτωση των LPG οι δεξαμενές είναι ανεξάρτητες, συνήθως σφαιρικού τύπου, αλλά κατασκευάζονται από παχύ έλασμα αντιδιαβρωτικού κράμματος αλουμινίου πλαισιασμένο από θερμομόνωση.<sup>61</sup>

---

<sup>60</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

<sup>61</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

### 3.2 Τρόπος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου με Πλοία Τύπου LNG και Σύγχρονα Δεδομένα Σχετικά



Εικόνα Νο.9 – Σημεία Λειτουργίας σε Ένα Πλοίο Τύπου LNG

Αναφερόμενοι στο τρόπο μεταφοράς φυσικού αερίου με πλοίο τύπου LNG και τα σύγχρονα δεδομένα τα οποία αναφέρονται σχετικά, θα μπορούσαν να σημειωθούν τα εξής. Τα πλοία αυτού του τύπου δεν είναι τίποτε άλλο από ένα είδος εμπορικών πλοίων ή/και δεξαμενόπλοιων των οποίων το φορτίο είναι το φυσικό αέριο και το οποίο βρίσκεται σε υγρή μορφή και όπου η μεταφορά του με τα συγκεκριμένα πλοία, διεξάγεται αντίστοιχα όπως και η μεταφορά του πετρελαίου.<sup>62</sup>

<sup>62</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007



*Εικόνα Νο.10 – Φωτογραφία Πλοίου Τύπου LNG με Ορθογώνια Τραπεζοειδής Δεξαμενή*

Θα πρέπει λοιπόν να σημειωθεί σχετικά πως η εμφάνιση αλλά και η ναυπήγηση των πρώτων πλοίων του συγκεκριμένου είδους έγινε στην δεκαετία του 1960. Την εποχή εκείνη έφεραν την ονομασία μεθανιοφόρα. Τα χαρακτηριστικά των δεξαμενών τους ήταν ότι το σχήμα έφερε τη μορφή ενός ορθογώνιου τραπεζοειδούς. Αργότερα όμως αυτό άλλαξε και έγινε σφαιροειδές, εκ των οποίων το πάνω μέρος τους ήταν υψηλότερο από το βασικό κατάστρωμα του πλοίου. Οι δεξαμενές *τύπου μεμβράνης* αναφέρονται στα σύγχρονα υγραεριοφόρα πλοία. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι εντός των συγκεκριμένων δεξαμενών, η μεταφορά των υγραερίων επιτυγχάνεται σε θερμοκρασία πολύ χαμηλή.

Συγκεκριμένα, για κάποια από αυτά τα φορτία φθάνει στους  $-250^{\circ}\text{F}$ , ή σε υψηλές πιέσεις. Το γεγονός αυτό της μεταφοράς των αερίων φορτίων είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο και γι' αυτό το λόγο και τα πλοία αυτού του τύπου θεωρούνται επικίνδυνα, αφού τα ατυχήματα είναι πολύ πιθανό να συμβούν. Δεν είναι τυχαίο ότι τα μέτρα ασφαλείας αλλά και οι περιορισμοί σε αυτού του τύπου τα πλοία είναι πολύ λεπτομερείς σε συνάρτηση με τις αμοιβές των ναυτικών που ταξιδεύουν με αυτά. Με σκοπό επίσης να διεξαχθεί μια σωστή προσέγγιση αυτών των πλοίων στους λιμένες, θα πρέπει να υπάρχουν ειδικοί προβλήτες ιδίων ή συναφών εγκαταστάσεων και τα μέτρα ασφαλείας να είναι

επίσης σχολαστικά. Επίσης, οι όποιες προβλέψεις για την αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων είναι απαραίτητη.

Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης πως το έτος 1976, η χωρητικότητα των ελληνικών πλοίων έφτανε τους 338.0000 κόρους επί της συνολικής παγκόσμιας χωρητικότητας που ήταν 372.000.000 κόρων. Περίπου δηλαδή του 0,9% της χωρητικότητας πριν 25 χρόνια άνηκε σε ελληνικά χέρια και σε αντίθεση με το σήμερα όπου το 46% των συγκεκριμένων πλοίων ανήκει σε Έλληνες εφοπλιστές.<sup>63</sup> Να σημειωθεί ότι η αύξηση του αριθμού των πλοίων μπορεί να μην είναι εντυπωσιακή αλλά είναι σταθερή και ειδικά από τη στιγμή που η κατανάλωση υγραερίου και η παγκόσμια ανάγκη για αυτή διπλασιάσθηκε σε μια δεκαετία.<sup>64</sup>



Διάγραμμα Νο. 1 – Απεικόνιση Σύνθεσης Τυπικού Φυσικού Αερίου και Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου

<sup>63</sup> Peters, H., 2008, "Seatrade, Logistics, and Transport", PRE Policy and Research Series, Report No. 6, Washington, D.C., World Bank.

<sup>64</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

Ειδικότερα, από το 1960 - 1970 από 20 σε 40 δισεκατομμύρια κυβικούς πόδες. Προκειμένου να κατανοήσει κάποιος την ικανότητα μεταφοράς αυτών των πλοίων, αναφέρεται ότι ένα κυβικό μέτρο αντιστοιχεί σε 600 κυβικά μέτρα φυσικού αερίου σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση. Δηλαδή ένα πλοίο αυτού του τύπου με χωρητικότητα 90.000 ή 120.000 κυβικά μέτρα είναι σε θέση να μεταφέρει σε κάθε ταξίδι 50.000.000 ή και 70.000.000 κυβικά μέτρα φυσικό αέριο. Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης πως οι βασικοί τύποι των υγραεριοφόρων πλοίων που παρατηρούνται στις θαλάσσιες μεταφορές είναι οι εξής:

- Ø Υγραεριοφόρα φυσικού αερίου τα οποία λέγονται και δεξαμενόπλοια
- Ø Τα τάνκερς φυσικού αερίου ή διαφορετικά τα Liquifield Natural Gas
- Ø Τα υγραεριοφόρα πετρελαϊκού τύπου τα οποία είναι τα δεξαμενόπλοια ή τα τάνκερς πετρελαϊκού τύπου - Liquid Petroleum Gas

Θεωρείται σημαντικό επίσης το γεγονός πως βασικά στοιχεία για αυτού του είδους πλοία, θεωρούνται οι ακόλουθες λεπτομέρειες μεταφοράς φορτίων τους ως εξής:<sup>65</sup>

- Ø Σε κυβικά μέτρα έχει καθιερωθεί να υπολογίζεται η χωρητικότητα αυτών των πλοίων καθώς και να δηλώνεται σχετικά Το διεθνές σύμβολο που χρησιμοποιείται είναι το *cbm*

Μέσα από τις γνώμες των ειδικών για τις αποκλειστικά οικονομικά ζώνες, για τους αγωγούς πετρελαίου, τους αγωγούς αερίου και άλλα συναφή θέματα, θα πρέπει να οριοθετηθεί και η έννοια του στοιχείου LPG και η μεταφορά του σε συγκεκριμένα είδη πλοίων προς φόρτωση και μεταφορά. Έτσι λοιπόν θα λέγαμε πως χαρακτηριστικά το LPG θα πρέπει να θεωρηθεί ως ένας πλωτός αγωγός που διαθέτει την ικανότητα να μεταφέρει αέριο. Με τον ίδιο τρόπο λοιπόν όπως τα πετρελαιοφόρα, τα πλοία LNG είναι ένα μέσο μεταφοράς ακάθαρτου πετρελαίου, από το μέρος από το οποίο εξάγεται το πετρέλαιο ή το αέριο, δηλαδή στον τόπο παραγωγής στον τόπο κατανάλωσης. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι υπάρχουν διαφορές και

---

<sup>65</sup> Alderton, Patrick, 2004 "Transport, Operations and Economics", Adlard Coles Nautical

πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους αγωγούς μεταφοράς αερίου για μεγάλες αποστάσεις. Αυτά τα πλεονεκτήματα είναι εμφανή για τα πλοία μεταφοράς αερίου, αφού.<sup>66</sup>

- Ø Τα πλοία αυτά που μεταφέρουν υγροποιημένο αέριο, η ποσότητα που μεταφέρουν είναι συνήθως 160.000 κυβικά μέτρα υγροποιημένου αερίου.
- Ø Η θερμοκρασία που μεταφέρεται το υγροποιημένο αέριο είναι στους -270°F περίπου.
- Ø Υπάρχει πολύ μεγάλη συμπίκνωση στο προϊόν με αποτέλεσμα η ποσότητα η οποία μπορεί να μεταφερθεί να είναι μεγάλη.
- Ø Όσον αφορά την αγορά της Ρωσίας και των αγορών που μπορούν να προχωρήσουν στην αγορά αερίου από εκεί υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς του αερίου μέσω αγωγού .

### **3.3 Νέοι Τρόποι Σχεδίασης των Συγκεκριμένων Πλοίων με Σκοπό την Καλύτερη και Ασφαλέστερη Μεταφορά του Φυσικού Αερίου**

Αναφερόμενοι στους νέους τρόπους σχεδίασης των συγκεκριμένων μηχανών και με σκοπό την καλύτερη και ασφαλέστερη μεταφορά φυσικού αερίου, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πως τα δεξαμενόπλοια προηγμένης τεχνολογίας, που κατασκευάζονται για την εξυπηρέτηση μακροχρόνιων συμβάσεων μεταφοράς LNG, έχουν διάρκεια ζωής 30-35 χρόνια.<sup>67</sup> Ανάλογα με την φιλοσοφία κατασκευής διακρίνονται σε δεξαμενόπλοια:

- ο Πρισματικών δεξαμενών (Conch, Gas Transport, Self Supporting)
- ο Σφαιρικών δεξαμενών

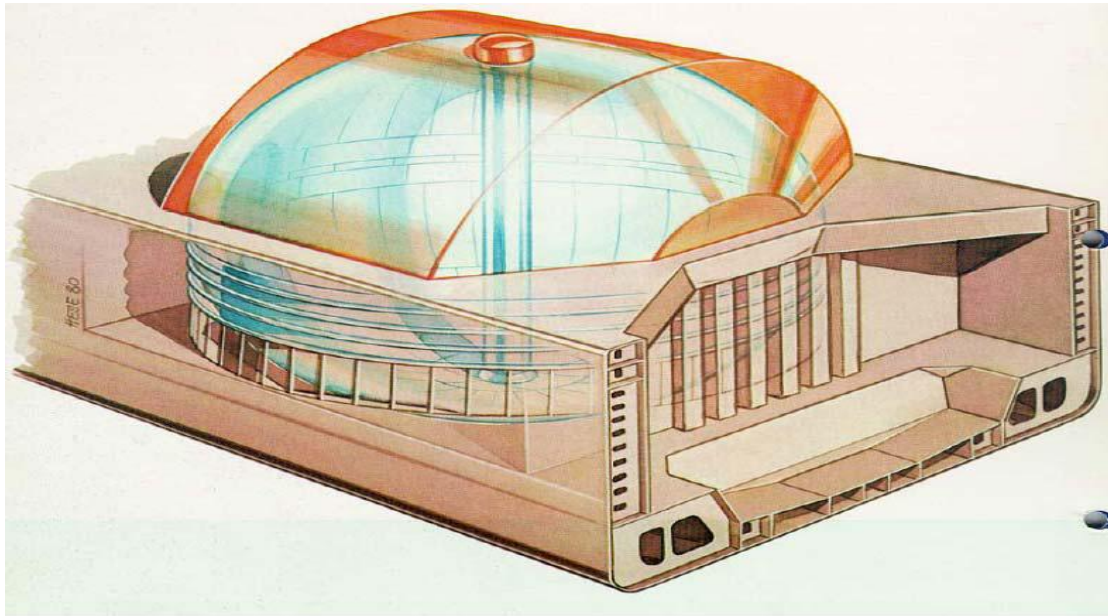
Οι δεξαμενές έχουν ειδική μόνωση ή και ειδικές διατάξεις (κάποιοι από τους τύπους των δεξαμενών) στο εσωτερικό τους για την ελαχιστοποίηση του *boil-off gas*. Στα σχήματα και τις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι

---

<sup>66</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

<sup>67</sup> Peters, H., 2008, "Seatrade, Logistics, and Transport", PRE Policy and Research Series, Report No. 6, Washington, D.C., World Bank.

διάφορες τεχνικές κατασκευής δεξαμενοπλοίων μεταφοράς LNG καθώς και κατασκευαστικές λεπτομέρειες τους.<sup>68</sup>



*Εικόνα Νο.11 – Δεξαμενή Πλοίου Τύπου LNG σε Κυκλικό Σχήμα*



*Εικόνα Νο.12 – Φωτογραφία Πλοίου Τύπου LNG με Κυκλική Δεξαμενή*

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν όλα τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου για την αποφυγή ατυχημάτων

<sup>68</sup> Alderton, Patrick, 2004 “Transport, Operations and Economics”, Adlard Coles Nautical



αναλύονται στις παραγράφους που ακολουθούν. Αρχικά, όλα τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου πρέπει να έχουν διπλά τοιχώματα και διπύθμενα, ώστε να παρέχεται σημαντική προστασία ενάντια σε οποιαδήποτε απελευθέρωση LNG που μπορεί να συμβεί λόγω οποιασδήποτε εξωτερικής ζημιάς.

Επίσης τα LNG πλοία πρέπει να αντέχουν τις φυσιολογικές επιπτώσεις της εκροής που πιθανόν να συμβεί λόγω μιας εξωτερικής ζημιάς (βλάβη του συστήματος πρόωσης ή του πηδαλίου, βλάβη του εξοπλισμού, ανθρώπινο λάθος). Όσον αφορά την απομόνωση των χώρων φορτίου, ο IGC κώδικας απαιτεί ότι ο εσώκλειστος χώρος της κατασκευής του πλοίου στον οποίο εδράζονται τα μέσα αποθήκευσης του φορτίου (hold places) να είναι διαχωρισμένος από τους χώρους των μηχανολογικών εγκαταστάσεων, της ενδίαίτησης, των σταθμών ελέγχου, των δεξαμενών πόσιμου νερού, των chain lockers, των stores κ.α.

Επίσης υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις για τον απομόνωση του δικτύου σωληνώσεων του φορτίου από άλλες σωληνώσεις με σκοπό την αποφυγή της μεταφοράς του φορτίου ή ατμών του μέσω άλλων σωληνώσεων. Επίσης καθορίζονται τα δωμάτια υπηρεσίας, τους σταθμούς ελέγχου και τους χώρους των μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Επιπλέον, απαραίτητες είναι οι ρυθμίσεις που επιτρέπουν την οπτική επιθεώρηση τουλάχιστον της μιας πλευράς της εσωτερικών γάστρας και της μόνωσης που βρίσκονται στα hold spaces.

Απαιτείται επίσης η επαρκής πρόσβαση στις δεξαμενές του φορτίου ώστε να επιτρέπεται η εσωτερική επιθεώρησή τους. Σημαντικά θεωρούνται και τα συστήματα ανίχνευσης πιθανών διαρροών LNG από τις δεξαμενές. Όσον αφορά τις σχεδιαστικές απαιτήσεις συγκράτησης του φορτίου απαιτείται η ανάπτυξη ενός σχεδίου φύλαξης του φορτίου που να λαμβάνει υπόψη τις μέγιστες πιέσεις του ατμού του και το μέγιστο επιτρεπτό όριο των βαλβίδων ανακούφισης σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κώδικα IGC. Επιπλέον, ο IGC κώδικας απαιτεί ότι η κατασκευαστική ανάλυση είναι σύμφωνη με τη σχεδίαση του κάθε τύπου χώρου φύλαξης του φορτίου ώστε να λαμβάνονται υπόψη όλες οι φορτίσεις σε κάθε τύπο φύλαξης του φορτίου.

Στην περίπτωση διαρροής πρέπει να υπάρχουν δευτεροβάθμιοι χώροι φορτίου έτσι ώστε να κατακρατούν πιθανές διαρροές LNG από τις κύριες δεξαμενές του (περίπου για 15 μέρες), ώστε να αποφεύγεται η μείωση της θερμοκρασίας σε μη επιθυμητό επίπεδο της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου. Στην συνέχεια, με την χρήση κατάλληλων συστημάτων για χαμηλές θερμοκρασίες διασφαλίζεται η γάστρα του πλοίου από την επαφή της με το κρυογόνο LNG.

Ο IGC Code παρέχει κανονισμούς για γενικό σχεδιασμό, πάχος σωληνώσεων, δείκτες πιέσεων σχεδίασης, επιτρεπτά όρια αντοχής τους, τον τύπο των δοκιμών τους, την συγκόλληση τους, δοκιμές διαρροών κ.α.. Τέτοιες απαιτήσεις είναι απαραίτητες ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλα τα δίκτυα σωλήνωσης είναι κατάλληλα σχεδιασμένα. Τα συστήματα και βαλβίδες ασφάλειας πρέπει να είναι αυτοματοποιημένα έτσι ώστε να αποφεύγονται τα ατυχήματα. Στα συστήματα ελέγχου πίεσης και θερμοκρασίας εφαρμόζεται μηχανική ψύξη και χρησιμοποιούν τον κορεσμένο ατμό ως καύσιμο ή ως μέσο θέρμανσης.

Ιδιαίτερα στα συστήματα εκτόνωσης πιέσεων υπάρχουν τουλάχιστον δύο βαλβίδες οι οποίες θα πρέπει να παρέχονται με ένα δίκτυο σωλήνωσης ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση του LNG στο κατάστρωμα ή σε περιοχές με μεγάλη επικινδυνότητα. Στον εξοπλισμό ενός πλοίου μεταφοράς υγροποιημένου αερίου απαραίτητα είναι τα συστήματα προστασίας κενού τα οποία περιλαμβάνουν δύο διακόπτες (switches) που χτυπούν συναγερμό και ενεργοποιούν το κλείσιμο της αναρρόφησης οποιουδήποτε υγρού ή αέριου φυσικού αερίου από τις δεξαμενές του, απενεργοποιώντας το σύστημα ψύξης. Επίσης τέτοια συστήματα παρέχουν βαλβίδες εκτόνωσης πιθανών κενών που είναι σχεδιασμένες για τον μέγιστο ρυθμό εκτόνωσης (εκροής) του κενού.

Σύμφωνα με τον IGC Code όλα τα LNG πλοία είναι υποχρεωμένα να διαθέτουν ένα κύριο σύστημα πυρόσβεσης (νερό) καθώς και αρκετές πυροσβεστικές φωλιές με ικανότητα να τροφοδοτούν με νερό οποιοδήποτε τμήμα του καταστρώματος και όχι μόνο. Επίσης η τροφοδοσία του νερού πυρόσβεσης πρέπει να παρέχει νερό και για συστήματα ψύξης με σκοπό

την πρόληψη φωτιάς και την προστασία του πληρώματος σε συγκεκριμένες περιοχές.

Ως πυροσβεστικό μέσο πρέπει να χρησιμοποιείται μία ξηρή χημική σκόνη. Μέσα στον πίνακα ελέγχου συμπεριλαμβάνονται ο εξοπλισμός ανίχνευσης αερίου που να θέτει σε συναγερμό το πλήρωμα για πιθανή διαρροή, μία συσκευή μέτρησης του επιπέδου του υγρού για κάθε δεξαμενή, ένα υψηλού επιπέδου ακουστικό και οπτικό συναγερμό που να σταματάει την ροή φορτίου μέσα στην δεξαμενή όταν αυτός ενεργοποιηθεί, μετρητές πίεσης στις δεξαμενές μαρκαρισμένοι με τις ελάχιστες και μέγιστες πιέσεις των δεξαμενών, δύο μετρητές θερμοκρασίας και συναγερμούς ώστε να ελέγχονται πιθανές διαρροές στο επίπεδο της μόνωσης ή στους χώρους της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου που είναι παρακείμενοι στις δεξαμενές.

Τέλος, απαραίτητα θεωρούνται τα συστήματα ανίχνευσης αερίου με ακουστικούς και οπτικούς συναγερμούς και τα συστήματα ανεφοδιασμού που να αποκρίνονται αυτόματα σε οποιαδήποτε ανίχνευση LNG στην ατμόσφαιρα με αυτόματη διακοπή της άντλησης και το κλείσιμο των βαλβίδων για την απομόνωση των γραμμών μεταφοράς LNG. Σημαντικές είναι και οι συνδέσεις έκτακτης απελευθέρωσης οι οποίες είναι σχεδιασμένες ώστε εάν μία τέτοια σύνδεση απελευθερωθεί τότε το ποσό του LNG που θα διοχετευθεί στην ατμόσφαιρα θα είναι πάρα πολύ μικρό.

Εκτός όμως της ασφάλειας που θα πρέπει να παρέχουν οι δεξαμενές και γενικότερα η λειτουργία των πλοίων μεταφοράς LNG φορτίου, σημαντικό ρόλο στην διαδικασία καλύτερης και ασφαλέστερης μεταφορά φυσικού αερίου, κατέχουν και οι εγκαταστάσεις εκφόρτωσης, αποθήκευσης, επανεξάτμισης και αποστολής του LNG προς το δίκτυο μεταφοράς. Έτσι λοιπόν, μια εγκατάσταση υποδοχής, φόρτωσης και εκφόρτωσης φορτίου LNG, θα πρέπει να αποτελείται από τα ακόλουθα:<sup>69</sup>

- ∅ Δεξαμενές αποθήκευσης LNG
- ∅ Προβλήτα εκφόρτωσης LNG με:
- ✓ Βραχίονες εκφόρτωσης

---

<sup>69</sup> Seamanship International, «*Types of Liquefied Gas Carriers*», U.S.A., March 2007

- ✓ Βραχίονες επιστροφής ατμών (Boil-off)
- Ø Αντλίες LNG χαμηλής πίεσης βυθισμένες στο εσωτερικό των δεξαμενών
- Ø Αντλίες LNG υψηλής πίεσης που συμπιέζουν το LNG έως την πίεση λειτουργίας του δικτύου μεταφοράς. Η συμπίεση LNG, απαιτεί 30 φορές λιγότερη ενέργεια από τη συμπίεση φυσικού αερίου
- Ø Συμπιεστές boil-off gas προς επανυγροποίηση
- Ø Επανυγροποιητή boil-off
- Ø Εξατμιστήρες:
- ✓ Θαλασσινού νερού (κάλυψη φορτίων βάσης)
- ✓ Καύσης (κάλυψη φορτίων αιχμής)
- ✓ Πυρσό καύσης περίσσειας boil-off gas.
- ✓ Βοηθητικές εγκαταστάσεις

Τέλος, είναι σημαντικό να παρατεθούν ακολούθως, τα σημαντικότερα ατυχήματα Υγρού Φυσικού Αερίου με που συνέβησαν σε πλοία μεταφοράς συγκεκριμένου φορτίου, ως εξής.

#### CHRONOLOGICAL LIST OF LNG ACCIDENTS

Major LNG Incidents							
Incident Date	Ship/Facility Name	Location	Ship Status	Injuries/Fatalities	Ship/Property Damage	LNG Spill/Release	Comment
1944	East Ohio Gas LNG Tank	Cleveland, Ohio, US	NA	128 deaths	NA	NA	LNG peakshaving facility. Tank failure and no earthen berm. Vapor cloud formed and filled the surrounding streets and storm sewer system. Natural gas in the vaporizing LNG pool ignited.
1965		Canvey Island, UK	A transfer operation	1 seriously burned		Yes	
1965	Jules Vermet		Loading	No	Yes	Yes	Overfilling. Tank covered and deck fractures.
1965	Methane Princess		Disconnecting after discharge	No	Yes	Yes	Valve leakage. Deck fractures.
1971	LNG ship Esso Brega, La Spezia LNG Import Terminal	Italy	Unloading LNG into the storage tank	NA	NA	Yes	First documented LNG rollover incident. Tank developed a sudden increase in pressure. LNG vapor discharged from the tank safety valves and vents. Tank roof slightly damaged. No ignition.
1973	Texas Eastern Transmission, LNG Tank	Staten Island, NY, US	NA	40 killed	No	No	Industrial incident unrelated to the presence of LNG (construction incident). During the repairs, vapors associated with the cleaning process apparently ignited the mylar liner. Fire caused temperature in the tank to rise, generating enough pressure to dislodge a 6-inch thick concrete roof, which then fell on the workers in the tank.
1973		Canvey Island, UK	NA	No	Yes	Yes	Glass breakage. Small amount of LNG spilled upon a puddle of rainwater, and the resulting flameless vapor explosion, called a rapid phase transition (RPT), caused the loud "booms". No injuries resulted.
1974	Massachusetts		Loading	No	Yes	Yes	Valve leakage. Deck fractures.

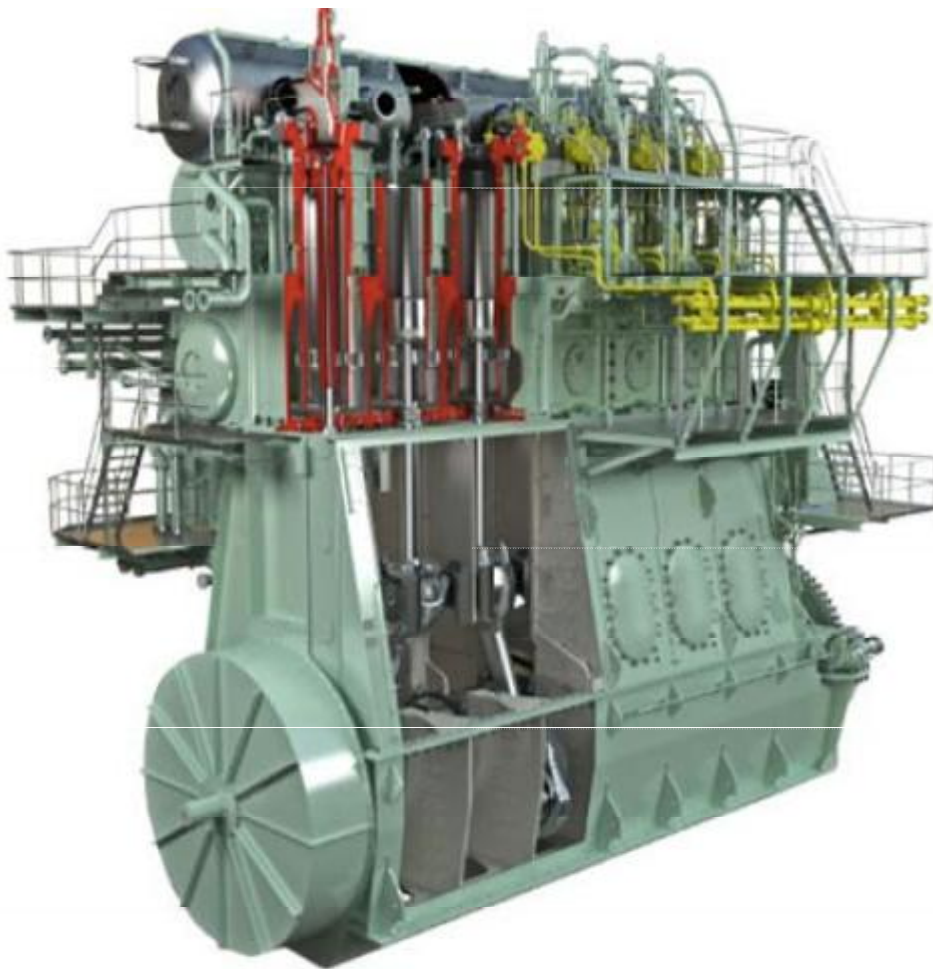
Major LNG Incidents							
Incident Date	Ship/Facility Name	Location	Ship Status	Injuries/Fatalities	Ship/Property Damage	LNG Spill/Release	Comment
1974	Methane Princess		In port	No	Yes	No	Touched bottom at Arzew.
1975	Philadelphia Gas Works		NA	No	Yes	NA	Not caused by LNG. An iso-pentane intermediate heat transfer fluid leak caught fire and burned the entire vaporizer area.
1977	Arzew	Algeria	NA	1 worker frozen to death	NA	Yes	Aluminum valve failure on contact with cryogenic temperatures. Wrong aluminum alloy on replacement valve. LNG released, but no vapor ignition (LNG liquefaction facility).
1977	LNG Aquarius		Loading	No	No	Yes	Tank overfilled.
1979	Columbia Gas LNG Terminal	Cove Point, Maryland, US	NA	1 killed, 1 seriously injured	Yes	Yes	An explosion occurred within an electrical substation. LNG leaked through LNG pump electrical penetration seal, vaporized, passed through 200 feet of underground electrical conduit, and entered the substation. Since natural gas was never expected in this building, there were no gas detectors installed in the building. The normal arcing contacts of a circuit breaker ignited the natural gas-air mixture, resulting in an explosion. (LNG regasification terminal)
1979	Mostefa Ben-Boulaid Ship	?	Unloading	No	Yes	Yes	Valve leakage. Deck fractures.
1979	Pollenger Ship	?	Unloading	No	Yes	Yes	Valve leakage. Tank cover plate fractures.
1979	El Paso Paul Kayser Ship		At sea	No	Yes	No	Stranded. Severe damage to bottom, ballast tanks, motors water damaged, bottom of containment system set up.
1980	LNG Libra		At sea	No	Yes	No	Shaft moved against rudder. Tail shaft fractured.
1980	LNG Taurus		In port	No	Yes	No	Stranded. Ballast tanks all flooded and listing. Extensive bottom damage.

Major LNG Incidents							
Incident Date	Ship/Facility Name	Location	Ship Status	Injuries/Fatalities	Ship/Property Damage	LNG Spill/Release	Comment
1984	Melrose		At sea	No	Yes	No	Fire in engine room. No structural damage sustained - limited to engine room.
1985	Gradinia		In port	No	Not reported	No	Steering gear failure. No details of damage reported.
1985	Isabella		Unloading	No	Yes	Yes	Cargo valve failure. Cargo overflow. Deck fractures.
1989	Tellier		Loading	No	Yes	Yes	Broke moorings. Hull and deck failures.
1990	Bachir Chihani		At sea	No	Yes	No	Sustained structural cracks allegedly caused by stressing and fatigue in inner hull.
1993	Indonesian liquefaction facility	Indonesia	NA	No	NA	NA	LNG leak from open run-down line during a pipe modification project. LNG entered an underground concrete storm sewer system and underwent a rapid vapor expansion that overpressured and ruptured the sewer pipes. Storm sewer system substantially damaged.
2002	LNG ship Norman Lady	East of the Strait of Gibraltar	At sea	No	Yes	No	Collision with a U.S. Navy nuclear-powered attack submarine, the U.S.S. Oklahoma City. In ballast condition. Ship suffered a leakage of seawater into the double bottom dry tank area.
2004	Skikda I	Algeria	NA	27 killed 56 injured (The casualties are mainly due to the blast, few casualties due to fire)	NA	NA	On January 2004: No wind, semi-confined area (cold boxes, boiler, control room on 3 sides). The fire completely destroyed the train 40, 30, and 20, although it did not damage the loading facilities or three large LNG storage tanks also located at the terminal. Complete details are pending until completion of ongoing accident investigation.

Sources: University of Houston, "LNG Safety and Security," October 2003. <http://www.beg.utexas.edu/energyecon/lnp/>. Cited with permission: Sonatrach, "The Incident at the Skikda Plant: Description and Preliminary Conclusions", March 2004.

### **3.4 Νέα Δεδομένα στην Πρόωση Πλοίων Μέσω της Χρήσης του Φυσικού Αερίου**

Αποτελεί γεγονός στις μέρες μας πως το μέλλον της ναυτιλίας διέρχεται από τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Έτσι λοιπόν και εντός των συγκεκριμένων πλαισίων, νέες μορφές ενέργειας αναζητά η παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία λιγότερο ρυπογόνων για το περιβάλλον με στόχο τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Εντός των συγκεκριμένων πλαισίων, ο Lloyd's Register παρακολουθεί από κοντά τις εξελίξεις στο σημαντικό θέμα της Κλιματικής Αλλαγής και τις αντίστοιχες προκλήσεις για τη Ναυτιλία.<sup>70</sup>



*Εικόνα Νο. 13 – Μηχανή που Μπορεί να Δουλεύει με Χρήση Φυσικού Αερίου για Κίνηση*

<sup>70</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

Ως Ανεξάρτητος τεχνικός φορέας ο οποίος διαθέτει μεγάλο αριθμό εμπειρογνομόνων στους τομείς της διαχείρισης ενέργειας, ενεργειακής απόδοσης, κανονισμούς κλιματικών αλλαγών κ.α., είναι σε ιδανική θέση να καθοδηγήσει και να υποστηρίξει τους βασικούς παράγοντες της Ναυτιλίας ως προς τις προτεινόμενες ενέργειες προετοιμασίας και συμμόρφωσης με τις λεπτομέρειες των κανονισμών καθώς αυτές θα διαμορφώνονται. Έχουμε ήδη εμπειρία αρκετών ετών δουλεύοντας με ναυτιλιακές εταιρείες σε προγράμματα περιβαλλοντικής διαχείρισης και μετρήσεων με σκοπό την εύρεση λύσεων που θα συνεισφέρουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με το πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της χρήσης φυσικού αερίου για καύσιμο στα πλοία είναι ότι μειώνει σε μεγάλο βαθμό τα επίπεδα ρύπανσης. Σύμφωνα με πληροφορίες οι περισσότερες ναυτιλιακές εταιρείες, μεταξύ των οποίων και ελληνικών συμφερόντων μελετάνε το θέμα πολύ σοβαρά αφού κοιτάνε να εκπονήσουν προγράμματα για πιθανές νέες παραγγελίες για ναυπηγήσεις πλοίων ώστε να γίνει η διερεύνηση εγκατάστασης των ειδικών για LNG μηχανών από την αρχή και να μην χρειαστεί να τις μετατρέψουν στη συνέχεια, κίνηση που θα ήταν σαφώς πιο κοστοβόρος, προσβλέποντας σε μια εφικτή λύση συμμόρφωσης προς τους επερχόμενους νέους κανονισμούς για την μείωση των εκπομπών ρύπων από τα πλοία.<sup>71</sup>

Μάλιστα στον IMO υπάρχει κώδικας για τα chemical tankers τον οποίο τα επόμενα χρόνια θα τον τροποποιήσουν για να βάλουν διατάξεις για τα πλοία που θα κινούνται με φυσικό αέριο. Η ναυτιλία δεκαετίες τώρα συνεισφέρει σημαντικά σε μεγάλο ποσοστό στις μεταφορές σε παγκόσμιο επίπεδο. Από περιβαλλοντικής πλευράς οι θαλάσσιες μεταφορές έχουν αρκετά πλεονεκτήματα: καταναλώνουν σχετικά μικρές ποσότητες ενέργειας και οι απαιτήσεις σε υποδομή είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές των χερσαίων μεταφορών. Λόγω της μικρής ενεργειακής τους κατανάλωσης οι

---

<sup>71</sup> Peters, H., 2008, "Seatrade, Logistics, and Transport", PRE Policy and Research Series, Report No. 6, Washington, D.C., World Bank.

εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από τη ναυτιλία είναι σε χαμηλά επίπεδα συγκρινόμενες πάντα με το μεταφερόμενο όγκο φορτίου.<sup>72</sup>

Όλα αυτά είχαν ως αποτέλεσμα να μην αντιμετωπισθούν σε βάθος διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία είχαν σχέση με τους εκπεμπόμενους ρύπους από τη ναυτιλία. Η αίσθηση ότι γενικά η ναυτιλία, συγκριτικά με τις χερσαίες μεταφορές, έχει λιγότερο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα οδήγησε στο γεγονός να μην έχουν θεσπισθεί όρια εκπομπών ρύπων από τα πλοία.

Σύμφωνα με στοιχεία του IMO έχει υπολογισθεί ότι οι εκπομπές διοξειδίου του θείου και οξειδίων του αζώτου από τη ναυτιλία στην Ευρωπαϊκή Ένωση θα φθάσουν και θα ξεπεράσουν αυτές από τις χερσαίες πηγές εκπομπής γύρω στο 2020.<sup>73</sup> Επίσης για το διοξείδιο του άνθρακα αντίστοιχα οι εκπομπές υπολογίζονται σε 176 εκατομμύρια μετρικούς τόνους, για του υδρογονάνθρακες σε 574 χιλιάδες μετρικούς τόνους ενώ για τα σωματίδια και το μονοξείδιο του άνθρακα αντίστοιχα σε 1,19 εκατομμύρια και 1,08 εκατομμύρια μετρικούς τόνους.<sup>74</sup>

Όπως γνωρίζουμε, τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου από το 1960 έως σήμερα αποτελούν μια αξιόπιστη λύση για τη μεταφορά του φυσικού αερίου σε περιοχές που δεν συνδέονται με δίκτυο αγωγών με τις χώρες παραγωγής του. Με την πάροδο τόσων ετών και τη συνεχή εξέλιξη της έρευνας και της τεχνολογίας στη ναυπηγική βιομηχανία, έγιναν πολλές βελτιώσεις στη σχεδίαση και στην κατασκευή των δεξαμενών φορτίου, ώστε να εξασφαλιστεί η μικρότερη δυνατή εξάτμιση του υγροποιημένου αερίου. Πολλές νέες σχεδιάσεις υιοθετήθηκαν από τον ναυτιλιακό χώρο και οδήγησαν στην ασφαλέστερη και αποδοτικότερη μεταφορά του φυσικού αερίου.

Όσον αφορά όμως το σύστημα πρόωσης, δεν παρατηρήθηκε ανάλογη εξέλιξη. Ο ατμοστρόβιλος θεωρείται μια αρκετά αξιόπιστη και δοκιμασμένη

---

<sup>72</sup> Alderton, Patrick, 2004 *“Transport, Operations and Economics”*, Adlard Coles Nautical

<sup>73</sup> Alderton, Patrick, 2004 *“Transport, Operations and Economics”*, Adlard Coles Nautical

<sup>74</sup> Seamanship International, *«Types of Liquefied Gas Carriers»*, U.S.A., March 2007



λύση για την πρόωση αυτού του τύπου πλοίων καθώς και για τη διαχείριση των ατμών του φορτίου. Τα κατά καιρούς προτεινόμενα εναλλακτικά μέσα πρόωσης απορρίφθηκαν από το ναυτιλιακό χώρο, διότι είτε κρίθηκε ότι δεν μπορούσαν να εξασφαλίσουν την ίδια αξιοπιστία με τον αμοστρόβιλο είτε ήταν οικονομικά ασύμφορη η εφαρμογή τους με βάση τις υπάρχουσες συνθήκες της αγοράς.<sup>75</sup>



*Εικόνα Νο. 14 και 15 – Πλοία τα Οποία Διαθέτουν Ειδικές Δεξαμενές Μηχανή για Κίνηση με Χρήση Φυσικού Αερίου*

<sup>75</sup> Alderton, Patrick, 2004 “Transport, Operations and Economics”, Adlard Coles Nautical

Ο χαμηλός βαθμός απόδοσης του ατμοστροβίλου και η συνεπαγόμενη υψηλή κατανάλωση καυσίμου συνιστούν ένα από τα κύρια μειονεκτήματά του. Επίσης οι αυξημένοι ρύποι από την καύση αργού πετρελαίου, που δεν συμβαδίζουν με τους κανονισμούς της MARPOL, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη ζήτηση του φυσικού αερίου η οποία μπορεί να οδηγήσει σε βραχυπρόθεσμα συμβόλαια ή ακόμα και στη στιγμιαία ναυλαγορά, συνιστούν εξελίξεις και στον τομέα της πρόωσης. Όλα τα παραπάνω οδηγούν στην ανάγκη για εύρεση ενός συστήματος πρόωσης αποδοτικότερου και πιο ευέλικτου, στις διάφορες συνθήκες της αγοράς, από αυτό του ατμοστροβίλου, που να εξασφαλίζει ασφαλή και γρήγορη μεταφορά του φυσικού αερίου με όσο το δυνατό χαμηλότερο κόστος λειτουργίας και μειωμένες εκπομπές ρύπων. Επίσης το σύστημα θα πρέπει να διαχειρίζεται τους ατμούς του φορτίου έτσι, ώστε να εξασφαλίζει το μεγαλύτερο δυνατό όφελος για τον ιδιοκτήτη.<sup>76</sup>

### **3.5 Περιβαλλοντικά Οφέλη από τη Χρήση του Φυσικού Αερίου ως Καύσιμο στη Πρόωση Πλοίων**

Η θάλασσα αποτελεί από πάντα έναν από τους συνηθέστερους τρόπους μεταφοράς εμπορευμάτων και ανθρώπων καθώς πρόκειται για ανθρώπινη, οικονομική και πολιτισμική δραστηριότητα που μετρά χιλιάδες χρόνια ιστορίας κι έχει συμβάλει αποφασιστικά στη διαμόρφωση αυτού που ονομάζουμε ανθρώπινος πολιτισμός. Εδώ και μερικές δεκαετίες η ανθρωπότητα, υπό το βάρος σημαντικών θαλάσσιων ατυχημάτων με οδυνηρές επιδράσεις στο περιβάλλον και εξαιτίας της ανάδυσης μιας νέας φιλοσοφίας για την ανάπτυξη, έθεσε τις θαλάσσιες μεταφορές στο πλαίσιο νομοθεσιών, κανονισμών, περιορισμών και οδηγιών, στόχος των οποίων είναι ο όσο το δυνατόν μεγαλύτερος περιορισμός του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της ναυτιλίας.<sup>77</sup>

---

<sup>76</sup> Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview", Health, Risk and Society 2 (3)

<sup>77</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

Αναφορικά με τις θαλάσσιες μεταφορές, θα πρέπει να σημειωθεί πως στις μέρες μας, διέρχονται από τα ευρωπαϊκά λιμάνια κάθε χρόνο 2 δισεκατομμύρια τόνοι εμπορευμάτων, ποσότητα που αντιστοιχεί στο 90% περίπου του εξωτερικού εμπορίου και στο 41% του ενδοκοινοτικού. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί πως το 3-5% του ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωσης προέρχεται από τομείς που έχουν σχέση με τη θάλασσα, ενώ η Κοινότητα διαθέτει 1.200 λιμένες. Η μεγάλη χρήση των θαλάσσιων οδών δικαιολογείται καθώς με την εκτροπή των εμπορευματικών ροών από την ξηρά προς τη θάλασσα μειώνεται το συνολικά παραγόμενο μεταφορικό έργο των οδικών μέσων με αποτέλεσμα τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων του συστήματος των εμπορευματικών μεταφορών. Επιτυγχάνεται έτσι μια σημαντική μείωση του κινδύνου κυκλοφοριακής συμφόρησης στους οδικούς άξονες, δημιουργώντας παράλληλα τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη ενός πιο αποτελεσματικού και βιώσιμου μεταφορικού συστήματος.<sup>78</sup>

Επιπρόσθετα το ειδικό εξωτερικό κόστος και στο οποίο συνυπολογίζονται μια σειρά από παράγοντες όπως ο θόρυβος και οι ρύποι, στις οδικές μεταφορές, διαμορφώνεται στο 0,024 και στις ναυτικές κοντινών αποστάσεων 0,004. Με το τρόπο αυτό γίνεται σαφές ότι ο ρόλος της ναυτιλίας για την Ευρώπη αλλά και για τη χώρα μας ειδικότερα αναβαθμίζεται διαρκώς και αποτελεί τον κινητήριο μοχλό των μεταφορών, άρα και της οικονομίας. Άλλωστε οι Έλληνες, με τη μακρά παράδοση στη ναυτιλία, τον ελληνόκτητο στόλο ο οποίος υπολογίζεται στο 8,4% του παγκόσμιου σε αριθμό πλοίων (3.397, από αυτά τα 536 είναι πετρελαιοφόρα), στο 16,1% της παγκόσμιας μεταφορικής ικανότητας και το 13,7% της παγκόσμιας χωρητικότητας, έχουν κάθε ενδιαφέρον για την ενίσχυση του μεταφορικού ρόλου της ναυτιλίας. Η ναυτιλία όμως δεν παύει να είναι μια ρυπογόνος διαδικασία και η οποία προκαλεί ανεπανόρθωτες ζημιές στο περιβάλλον.

Ουσιαστικά η νομοθεσία του Κώδικα ISM και κυρίως η χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο στην πρόωση πλοίων στις μέρες μας, θεωρείται

---

<sup>78</sup> Peters, H., 2008, "Seatrade, Logistics, and Transport", PRE Policy and Research Series, Report No. 6, Washington, D.C., World Bank.

το μεγάλο «κλειδί» για την κατανόηση των εξελίξεων, αλλά και την ανάπτυξη νέων πολιτικών στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τις μεταφορές. Η ελληνική νομοθεσία και σύμφωνα με την εφαρμογή αλλά και η χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο στην πρόωση πλοίων στις μέρες μας για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τις ναυτιλιακές επιχειρήσεις, κρίνεται ικανοποιητική και μάλιστα αρκετά αυστηρή.

Όμως αποτελεί γεγονός μεγάλος αριθμός των παραβάσεων δεν παραπέμπεται στη δικαιοσύνη, ενώ πολλές φορές δεν υπάρχει βεβαιότητα για το δράστη και κατά συνέπεια το δικαστήριο δεν οδηγείται σε καταδικαστική απόφαση. Χαρακτηριστικά, το 2006 διαπιστώθηκαν 338 παραβάσεις για ρύπανση από τα οποία εντοπίστηκαν μόνο τα 216 περιστατικά (48 από πετρελαιοειδή, 83 από λύματα και 85 από απορρίμματα). Το συνολικό χρηματικό πρόστιμο δεν ξεπέρασε τα 800.000 ευρώ (ΥΕΝ, Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας).

Η διαμόρφωση μιας σωστά συγκροτημένης στρατηγικής προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος και σαφώς μια τριακονταετία πριν την εφαρμογή του Κώδικα ISM, ξεκινάει στη χώρα μας τη δεκαετία του 1970. Σημαντικότερος νόμος είναι εκείνος του 743/1977 *Περί προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος» που καθιερώνει όμως την υποκειμενική ευθύνη ως προϋπόθεση αποκατάστασης ζημιών από ρύπανση.*

Με το νόμο του 1650/1986 όμως καθιερώνεται και το κριτήριο της αντικειμενικής ευθύνης για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, αλλά ο 743 δεν παρακάμπτεται παρά μόνο από τη νομολογία. Ωστόσο, το ρυθμιστικό πλαίσιο κινείται στο πλαίσιο του μέσου όρου των ευρωπαϊκών χωρών και η ποιότητα του θαλάσσιου περιβάλλοντος συγκαταλέγεται μεταξύ των κορυφαίων. Η Ελλάδα βέβαια τηρεί μια μετριοπαθή και ρεαλιστική στάση με σκοπό τη στήριξη της ναυτιλίας, χωρίς αυτό να σημαίνει αδιαφορία και έκπτωση προστασίας σχετικά με τη θάλασσα, όπως έχουν τονίζει συνεχόμενα οι ειδικοί.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση όμως η οποία προκαλείται από τα καύσιμα των πλοίων αποτελεί το μέγιστο πρόβλημα για την υγεία των παράκτιων

πληθυσμών γενικότερα και όχι μόνο. Απαιτούνται ρυθμίσεις όπως η χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο στην πρόωση πλοίων, οι οποίες θα επιβάλλουν οικολογικότερα καύσιμα, εφαρμογή τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς και αποθείωση των καυσίμων στα διυλιστήρια. Ο IMO (International Maritime Organization) παρέχει στους ενδιαφερόμενους ένα πλέγμα λύσεων και προτάσεων για την καλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα, συμπεριλαμβανομένων των διατάξεων του Κώδικα ISM.

Το έτος 2005 και σε μια προσπάθεια ενίσχυσης περαιτέρω του Κώδικα, τέθηκε σε ισχύ το παράρτημα 6 της MARPOL το οποίο υποχρεώνει όλα τα συμβαλλόμενα μέρη να εφαρμόσουν μια σειρά περιορισμών ή απαγόρευσης εκπομπών συγκεκριμένων αερίων ρύπων, όχι όμως και αυτών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αναμένεται οργανωμένη και συστηματική διαδικασία αναθεώρησης ορισμένων εκ των κανονισμών και στα επόμενα χρόνια. Η Οδηγία 2005/33 ορίζει ότι από το έτος 2010 όλα τα εμπορικά πλοία που θα βρίσκονται ελλιμενισμένα σε κοινοτικούς λιμένες είτε να χρησιμοποιούν καύσιμο με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο όπως το φυσικό αέριο, είτε να συνδέονται με εξωτερική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, μηδενίζοντας έτσι τις εκπομπές τους κατά τη διάρκεια του ελλιμενισμού τους (IMO Regulations).

Στη ναυτιλία οφείλεται περίπου το 4,5% των αερίων που εκπέμπονται και συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και προβλέπεται αύξηση των ρύπων κατά 75% μέχρι το 2020, οπότε και η προερχόμενη από τον θαλάσσιο χώρο ατμοσφαιρική ρύπανση θα έχει ισοσκελίσει την αντίστοιχη χερσαία ρύπανση εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης.<sup>79</sup> Για τους λόγους αυτούς η Συνέλευση του IMO εξέδωσε το έτος 2009 ένα σχετικό Ψήφισμα αναφορικά με τις πολιτικές και πρακτικές για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από πλοία και την ενίσχυση της χρήσης του φυσικού αερίου ως καύσιμο στην πρόωση αυτών στις μέρες μας.

Διεξάγεται μια γενική αναφορά σε μελλοντικά ανώτατα όρια εκπομπών και καθίσταται αναγκαία η αξιολόγηση τεχνικών και λειτουργικών λύσεων,

---

<sup>79</sup> Seamanship International, «*Types of Liquefied Gas Carriers*», U.S.A., March 2007

λαμβάνοντας υπόψη και τους μηχανισμούς της αγοράς. Εξελίξεις όμως δεν υπάρχουν κάτι που αποκαλύπτει την επιφυλακτικότητα των κρατών να προσθέσουν νέους περιβαλλοντικούς περιορισμούς στον άκρως ανταγωνιστικό τομέα των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών. Άρα βρισκόμαστε ακόμα σε διερευνητική βάση.

Στη ναυτιλία υπάρχουν βέβαια ιδιαιτερότητες, όπως σε ποιο κράτος θα πρέπει να προσμετρούνται οι εκπομπές αερίων κάθε πλοίου για παράδειγμα. Στο κράτος σημαίας, στο κράτος της έδρας του πλοιοκτήτη, στο κράτος εξαγωγέα των εμπορευμάτων, στο κράτος που τα εισάγει, ή στο κράτος στο οποίο έγινε η προμήθεια καυσίμου, διερωτούνται πολλοί επίσης. Είναι επίσης αρκετοί εκείνοι που έχουν τονίσει πως ο κλοιός στα θέματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης «σφίγγει» όλο και περισσότερο γύρω από τη ναυτιλία με τα νέα μέτρα. Μπαίνει ουσιαστικά στο στόχαστρο και χρειάζεται μια ρύθμιση γιατί η κλιματική αλλαγή είναι ένα πάρα πολύ σοβαρό θέμα που δεν έχουν ακόμη αντιληφθεί στο σύνολό του οι άνθρωποι.

Βέβαια η ενέργεια που καταναλώνει ένα μεσαίου μεγέθους πλοίο που ταξιδεύει σε διεθνής θάλασσες αντιπροσωπεύει περίπου το 12% αυτής που καταναλώνεται για το ίδιο μεταφορικό έργο με οδική μεταφορά και το 22% αυτής που καταναλώνεται με σιδηροδρομική. Οπότε, έχει υπολογισθεί ότι κοστίζει το ίδιο να μεταφερθεί ένα αυτοκίνητο από την Ιαπωνία στο Βέλγιο μέσω θαλάσσης, με το να μεταφερθεί από το Βέλγιο στην Ελβετία δια ξηράς. Φυσικά όμως, αν και οι επιδόσεις της ναυτιλίας θεωρούνται πολύ καλές σε σχέση με τα άλλα μέσα, δεν παύει η συνεισφορά της στο φαινόμενο του θερμοκηπίου να είναι πολύ μεγάλη και να μετριέται σε εκατομμύρια τόνους.<sup>80</sup>

### **3.6 Πλεονεκτήματα που Προσφέρονται Σχετικά στα Πλοία από τη Χρήση Φυσικού Αερίου ως Καύσιμο**

Η προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου στον κλάδο των θαλάσσιων μεταφορών, θα συντελέσουν στην εξοικονόμηση περίπου €58-67 δισεκατομμυρίων την περίοδο έως το 2030, όπως φαίνεται από μελέτη που

---

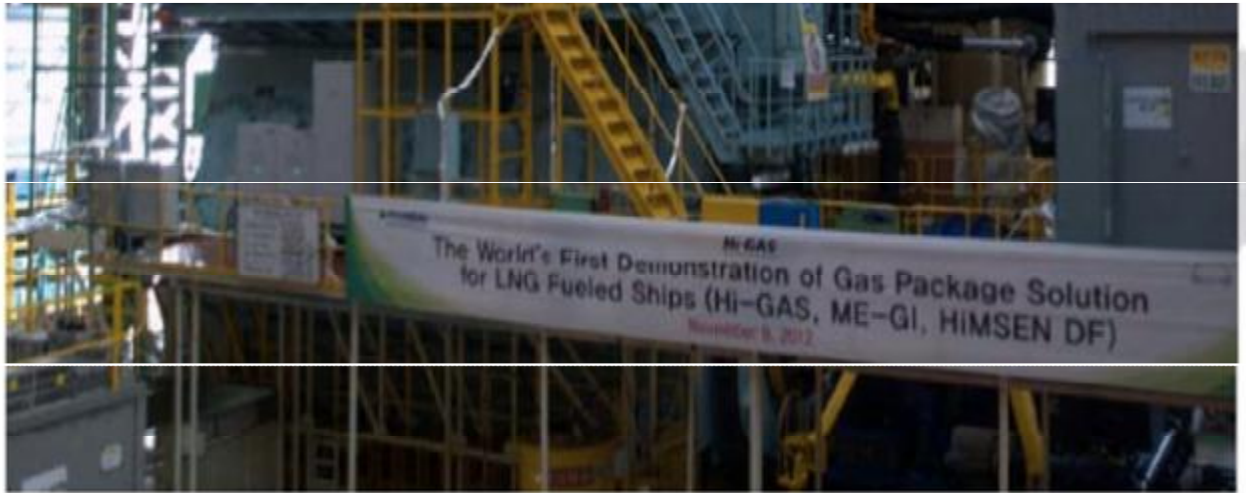
<sup>80</sup> Alderton, Patrick, 2004 "Transport, Operations and Economics", Adlard Coles Nautical

εκπόνησε το Ευρωπαϊκό Φόρουμ Αερίου (EGaF) σχετικά με τις προοπτικές της χρήσης φυσικού αερίου στις μεταφορές. Το Ευρωπαϊκό Φόρουμ Αερίου αποτελεί μία άτυπη ομάδα Ευρωπαϊκών εταιρειών (Centrica, Eni, E.ON Ruhrgas, Gazprom Export, GDF SUEZ, Qatar Petroleum, Shell & Statoil), και στην εν λόγω μελέτη αξιολογεί τις διαθέσιμες τεχνολογίες και υπολογίζει την εν δυνάμει εξοικονόμηση και τις μειώσεις των εκπομπών CO<sub>2</sub> εάν χρησιμοποιείτο φυσικό αέριο στον κλάδο των θαλάσσιων μεταφορών.

Η μελέτη εκπονήθηκε με τη συνδρομή της εταιρείας συμβούλων AEA, εξειδικευμένων σε θέματα ενέργειας και κλιματικής αλλαγής. Τα βασικά ευρήματα συνοψίζονται παρακάτω: Μείωση εκπομπών. Ευρύτερη χρήση του φυσικού αερίου στις μεταφορές θα επιτρέψει στην Ε.Ε. να επιτύχει ταχύτερα το στόχο της μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> έως το 2050. Στα ελαφράς χρήσης πλοία που χρησιμοποιούν LNG, υπάρχει δυνατότητα μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 25%, καθώς και κατά 90% των εκπομπών του μονοξειδίου του άνθρακα, 35% με 60% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου, 50-75% των μη-μεθανιούχων υδρογονανθράκων, ενώ θα τα σωματίδια θα είναι ελάχιστα ή θα εξαλειφθούν.<sup>81</sup>



<sup>81</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007



*Εικόνα Νο. 16 – Η Μεγαλύτερη και Αποδοτικότερη Μηχανή με Χρήση Φυσικού Αερίου για Κίνηση σε Πλοία*

Τα μεγαλύτερα πλοία που χρησιμοποιούν LNG θα έχουν σημαντική μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> των σωματιδίων και τουλάχιστον 50% μείωση των οξειδίων του αζώτου. Η εξοικονόμηση μεταξύ του 2030 και του 2050 υπολογίζεται ότι θα ανέλθει σε €10 δισεκατομμύρια. Οι τεχνολογίες φυσικού αερίου θα γίνουν περισσότερο ανταγωνιστικές όσον αφορά στο κόστος, τα επόμενα έτη, συντελώντας σε επιπλέον εξοικονόμηση μακροπρόθεσμα. Τα εν λόγω επίπεδα εξοικονόμησης μπορούν να επιτευχθούν μόνο εάν διευρυνθεί η χρήση φυσικού αερίου στον κλάδο των μεταφορών στην Ε.Ε- 4.7 φορές παραπάνω - σε σχέση με τις συστάσεις της Ε.Ε. όπως αποτυπώνονται στην Λευκή Βίβλο του 2011.

Σημαντική εξοικονόμηση θα προκύψει ως επί το πλείστον από τις θαλάσσιες μεταφορές. Εξάλλου, υπάρχει το ενδεχόμενο ανάπτυξης τεχνολογίας διπλού καυσίμου. Η μεγάλη εξοικονόμηση στον ναυτιλιακό κλάδο θα επιτευχθεί υπό την προϋπόθεση ότι η νομοθεσία για την ποιότητα καυσίμων θα προβλέπει ότι τα συμβατικά πλοία που χρησιμοποιούν μαζούτ υψηλής περιεκτικότητας σε θείο θα πρέπει είτε να βάλουν φίλτρα για τα καυσαέρια ή να χρησιμοποιούν ακριβότερα και περισσότερο διυλισμένα καύσιμα ή να στραφούν στην χρήση LNG.<sup>82</sup>

---

<sup>82</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007



Συνεχίζοντας στα πλεονεκτήματα παραπάνω, θα λέγαμε πως η χρήση μηχανών με κίνηση LNG στα πλοία, μπορεί να καταπολεμήσει σχετικά τις αιτίες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ένα μεγάλο μέρος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η οποία αποτελεί ένα φλέγον περιβαλλοντικό πρόβλημα, οφείλεται στα καυσαέρια, δηλαδή τα αέρια τα οποία εκπέμπονται κατά την καύση του πετρελαίου, της βενζίνης ή του φυσικού αερίου. Τα καυσαέρια διακρίνονται σε αδρανή (μη τοξικά) και σε τοξικά. Αδρανή είναι το H<sub>2</sub>O και το CO<sub>2</sub>. Το CO<sub>2</sub> δεν είναι τοξικό, αλλά είναι αέριο του θερμοκηπίου και ενοχοποιείται για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Τοξικά αντίστοιχα είναι τα οξειδία του αζώτου (NO, NO<sub>2</sub>), τα οποία συμβολίζονται NO<sub>x</sub>, και είναι υπεύθυνα για το φωτοχημικό νέφος, την όξινη βροχή και τη δημιουργία όζοντος (O<sub>3</sub>) στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Επίσης γίνεται λιγότερη χρήση στο μονοξείδιο του άνθρακα (CO) που είναι δηλητηριώδες, γιατί δεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη του αίματος και σε μεγάλες ποσότητες προκαλεί το θάνατο. Τέλος περιορίζονται τα οξειδία του θείου (SO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>), τα οποία συμβολίζονται SO<sub>x</sub> είναι υπεύθυνα για την όξινη βροχή και προκαλούν προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα.

Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης πως όσον αφορά τη χρήση Φυσικού Αερίου, ο ναυτιλιακός τομέας, για θερμικές και χημικές χρήσεις (καύσιμο ή πρώτη ύλη) θα φθάσει σταδιακά να απορροφά το 23% των συνολικών ποσοτήτων. Αντίστοιχα, για τον εμπορικό και οικιακό τομέα το ποσοστό αυτό θα ανέλθει στο 28% και προορίζεται να καλύψει κυρίως ανάγκες για θέρμανση, μαγείρεμα και ζεστό νερό. Το 38%, θα χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, με χρήση νέων και αποδοτικών τεχνολογιών, που παρόλα αυτά αποτελεί και την χειρότερη χρήση του Φυσικού Αερίου. Τέλος, το 11% των ποσοτήτων του Φυσικού Αερίου προβλέπεται να απορροφηθεί από την αγορά της Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας.

### ***3.7 Περιβαλλοντικά Οφέλη σε Σύγκριση με την Υφιστάμενη Τεχνολογία Πετρελαίου Καθώς και Σχετικά Μειονεκτήματα Μηχανών Φυσικού Αερίου***

Σήμερα η ατμοσφαιρική μόλυνση έχει καταστεί σοβαρότατο πρόβλημα,

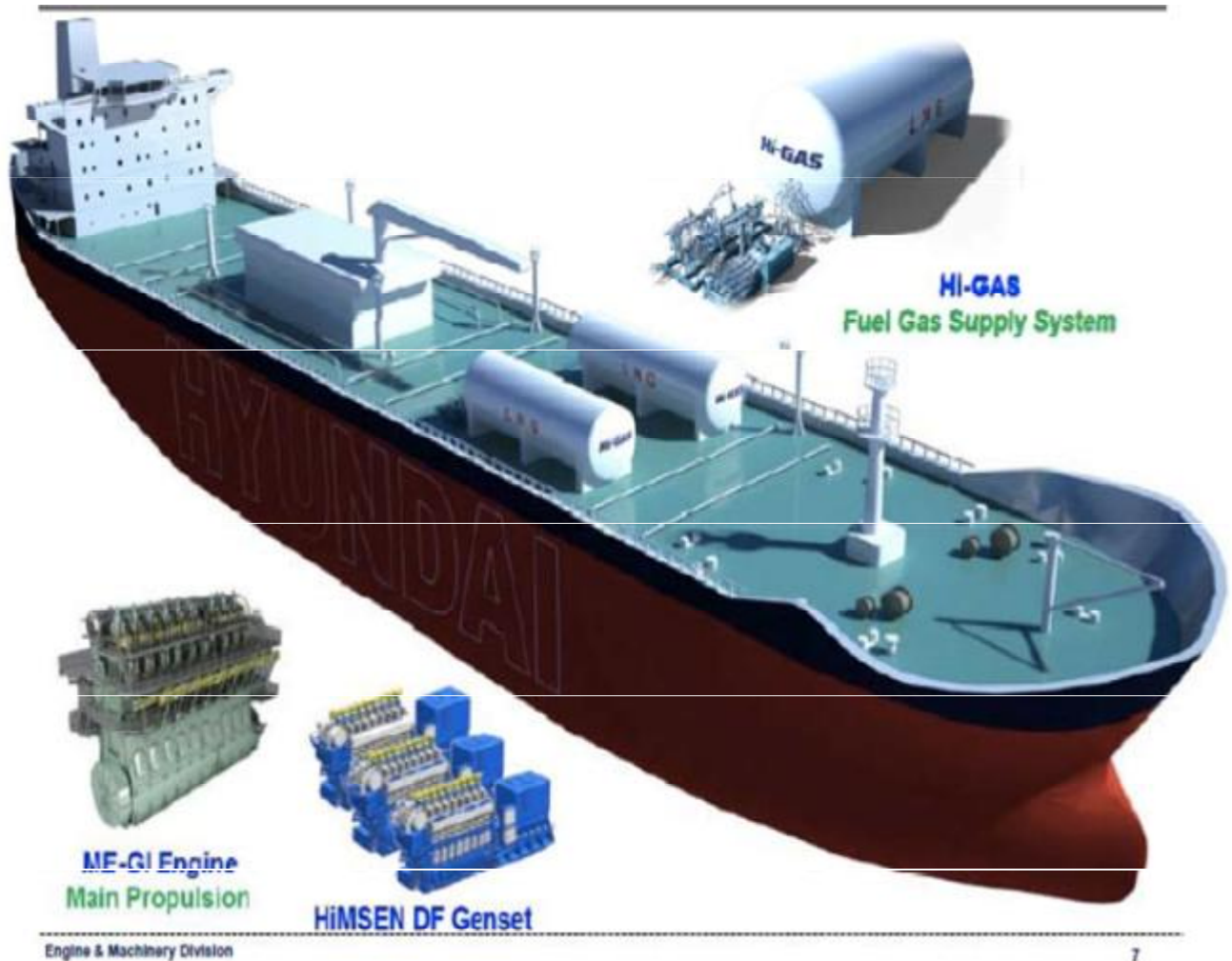
η δε αντιμετώπισή της έχει οδηγήσει στην, σε πολλές χώρες, οριοθέτηση των ανωτάτων επιτρεπτών εκπεμπόμενων ρύπων από θαλάμους καύσης. Τέτοια προϊόντα είναι ο καπνός, το μονοξείδιο του άνθρακα, άκαυστοι υδρογονάνθρακες και τα διάφορα οξείδια του αζώτου. Ο σχηματισμός τους γίνεται κατά την εξέλιξη της διαδικασίας της καύσης, ο δε περιορισμός τους σε χαμηλά επίπεδα επιτυγχάνεται μόνο με τη χρήση ορισμένων εξελιγμένων θαλάμων καύσης, οι οποίοι είναι αποτέλεσμα εντατικών ερευνών μεγάλων εταιρειών κατασκευής αεριοστροβίλων. Τα εκπεμπόμενα μολυσματικά προϊόντα στα καυσαέρια των αεριοστροβίλων στις μηχανές πλοίων μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες.<sup>83</sup>

- Ø Στα χαμηλής ισχύος (low power emissions). Πρόκειται για το μονοξείδιο του άνθρακα, CO και τους άκαυστους υδρογονάνθρακες, UHC (μειωμένος βαθμός απόδοσης καύσης), τα οποία εκπέμπονται σε σημαντικό ποσοστό από τον θάλαμο καύσης κατά την εν κενώ λειτουργία.
- Ø Στα υψηλής ισχύος (high power emissions). Πρόκειται για τα οξείδια του αζώτου, NOx και τον καπνό, τα οποία εκπέμπονται σε σημαντικό ποσοστό κατά τη λειτουργία του θαλάμου στο πλήρες φορτίο.
- Ø Για ενδιάμεσα φορτία οι τιμές των εκπεμπόμενων προϊόντων είναι σχετικά μικρές. Γενικώς μπορεί να λεχθεί, εξ' αρχής ότι οι αεριοστροβίλοι υπερέχουν στον τομέα της μικρής συμβολής της μόλυνσης του περιβάλλοντος, έναντι άλλων αντιπάλων κινητήριων μηχανών όπως π.χ. οι κινητήρες Diesel ή Otto.

Βάση των ανωτέρω, θα λέγαμε πως σήμερα η πετρελαϊκή βιομηχανία στρέφεται ξανά στην ίδια τεχνική καθώς η πητικότητα του φυσικού αερίου το καθιστά ιδιαίτερα επιρρεπές σε εκρήξεις και πολλές φορές περιορίζει τη χρήση του στον τόπο εξόρυξής του. Εξάλλου, πολλά από τα βεβαιωμένα αποθέματα βρίσκονται σε απομονωμένες περιοχές της Αλάσκας ή της Σιβηρίας κοντά στις οποίες δεν υπάρχουν έτοιμες αγορές. Ως εκ τούτου, η χρήση του φυσικού αερίου στη κίνηση πλοίων, περιλαμβάνει τις εξής διαδικασίες καύσης αερίου προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα ως εξής.

<sup>83</sup> Seamanship International, «Types of Liquefied Gas Carriers», U.S.A., March 2007

- Ø Η διαδικασία GTL λαμβάνει χώρα σε τρία στάδια: την παραγωγή αερίου σύνθεσης, την αντίδραση Fischer-Tropsch αυτή καθαυτή, και την υδρογονοπυρόλυση. Αρχικά το φυσικό αέριο-ουσιαστικά το μεθάνιο αντιδρά με οξυγόνο και παράγεται μονοξειδίο του άνθρακα και υδρογόνο. Η αντίδραση πραγματοποιείται σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (1.300-1.500C) και σε πίεση πάνω από 70bar.
- Ø Κατά το δεύτερο στάδιο μέσω της αντίδρασης Fischer-Tropsch το μονοξειδίο του άνθρακα αντιδρά με υδρογόνο και παράγονται μακριές αλυσίδες υδρογονανθράκων μέχρι και 100 άτομα άνθρακα (ένα είδος κήρων) και νερό. Για την αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης γίνεται χρήση καταλύτη σιδήρου ή κοβαλτίου. Βασικός στόχος των χημικών είναι αναζήτηση πιο δραστικών καταλυτών έτσι ώστε η χρήση καταλύτη να επιταχύνει μεν τη χημική αντίδραση, αλλά να μειώνει την πίεση και τη θερμοκρασία στις οποίες λαμβάνει χώρα η αντίδραση. Ήδη χρησιμοποιούνται καταλύτες όπως ρουθίνιο (Ru) και ρόδιο (Rh), οι οποίοι είναι όμως αρκετά ακριβοί.
- Ø Κατά το στάδιο της υδρογονοπυρόλυσης, με την εισαγωγή υδρογόνου διασπώνται οι μακριές αλυσίδες υδρογονανθράκων. Σχηματίζονται έτσι μικρότερες ανθρακικές αλυσίδες αποτελούμενες από 4 έως 40 άτομα άνθρακα, ένα μίγμα που μπορεί να αντιστοιχεί στο ντήζελ, στην κηροζίνη, στη νάφθα, ή στο υγροποιημένο αέριο πετρελαίου LPG (Liquified petroleum gas).



*Εικόνα Νο. 17 – Ειδικές Δεξαμενές με Φυσικό Αέριο για Κίνηση του Πλοίου  
Τοποθετημένες στο Κατάστρωμα*

### ***Ποιες οι Οικονομικές Επιπτώσεις στη Ναυτιλία από την Επιβολή Κανονισμών του Κώδικα ISM***

Τέλος στα περιβαλλοντικά οφέλη της χρήσης του ΥΦΑ στις μηχανές πλοίων και σε σύγκριση με τη χρήση του πετρελαίου, θα λέγαμε πως συμπεριλαμβάνεται το μειωμένο κόστος εκπομπής ρύπων που έχουν να πληρώσουν οι εφοπλιστές για την κίνηση των πλοίων τους στις θάλασσες παγκοσμίως. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί πως ο νέος «πονοκέφαλος» που είχε προκύψει στους εφοπλιστές που λειτουργούν πλοία στις διάφορες διεθνείς θάλασσες, είναι η αλλαγή των καυσίμων στα πλοία

τους και προκειμένου εκείνα να είναι σύμφωνα με τις νέες διατάξεις και νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Κώδικα ISM σχετικά με την μείωση ρύπων στο περιβάλλον. Στην Ελλάδα συγκεκριμένα, οι συζητήσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση που κατέληξαν σε οδηγία για τους αέριους ρύπους των πλοίων επηρεάζει φυσικά και την ακτοπλοΐα. Ηδη τα οικονομικά επιτελεία των ακτοπλοϊκών επιχειρήσεων έχουν υπολογίζουν ότι οι επιπτώσεις από την εφαρμογή των κανονισμών του Κώδικα, θα επιδεινώσουν περισσότερο την οικονομική κατάσταση των εταιριών που ήδη δοκιμάζονται από τις αλληπάλληλες αυξήσεις των καυσίμων και ελαιολιπαντικών εντός της χώρας.

Εμπειρογνώμονες επί του θέματος έχουν σημειώσει ότι στα περισσότερα πλοία που λειτουργούν εντός των διεθνών θαλασσών, θα πρέπει να τοποθετηθούν ειδικά φίλτρα, το κόστος των οποίων δεν είναι διόλου ευκαταφρόνητο, ενώ όσον αφορά τα ναυτιλιακά καύσιμα εκείνα θα πρέπει να γίνεται εφοδιασμός με εκείνα που έχουν τη χαμηλότερη δυνατή πρόσμιξη θειούχων, τα οποία είναι σίγουρα ακριβότερα. Γεγονός είναι πάντως ότι τα οικονομικά επιτελεία των ακτοπλοϊκών επιχειρήσεων προβληματίζονται πλέον αν το σύστημα που έχει επιλεγεί από το υπουργείο για τον υπολογισμό των αυξήσεων στους βασικούς ναύλους με βάση το κόστος των καυσίμων μπορεί επίσης να καλύψει το άνοιγμα των προϋπολογισμών χρήσης των πλοίων δεδομένων και των ανελαστικών δαπανών στην προκειμένη περίπτωση και για την προστασία του φυσικού και θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Στον προβληματισμό των επιτελικών στελεχών της ναυτιλίας, επίσης έρχεται να προστεθεί και η μορφή ουσιαστικά απροθυμίας των αρμοδίων του υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας να επανεξετάσουν το θέμα των υπέρ τρίτων εισφορών των οποίων οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις έχουν ζητήσει την κατάργησή τους, αφού εκείνες προσθέτουν επί των βασικών ναύλων επιβάρυνση της τάξης του 32%. Δεδομένων βέβαια των αυξήσεων των καυσίμων αλλά και του επιπρόσθετου κόστους εκ της εφαρμογής των κανονισμών με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος οι ειδικοί υποστηρίζουν ότι εφόσον δεν καταργηθούν οι υπέρ των τρίτων αυξήσεις που θα προκύψουν για τα εισιτήρια της ακτοπλοΐας, τότε σίγουρα θα υπάρχει

σοβαρό πρόβλημα στις οικονομικές λειτουργίες των ακτοπλοϊκών επιχειρήσεων.

Αποτελεί επίσης γεγονός πως το επίπεδο του ανταγωνισμού της παγκόσμιας ναυτιλιακής αγοράς έχει απασχολήσει έντονα τους άμεσα εμπλεκόμενους φορείς καθώς από την ψήφιση του κανονισμού 3577/92 της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 7 Δεκεμβρίου του 1992, ο οποίος υποχρεώνει τα κράτη / μέλη να τερματίσουν τις πρακτικές καμποτάζ που τυχόν ακολουθούν από την 1η Ιανουαρίου του 1993 και να εφαρμόσουν αρχές ελεύθερης κυκλοφορίας στην παροχή υπηρεσιών στις θαλάσσιες μεταφορές με σκοπό την ελεύθερη αγορά αλλά και την εισαγωγή επιχειρήσεων οι οποίες θα λειτουργούν πλοία νεότερης τεχνολογίας και φιλικά προς το περιβάλλον. Από την άμεση εφαρμογή του κανονισμού είχαν εξαιρεθεί οι χώρες της Πορτογαλίας, η Γαλλία, η Ιταλία και η Ελλάδα με την τελευταία να είχε ορίσει ως καταληκτική ημερομηνία εφαρμογής του κανονισμού όσον αφορά τις τακτικές γραμμές επιβατικών μεταφορών και πορθμείων καθώς και για τις μεταφορές που εκτελούν σκάφη κάτω των 650GT την 1η Ιανουαρίου του έτους 2004.

Στην Ελλάδα βέβαια ο κανονισμός αριθμού 3577/99, εφαρμόζεται μέσω του Νόμου 2932/2001 και ο οποίος προέβλεπε την απελευθέρωση του τομέα των θαλασσίων μεταφορών από την 1η Νοεμβρίου 2002 αντί της 1ης Ιανουαρίου του 2004 που είχε αρχικά οριστεί. Η επίσπευση του χρόνου άρσης του καμποτάζ ξεκίνησε ουσιαστικά νωρίτερα για τους εξής λόγους:

- Ø *Την έγκαιρη μετάβαση στο νέο θεσμικό πλαίσιο του Κώδικα ISM*
- Ø *Την ανάγκη εκσυγχρονισμού και βελτίωσης του επιπέδου των παρεχομένων υπηρεσιών της ναυτιλίας*
- Ø *Την εισαγωγή και λειτουργία πλοίων νεότερης τεχνολογίας με συμβατότητα λειτουργίας φιλική προς το περιβάλλον και χρησιμοποίηση καυσίμων που προκαλούν ελάχιστη ρύπανση στο περιβάλλον σύμφωνα με το Κώδικα*

Θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι η ύπαρξη ή όχι υγιούς ανταγωνισμού

δεν εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τον αριθμό των δραστηριοποιούμενων εταιρειών αλλά και από τον αριθμό των πλοίων που θεωρούνται νεότερης τεχνολογίας και είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Μια αγορά με πολλές σωστές ναυτιλιακές εταιρείες δεν εγγυάται απαραίτητως συνθήκες ανταγωνισμού όπως περιπτώσεις καρτέλ ή άλλων συμφωνιών και αντι-ανταγωνιστικών πρακτικών μεταξύ τους αλλά τουλάχιστον μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στη προστασία του περιβάλλοντος. Από την άλλη μεριά όμως, μια βασική παράμετρος για το χαρακτηρισμό μιας αγοράς είναι και η δυνατότητα της «εύκολης εισόδου ή και εξόδου από αυτήν.

Για παράδειγμα στην Ελλάδα σήμερα στις περισσότερες από τις γραμμές που εξυπηρετούνται από μια μόνο ναυτιλιακή εταιρεία δεν υφίστανται εμπόδια εισόδου για άλλες εταιρείες αλλά ούτε και πλοίων που θεωρούνται νέας αντιρρυπαντικής τεχνολογίας. Ο αριθμός των εταιρειών ή του αριθμού των πλοίων που δραστηριοποιούνται σε κάθε γραμμή υπαγορεύεται κυρίως από το μέγεθος του μεταφορικού έργου της ίδιας την γραμμής και λιγότερο από το αν εκείνα θεωρούνται φιλικά προς το περιβάλλον και προκαλούν λιγότερο πρόβλημα στο περιβάλλον.

Θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι παρά τις σπουδαίες και ίσως γενναίες τομές της ναυτιλίας παρεχόμενες από το κράτος, ακόμη και σήμερα υπάρχουν διάφορες επισημάνσεις και διαμαρτυρίες σχετικά με τη διατήρηση του ελέγχου από το κράτος μεγάλου μέρους της λειτουργίας του πλοίου όπως σύνθεση πληρωμάτων και υποχρεωτική 10μηνη επάνδρωση αλλά και χρήση καυσίμων νέας τεχνολογίας όπως το ΥΦΑ με σκοπό να μην προκαλούν πρόβλημα στο περιβάλλον. Είναι γεγονός ότι ο κρατικός παρεμβατισμός έστω και μικρότερος πλέον από το παρελθόν δε συνδράμει καθόλου στη δημιουργία και τη διατήρηση του ανταγωνισμού ως προς τον σεβασμό των ακτοπλοϊκών επιχειρήσεων στο πειρβάλλον, συνεπώς οι επιχειρήσεις στο συγκεκριμένο κλάδο είναι υποχρεωμένες να πληρώσουν αυτές τις αλλαγές από μόνες τους.

Το γεγονός βέβαια ότι στην Ελλάδα λειτουργεί ο ανταγωνισμός σε ένα συγκεκριμένο αριθμό γραμμών, δεν σημαίνει ότι το σύνολο του αρχιπελάγους εξυπηρετείται αποτελεσματικά και ικανοποιητικά και κυρίως με φιλικότητα προς το περιβάλλον. Μια σειρά παρεμβάσεων και αποφάσεων κρίνονται

απαραίτητες προκειμένου να αντιμετωπιστεί συνολικά το πρόβλημα των ακτοπλοϊκών συνδέσεων της νησιωτικής Ελλάδας καθώς και της μείωσης ρύπανσης σε αυτό. Οι παρεμβάσεις αυτές αφορούν το πολιτικό, κοινωνικό, οικονομικό και επιχειρηματικό επίπεδο ως ακολούθως :

- Ø Στην Ελληνική ναυτιλιακή αγορά και κυρίως στις γραμμές που παρατηρούνται ισχυρές συνθήκες ανταγωνισμού, λόγω της ύπαρξης δύο και πλέον εταιρειών σε αυτές, υπάρχει αναγκαιότητα συρρίκνωσης του αριθμού των ναυτιλιακών εταιρειών αφού υπάρχουν επιχειρήσεις οι οποίες δεν θα μπορούν να ανταποκριθούν στα νέα δεδομένα τεχνολογίας για την περαιτέρω λειτουργία τους. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα ένα νέο κύμα συγχωνεύσεων οι οποίες θα οδηγήσουν σε συγκέντρωση του κλάδου.
- Ø Η ωρίμανση της ευρωπαϊκής αγοράς θα οδηγήσει στο άμεσο μέλλον στη δημιουργία περαιτέρω συγχωνεύσεων και συνεργασιών μεταξύ εταιρειών που θα δραστηριοποιούνται στις αγορές αυτές και με σκοπό μια κοινή πολιτική εφαρμογής των νέων μέτρων.
- Ø Αναφορικά με την περίπτωση συγχωνεύσεων ευρωπαϊκών ναυτιλιακών εταιρειών διαφορετικής εθνικότητας με στόχο τη δημιουργία μεγάλων σε όγκο εταιρειών και αποτελεσματική αντιμετώπιση και εφαρμογή της νέας νομοθεσίας, αναμένεται μια σημαντική σε χρόνο καθυστέρηση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες Ευρωπαϊκές εταιρείες έχουν χαρακτηριστικά που επηρεάζονται από τις εθνικές πολιτικές των θαλασσιών αγορών που εξυπηρετούν περιορίζοντας έτσι την δυνατότητα επέκτασής τους σε άλλες αγορές.
- Ø Η αλλαγή των εθνικών χαρακτηριστικών αυτών των εταιρειών έχει συντελεστεί βεβαίως σε μεγαλύτερο βαθμό στην Ευρώπη απ' ότι στην Ελλάδα. Βέβαιον είναι επίσης ότι η ανάπτυξη των συγχωνεύσεων εταιρειών του κλάδου σε ευρωπαϊκό επίπεδο θα προχωρήσει έστω και με αργούς ρυθμούς και βεβαίως η δημιουργία τους θα επιφέρει οικονομίες κλίμακας οι οποίες θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμες και αξιοποιήσιμες σε νησιωτικές χώρες όπως αυτή της Ελλάδας.



∅ Χρειάζεται επίσης ένας συνεχής σχεδιασμός των επιδοτούμενων γραμμών σύμφωνα με τις ανάγκες των τοπικών νησιωτικών κοινωνιών και περιφερειακών οικονομιών με σκοπό την ορθή εφαρμογή της νομοθεσίας και μείωσης ρύπων.

∅ Οι αυξανόμενες απαιτήσεις των Ελλήνων χρηστών των ναυτιλιακών υπηρεσιών, αναμένεται να οδηγήσουν σε σταδιακή αύξηση του κόστους των επιχορηγήσεων σε μορφή κοινωνικών δαπανών, με αποτέλεσμα να απαιτείται μια όσο το δυνατό πιο ορθολογιστική χρήση των πόρων αυτών από μέρους των επιχειρήσεων.

Τέλος θα λέγαμε πως ως τοπικό επίπεδο, τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα από την αναβάθμιση των λιγνιτικών μονάδων ή και τη δημιουργία νέων μονάδων παραγωγής συνδυασμένου κύκλο αεριοστρόβιλου - ατμοστρόβιλου με χρήση Φυσικού Αερίου είναι τα εξής<sup>84</sup>:

∅ Αυξάνει σημαντικά το βαθμό απόδοσης με την αναβάθμιση και τον εκσυγχρονισμό των μονάδων

∅ Μειώνει δραστικά την ρύπανση του περιβάλλοντος και αποφεύγονται δαπανηρές επενδύσεις για περιβαλλοντικό εξοπλισμό.

∅ Οικονομικά οφέλη για τους πολίτες μιας και η χρήση φυσικού αερίου (φθηνότερο καύσιμο από το πετρέλαιο ή το λιγνίτη) θα επιτρέψει μια μακροπρόθεσμη και ομαλή πολιτική τιμών στην ηλεκτρική ενέργεια.

---

<sup>84</sup> Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

#### **4. Κεφάλαιο Τέταρτο : Επίλογος – Συμπεράσματα – Προτάσεις Σχετικά με τις Προβλέψεις για τις Ωφέλειες σε Περίπτωση Αντικατάστασης Πλοίων Παλαιάς Τεχνολογίας με Σύγχρονα Κινούμενα με Φυσικό Αέριο**

θα πρέπει να σημειωθεί πως ιστορικά τα πρώτα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο ανήκαν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Έτσι το ξύλο, το λίπος, τα φυτικά λάδια αλλά και τα αποστάγματα ώντας οργανικής προέλευσης εμπίπτουν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Η μεγάλη ανάγκη όμως σε φθηνά καύσιμα μεγάλου ενεργειακού περιεχομένου μετά την βιομηχανική επανάσταση, η οποία συνεχίζει αυξανόμενη έως σήμερα, ενίσχυσε σημαντικά τη χρήση ορυκτών καυσίμων, άνθρακα αρχικά και πετρελαϊκών παραγώγων αργότερα, σε βάρος των παραδοσιακών βιοκαυσίμων.

Τα προβλήματα της θέρμανσης του πλανήτη όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τα οποία σχετίζονται άμεσα με το περιεχόμενο των καυσίμων σε άνθρακα και το εκπεμπόμενο κατά την καύση διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), έχουν δημιουργήσει κατά τα τελευταία χρόνια ένα κλίμα στροφής προς βιοκαύσιμα τα οποία καλούνται να υποκαταστήσουν σταδιακά τα συμβατικά καύσιμα.

Τα καύσιμα προερχόμενα ουσιαστικά από τα οργανικά προϊόντα και θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα και περιέχουν και τη κατηγορία καυσίμου του φυσικού αερίου ή υγροποιημένου φυσικού αερίου. Ως ανανεώσιμα καύσιμα φυσικού αερίου ή υγροποιημένου φυσικού αερίου έχουν το χαρακτηριστικό των χαμηλότερων εκπομπών CO<sub>2</sub> στο συνολικό κύκλο ζωής τους σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, στοιχείο που εξαρτάται άμεσα από την προέλευση τους, τη χρήση τους αλλά και τον τρόπο παραγωγής και διανομής τους. Κατά την καύση τους τα καύσιμα αυτά εκπέμπουν περίπου μικρότερες ποσότητες CO<sub>2</sub> με τα αντίστοιχα πετρελαϊκής προέλευσης.

Επειδή όμως είναι οργανικής προέλευσης, ο άνθρακας τον οποίο περιέχουν έχει δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα στην οποία επανέρχεται μετά την καύση κι έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου είναι θεωρητικά μηδενικό. Στην πράξη επειδή κατά την παραγωγή και διακίνηση της πρώτης ύλης αλλά και των ίδιων των βιοκαυσίμων υπεισέρχονται και άλλες δραστηριότητες κατά τις οποίες παράγονται εκπομπές CO<sub>2</sub> το τελικό όφελος από τα καύσιμα αυτά μπορεί να είναι από πολύ μεγάλο έως μηδαμινό. Για να αποφανθεί κανείς ασφαλώς για τα περιβαλλοντικά οφέλη κάποιου βιοκαυσίμου θα πρέπει να πραγματοποιήσει εξειδικευμένη ανάλυση κύκλου ζωής.

Η ενέργεια που παράγεται από τα καύσιμα φυσικού αερίου ή υγροποιημένου φυσικού αερίου, αυτή τη στιγμή βρίσκεται στο επίκεντρο των συζητήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα τελευταία τριάντα χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση πέρασε από τρεις ενεργειακές κρίσεις και πρόσφατα, με την ανεξέλεγκτη άνοδο των τιμών του πετρελαίου καθίσταται σαφές πως το ενεργειακό είναι μείζον ζήτημα και είναι επιτακτική πλέον η ανάγκη λήψης μέτρων. Έτσι λοιπόν, το μήνα Οκτώβριο του 2005, οι Ευρωπαίοι αρχηγοί των κρατών μελών συμφώνησαν ότι πρέπει να υιοθετήσουν μία κοινή ενεργειακή πολιτική. Λίγους μήνες αργότερα, στις αρχές του 2006 δόθηκε η *Πράσινη Βίβλος* για την ενεργειακή ασφάλεια που πρακτικά αποτελεί ένα κείμενο ομπρέλα των ενεργειακών δράσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Βασικοί και ουσιαστικοί στόχοι της είναι η ενεργειακή ασφάλεια, η μείωση της ενεργειακής ζήτησης, η διεθνής συνεργασία, η προώθηση νέων καθαρότερων τεχνολογιών και η μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από τα ορυκτά καύσιμα. Τα καύσιμα φυσικού αερίου ή υγροποιημένου φυσικού αερίου άπτονται του πρώτου και των δύο τελευταίων και για αυτό κατανοούμε πόσο σημαντικά είναι και πόσο καθοριστικός είναι ο ρόλος τους.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκτιμάται ότι το 21% του συνόλου των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που συμβάλλουν στη θέρμανση της υδρογείου οφείλεται στις μεταφορές και το ποσοστό αυτό αυξάνει. Συνεπώς, προκειμένου να εκπληρωθούν οι στόχοι αειφορίας και ειδικότερα η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που έχει συμφωνηθεί στα πλαίσια του

Πρωτοκόλλου του Κιότο, έχει ουσιώδη σημασία η εξεύρεση τρόπων μείωσης των εκπομπών από μεταφορές.

Αυτό βέβαια δεν αποτελεί τη μοναδική πρόκληση. Σχεδόν το σύνολο της ενέργειας που χρησιμοποιείται στον τομέα μεταφορών στην Ευρωπαϊκή Ένωση προέρχεται από το πετρέλαιο. Τα γνωστά πετρελαϊκά αποθέματα είναι περιορισμένα σε ποσότητα και συγκεντρώνονται μόνο σε λίγες περιφέρειες του κόσμου. Υπάρχουν νέα αποθέματα των οποίων όμως στις περισσότερες φορές η εκμετάλλευση θα γίνεται δυσχερέστερη. Η διασφάλιση ενεργειακού εφοδιασμού για το μέλλον αποτελεί συνεπώς όχι απλώς θέμα μείωσης της εξάρτησης από εισαγωγές αλλά απαιτεί ευρεία σειρά πολιτικών πρωτοβουλιών, περιλαμβανόμενης της διαφοροποίησης πηγών και τεχνολογιών.

Ήδη στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν αναληφθεί σειρά ενεργειών. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων αναπτύσσουν νέα μοντέλα τα οποία είναι καθαρότερα και με μεγαλύτερη απόδοση καυσίμου ενώ επίσης εργάζονται με αντικείμενο νέες ιδέες. Επίσης έχουν καταβληθεί προσπάθειες για τη βελτίωση των δημόσιων μεταφορών και την ενθάρρυνση της χρησιμοποίησης περιβαλλοντικώς φιλικών τρόπων μεταφοράς στις περιπτώσεις που αυτό είναι δυνατό. Προκειμένου να επιτευχθούν μειώσεις στις ποσότητες ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά, απαιτείται η καταβολή περαιτέρω προσπαθειών.

Οι αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν ανάλογες και ακόμη μεγαλύτερες προκλήσεις όσον αφορά την ενέργεια για μεταφορές. Η αύξηση των τιμών του πετρελαίου επηρεάζει δυσμενώς το ισοζύγιο πληρωμών τους, η εξάρτηση από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα συνεπάγεται τρωτότητα ενώ και οι χώρες αυτές αντιμετωπίζουν την πρόκληση μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Η κεντρική σημασία της ενεργειακής πολιτικής στην παροχή στην Ευρωπαϊκή Ένωση αρωγής με σκοπό να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της παγκοσμιοποίησης επιβεβαιώθηκε από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων της Ένωσης κατά την άτυπη σύνοδο του *Hampton Court* τον

Οκτώβριο έτους 2005, οπότε από την Επιτροπή ζητήθηκε να επεξεργαστεί προτάσεις για την ανάπτυξη αναζωογονημένης ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής. Ένα σημαντικό στοιχείο προσέγγισης του είδους αυτού θα ήταν τα μέσα για την αντιμετώπιση της υπερεξάρτησης της Ευρώπης από εισαγόμενο πετρέλαιο και φυσικό αέριο και η ανάπτυξη συνεκτικής προσέγγισης, βασιζόμενης σε υγιή οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική ανάλυση επιρροής ώστε προοδευτικά να μειωθεί η εξάρτηση αυτή.

Σε μια προσπάθεια να προωθήσει την χρήση των καυσίμων φυσικού αερίου ή υγροποιημένου φυσικού αερίου στον τομέα των μεταφορών στην Ευρώπη, η Ε.Ε. υιοθέτησε την κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ. Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ βιοκαύσιμα θεωρούνται κάθε υγρό ή αέριο καύσιμο για τις μεταφορές το οποίο παράγεται από βιομάζα όπου βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων από γεωργικές και συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών, δασοκομικές και συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Σύμφωνα με την ίδια οδηγία στην κατηγορία των καυσίμων φυσικού αερίου ή υγροποιημένου φυσικού αερίου εμπίπτουν το βιοαέριο, η βιομεθανόλη, βιοαέριο, η βιομεθανόλη, ο βιο-ETBE με αιθυλοτριποβουτυλαιθέρα με μεθυλοτριποβουτυλαιθέρα, τα συνθετικά βιοκαύσιμα με συνθετικούς υδρογονάνθρακες ή μείγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα, το βιοϋδρογόνο και τα καθαρά φυτικά έλαια.

Επίσης η νομοθεσία προβλέπει ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να διασφαλίσουν ότι μια ελάχιστη αναλογία βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων διατίθεται στις αγορές τους, αναλογία η οποία για το 2005 ορίζεται στο 2 %, υπολογιζόμενη βάσει του ενεργειακού περιεχομένου, επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που διατίθεται στις αγορές τους προς χρήση στις μεταφορές. Η αναλογία αυτή οφείλει να αυξηθεί στο 5.75% έως το τέλος του 2015. Η Ελλάδα το καλοκαίρι του έτους 2005 ενσωμάτωσε την οδηγία αυτή στην εθνική νομοθεσία. Η Ελλάδα δεν κατάφερε να επιτύχει το στόχο του 2% στο τέλος του 2005 ενώ αμφιβολίες εκφράζονται για το κατά πόσο θα επιτευχθεί και ο στόχος για το 2010.

Βάση των παραπάνω, θα λέγαμε πως σύμφωνα με έγκυρες μαρτυρίες, εκτιμάται ότι, μέχρι το 2040, το Φυσικό Αέριο θα καλύπτει το 27% της παγκόσμιας ζήτησης σε πρωτογενή ενέργεια και το 30% της ηλεκτροπαραγωγής. Σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το φυσικό αέριο (ΦΑ), το οποίο έχει εισέλθει τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια στη ζωή μας.

Η χρήση του αυξάνεται ολοένα και περισσότερο, λόγω των οικονομικών ωφελειών που προσφέρει στους καταναλωτές και του φιλικού προς το περιβάλλον χαρακτήρα του, συγκριτικά με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα. Η συνολική κατανάλωση ΦΑ διαμορφώθηκε σε 4.537 εκ. m<sup>3</sup> το 2011, με το Μέσο Ετήσιο Ρυθμό Μεταβολής (ΜΕΡΜ) της τριετίας 2008-2011 να διαμορφώνεται σε 5,9%. Εκτιμάται ότι, η εγχώρια κατανάλωση το 2013 θα παρουσιάσει αύξηση, η οποία θα κυμανθεί σε επίπεδα της τάξης του 5% - 8% περίπου. Οι εισαγωγές ΦΑ στο Εθνικό Σύστημα Φυσικού Αερίου (ΕΣΦΑ) παρουσιάζουν ΜΕΡΜ 4,3%, την περίοδο 2008-2011. Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση φυσικού αερίου είναι:

- Ø Περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη
- Ø Βιομηχανική παραγωγή
- Ø Οικιακοί και λοιποί καταναλωτές
- Ø Καιρικές συνθήκες
- Ø Αεριοκίνηση

Σημειώνεται ότι, η καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο, αυξάνεται σταθερά από το 2009, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα καύσιμα. Το ΦΑ καλύπτει το 30,5% της συνολικής παραγωγής Η/Ε και το 28,6% της συνολικής ζήτησης, το 2013. Αντίστοιχα, αύξηση (53%) παρατηρήθηκε το 2010/2011, στην κατανάλωση φυσικού αερίου από την ηλεκτροπαραγωγή, λόγω των εννέα νέων σταθμών παραγωγής, ενώ η συνολική κατανάλωση αυξήθηκε κατά 33%, το αντίστοιχο διάστημα.

Η προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου στον κλάδο των μεταφορών θα συντελέσουν στην εξοικονόμηση περίπου 58-67 δισεκατομμυρίων ευρώ την περίοδο έως το 2030, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς που είναι εν πολλοίς εναρμονισμένο με τις τρέχουσες απόψεις της Κομισιόν. Η

εξοικονόμηση μεταξύ του 2030 και του 2050 υπολογίζεται ότι θα ανέλθει σε €10 δισεκατομμύρια. Οι τεχνολογίες φυσικού αερίου θα γίνουν περισσότερο ανταγωνιστικές όσον αφορά στο κόστος, τα επόμενα έτη, συντελώντας σε επιπλέον εξοικονόμηση μακροπρόθεσμα.

Τα εν λόγω επίπεδα εξοικονόμησης μπορούν να επιτευχθούν μόνο εάν διευρυνθεί η χρήση φυσικού αερίου στον κλάδο των μεταφορών στην Ε.Ε- 4.7 φορές παραπάνω - σε σχέση με τις συστάσεις της Ε.Ε. όπως αποτυπώνονται στην Λευκή Βίβλο του 2011. Σημαντική εξοικονόμηση θα προκύψει ως επί το πλείστον από τα μεγάλα φορτηγά και τις θαλάσσιες μεταφορές. Στον τομέα των βαρέων οχημάτων, υπάρχουν λίγες επιλογές όσον αφορά την τεχνολογία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ιδιαίτερα για τις μεταφορές εμπορευμάτων σε μεγάλες αποστάσεις, όπου τα υβριδικά οχήματα είναι λιγότερο αποτελεσματικά και η κατασκευή ηλεκτρικών οχημάτων είναι μάλλον ανέφικτη. Εξάλλου, υπάρχει το ενδεχόμενο ανάπτυξης τεχνολογίας διπλού καυσίμου.

Αντίστοιχα, η μεγάλη εξοικονόμηση στον ναυτιλιακό κλάδο θα επιτευχθεί υπό την προϋπόθεση ότι η νομοθεσία για την ποιότητα καυσίμων θα προβλέπει ότι τα συμβατικά πλοία που χρησιμοποιούν μαζούτ υψηλής περιεκτικότητας σε θείο θα πρέπει είτε να βάλουν φίλτρα για τα καυσαέρια ή να χρησιμοποιούν ακριβότερα και περισσότερο διυλισμένα καύσιμα ή να στραφούν στην χρήση LNG. Για να ξεκινήσει η μεγάλης κλίμακας υιοθέτηση του φυσικού αερίου στον τομέα των ναυτιλιακών μεταφορών, απαιτείται ένα νομικό πλαίσιο για να το υποστηρίξει, που θα περιλαμβάνει διατάξεις σχετικά με τις επιδοτήσεις για την αντικατάσταση των οχημάτων, και την αύξηση του αριθμού και των ορίων των περιοχών ελέγχου των εκπομπών (ECA) για την προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου στα πλοία.

Σε πλοία LNG το φυσικό αέριο μεταφέρεται υγροποιημένο αφού ψυχθεί στη θερμοκρασία βρασμού (-161°C). Λόγω ύπαρξης θερμικών απωλειών ατμοποιείται ημερησίως περίπου 0.1% της μεταφερόμενης ποσότητας (boil-off). Το ατμοποιούμενο φυσικό αέριο καίγεται στην εγκατάσταση πρόωσης (λέβητας, αεριοστρόβιλος, κινητήρας Diesel). Κινητήρες Diesel που καίνε

φυσικό αέριο ξεκινάνε με πετρέλαιο μόνο, και στη συνέχεια καίνε 5% πετρέλαιο (μέσο ανάφλεξης) και 95% φυσικό αέριο επιτυγχάνοντας ισχύ ίση.

Βάση όλων των ανωτέρω, αναφέρεται πως συνολικά η ναυτιλία ευθύνεται για την εκπομπή 1.046 εκατ. τόνων CO<sub>2</sub> (ήτοι 3,3%) το 2010. Η ναυτιλία διεθνών πλόων ευθύνεται για την εκπομπή 870 εκατ. τόνων CO<sub>2</sub> (ήτοι 2,7%). Το πιο σημαντικό αέριο που εκπέμπεται από τα πλοία είναι το CO<sub>2</sub>. Χωρίς τη λήψη μέτρων, η αύξηση του μεταφορικού έργου της ναυτιλίας αναμένεται ότι θα 2x ή 3x τις εκπομπές ρύπων μέχρι το 2050. Υπάρχουν μέτρα τεχνικής και λειτουργικής φύσεως που μπορούν να περιορίσουν τις εκπομπές ρύπων κατά 25-75%. Έτσι λοιπόν και προκειμένου να αντιμετωπιστεί η κατάσταση μέσω της χρήσης φυσικού αερίου ως καύσιμο στα πλοία, θα πρέπει να υπάρξουν οι εξής κινήσεις:

- Ø Σχεδιασμός (Planning): Προσδιορισμός της τρέχουσας κατάστασης του πλοίου και των αναμενόμενων βελτιώσεων της ενεργειακή αποδοτικότητα του.
- Ø Εφαρμογή (Implementation): Διαμόρφωση συστήματος εφαρμογής των βελτιώσεων που προσδιορίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο.
- Ø Έλεγχος (Monitoring): Ποσοτικός έλεγχος της ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου. Δυνατότητα Χρήσης του ΕΕΟΙ (Energy Efficiency Operational Indicator).
- Ø Επαναξιολόγηση & Βελτίωση (Self-evaluation & Improvement): Προπαρασκευή για τον επόμενο κύκλο βελτιώσεων.

Η χρήση υγροποιημένου φυσικού αερίου ως εναλλακτικού τύπου καυσίμου μπορεί να οδηγήσει αφενός σε σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων και αφετέρου σε σημαντική μείωση του κόστους λειτουργίας του πλοίου, λόγω της χαμηλότερης τιμής του φυσικού αερίου. Σύμφωνα με στελέχη του Ελληνικού Νηογνώμονα, στη Νορβηγία, πλοία χρησιμοποιούν ήδη το φυσικό αέριο ως εναλλακτικό καύσιμο, καθώς είναι μία χώρα που έχει ήδη αναπτυγμένες τις υποδομές για τη χρήση του φυσικού αερίου με ειδικά LNG terminals στα λιμάνια, ενώ πηγές από την ακτοπλοϊκή αγορά αναφέρουν ότι ήδη στα φιλανδικά ναυπηγεία κατασκευάζεται το πρώτο επιβατηγό που θα χρησιμοποιεί ως καύσιμο το LNG.



Η εναλλακτική χρήση φυσικού αερίου στα πλοία δεν είναι ιδιαίτερα δαπανηρή και αυτό στο οποίο θα επικεντρωθεί η έρευνα είναι κυρίως στις δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμου στο πλοίο και στα συστήματα ασφαλείας. Επίσης, ότι το συγκεκριμένο πρόγραμμα για τη μετατροπή των μηχανών, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούν και φυσικό αέριο ως εναλλακτικό καύσιμο, θα μπορούσε να γίνει και στη χώρα μας, καθώς τα ελληνικά ναυπηγεία μπορούν να προσφέρουν αξιόπιστες εργασίες που θα αφορούν την κατασκευή των ειδικών δεξαμενών στο πλοίο, την τοποθέτηση των συστημάτων ασφαλείας κ.ά.

Το φυσικό αέριο έχει τάση κρουστικής καύσης, επομένως λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα κατά την καύση φυσικού αερίου (μείωση λόγου συμπίεσης, άνοιγμα αρκετά προ του ΑΝΣ της βαλβίδας εισαγωγής του αερίου, αύξηση της συνολικής παροχής αέρα, καλύτερη ψύξη του χιτωνίου) Σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης (εξάντληση καυσίμων) καύση από τον κινητήρα αργού πετρελαίου (φορτίου).

Η συμμετοχή του Φυσικού Αερίου στην παγκόσμια ενεργειακή οικονομία επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία. Τα περιθώρια χρήσης του Φυσικού Αερίου στη βιομηχανία είναι σαφώς μεγαλύτερα απ' ό,τι στον οικιακό τομέα για παράδειγμα επειδή μεγάλο μέρος θερμικού έργου των βιομηχανιών που καλύπτεται με ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αναληφθεί από το αέριο. Έτσι ο βιομηχανικός τομέας, λόγω της δυνατότητάς του να απορροφά σημαντικές ποσότητες ενέργειας, συνεισφέρει στη βιωσιμότητα πολλών έργων Φυσικού Αερίου αποτελώντας ταυτόχρονα σημαντικό παράγοντα λειτουργικότητάς τους. Η αυξημένη διείσδυση του Φυσικού Αερίου στη Βιομηχανία, που προβλέπεται



να συνεχιστεί και στην επόμενη δεκαετία, είναι αποτέλεσμα της διαρκώς αυξανόμενης προσπάθειας για περιορισμένη εξάρτηση από το πετρέλαιο, αλλά και των σημαντικών πλεονεκτημάτων που διαθέτει το Φυσικό Αέριο ως βιομηχανικό καύσιμο. Ειδικότερα για τον Ελληνικό Χώρο, ο τομέας της Βιομηχανίας αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την οικονομική βιωσιμότητα του έργου του Φυσικού Αερίου, αφού με βάση τον υπάρχοντα σχεδιασμό, προβλέπεται να απορροφά σημαντικό μέρος των ετήσιων ποσοτήτων αερίου. Το Φυσικό Αέριο χρησιμοποιείται στη Βιομηχανία και μπορεί να μεταφερθεί από ειδικά επανδρωμένα με το κατάλληλο κατασκευαστικό τρόπο πλοία, κυρίως με δύο τρόπους:

a) Ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χημικών προϊόντων (όπως αμμωνία, μεθανόλη και πολυολεφίνες) - (6% της παγκόσμιας κατανάλωσης Φυσικού Αερίου).

b) Ως πηγή θερμικής ενέργειας. Οι θερμικές χρήσεις στη Βιομηχανία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- ✓ στις έμμεσες θερμικές χρήσεις και
- ✓ στις άμεσες θερμικές χρήσεις.

Στις έμμεσες θερμικές χρήσεις, η θερμική ενέργεια που παράγεται από

την καύση μεταφέρεται με θερμιδοφόρα ρευστά σε διάφορα σημεία του εργοστασίου, όπου και καταναλώνεται. Η διαδικασία αυτή, γίνεται με τη χρήση λεβήτων και τα συνηθισμένα θερμιδοφόρα ρευστά είναι ο ατμός, το ζεστό νερό και το λάδι, ανάλογα με τη θερμοκρασία που απαιτείται στην τελική χρήση.

Στις άμεσες θερμικές χρήσεις, η καύση πραγματοποιείται αποκεντρωμένα, στη θέση τελικής κατανάλωσης της ενέργειας. Τέτοιες χρήσεις, οι οποίες είναι συνήθως και ιδιαίτερα ενεργοβόρες, υπάρχουν στις βιομηχανίες τσιμέντου (περιστροφικοί κλίβανοι παραγωγής κλίνκερ), μετάλλων (φούρνοι τήξεως, ανόπτησης, βαφής, ομογενοποίησης κ.λπ.), ύαλου (φούρνοι παραγωγής γυαλιού), οικοδομικών υλικών (παραγωγή τούβλων, κεραμικών, άσβεστου), μεταλλικών κατασκευών, ηλεκτρικών συσκευών και σε διάφορες βιομηχανίες για εξειδικευμένες ξηράνσεις.

Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης πως σύμφωνα με προβλέψεις της ΔΕΠΑ για την Ελλάδα, το έτος 2020 αναμένεται η συνολική κατανάλωση Φυσικού Αερίου στον βιομηχανικό τομέα να φτάσει περίπου το 700\*10 m<sup>3</sup> όπου το μεγαλύτερο τμήμα αυτής θα καταναλώνεται από βιομηχανίες των περιοχών Αττικής, Θεσσαλονίκης και Θεσσαλίας ενώ το υπόλοιπο από βιομηχανικές μονάδες των περιοχών Βοιωτίας, Εύβοιας, Φθιώτιδας, Ημαθίας, Δράμας, Καβάλας και Κομοτηνής.

Ωστόσο τα κυριότερα πλεονεκτήματα του Φυσικού Αερίου, στον ναυτιλιακό τομέα, μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- Ø Συνεχής παροχή: Εξοικονόμηση χρόνου από τη διαδικασία παραγγελιών και παραλαβών καυσίμου και δυνατότητα εκμετάλλευσης των υπάρχοντων αποθηκευτικών χώρων (αντί να αποτελούν χώρους δεξαμενών).
- Ø Αισθητική αρτιότητα και αυξημένη καθαριότητα χώρων και συσκευών.
- Ø Μειωμένη συντήρηση, ορθολογική χρήση ενέργειας, μείωση λειτουργικών δαπανών και οικονομία.
- Ø Επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού και υψηλότερη

απόδοση.

- Ø Θετικές επιπτώσεις στην προστασία του περιβάλλοντος. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα όμως για όσους χρησιμοποιούν το Φυσικό Αέριο είναι το κόστος του, το οποίο καταβάλλεται αφού πρώτα έχει καταναλωθεί και τουλάχιστον με τα μέχρι τώρα στοιχεία είναι φθηνότερο του πετρελαίου. Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει και στην ασφάλεια κατά τη χρήση του Αερίου.
- Ø Το Φυσικό Αέριο δεν είναι τοξικό και συνεπώς, δεν υπάρχει κίνδυνος δηλητηρίασης από την εισπνοή του. Επειδή, είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, η διαφυγή του στο περιβάλλον σε περίπτωση διαρροής είναι εύκολη. Έτσι, ο κίνδυνος έκρηξης είναι πολύ περιορισμένος σε σχέση με τους κινδύνους που υπάρχουν κατά τη χρήση υγραερίου. Επιπλέον, η διαρροή αέριων καυσίμων είναι σχεδόν αδύνατη, λόγω των σύγχρονων ασφαλιστικών συστημάτων που διαθέτουν οι συσκευές.
- Ø Μπορεί δε να ανιχνευθεί εύκολα με τη χρήση ειδικών ανιχνευτών αερίου, οι οποίοι, συνδεδεμένοι με ηλεκτροβάννα στη γραμμή κεντρικής παροχής αερίου, προκαλούν αυτόματα διακοπή στην κεντρική παροχή αερίου σε περίπτωση ανίχνευσης διαρροής.

Επίσης, τα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη που θα προκύψουν στη βιομηχανία από τη χρήση του Φυσικού αερίου θα είναι η αποφυγή δαπανηρών επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος λόγω των μειωμένων επιπτώσεων των καυσαερίων του (καθαρότερο περιβάλλον και αποφυγή του φαινομένου του θερμοκηπίου) καθώς και η μείωση του κόστους μεταφοράς των κλασσικών χρησιμοποιούμενων καυσίμων. Ακόμη η χρησιμοποίηση Φυσικού Αερίου έχει αποδειχθεί ότι συνεισφέρει σε μικρό ή μεγαλύτερο ποσοστό στην εξοικονόμηση ενέργειας στο ναυτιλιακό τομέα (αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία). Αυτό συμβαίνει γιατί:

- Ø Οι επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας είναι καθαρότερες από ότι κατά τη χρήση πετρελαίου λόγω της έλλειψης αποθέσεων από τέφρα, καπνό και θείο και συνεπώς η μεταφορά θερμότητας στις επιφάνειες

εναλλαγής είναι μεγαλύτερη.

- Ø Η περίσσεια αέρος κατά την καύση του αερίου είναι μικρότερη από ότι κατά την καύση πετρελαίου γεγονός που μειώνει τις απώλειες θερμότητας στην καμινάδα.
- Ø Η έλλειψη εκπομπών οξειδίων του θείου επιτρέπει τη χρήση συστημάτων ανάκτησης θερμότητας χωρίς κινδύνους διαβρώσεων από τη δημιουργία οξέων.

Παράλληλα πρέπει να τονιστεί ότι το όφελος από την αυξημένη ενεργειακή απόδοση εξαρτάται από το είδος της βιομηχανίας και είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις βιομηχανίες στις οποίες το κόστος των καυσίμων αποτελεί μεγάλο ποσοστό του συνολικού κόστους.

Τέλος, άλλα πλεονεκτήματα από την χρήση Φυσικού αερίου στις βιομηχανίες είναι : συνεχής παροχή καυσίμου που εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια για διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων, μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης, βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου και τέλος αποκέντρωση θερμικών χρήσεων.

## **Βιβλιογραφία**

- ✓ Amit R., Shoemaker P., *Managing Across Borders: The Transnational solution*, Harvard Business School Press: Boston, 1993.
- ✓ Lorange P., *Strategic re-thinking in shipping companies*, *Maritime Policy and Management*, Vol. 28, no.1, 2001.
- ✓ Alderton and Patrick, 1999, "*Port Management and Operations*", LLP Publications
- ✓ Alderton, T. and Winchester, N., 2002, "*Globalization and Deregulation in the Maritime Industry*", *Marine Policy* 26 (1)
- ✓ Alderton, Patrick, 1995, "*Sea Transport, Operations and Economics*", Thomas Reed Publications
- ✓ Alderton, Patrick, 2004 "*Transport, Operations and Economics*", Adlard Coles Nautical
- ✓ Alderton P., M., 1995, "*Sea Transport Operation and Economics*", 4th ed, Chapman and hall, London
- ✓ Alison, H., 1997, "*Economy of Shipping*", Thomas Reed Publications
- ✓ ABB Marine, 2000, *Azimuthing Electric Propulsion Drive*
- ✓ Bose B.K., 1997, "*Power Electronics and Variable Frequency Drives: Technology and Applications*", IEEE Press, New York
- ✓ Branch, Alan, 1986, "*Elements of port operation and management*", Chapman and Hall
- ✓ Bennathan, E. and A. Walters, 2002, "*The Economics of Ocean Freight*" London, Professional Books
- ✓ Bloor, M., Thomas, M. and Lane, T., 2007, "*Healthy Risks in the Global Shipping Industry: An Overview*", *Health, Risk and Society* 2 (3)
- ✓ Botterill, Gr., J., 2003, "*Training Sea and Shore staff for the ISM Code*", BIMCO Bulletin, Volume 92, No. 2
- ✓ The British International Freight Association, 1997, "*The International Freight Guide*"

- ✓ Chrzanowski, I., 2002, *"An Introduction to Shipping Economics"*, London, Fairplay Publications.
- ✓ Chrzanowski, I., 1993, *"An Introduction to Shipping Economics"*, London, Fairplay Publications
- ✓ Cowley, J., 1995, *"The Concept of the ISM Code : Definition of the Code – Management and Operation of Ships, Practical Techniques for Today and Tomorrow"*, Fairplay Publications
- ✓ Davies, F., 1996, *"Implementing the ISM Code"*, BIMCO Bulletin, Volume 91, No. 2
- ✓ Davies, F., 1996, *"Quality Policy Manual"*, BIMCO Bulletin, Volume 92, No. 2
- ✓ De Bievre, A., 2005, *"IMO and the ISM Code"*, BIMCO Review 2004
- ✓ Dockray, M., 1993, *"Cases and Materials on the Carriage of Goods by Sea"*, London, Professional Books
- ✓ Dockray, M., 2002, *"Cases and Materials on the Carriage of Goods by Sea"*, London, Professional Books
- ✓ Farthing, B., M. Brownrigg, 1997, *"Farthing on International Shipping"* LLP Limited, London.
- ✓ F.M. Viadiu, Marti C.Fa, Imaki H. Saizarbitoria, 2006, "ISO 9000 and ISO 14000 standards : an international diffusion model". International Journal of Operations & Production Management, Volume 26, Number 2.
- ✓ GAC – agents of Evergreen shipping line in Greece, 1992, *"Compendium of Shipping Knowledge"*, Loizou Publishes
- ✓ Hilton, Ch., 1997, *"Approaching the ISM Code"*, BIMCO Bulletin, Volume 91, No. 2
- ✓ Harrington R. L., 1992, ed., *"Marine Engineering"*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Jersey City, N.J.
- ✓ Holström P., 1994, *"Choosing the Right Propeller for Diesel Electric Machinery"*, Marine Propulsion, April
- ✓ Huges, L., 2002, *"The Shipping Transport"*, Chapman and Hall
- ✓ Huges, M., 2004, *"Internal Safety Management Systems Controls"*, BIMCO Bulletin, 2005

- ✓ Ignary, T., 2001, *"Introduction to Shipping Economics"*, London, Professional Books
- ✓ Kemp P., 2003, *"History of ships"*, New York, Books for Shipping
- ✓ MARPOL – Pollution Prevention – BIMCO Bulleting Review 2004
- ✓ Michael, G., 2002, *"Economics of Shipping"*, Thomas Reed Publications
- ✓ Metaxas, B., 1996, *"The Economics of Shipping"*. London, Athlone Press.
- ✓ Metaxas, B., 1998, *"The Economics of Tramp Shipping"*. London, Athlone Press.
- ✓ O'Neil, W., 1996, *"The Code is Coming"*, BIMCO Bulletin, Volume 91
- ✓ Parker., J., 2001, *"The ISM Conference : As many answers as questions"*, BIMCO Bulleting, Volume 95, No. 7, 2003
- ✓ Peters, H., 2001, *"Seatrade, Logistics, and Transport"*, PRE Policy and Research Series, Report No. 6, Washington, D.C., World Bank.
- ✓ Peters, H., 2008, *"Seatrade, Logistics, and Transport"*, PRE Policy and Research Series, Report No. 6, Washington, D.C., World Bank.
- ✓ Linaris, J., 2008, *"Emergency Preparedness and Communication"*, Prodomos Shipping Company
- ✓ Sletmo, G. and E. Williams., 2003, *"Liner Conferences in the Container Age"*, New York: McMillan.
- ✓ Stopord, M., 2000, *"Maritime Economics"*, 2nd ed, Routledge
- ✓ Saunders M., Lewis P. and Thornhill A., 2000, *"Research Methods For Business Students"*, London: Prentice Hall.
- ✓ Sekaran U., 1992, *"Research Methods for Business, A Skill Building Approach"*, New York: John Wiles and Sons Inc.
- ✓ Zikmund W.G., 2000, *"Business Research Methods"*, London: Harcourt college publishers.
- ✓ Seamanship International, *"Types of Liquefied Gas Carriers"*, U.S.A., March 2007
- ✓ Woodyard D., 1995, *"Electric Propulsion Charges Ahead"* in *Marine Propulsion*, April
- ✓ Yacamini R., Smith K. S., 1996, *"Noise generation in marine motors"*, *Trans ImarE*, Vol. 107, Part 4



- ✓ Παπανίκας Δ. Γ., (2009), *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου
- ✓ Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, (2008), *Υγραέριο (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ
- ✓ ΔΕΠΑ – Το Φυσικό Αέριο και οι Χρήσεις του, Αθήνα 2011.
- ✓ Καθορισμός των όρων διενέργειας και των προϋποθέσεων συμμετοχής σε διαγωνισμό ιδιωτών επενδυτών σε Εταιρίες Παροχής Αερίου, Προεδρικό Διάταγμα 10/98, Φ.Ε.Κ. 19/Α'/30.01.1998.
- ✓ Κανονισμός «Εγχειρίδιο λειτουργίας και συντήρησης δικτύων διανομής μέσης πίεσης φυσικού αερίου (πίεση σχεδιασμού 19 bar) και δικτύων κατανομής χαμηλής πίεσης φυσικού αερίου (μέγιστη πίεση λειτουργίας 4 bar)», Υπ. Απόφαση Δ3/Α/20701, Φ.Ε.Κ 1712/Β'/03.11.2006.
- ✓ Κανονισμός Δικτύων Πολυαιθυλενίου Διανομής Φυσικού Αερίου με Μέγιστη Πίεση Λειτουργίας 4 Bar, Υπ. Απόφαση Δ3/14715/3/2006, Φ.Ε.Κ. 1530/Β'/19.10.2006.
- ✓ Κανονισμός Χαλύβδινων Δικτύων Διανομής Φυσικού Αερίου με Πίεση Σχεδιασμού 19 Bar, Υπ. Απόφαση Δ3/Α/17013/2006, Φ.Ε.Κ. 1552/Β'/24.10.2006.
- ✓ Νόμος 2364/95 – Σύσταση του Σώματος Ενεργειακού Ελέγχου και Σχεδιασμού. Εισαγωγή, μεταφορά, εμπορία και διανομή φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις., Φ.Ε.Κ Α' 252/ 06.12.1995.