

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ

στην

ΝΑΥΤΙΛΙΑ

«ΑΓΟΡΑ LNG»

Ευάγγελος Γεωργίου Αναστασάκης

Διπλωματική εργασία

που υποβλήθηκε στο τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου
Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Ναυτιλία

Πειραιάς
Ιούνιος 2016

Δήλωση Αυθεντικότητας/Ζητήματα Copyright

«Το άτομο το οποίο εκπονεί τη Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού, που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος, που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.»

Ευάγγελος Γεωργίου Αναστασάκης

Σελίδα Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

«Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από την ΓΣΕΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Τζαννάτος Ερνέστος (Επιβλέπων)
- Τσελέντης Βασίλειος - Στυλιανός
- Σαμιώτης Γεώργιος

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία που έγινε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος στην Ναυτιλία του Πανεπιστημίου Πειραιώς παρουσιάζει την υπάρχουσα κατάσταση στην αγορά LNG και ιδιαίτερα τους μεταφορείς-πλοία LNG. Η πρόθεση του συγγραφέα είναι να παρουσιάσει τις συνθήκες, καταστάσεις και αντιλήψεις για την αγορά LNG της τρέχουσας οικονομικής περιόδου, γι' αυτό και χρησιμοποιήθηκαν αναφορές των τελευταίων ετών. Τα οικονομικά μεγέθη και ποσοστά που αναφέρονται προέρχονται τόσο από επίσημες κρατικές αρχές, όσο και από ιδιωτική πρωτοβουλία.

Ευχαριστίες

«Θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόθερμα τον επιβλέπων καθηγητή κ. Ερνέστο Τζανάττο του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών , για την πολύτιμη καθοδήγηση του, τις ουσιαστικές και εύστοχες υποδείξεις του και την συνεχή και απρόσκοπτη βοήθεια του, κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, καθώς και όλους τους καθηγητές μου στο Πρόγραμμα οι οποίοι με βοήθησαν να αποκτήσω διευρυμένες γνώσεις πάνω στον Ανταγωνιστικό Τομέα της Ναυτιλίας.

Επιπρόσθετα, θέλω να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές και φίλους μου για την πολύτιμη και εποικοδομητική συνεργασία σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μας

Επίσης, ιδιαίτερες ευχαριστίες στους εκάστοτε προϊσταμένους/Κυβερνήτες Πολεμικών Πλοίων υπό τις διαταγές των οποίων υπηρέτησα ως αξιωματικός του Π.Ν., χωρίς τη βοήθεια των οποίων θα ήταν αδύνατο να ολοκληρώσω επιτυχώς το πρόγραμμα σπουδών.

Τέλος αισθάνομαι περήφανος και απευθύνω τις μεγαλύτερες ευχαριστίες στην Οικογένειά και τη Σύζυγό μου, για την αμέριστη βοήθεια και υποστήριξη που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών».



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ/ ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT

ΣΕΛΙΔΑ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΙ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.2 ΣΥΣΤΑΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

1.3 ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (LNG)

1.4 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

1.5 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.6 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ Υ.Φ.Α.

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

2.2 ΤΥΠΟΙ ΠΛΟΙΩΝ LNG

2.3 ΜΙΚΡΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑΙΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ LNG ΠΛΟΙΑ

2.4 ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΕΞΗΣ LNG ΣΤΟΛΟΥ

2.5 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΣΤΟΛΟΣ LNG

2.6 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΛΟΙΩΝ, ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΟΛΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

2.7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ LNG

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ LNG

3.1 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΟ LNG ΚΑΙ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥΣ

3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΧΑΜΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ LNG ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

4.1 Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ Ο ΚΛΑΔΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ LNG

4.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΓΟΡΑΣ

4.3 ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

4.4 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

4.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ

4.6 ΕΞΟΔΑ ΤΑΞΙΔΙΟΥ

4.7 Ο ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΕΣΩ ΑΓΩΓΩΝ

4.7.1 Ο ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΤΑΡ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΛΑΦΟΣ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1 Συνολική τροφοδοσία ενέργειας ανά καύσιμο

Διάγραμμα 2: Κόστος μεταφοράς φυσικού αερίου σε σχέση με την απόσταση ανά τεχνολογία

Διάγραμμα 3: Διεθνής κατανομή αποθεμάτων φυσικού αερίου σε τρις κυβ. πόδια (Ιαν. 2013).

Διάγραμμα 4: Κατανομή κύριας κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη

Διάγραμμα 5: Αριθμός ενεργών πλοίων και συνολική χωρητικότητα

Διάγραμμα 6: Ποσοστό κόστους ανά κατηγορία

Διάγραμμα 7: Τα ποσοστά των υπαρχόντων LNG πλοίων κατά τον Δεκέμβριο του 2013

Διάγραμμα 8: Κόστος μεταφοράς LNG στις κυριότερες θαλάσσιες διαδρομές

Διάγραμμα 9: Παγκόσμια ονομαστική χωρητικότητα υγροποίησης και χρήση της, 1990-2020

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Σύσταση φυσικού αερίου

Πίνακας 2: Παγκόσμια πρόβλεψη κατανάλωσης φυσικού αερίου μελλοντικά, σύμφωνα με τρία σενάρια

Πίνακας 3: Παγκόσμια πρόβλεψη κατανάλωσης φυσικού αερίου μελλοντικά

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ/ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Ποσοστιαία απεικόνιση της σύνθεσης φυσικού αερίου και υγροποιημένου φυσικού αερίου

Εικόνα 2: LNG πλοίο με δεξαμενή τύπου C χωρητικότητας 30.000κ.μ.

Εικόνα 3: LNG πλοία διαφόρων χωρητικοτήτων με τα χαρακτηριστικά τους

Εικόνα 4: Εταιρίες κατασκευής παραγγελιών LNG σήμερα

Εικόνα 5: Συμβόλαια και τιμές νεότευκτων LNG

Εικόνα 6: Κατάσταση διεθνούς σχεδίου LNG

Εικόνα 7: Το κόστος λειτουργίας των LNG για την περίοδο 2004-10

Εικόνα 8: Διαδρομή αγωγού TAP στην Ελλάδα

Σχήμα 1: Στάδια ναυτιλιακού κύκλου

Σχήμα 2: Σύγκριση του κόστους μεταφοράς LNG και της μεταφοράς μέσω αγωγών

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΙ

LNG	Liquefied Natural Gas	ΥΦΑ(Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο)
IEA	International Energy Agency	Διεθνής Οργάνωση Ατομικής Ενέργειας
OECD/ ΟΟΣΑ	Organisation for Economic Co-operation and Development	Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη
ΑΠΕ	Renewable Sources of Energy	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
IMO	International Maritime Organization	Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός
mBTU	millions of British Thermal Units	Εκατομμύρια Βρετανικές Θερμικές Μονάδες
HFO	Heavy Fuel Oil	Μαζούτ

MDO	Marine Diesel Oil	Πετρέλαιο για Ναυτιλιακή Χρήση
NFPA	National Fire Protection Association	Εθνική Ένωση Πυροπροστασίας. (ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ)
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	Οργανισμός του ΟΗΕ για το Εμπόριο και την Ανάπτυξη
GSCC	Greek Shipping Cooperation Committee	Ένωσις Ελλήνων Εφοπλιστών
ESD	Emergency Shut Down	Κράτηση Μηχανών Ανάγκης
BOG	Boil-Off Gas	Εξατμισμένο φυσικό αέριο
CAGR	Compound Annual Growth Rate	Ετησιοποιημένος Δείκτης Ανάπτυξης
TAP	Trans Adriatic Pipeline	Αδριατικός Αγωγός Φυσικού Αερίου

EEDI	Energy Efficiency Design Index	Δείκτης αποτελεσματικότητας της Μετρούμενης Ενέργειας
------	--------------------------------	-------------------------------------------------------

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αγορά υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι μια ταχέως αναδυόμενη αγορά με πολλά οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη. Η παρούσα εργασία ασχολείται με την παράμετρο της μεταφοράς του φυσικού αερίου και συγκεκριμένα του υγροποιημένου φυσικού αερίου. Αναλύονται τόσο ο σχεδιασμός και λειτουργία των LNG πλοίων όσο και η παρούσα κατάσταση της αγοράς τους με τα πλέον πρόσφατα στοιχεία και οι μέλλουσες προοπτικές. Επειδή όμως η αγορά LNG μεταφορέων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την προσφορά και ζήτηση φυσικού αερίου, αρχικά γίνεται και μια εκτεταμένη αναφορά στην παγκόσμια αγορά φυσικού αερίου. Από τις διάφορες εκθέσεις που αναλύονται μέσα στην εργασία, γίνεται σαφές ότι η αγορά και λειτουργία LNG πλοίων συνεχώς αυξάνεται και σε μερικά χρόνια θα κυριαρχεί στην παγκόσμια ναυτιλία. Αυτό έρχεται ως απόρροια της ολοένα και μεγαλύτερης ανάπτυξης της αγοράς φυσικού αερίου.

Λέξεις-κλειδιά: φυσικό αέριο, υγροποιημένο φυσικό αέριο, αγορά LNG

ABSTRACT

The LNG market is a rapidly emerging market with many economic and environmental benefits. This paper deals with the parameter of gas transportation and in particular liquefied natural gas. Both the design and operation of LNG ships and the current state of the market are being analyzed with the most recent data and so are its future prospects. Since the market of LNG carriers is inextricably linked to supply and demand of natural gas, there is also, initially, an extensive reference to the global gas market. From the various reports which are analyzed in the work, it becomes clear that the purchase and operation of LNG vessels is growing and in a few years will dominate the global shipping. This comes as a result of the increasing development of the gas market.

Keywords: natural gas, liquefied natural gas, LNG market

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ναυτιλιακή αγορά του Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (LNG) αποτελεί μια ενδιαφέρουσα περιοχή στις θαλάσσιες μεταφορές ενέργειας, οι οποίες κυριαρχούν στην παγκόσμια ναυτιλία προϊόντων χύδην. Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών είναι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την ανθρωπότητα και στους ενεργειακούς κύκλους είναι γνωστό ότι το φυσικό αέριο δύναται να αποτελέσει τον διάδοχο του πετρελαίου. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την κατάσταση της θαλάσσιας μεταφοράς LNG από τα πρώτα βήματά της έως σήμερα, ενώ θα δούμε και τις μελλοντικές δυνατότητές της.

Στο Κεφάλαιο 1, θα αναφερθούν ιστορικά στοιχεία από την ανακάλυψη και τη χρήση του Φυσικού Αερίου, η αύξηση της χρήσης του από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα έως τις μέρες μας καθώς και στοιχεία για τη σύσταση του Φυσικού Αερίου και τη διαδικασία υγροποίησής του. Επίσης θα γίνει προσέγγιση των αποθεμάτων Φ.Α. και των τεχνολογιών μεταφοράς του από τους παραγωγούς στους καταναλωτές με διάφορες μεθόδους (Μέσω χερσαίων αγωγών, Υπεράκτιων Αγωγών και μέσω πλοίων ως Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο). Τέλος θα επιχειρηθεί να εκτιμηθεί η μελλοντική Ζήτηση για το Φ.Α. ως ορυκτό καύσιμο καθώς και οι τάσεις του ενεργειακού μείγματος στην Ευρώπη που αναμένεται να επηρεάσουν καταλυτικά την αύξηση της χρήσης του Φ.Α. καθώς και το εμπόριο LNG.

Ακολούθως, στο Κεφάλαιο 2, αναφέρεται η διαχρονική εξέλιξη των πλοίων μεταφοράς LNG, η διάκρισή τους με βάση την τεχνική κατασκευής των Δεξαμενών τους καθώς και τη χωρητικότητά τους, ενώ γίνεται μια πρώτη ανάλυση της ανάπτυξης του Παγκόσμιου στόλου LNG, καταδεικνύοντας τη ραγδαία Αύξηση του εμπορίου LNG τα τελευταία χρόνια. Επίσης γίνεται αναφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια από τα πλοία Μεταφοράς LNG, καθώς και στην αποδοτικότητα των διαφόρων τύπου πλοίων και το πως αυτή επηρεάζει τις εκπομπές των Αερίων Θερμοκηπίου.

Στο Κεφάλαιο 3, επιχειρείται η ανάλυση με τεχνικούς όρους των Κινδύνων που ενέχει η Αποθήκευση και Μεταφορά LNG, τα συστήματα ασφαλείας, διασφάλισης στεγανότητας και πυρανίχνευσης καθώς και πυροπροστασίας που καθιστούν τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης LNG, αρκετά δαπανηρές, ενώ αναλύονται

οι διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται στις πολύ χαμηλές Θερμοκρασίες Αποθήκευσης και Μεταφοράς του Υ.Φ.Α.

Ακολούθως στο Κεφάλαιο 4 επιχειρείται η Ανάλυση του Ελληνόκτητου Στόλου, η ανταγωνιστικότητα του οποίου ενισχύεται συνεχώς μέσα από τον Εκσυγχρονισμό του, καθώς και ο παγκόσμιος ανταγωνισμός. Επί πλέον, αναλύονται οι Συνθήκες της Ναυλαγοράς LNG, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη Προσφορά/Ζήτηση για Φ.Α. σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς και οι εξελίξεις στις τεχνολογίες εξόρυξης Φ.Α. Αναλύοντας τις τιμές των ναύλων για την περίοδο που προηγήθηκε καθώς και με την Ανάλυση στοιχείων που έχουν δημοσιοποιηθεί και αφορούν στα χαρακτηριστικά του παγκόσμιου Στόλου Υ.Φ.Α. καθώς και τις εκτιμήσεις για τους παράγοντες Προσφορά/Ζήτηση για Υ.Φ.Α. στο Μέλλον. Επίσης προσεγγίζονται επί Μέρους Παράγοντες που Σχετίζονται με την Ναυλαγορά LNG και πως αυτοί επηρεάζουν τους Ναύλους, όπως οι Ναυτιλιακοί Κύκλοι, το Κόστος Κεφαλαίου για τα LNG πλοία και τα λειτουργικά τους έξοδα. Τέλος, γίνεται αναφορά στη Μεταφορά Φ.Α. Μέσω αγωγών, η οποία λειτουργεί ανταγωνιστικά και επηρεάζει την Ναυλαγορά LNG.

Στα Συμπεράσματα, ανακεφαλαιώνονται τα πλεονεκτήματα της Μεταφοράς Φυσικού Αερίου με Υγροποιημένη Μορφή (LNG) καθώς και προβλέψεις παικτών της Αγοράς και Κυβερνητικών Οργανώσεων οι οποίες καταδεικνύουν τη Στροφή του Παγκόσμιου Ενεργειακού Μίγματος προς πιο φιλικές για το περιβάλλον πολιτικές και περιβαλλοντικά πρωτόκολλα. Συνδυασμός των Ανωτέρω με στοιχεία της Ναυλαγοράς οδηγούν σε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για το Μέλλον της Ναυλαγοράς LNG και ειδικότερα, τη θέση που σε αυτό το Σύνθετο Περιβάλλον Λαμβάνουν οι Έλληνες Εφολιπιστές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

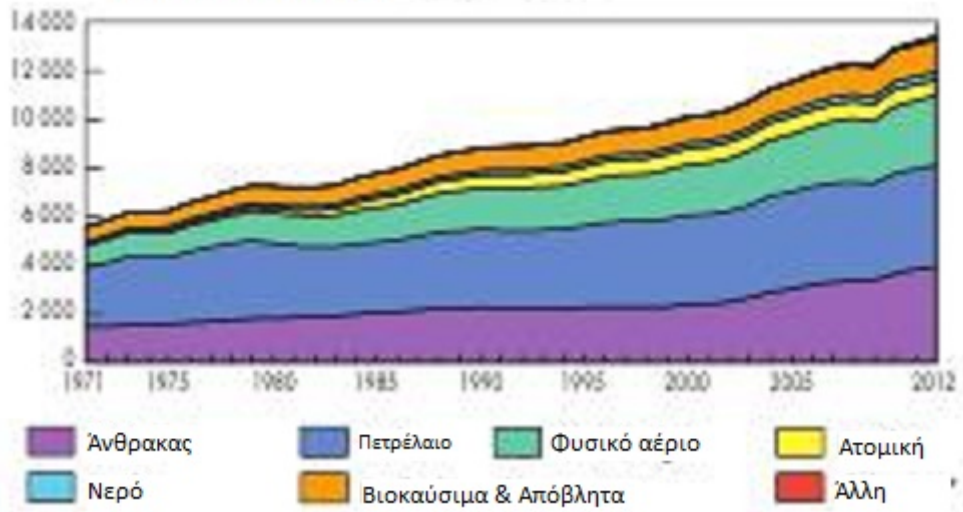
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Τα πιο παλιά γνωστά προϊόντα του πετρελαίου είναι η άσφαλτος και τα βιτουμένια, ενώ ενδείξεις για διαρροές φυσικού αερίου πρωτοαναφέρθηκαν μεταξύ 6000 και 2000 π.Χ. στην περιοχή του σημερινού Ιράν. Η χρήση του φυσικού αερίου έγινε για πρώτη φορά στην Κίνα το 900 π.Χ. περίπου, όπου ανοίχθηκαν γύρω στα 900-1100 φρέατα και το αέριο μεταφερόταν με αγωγούς από μπαμπού.

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

Η μέθοδος μεταφοράς του φυσικού αερίου μέσω αγωγών αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε ένα σημαντικό σταθμό στη χρήση του αερίου. Με το τέλος του Β' Παγκόσμιου Πόλεμου ακολουθεί μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, η οποία συνεχίζεται ως σήμερα. Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και το 1979 ήταν 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980.(1)

Παγκόσμια συνολική τροφοδοσία ενέργειας από το 1971 έως το 2012 ανά καύσιμο



Διάγραμμα 1 Συνολική τροφοδοσία ενέργειας ανά καύσιμο
Πηγή: IEA, Key World Statistics 2014

1. Βιβλιογραφία: (2)

1.2 ΣΥΣΤΑΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο είναι ένα αέριο μείγμα υδρογονανθράκων και αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Επιπλέον, περιλαμβάνει μικρές ποσότητες βαρύτερων υδρογονανθράκων και κυμαινόμενες ποσότητες αερίων μη υδρογονανθράκων όπως άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα και υδρόθειο. Το φυσικό αέριο είναι καύσιμο και πρώτη ύλη της χημικής βιομηχανίας. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες στις οποίες βρίσκεται υπό υψηλή πίεση και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται οικολογικό καύσιμο. Στις κοιλότητες αυτές, το φυσικό αέριο σχηματίστηκε με τρόπο παρόμοιο με τον τρόπο σχηματισμού του πετρελαίου. Μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας.

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

Συστατικό	Μοριακό Κλάσμα
Υδρογονάνθρακες	
Μεθάνιο	0.75 – 0.99
Αιθάνιο	0.01 – 0.15
Προπάνιο	0.01 – 0.10
κ-Βουτάνιο	0.00 – 0.02
Ισοβουτάνιο	0.00 – 0.01
κ-Πεντάνιο	0.00 – 0.01
Ισοπεντάνιο	0.00 – 0.01
Εξάνιο	0.00 – 0.01
Επτάνιο και βαρύτεροι υδρογονάνθρακες	0.00 – 0.001
Μη Υδρογονάνθρακες	
Άζωτο	0.00 – 0.15
Διοξείδιο του Άνθρακα	0.00 – 0.30
Υδρόθειο	0.00 – 0.30
Ήλιο	0.00 – 0.05

Πίνακας 1 Σύσταση φυσικού αερίου
Πηγή: chemeng.ntua.gr

Οι μεγάλοι αγωγοί υψηλής πίεσης καθιστούν δυνατή τη μεταφορά του αερίου σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων. Παραδείγματα τέτοιων αγωγών είναι οι αγωγοί της Βόρειας Αμερικής, που εκτείνονται από το Τέξας και τη Λουϊζιάνα μέχρι τη

βορειοανατολική ακτή και από την Αλμπέρτα ως τον Ατλαντικό. Αγωγοί επίσης εκτείνονται από τη Σιβηρία μέχρι την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Οι έρευνες για πετρέλαιο έχουν αποκαλύψει την ύπαρξη μεγάλων κοιτασμάτων αερίου στην Αφρική, Μέση Ανατολή, Αλάσκα και αλλού. Η μεταφορά από τέτοιες περιοχές γίνεται με πλοία. Το αέριο υγροποιείται στους -160 βαθμούς Κελσίου και μεταφέρεται, όπως το πετρέλαιο, με δεξαμενόπλοια ειδικά κατασκευασμένα για τον σκοπό αυτό. Ένα κυβικό μέτρο υγρού φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε 600 m³ αερίου σε ατμοσφαιρική πίεση. Το ειδικό βάρος του υγρού αερίου είναι σχετικά χαμηλό (περίπου 0,55).(2)

Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από την Ρωσία και την Αλγερία (3).

2. Βιβλιογραφία: (4)

3. Βιβλιογραφία: (2)

1.3 ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (LNG)

Το Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο ή LNG (Liquefied Natural Gas) είναι το φυσικό αέριο (κυρίως μεθάνιο, CH₄) που έχει μετατραπεί σε υγρή μορφή για ευκολία αποθήκευσης ή μεταφοράς. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο καταλαμβάνει περίπου 1/600 τον όγκο του φυσικού αερίου σε αέρια κατάσταση. Είναι άοσμο, άχρωμο, μη- τοξικό και μη- διαβρωτικό. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι φυσικό αέριο που έχει μετατραπεί προσωρινά σε υγρή μορφή για τη διευκόλυνση της αποθήκευσης ή της μεταφοράς του. Είναι άοσμο, άχρωμο, μη τοξικό και μη διαβρωτικό. Το φυσικό αέριο υγροποιείται με πίεση κοντά στην ατμοσφαιρική πίεση και ψύχεται στους -162 ° C περίπου.

Κατά τη διαδικασία υγροποίησης απαιτείται προ-επεξεργασία για την αφαίρεση των προσμείξεων όπως νερό, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο και άλλες ενώσεις του θείου. Επειδή το LNG είναι ένα εξαιρετικά ψυχρό υγρό που σχηματίζεται με ψυκτικά μέσα, δεν αποθηκεύεται υπό πίεση. Είναι λανθασμένη η πεποίθηση ότι το LNG είναι ένα συμπιεσμένο αέριο.

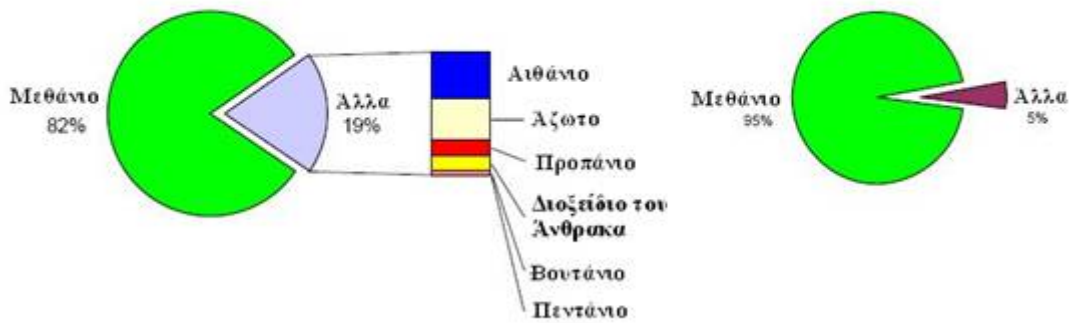
Η πυκνότητα του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι περίπου 467 γραμμάρια ανά λίτρο, μικρότερη σε σύγκριση με την πυκνότητα του νερού, (η οποία είναι περίπου 994 γραμμάρια ανά λίτρο). Έτσι, αν το LNG χυθεί στο νερό, επιπλέει και εξατμίζεται γιατί είναι ελαφρύτερο από το νερό. Οι ατμοί LNG από την εξάτμιση είναι εύφλεκτοι και μπορεί να δημιουργήσουν έκρηξη κάτω από ορισμένες συνθήκες. Οι ατμοί LNG γίνονται εύφλεκτοι όταν η συγκέντρωσή τους στον αέρα είναι μεταξύ 5% και 15% (κατ'όγκο αέρα). Όταν η συγκέντρωση ατμών LNG στο αέρα υπερβαίνει το 15% δεν μπορεί να πάρουν φωτιά γιατί υπάρχει λίγο οξυγόνο. Όταν η συγκέντρωση ατμών LNG στον αέρα είναι κάτω από το 5% (κατώτατο όριο) δεν μπορούν να καούν γιατί είναι πολύ λίγο το φυσικό αέριο.

Ο συχνότερα αναμενόμενος κίνδυνος ανάφλεξης είναι από φλόγες ή σπινθήρες. Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία ένα εύφλεκτο αέριο ατμός αναφλέγεται αυτόματα, χωρίς μια πηγή ανάφλεξης (π.χ. σπινθήρα), μετά από μερικά λεπτά έκθεσης στη θερμότητα. Για τους ατμούς μεθανίου που προέρχονται από την εξάτμιση LNG, με αναλογία μεθανίου –αέρα περίπου στο 10% (περίπου στο μέσο του 5-15% εύρους αναφλεξιμότητας) και σε ατμοσφαιρική πίεση, η θερμοκρασία αυτό-ανάφλεξης είναι πάνω από 540° C. (4)

Σύνθεση Τυπικού Φυσικού Αερίου και ΥΦΑ

Σύνθεση Τυπικού Φυσικού Αερίου

Σύνθεση Τυπικού ΥΦΑ



Εικόνα 1: Ποσοστιαία απεικόνιση της σύνθεσης φυσικού αερίου και υγροποιημένου φυσικού αερίου

Πηγή: Λέφας, Σελλούντος, 2004

4. Βιβλιογραφία (4)

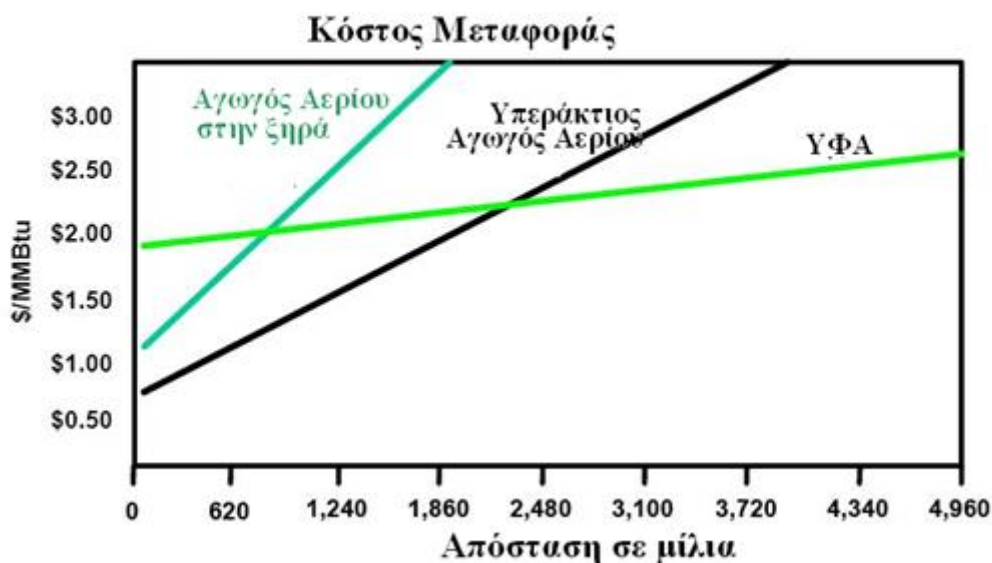
1.4 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Προκειμένου να εξετάσουμε αν το φυσικό αέριο θα αποκαταστήσει πλήρως το πετρέλαιο μελλοντικά ή αν έστω θα παίζει σημαντικό ρόλο στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα πρέπει να εστιάσουμε την προσοχή μας στα παγκόσμια αποθέματα και την παγκόσμια ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου.

Μεγάλα αποθέματα φυσικού αερίου υπάρχουν σε όλο τον κόσμο σε περιοχές για τις οποίες δεν υπάρχει σημαντική αγορά, ή όπου η προσφορά φυσικού αερίου, υπερβαίνει κατά πολύ την τοπική ή περιφερειακή ζήτηση, ή όπου ο αγωγός δεν είναι μια εναλλακτική λύση

Αποθέματα τέτοιων υδρογονανθράκων είναι διεσπαρμένα στη Βόρεια Αφρική, τη Δυτική Αφρική, Νότια Αμερική, την Καραϊβική, τη Μέση Ανατολή, την Ινδονησία, τη Μαλαισία, την Αυστραλία και τη βορειοδυτική Αλάσκα. Ορισμένες ποσότητες από το φυσικό αέριο που παράγεται υγροποιείται για τη θαλάσσια μεταφορά σε περιοχές όπου η χρήση φυσικού αερίου υπερβαίνει την τοπική προσφορά. Τέτοιες αγορές συμπεριλαμβάνουν την Ιαπωνία, την Ταϊβάν, την Κορέα, την Δυτική Ευρώπη και τις ΗΠΑ και το εμπόριο υγροποιημένου φυσικού αερίου προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία από τους αγωγούς, γιατί επιτρέπει την μεταφορά φυσικού αερίου όπου υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη και οι εμπορικοί όροι είναι πιο ανταγωνιστικοί. Το σχήμα που ακολουθεί δείχνει ότι όσο η απόσταση στην οποία το φυσικό αέριο πρέπει να μεταφερθεί αυξάνεται, τόσο η χρήση του LNG έχει οικονομικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χρήση αγωγών. Σε γενικές γραμμές, η υγροποίηση φυσικού αερίου και η θαλάσσια μεταφορά του γίνεται φθηνότερη από τη μεταφορά φυσικού αερίου σε υπεράκτιους αγωγούς για αποστάσεις άνω των 700 μιλίων ή για επίγειους αγωγούς στην ξηρά για αποστάσεις μεγαλύτερες από 2.200 μίλια.

Τεχνολογία Μεταφοράς Φυσικού Αερίου και Κόστος σε σχέση με την Απόσταση



Source: Institute of Gas Technology.

Διάγραμμα 2: Κόστος μεταφοράς φυσικού αερίου σε σχέση με την απόσταση ανά τεχνολογία

Πηγή: Gas Technology Institute

Τα αποθέματα του φυσικού αερίου παγκοσμίως, σύμφωνα με την BP ανέρχονται στα 185.700 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, ενώ η Παγκόσμια κατανάλωση Φυσικού αερίου για το 2015 ανήλθε σε 3.550 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Επίσης η προσδοκώμενη αύξηση του παγκοσμίου Α.Ε.Π. κατά 100% μέχρι το 2035, συνοδευόμενη από την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού κατά 1,8 δις περίπου στα 8,8 δις για την ίδια περίοδο, αναμένεται να δημιουργήσει ανάγκες για 34% περισσότερη ενέργεια παγκοσμίως το 2035, σε σχέση με το έτος 2014.

Σύμφωνα με την ίδια έρευνα, το μερίδιο στην παγκόσμια αγορά ενέργειας του φυσικού αερίου (Μέσω αγωγών και ΥΦΑ), θα αυξηθεί κατά 44% μεταξύ των ετών 2015-2035 αυξανόμενο από 24% σε 26% για την ίδια περίοδο, αντίθετα με την μείωση του ποσοστού του πετρελαίου και του άνθρακα στο μερίδιο της παγκόσμιας αγοράς ενέργειας και φυσικά ακολουθούμενο από την αναμενόμενη ραγδαία αύξηση για το μερίδιο των Α.Π.Ε. (5)

Σύμφωνα με την IEA (International Energy Agency) η παγκόσμια κατανάλωση φυσικού αερίου για το 2015 ήταν 118 δισεκατομμύρια κυβικά πόδια με τα παγκόσμια αποθέματα να ανέρχονται σε 6.793 δισεκατομμύρια κυβικά πόδια με το χρόνο εξάντλησης των αποθεμάτων φυσικού αερίου να διαμορφώνεται στα

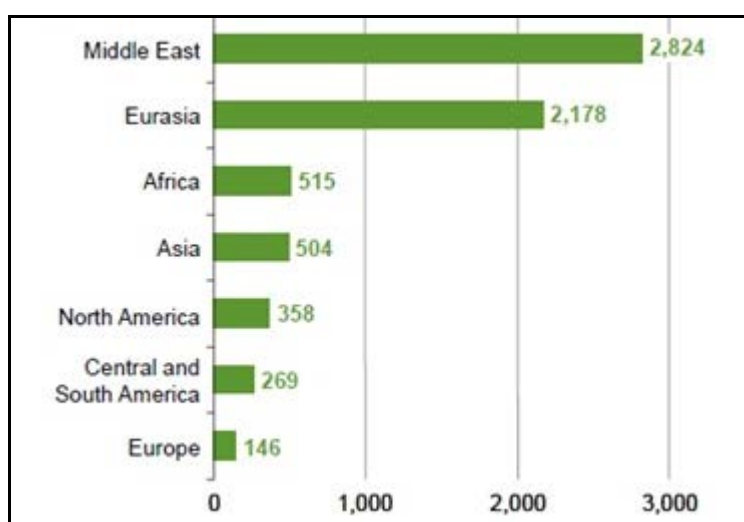
περίπου 57,5 χρόνια. Επίσης, μετά τη στασιμότητα της ζήτησης Φυσικού αερίου που παρατηρήθηκε το 2014, παρατηρείται αύξηση της ζήτησης περίπου 1,5% ετησίως, η οποία αναμένεται να διαμορφωθεί στα 3.900 Billion Cubical Meters (B.C.M). το 2021, με μέσο ρυθμό αύξησης τα 340 B.C.M. ανά έτος σε σχέση με το έτος αναφοράς (2015). Ωστόσο, οι προβλέψεις ενέχουν επισφάλειες σχετιζόμενες τόσο με την αβεβαιότητα των διεθνών τιμών του πετρελαίου καθώς και με τις προβλέψεις για την πορεία της Κινέζικης οικονομίας η οποία παραμένει η πιο ραγδαία αυξανόμενη καταναλωτής Φυσικού αερίου παγκοσμίως, για την οποία προβλέπεται αύξηση με ετήσιο ρυθμό στην περιοχή του 9% ετησίως. Επίσης η επιβράδυνση στο μισό σε σχέση με την περίοδο 2009-2015 που αναμένεται για τη μεγαλύτερη παραγωγό περιοχή της γης, την περιοχή ΡΩΣΙΑΣ/ΚΑΣΠΙΑΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ, οφείλεται στις εκτιμήσεις για αναμικτή αύξηση της ζήτησης στην Ευρώπη, καθώς και επιβράδυνση της καταναλωτικής επέκτασης της Κινεζικής οικονομίας, αμφότεροι βασικοί αγοραστές του Ρώσικου Φυσικού Αερίου.

Τρεις περιοχές θα παραμείνουν οι κύριοι συντελεστές για την σταδιακή προμήθεια φυσικού αερίου έως το 2018: Αμερική (μέλος ΟΟΣΑ), Ασία-Ωκεανία (μέλος ΟΟΣΑ) και η περιοχή της πρώην Σοβιετικής Ένωσης. Το ότι αυτές οι περιοχές είναι σε θέση να διανείμουν σημαντικές ποσότητες φυσικού αερίου στις παγκόσμιες αγορές είναι εντελώς μακριά από την τάση που παρατηρήθηκε κατά την τελευταία δεκαετία, όταν περιοχές εκτός ΟΟΣΑ αντιπροσώπευαν το 90% της πρόσθετης προσφοράς.

Όλες μαζί θα αντιπροσωπεύουν το 38% των πρόσθετων προμηθειών αερίου. Η παραγωγή στην Αμερική (μέλος ΟΟΣΑ) εξαρτάται από τις τιμές Henry Hub (HH) για τις γεωτρήσεις ξηρού φυσικού αερίου, καθώς και από τη σχέση μεταξύ των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για υγρό αέριο. Από την άλλη πλευρά, η περιοχή της Ασίας-Ωκεανίας υποστηρίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από την άνοδο της παραγωγής της Αυστραλίας που βασίζεται σε μακροχρόνιες συμβάσεις. Σε αντίθεση, η περιοχή της πρώην Σοβιετικής Ένωσης παραμένει σε μεγάλο βαθμό εξαρτώμενη από τις Ευρωπαϊκές, και σε μικρότερο βαθμό, τις Κινέζικες, ανάγκες εισαγωγής. Αυτά εξαρτώνται επομένως, όχι μόνο από την εξέλιξη της προσφοράς / ζήτησης και των δύο περιοχών, αλλά και από την ανταγωνιστικότητα των προμηθειών της πρώην Σοβιετικής Ένωσης σε σύγκριση με υδροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), την εναλλακτική οριακή πηγή τροφοδοσίας των δύο περιοχών. Αυτό δεν μεταβάλλει το δυναμικό της περιοχής να φέρει σημαντικές ποσότητες φυσικού αερίου προς τις

αγορές, κυρίως μέσω των παραδοσιακών παραγωγών, αλλά και μέσω της αύξησης των ανεξάρτητων Ρώσων παραγωγών. Ενώ η Κίνα γίνεται η τέταρτη μεγαλύτερη παραγωγός φυσικού αερίου, η παραγωγή σε άλλες χώρες μη μέλη του ΟΟΣΑ της Ασίας, της Μέσης Ανατολής, της Αφρικής και της Λατινικής Αμερικής δεν αυξάνει όσο αναμενόταν εξαιτίας διάφορων παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των χαμηλών ρυθμιζόμενων τιμών φυσικού αερίου, η πολιτική αστάθεια, και ρυθμιστική αβεβαιότητα. Στη Μέση Ανατολή, η πρόσθετη παραγωγή αδυνατεί να ανταποκριθεί στην οριακή κατανάλωση. (6)

Πρώτη γεωγραφική περιοχή με περίπου 2.824.000 κυβ.π. περίπου, δηλαδή το 42% των παγκοσμίων αποθεμάτων, είναι η Μέση Ανατολή, ακολουθούμενη από την περιοχή της Ευρασίας με το 32% των παγκοσμίων αποθεμάτων, ενώ ακολουθούν η Αφρική, η ευρύτερη περιοχή της Ασίας και η Βόρεια και κεντρική Αμερική ως οι πλουσιότερες σε κοιτάσματα φυσικού αερίου περιοχές παγκοσμίως.



Διάγραμμα 3: Διεθνής κατανομή αποθεμάτων φυσικού αερίου σε τρις κυβ. πόδια (2015).

Πηγή: IEA, Annual Report - 2015

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι σύμφωνα με την πλειονότητα των εκθέσεων, τα παγκόσμια αποθέματα φυσικού αερίου κυμαίνονται ανάμεσα σε 185-200 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα με μέσο χρόνο εξάντλησης τα 55 χρόνια περίπου αν η κατανάλωση παραμείνει στα σημερινά επίπεδα. Σε μια εξελισσόμενη και δυναμική βιομηχανία όπως είναι αυτή του φυσικού αερίου μπορεί τα επόμενα χρόνια να βελτιωθεί τόσο πολύ η τεχνολογία, όπως στην περίπτωση του σχιστολιθικού αερίου, ώστε να έχουμε πρόσβαση σε ακόμη ένα μέρος των αποθεμάτων.

Όσον αφορά την παγκόσμια ζήτηση σε Φυσικό Αέριο, τόσο στο “New Policies Scenario” της IEA όσο και στα υπόλοιπα δύο (450 scenario και Current policies scenario), η κατανάλωση φυσικού αερίου παγκοσμίως εμφανίζεται ενισχυμένη το 2035 σε σχέση με το 2015.

Στο σενάριο “New Policies”, η χρήση του φυσικού αερίου αυξάνεται κατά μέσο όρο κατά 1,6% ετησίως, φτάνοντας τα 5 τρις κυβικά μέτρα το 2035. Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της ζήτησης, και συγκεκριμένα το 82%, καταγράφεται σε χώρες εκτός ΟΟΣΑ. Οι συγκεκριμένες χώρες εμφανίζουν αύξηση κατά 1,3 τρις κυβικά μέτρα, κατέχοντας μερίδιο 62% στην κατανάλωση αερίου. Στο ίδιο σενάριο, το μερίδιο του φυσικού αερίου στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα φτάνει στο 24% το 2035, από 21% που ήταν το 2011. Στο σενάριο “Current Policies”, η ζήτηση αυξάνεται με μεγαλύτερο ρυθμό – 1,9% ετησίως – καθώς δεν εισάγονται νέες πολιτικές που θα συγκρατούσαν τη ζήτηση για αέριο ή ηλεκτρισμό, με αποτέλεσμα, υψηλότερη ζήτηση στο φυσικό αέριο για ηλεκτροπαραγωγή. (7)

Natural gas demand and production by region and scenario (bcm)

				New Policies		Current Policies		450 Scenario	
		1990	2011	2020	2035	2020	2035	2020	2035
OECD	Demand	1 036	1 597	1 707	1 885	1 741	1 999	1 654	1 493
	Production	881	1 195	1 358	1 483	1 377	1 585	1 334	1 237
Non-OECD	Demand	1 003	1 773	2 249	3 086	2 291	3 279	2 149	2 554
	Production	1 178	2 188	2 599	3 492	2 655	3 693	2 472	2 817
World*	Demand	2 039	3 370	3 957	4 976	4 032	5 278	3 806	4 054
Share of	Demand	49%	53%	57%	62%	57%	62%	56%	63%
non-OECD	Production	57%	65%	66%	70%	66%	70%	65%	69%

* For 1990 and 2011, the world numbers shown correspond to demand. For the projections, demand and production are always the same, as stock changes are assumed to be zero. The world numbers include gas use as an international marine fuel. Note: bcm = billion cubic metres.

Πίνακας 2: Παγκόσμια πρόβλεψη κατανάλωσης φυσικού αερίου μελλοντικά, σύμφωνα με τρία σενάρια

Πηγή: IEA-International Energy Agency - Exxon Mobil

Στις χώρες εντός ΟΟΣΑ, η κατανάλωση καταγράφει αύξηση, αν και οι ρυθμοί της αύξησης στις τρεις βασικές περιοχές του ΟΟΣΑ (ΗΠΑ, ΕΕ, Ιαπωνία) είναι χαμηλότεροι, κυρίως λόγω του κορεσμού των συγκεκριμένων χωρών αλλά και της υψηλής συμμετοχής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στον τομέα της

ηλεκτροπαραγωγής στην Ευρώπη. Ωστόσο, αυτές οι αγορές του ΟΟΣΑ παραμένουν συγκριτικά μεγάλες. Η ζήτηση στις ΗΠΑ για παράδειγμα, οι οποίες θα συνεχίσουν να αποτελούν το μεγαλύτερο καταναλωτή του καυσίμου, ξεπερνά κατά πολύ την αντίστοιχη της Κίνας το 2035. Στην περίπτωση της Ευρώπης στο σύνολό της, οι προοπτικές για τη ζήτηση αερίου παραμένουν υποτονικές. Ειδικά στην περίπτωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στις βασικές αιτίες για τις χαμηλές προβλέψεις, περιλαμβάνονται αφενός το αδύναμο οικονομικό περιβάλλον και αφετέρου οι υψηλές τιμές του φυσικού αερίου. Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης οι χαμηλές τιμές του άνθρακα και η μεγάλη ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Natural gas demand by region in the New Policies Scenario (bcm)

	1990	2011	2020	2025	2030	2035	2011-2035	
							Delta	CAAGR*
OECD	1 036	1 597	1 707	1 778	1 827	1 885	289	0.7%
Americas	628	869	957	988	1 016	1 044	175	0.8%
United States	533	696	749	769	781	789	93	0.5%
Europe	325	525	537	568	584	605	80	0.6%
Asia Oceania	82	202	214	222	227	236	34	0.6%
Japan	57	120	119	123	122	124	3	0.1%
Non-OECD	1 003	1 773	2 249	2 541	2 815	3 086	1 313	2.3%
E. Europe/Eurasia	738	703	732	756	785	817	114	0.6%
Caspian	100	117	127	134	139	144	27	0.9%
Russia	447	476	493	504	523	544	68	0.6%
Asia	84	410	669	816	949	1 088	678	4.2%
China	15	132	307	396	470	529	397	6.0%
India	13	61	87	114	140	172	111	4.4%
Middle East	87	399	504	577	645	700	301	2.4%
Africa	35	111	153	170	187	204	93	2.6%
Latin America	60	149	190	221	248	277	128	2.6%
Brazil	4	27	45	61	75	90	63	5.2%
World**	2 039	3 370	3 957	4 322	4 646	4 976	1 606	1.6%
European Union	371	492	494	523	537	554	62	0.5%

* Compound average annual growth rate. ** The world numbers include gas use as an international marine fuel.

Πίνακας 3: Παγκόσμια πρόβλεψη κατανάλωσης φυσικού αερίου μελλοντικά
Πηγή: IEA-International Energy Agency - Exxon Mobil

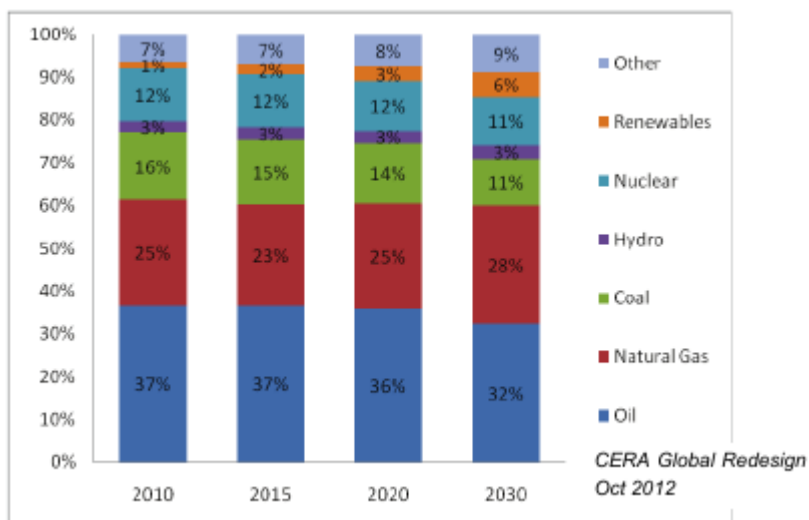
5. Βιβλιογραφία: (6)
6. Βιβλιογραφία: (16)
7. Βιβλιογραφία: (17)

1.5 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Με βάση τη μελέτη «Παγκόσμιος Επανασχεδιασμός» του Chartered Enterprise Risk Analyst (CERA) για το 2012, οι κύριες τάσεις του μακροπρόθεσμου ενεργειακού μείγματος της Ευρώπης παρουσιάζουν την παρακάτω μορφή:

- Η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ευρώπη παραμένει σταθερή κατά την περίοδο 2010-2030.
- Μετά τη Φουκουσίμα, το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας αναμένεται να μειωθεί.
- Σε αντίθεση, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα πρέπει να παρουσιάσουν την υψηλότερη ανάπτυξη.
- Η κατανάλωση άνθρακα αναμένεται να μειωθεί σημαντικά.
- Η κατανάλωση πετρελαίου θα πρέπει επίσης να μειωθεί σημαντικά μετά το 2020, αλλά παραμένει ο κύριος φορέας ενέργειας.
- Το φυσικό αέριο είναι το αποκλειστικό καύσιμο του οποίου η χρήση θα αυξηθεί (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξαιρούνται). Το μερίδιό της στην πρωτογενή ενεργειακό μείγμα θα πρέπει να αυξηθεί από 25% το 2015 σε 28% το 2030.

Είναι σημαντικό για το φυσικό αέριο για να δείξει ότι μπορεί να απαντήσει στο "τρίλημμα" της οικονομικής βιωσιμότητας, της βιωσιμότητας και της ασφάλειας του εφοδιασμού. Μια βιώσιμη ενεργειακή πολιτική πρέπει να είναι οικονομικά βιώσιμο, καθώς η τιμή της ενέργειας έχει επιπτώσεις στην ανταγωνιστικότητα της βιομηχανίας και στην αγοραστική δύναμη των νοικοκυριών. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως η υπεράκτια αιολική και η ηλιακή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δεν είναι ακόμη αρκετά ώριμες για να αναπτυχθούν χωρίς άμεσες ή έμμεσες επιδοτήσεις σε πολλά μέρη. Αντίθετα, το φυσικό αέριο είναι προσιτό και αποτελεί ένα καλό συμπλήρωμα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. (8)



Διάγραμμα 4: Κατανομή κύριας κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη

ΠΗΓΗ: CERA - 2012

Το πλεονέκτημα του κόστους του φυσικού αερίου είναι σαφές για πολλούς τομείς οικονομικής δραστηριότητας: κατοικίες, βιομηχανία, μεταφορές, και, φυσικά, στο πλαίσιο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Εκτός από τα εγγενή πλεονεκτήματά του, το φυσικό αέριο θα μπορούσε να αποφέρει οφέλη για την ανταγωνιστικότητα των οικονομιών. Σύμφωνα με την IHS (Information Handling Services), τα μακροοικονομικά οφέλη από τη μείωση των τιμών του φυσικού αερίου οδήγησε σε αύξηση κατά 1,1% στο ΑΕΠ των ΗΠΑ το 2015, ενώ από το 2008 παρείχε περισσότερες από 2,8 εκατομμύρια θέσεις εργασίας.

Ο δεύτερος στόχος για τη βιομηχανία είναι να πείσει ότι το φυσικό αέριο μπορεί πράγματι να είναι μια μακροπρόθεσμη βιώσιμη επιλογή σε ένα ισορροπημένο ενεργειακό μείγμα. Σε γενικές γραμμές, ο κλάδος θα πρέπει να διασφαλίσει ότι το φυσικό αέριο μπορεί να παραχθεί και να παραδοθεί στους πελάτες με έναν ασφαλή, με σεβασμό και φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Αυτό ισχύει ακόμη περισσότερο για τους μη συμβατικούς πόρους. Το φυσικό αέριο είναι μια οριστική λύση για την κάλυψη των ολοένα και πιο αυστηρών στόχων όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Το φυσικό αέριο έχει ήδη αποτελέσει τη βάση για ένα μεγάλο μέρος των επιτευγμάτων αποανθρακοποίησης στον τομέα επιτρέποντας σημαντικές μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αντικαθιστώντας με το φυσικό αέριο τον άνθρακα, και σε μικρότερο βαθμό το πετρέλαιο, θα μπορούσε να μειωθούν οι

εκπομπές CO₂ κατά 740 εκατομμύρια τόνους μέχρι το 2035, σύμφωνα με το σενάριο της IEA “Golden Age for Gas” (9).

8. Βιβλιογραφία: (8)

9. Βιβλιογραφία: (8,17)

1.6 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Οι δεξαμενές αποθήκευσης LNG είναι ένα σημαντικό μέρος και για τις εγκαταστάσεις βασικού φορτίου και για τις εγκαταστάσεις αναγκών αιχμής. Επιπλέον, αποτελούν σημαντικό μέρος της επένδυσης των τερματικών εγκαταστάσεων παραλαβής LNG. Λόγω του υψηλού κόστους αυτών των μονάδων και σπουδαιότητάς τους στη συνολική ασφάλεια των εγκαταστάσεων LNG, έχει δοθεί μεγάλη προσοχή στο σχεδιασμό των δεξαμενών LNG.

Ένα από τα πρώτα θέματα που τέθηκαν στο σχεδιασμό των δεξαμενών LNG ήταν στην επιλογή κατάλληλων υλικών. Η αστοχία της δεξαμενής στο Cleveland, Ohio το 1944 αποδόθηκε στη χρήση χάλυβα με 3,5% νικέλιο που έγινε εύθραυστος στη θερμοκρασία του LNG. Μετά από αυτό το συμβάν, μεγάλης κλίμακας προγράμματα έχουν αποδείξει την καταλληλότητα του χάλυβα με 9% νικέλιο, των ανοξείδωτων χαλύβων, και ορισμένων κραμάτων αργιλίου (σειρά 5000) για κατασκευή δεξαμενών LNG. Οι δεξαμενές από κράματα αργιλίου είναι συνήθως περιορισμένου μεγέθους, επειδή ο συντελεστής θερμικής διαστολής του αργιλίου είναι περίπου διπλάσιος αυτού του χάλυβα. Σε μεγάλες δεξαμενές, τέτοια θερμική μετακίνηση κατά τη διάρκεια της ψύξης θα μπορούσε να οδηγήσει σε αστοχία των δεξαμενών.

Τα σχέδια των δεξαμενών έχουν εξελιχθεί επίσης δεδομένου ότι έχουν εφαρμοστεί περισσότερο περίπλοκες αναλύσεις δεδομένων ασφαλείας στις εγκαταστάσεις LNG. Οι αρχικοί σχεδιασμοί προέβλεπαν μια εσωτερική κρυογονική δεξαμενή υγρού που εντός μιας εξωτερικής δεξαμενής που περιείχε το σύστημα μόνωσης για την εσωτερική. Σε μερικά σχέδια η εξωτερική δεξαμενή περιείχε αέριο άζωτο που, με τη σειρά της, ήταν συνδεδεμένη με μια δεξαμενή μεταβλητός-όγκου ή με μεμβράνες, η οποία αντιστάθμιζε τις αλλαγές στον όγκο του αζώτου λόγω των αλλαγών στη θερμοκρασία περιβάλλοντος αποφεύγοντας συμπίεση ή αποσυμπίεση της εξωτερικής δεξαμενής.

Σε άλλα σχέδια, η στέγη της εσωτερικής δεξαμενής δεν ήταν στεγανή, αλλά μερικώς υποστυλωμένη μόνωση και η εξωτερική δεξαμενή χρησίμευε ως μια αποθήκη φυσικού αερίου. Και στα δύο σχέδια, οι εξωτερικές δεξαμενές

κατασκευάζονταν από κοινό χάλυβα άνθρακα και περιβάλλονταν από ένα χαμηλό ανάχωμα για να συγκρατήσει τις όποιες διαρροές LNG.

Αναλυτικές μελέτες έδειξαν ότι ο πρωτεύων κίνδυνος ασφάλειας με μια διαρροή LNG είναι ο σχηματισμός ενός μεγάλου νέφους ατμών του προϊόντος που μπορεί να παρασυρθεί, αναφλεγεί και να προκαλέσει εκτεταμένη ζημία. Τα επόμενα σχέδια ενσωμάτωσαν υλικά εξωτερικής δεξαμενής λιγότερο επιρρεπή σε αστοχία κρυογονικές θερμοκρασίες και υψηλότερα αναχώματα που χτίστηκαν πιο κοντά δεξαμενές. Αυτά τα μέτρα οδηγούν σε μικρότερη ελεύθερη επιφάνεια οποιαδήποτε διαρροή LNG από μια αστοχία δεξαμενών και επομένως χαμηλότερο ρυθμό τροφοδοσίας του επακόλουθου νέφους ατμών.

Επιπρόσθετες μελέτες αναθεώρησαν τις συνέπειες μιας εξωτερικής προσβολής, όπως συντριβής αεροσκάφους, που οδηγεί σε αποτυχία της δεξαμενής και την επίδραση μιας καταστροφικής αστοχίας της εσωτερικής δεξαμενής στο περιεχόμενο της εξωτερικής δεξαμενής. Όλες αυτές οι μελέτες εστίασαν στην ανάγκη για την ασφαλέστερη συγκράτηση της εξωτερικής δεξαμενής. Τα προκύψαντα σχέδια δεξαμενών περιλαμβάνουν δεξαμενισμό διπλής ακεραιότητας δηλαδή, μια διαρροή υγρού από μια αστοχία της εσωτερικής δεξαμενής παραλαμβάνεται από μια δεύτερη ομόκεντρη δεξαμενή που είναι δομικά ανεξάρτητη από την πρώτη. (10)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ Υ.Φ.Α.

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο πρώτος μεταφορέας LNG με το όνομα Methane Pioneer (dwt 5034 τόνοι) ξεκίνησε από τις ακτές του ποταμού Calcasieu στον κόλπο της Λουιζιάνα στις 25 Ιανουαρίου 1959. Μεταφέροντας το πρώτο ωκεάνιο φορτίο LNG στον κόσμο, απέπλευσε προς το Ηνωμένο Βασίλειο, όπου το φορτίο παραδόθηκε. Μεταγενέστερη επέκταση του εν λόγω εμπορίου επέφερε μεγάλη επέκταση του στόλου σήμερα, όπου τα γιγαντιαία πλοία LNG που μεταφέρουν έως 266.000 m³ ταξιδεύουν σε όλο τον κόσμο. Στο τέλος του 2005, συνολικά 203 σκάφη είχαν κατασκευαστεί, εκ των οποίων τα 193 είναι ακόμη σε λειτουργία.

Η επιτυχία του ειδικά τροποποιημένου-M-AV1-τύπου C1 συμβατικού πλοίου Normarti, μετονομάστηκε σε The Methane Pioneer, ώθησε το Συμβούλιο Φυσικού Αερίου και την Conch International Methane Ltd να παραγγείλουν δύο ειδικά κατασκευασμένα πλοία μεταφοράς LNG: το Methane Princess και το Methane Progress. Τα πλοία που ήταν εξοπλισμένα με ανεξάρτητες δεξαμενές φορτίου από αλουμίνιο της Conch εισήχθησαν στο Αλγερινό εμπόριο υγροποιημένου φυσικού αερίου το 1964. Τα πλοία αυτά είχαν χωρητικότητα 27.000 κυβικά μέτρα.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1960 νέα ευκαιρία προέκυψε για την εξαγωγή υγροποιημένου φυσικού αερίου από την Αλάσκα στην Ιαπωνία, και το 1969 ξεκίνησε το εμπόριο. Δύο πλοία, το καθένα με χωρητικότητα 71.500 κυβικά μέτρα, κατασκευάστηκαν στη Σουηδία. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, η αμερικανική κυβέρνηση ενθάρρυνε τα ναυπηγεία στις ΗΠΑ για την κατασκευή πλοίων μεταφοράς LNG, και συνολικά κατασκευάστηκαν 16 πλοία LNG. Τα τέλη της δεκαετίας του 1970 και οι αρχές της δεκαετίας του 1980 έφεραν την προοπτική των πλοίων LNG της Αρκτικής μέσω μιας σειράς σχεδίων που μελετήθηκαν.

Με την αύξηση της χωρητικότητας φορτίου σε περίπου 143.000 κυβικά μέτρα, αναπτύχθηκαν νέα σχέδια δεξαμενών, από την Moss Rosenberg στην Technigaz Mark III και την Gaztransport No.96.

Τα τελευταία χρόνια, το μέγεθος και η χωρητικότητα των πλοίων μεταφοράς LNG έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό. Από το 2005, η Qatargas υπήρξε πρωτοπόρος

στην ανάπτυξη των δύο νέων κατηγοριών πλοίων μεταφοράς LNG, που αναφέρονται ως Q-Flex και Q-Max. Κάθε πλοίο έχει μεταφορική ικανότητα μεταξύ 210.000 και 266.000 κυβικά μέτρα και είναι εξοπλισμένο με μια μονάδα εκ νέου υγροποίησης.

Σύμφωνα με μια παρουσίαση από την Golar LNG Partners, τον Ιούνιο του 2012 υπήρχαν 72 νέες κατασκευές κατά παραγγελία. Σήμερα, η πλειοψηφία των νέων πλοίων υπό κατασκευή είναι μεγέθους 120,000-140,000 m³, αλλά υπάρχουν και παραγγελίες για πλοία με χωρητικότητα έως και 260.000 m³. Στην περίπτωση των πλοίων μεταφοράς LNG μικρής κλίμακας (πλοία μεταφοράς LNG κάτω από 40.000 κυβ.μ.), το βέλτιστο μέγεθος για τις νέες κατασκευές θα πρέπει να καθορίζεται από το έργο για το οποίο κατασκευάζονται. Το βέλτιστο μέγεθος θα πρέπει να υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τους όγκους, τους προορισμούς και τα χαρακτηριστικά του σκάφους. (11)

2.2 ΤΥΠΟΙ ΠΛΟΙΩΝ LNG

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο μεταφέρεται με πλοία διπλού κύτους που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να χειρίζονται την χαμηλή θερμοκρασία του υγροποιημένου φυσικού αερίου. Τα εν λόγω δεξαμενόπλοια είναι μονωμένα για να περιορίζουν την απώλεια υγροποιημένου αερίου λόγω εξάτμισής του. Αυτές οι απώλειες εξάτμισης χρησιμοποιούνται για τη συμπλήρωση των καυσίμων των πλοίων. Σύμφωνα με το World Gas Intelligence (2008), σε ένα τυπικό ταξίδι, εκτιμάται ότι περίπου το 0,1% - 0,25% του φορτίου ΥΦΑ εξατμίζεται κάθε μέρα, ανάλογα με την αποτελεσματικότητα της μόνωσης και την τραχύτητα του ταξιδιού. Σε ένα τυπικό ταξίδι, 20 ημερών μπορεί να εξατμιστεί από το 2% - 6% του συνολικού όγκου του ΥΦΑ.

Λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας των υγραεριοφόρων πλοίων απαιτείται υψηλή τεχνολογία κατασκευής τους, αυξημένα μέτρα ασφαλείας και τήρηση αυστηρών περιορισμών κατά τη μεταφορά ενώ η προσέγγιση τους επιτρέπεται μόνο σε ειδικούς προβλήτες που διαθέτουν τα ενδεδειγμένα μέσα ασφάλειας, πρόβλεψης και αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων.(12)

Η χωρητικότητα των υγραεριοφόρων πλοίων υπολογίζεται σε κυβικά μέτρα φυσικού αερίου υπό κανονική ατμοσφαιρική πίεση. Με δεδομένο ότι υπό τις συνθήκες αυτές ένα κυβικό μέτρο υγρού φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε 600 κυβικά μέτρα φυσικού αερίου, ένα υγραεριοφόρο πλοίο χωρητικότητας π.χ. 120.000 m³ μπορεί να μεταφέρει περίπου 70.000.000 m³ φυσικού αερίου.

Τα πλοία LNG, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής των δεξαμενών, διακρίνονται στα: i) LNG μεμβράνης, ii) LNG σφαιρικών δεξαμενών (τύπου Moss) και iii) Prismatic IHI. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιήθηκαν και δεξαμενές τύπου CS1, οι οποίες αποδείχθηκαν ελαττωματικές με πολλά μειονεκτήματα.

Ο τύπος και ο τρόπος κατασκευής των δεξαμενών προβλέπονται από σχετικούς κανονισμούς του IMO (International Maritime Organization).

Στα LNG μεμβράνης οι δεξαμενές είναι ενσωματωμένες στο κύτος του σκάφους ενώ στα πλοία τύπου Moss υπάρχουν συνήθως 4-5 μη ενσωματωμένες μονωμένες σφαιρικές δεξαμενές αλουμινίου οι οποίες προεξέχουν από το

κατάστρωμα, ενώ τα πρισματικά LNG (SPB) αποτελούνται από ανεξάρτητα containers από αλουμίνιο που βρίσκονται τοποθετημένα εντός του κύτους.(13)

Στο τέλος του 2014 τα LNG μεμβράνης αποτελούσαν το 67,5%(255 πλοία) του παγκόσμιου στόλου πλοίων LNG, τα πλοία σφαιρικών δεξαμενών (Moss Rosenberg) το 28,5% (108 πλοία) και τα λοιπά (Prismatic IHI, FSRUs-Floating Storage and Regasification Unit, κ.τ.λ.) το 4% (15 πλοία).

Γενικά, τα πλοία με σφαιρικές δεξαμενές είναι πιο δαπανηρά στην κατασκευή και απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος για τη ναυπήγησή τους. Σε σύγκριση με τα μεμβρανοειδή έχουν μεγαλύτερο κόστος σε ποσοστό 20 με 30%. Ο χρόνος κατασκευής τους συνδέεται με τις τεχνολογίες που απαιτούνται κάθε φορά από τους πλοιοκτήτες και με τις επικρατούσες συνθήκες της αγοράς. Η κατασκευή ενός πλοίου LNG κανονικού μεγέθους, με πρισματικές μεμβρανοειδής δεξαμενές διαρκεί 24 με 26 μήνες και με σφαιρικές δεξαμενές 26 με 28 μήνες.

Μια επιπλέον διάκριση των πλοίων LNG είναι βάση χωρητικότητας:

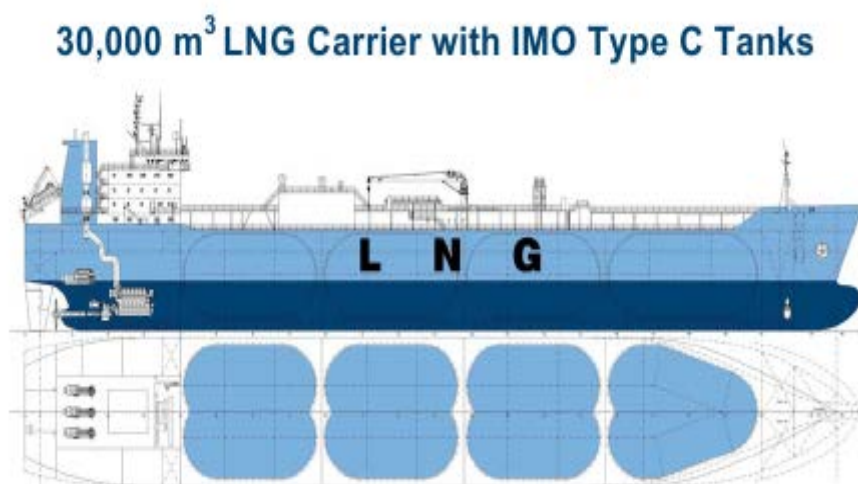
- Med-max (75,000 m³)
- Conventional (135,000 – 160,000 m³)
- Atlantic-max (175,000 m³)
- Q-flex (210,000 m³)
- Q-max (250,000 m³ και άνω)

12. Βιβλιογραφία: (14)

13. Βιβλιογραφία: (16)

2.3 ΜΙΚΡΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑΙΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ LNG ΠΛΟΙΑ

Ένα τυπικό παράδειγμα πλοίου LNG μεσαίας κλίμακας, με τα ανατομικά του χαρακτηριστικά, φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 2: LNG πλοίο με δεξαμενή τύπου C χωρητικότητας 30.000κ.μ. (TGE Marine Gas Engineering)

Το σκάφος έχει σχεδιαστεί ως ένας φορέας αερίου για το χειρισμό και τη μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) που αποθηκεύεται σε τέσσερις διλοβικού σχήματος τύπου IMO C δεξαμενές φορτίου.

Το σύστημα πρόωσης διπλού καυσίμου λειτουργεί άμεσα κατά μήκος της γραμμής άξονα μέσω ενός κιβώτιου ταχυτήτων μείωσης με μια σύνδεση γεννήτριας άξονα για να δώσει ενέργεια στις λειτουργίες εκκίνησης. Ο κινητήρας πρόωσης μπορεί είτε να καεί κλασικό μαζούτ ή το φιλικό προς το περιβάλλον LNG από τις δεξαμενές φορτίου.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου είναι:

Κύρια στοιχεία:

Μήκος ολ.α .: 184,60 m

Μήκος αν.π. .: 175.20 m

Πλάτος φορμαρισμένο: 27.60 m

Βάθος φορμαρισμένο: 18.50 m

Βύθισμα / Νεκρό βάρος:

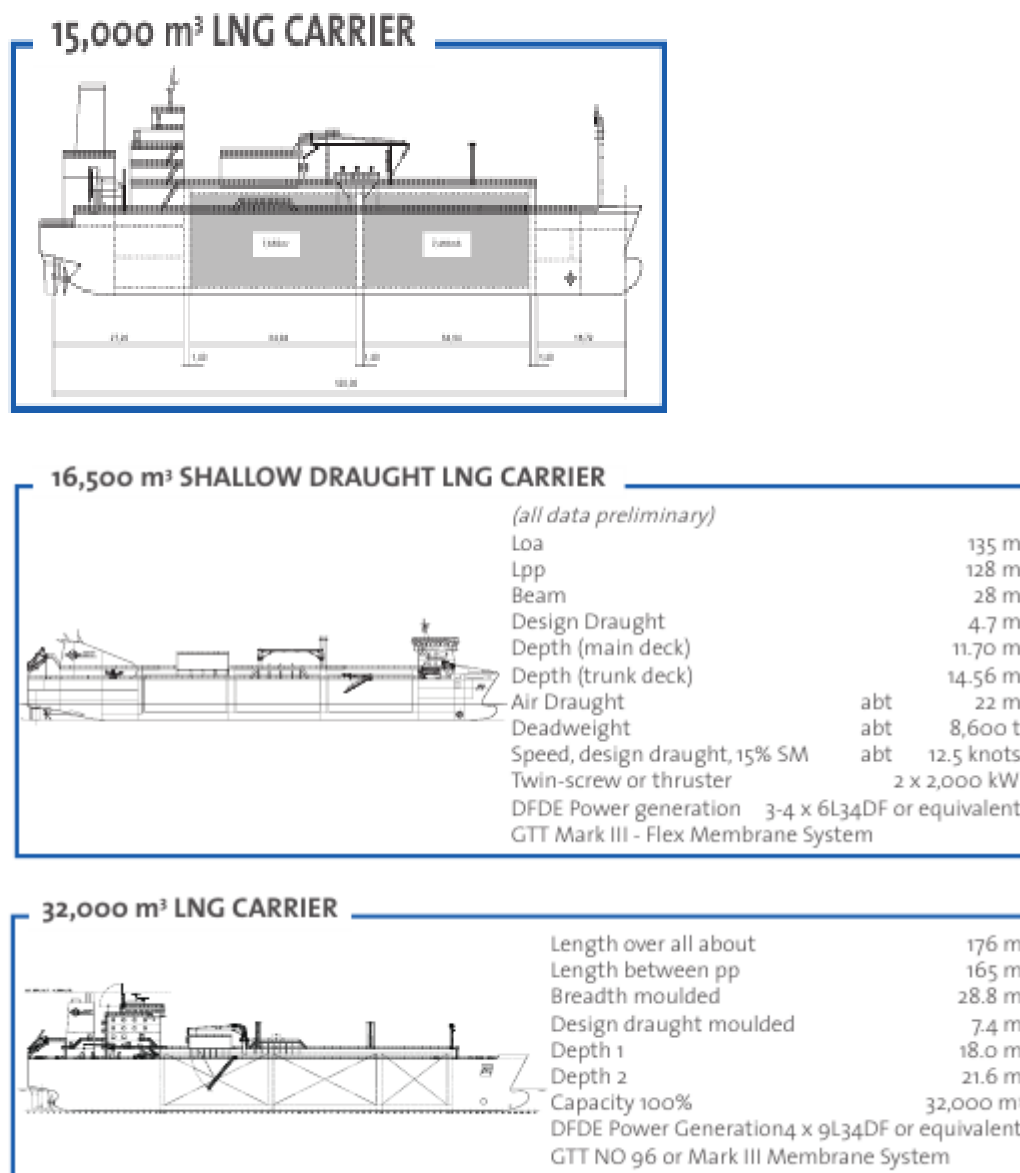
Προμελέτη: 8.80 m

Αντίστοιχο νεκρό βάρος: περίπου. 17.600 t

Ταχύτητα / Αντοχή:

Ταχύτητα υπηρεσιών σε προμελέτης περίπου 16.00knots

Αντοχή: περ. 12.000 NM



Εικόνα 3: LNG πλοία διαφόρων χωρητικοτήτων με τα χαρακτηριστικά τους (GTT)

Τα πλεονεκτήματα των πλοίων μικρής και μεσαίας κλίμακας έγκεινται στο ότι έχουν αποδειχτεί να είναι ασφαλή και αξιόπιστα μέσω τεχνολογίας αιχμής. Επιπλέον εμφανίζουν χαμηλό κόστος τελών λιμανιού και λειτουργικών δαπανών, ενώ παρέχουν ασφαλή πρόσβαση σε ζώνες περιορισμένης πρόσβασης, λιμάνια και κανάλια.

Ακόμη έχουν ελάχιστες απαιτήσεις σε νερά έρματος, εμφανίζουν χαμηλό ρυθμό εξατμίσεων ρυθμό, ενώ η κατανομή του όγκου φορτίου γίνεται με πλήρη ελαστικότητα. Το τελευταίο χαρακτηριστικό δίνει στα πλοία τη δυνατότητα πλήρους

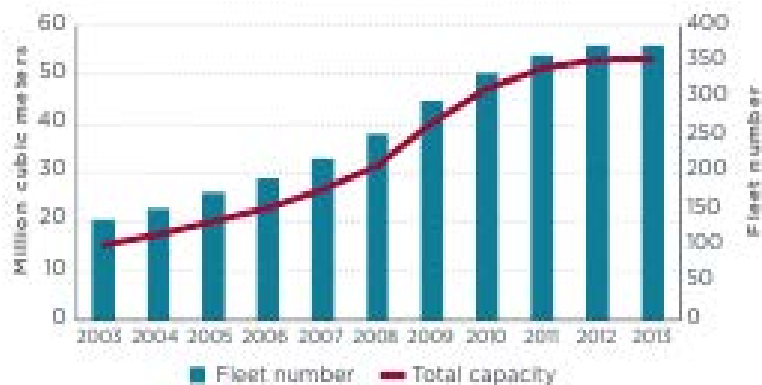
εμβέλειας φορτίο, οπότε οποιαδήποτε ποσότητα υγροποιημένου φυσικού αερίου μπορεί να παραδοθεί.

2.4 ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΞΗΣ LNG ΣΤΟΛΟΥ

Η μεγάλη ζήτηση για φυσικό αέριο έχει διευρύνει ο χάσμα τιμών μεταξύ προμηθευτών και καταναλωτών. Το μέσο κόστος για το φυσικό αέριο στην Ανατολική Ασία είναι περίπου \$16 ανά εκατομμύρια Βρετανικές θερμικές μονάδες (mBTU) σε σύγκριση με \$11 ανά mBTU στην Ευρώπη και \$4 ανά mBTU στη Βόρεια Αμερική. Οι διαφοροποιήσεις στην τιμή ανάμεσα στην Ασία και τη Βόρεια Αμερική, και σε μικρότερη έκταση ανάμεσα στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική και ανάμεσα στην Ασία και στην Αυστραλία έχουν αυξήσει τις προοπτικές για περισσότερο εμπόριο LNG.

Αυτές οι αυξήσεις της ζήτησης σε συνδυασμό με την ισχυρή διαφορά τιμής έχουν κεντρίσει την εκρηκτική ανάπτυξη του στόλου μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου.

Μεταξύ του 2003 και του 2015, η χωρητικότητα των μεταφορέων LNG αυξήθηκε κατά ένα ενιαίο ποσοστό της τάξης του 15% ανά έτος. Επιπλέον, αν και το ποσοστό ναύλωσης εμφάνισε κάμψη σε άλλους τομείς της ναυτιλίας, η ναύλωση ενός πλοίου μεταφοράς LNG έγινε πιο ακριβή, φθάνοντας στο ιστορικά υψηλό ποσό άνω των \$ 12.000 ανά ημέρα το 2012. Αν και η αύξηση του στόλου σταθεροποιήθηκε το 2013 εν μέσω της αβεβαιότητας των εξαγωγών υγροποιημένου φυσικού αερίου από τις ΗΠΑ και την καθυστέρηση των έργων Greenfield στην Αυστραλία, η βιομηχανία άρχισε πάλι να αυξάνεται καθώς 69 νέα πλοία εντάχθηκαν στο στόλο το 2014. (14)



Διάγραμμα 5: Αριθμός ενεργών πλοίων και συνολική χωρητικότητα
 Πηγή: Ένωση Ελλήνων εφοπλιστών

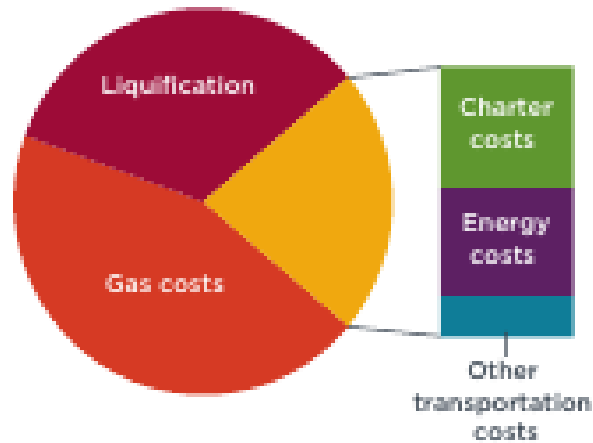
Οι μακροπρόθεσμες προοπτικές για τη βιομηχανία είναι πολλά υποσχόμενες, αφού υποστηρίζονται από οικονομικούς και πολιτικούς παράγοντες.

Κατά πρώτον, η ευρεία εξάπλωση των τιμών μεταξύ προμηθευτών φυσικού αερίου και οι καταναλωτών θα συνεχίσει να προωθεί την επέκταση του στόλου LNG. Ακόμη και σε μακροπρόθεσμο κόστος των \$7,80 ανά mBTU, όπως υπολόγισε στην τελευταία ετήσια έκθεση για την ενέργεια το Γραφείο Πληροφοριών Ενέργειας των ΗΠΑ, η τιμή στη Βόρεια Αμερική εξακολουθεί να είναι μικρότερη κατά το ήμισυ από την τιμή στην Ανατολική Ασία και κατά 60% της τιμής στην Ευρώπη. Η ευκαιρία της διαιτησίας θα οδηγήσει σε περισσότερο διηπειρωτικό εμπόριο φυσικού αερίου, δημιουργώντας ισχυρή ζήτηση για πλοία μεταφοράς LNG. Δεύτερον, η ζήτηση φυσικού αερίου δε δείχνει κανένα σημάδι υποχώρησης, καθώς οι μεγάλοι καταναλωτές στην Ανατολική Ασία συνεχίζουν να χρησιμοποιούν το φυσικό αέριο για να μειώσουν την εξάρτησή τους από τον άνθρακα και την πυρηνική ενέργεια. Παρά το γεγονός ότι χώρες όπως η Κίνα πιστεύεται ότι έχουν τεράστια αποθέματα φυσικού αερίου, σύμφωνα με ορισμένες εκτιμήσεις, η εκμετάλλευσή τους σε μεγάλη κλίμακα θα απαιτήσει δεκαετίες προσπάθειών. Οι εισαγωγές θα παραμείνουν ο πιο εφικτός τρόπος για να καλυφθεί η εγχώρια ζήτηση. Τέλος, η εξαγωγή συμφόρησης θα μειωθεί καθώς εντελώς νέα έργα στην Αυστραλία έχουν επιτέλους αρχίσει να παράγουν και το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ επιταχύνει την αναθεώρηση των LNG εξαγωγικών τερματικών. Ακόμη και πριν την εμφανή έκρηξη της αγοράς του φυσικού αερίου, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) είχε προβλέψει μια αύξηση 150% στον αριθμό των πλοίων μεταφοράς LNG μεταξύ 2007 και 2020 και μια αύξηση 60% μεταξύ 2020 και 2050, με τον αριθμό των μεταφορών

των μεγαλύτερων από 200.000 κυβικά μέτρα να αυξάνεται από μόλις τέσσερις το 2007 σε σχεδόν 300 το 2050.

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η παγκόσμια αγορά υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι η έλλειψη ανταλλαξιμότητας, ένα βασικό μέτρο των διεθνών εμπορευμάτων, όπως το πετρέλαιο. Το κόστος της μεταφοράς αργού πετρελαίου μέσω δεξαμενόπλοιων, για παράδειγμα, είναι λιγότερο από το 3% της τελικής χρήσης του κόστους βενζίνης. Σε σύγκριση, η μεταφορά LNG συνιστά το 25% του συνόλου κόστους των καυσίμων. Το ποσοστό ναύλωσης, το ποσοστό της ημερήσιας πρόσληψης LNG, αντιπροσωπεύει περίπου το 45% του κόστους μεταφοράς, που ακολουθείται στενά από το κόστος της ενέργειας (40%) (βλέπε Διάγραμμα 6). Ενώ ο ρυθμός ναύλωσης τείνει προς τον μακροπρόθεσμο μέσο όρο των \$ 80.000 την ημέρα, το κόστος των καυσίμων ντίζελ και φυσικού αερίου που χρησιμοποιούν οι μεταφορείς LNG είναι πιθανό να κλιμακωθεί στο μέλλον. Το παγκόσμιο όριο περιεκτικότητας σε θείο των καυσίμων ντίζελ των θαλάσσιων μεταφορών είναι πιθανό να πέσει στο 0,5% το 2020 από 3,5% σήμερα. Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ εκτιμά ότι η αλλαγή από το βαρέως μαζούτ υψηλής περιεκτικότητας σε θείο (HFO) σε ντίζελ πλοίων με χαμηλότερη περιεκτικότητα θείου (MDO) θα αυξήσει το κόστος των καυσίμων κατά 40%.

Στις περιοχές ελέγχου των εκπομπών, που καλύπτουν 200 ναυτικά μίλια (ν.μ.) από τις ακτές της Βόρειας Αμερικής, τη Βαλτική Θάλασσα, τη Βόρεια Θάλασσα και τη Μάγνη, τα πλοία θα πρέπει να χρησιμοποιούν το πετρέλαιο εσωτερικής καύσης πλοίων (MGO) με 0,1% θείο, με αποτέλεσμα ακόμη και υψηλότερο κόστος. Επιπροσθέτως, τόσο το Γραφείο Πληροφοριών Ενέργειας των ΗΠΑ όσο και το Γραφείο Παγκόσμιας Ενέργειας (IEA) έχουν τις προβλέψει υψηλότερες τιμές του φυσικού αερίου κατά την επόμενη δεκαετία, που σημαίνει αύξηση του κόστους του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται ως καύσιμο.(15)



Διάγραμμα 6: Ποσοστό κόστους ανά κατηγορία
 Πηγή : Timera Energy (2013)

Ο IMO έχει εγκρίνει τον Δείκτη Σχεδιασμού Αποτελεσματικότητας της Ενέργειας (EEDI) για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας δημιουργώντας στόχους ενεργειακής βελτίωσης νεότευκτων ποντοπόρων σκαφών, συμπεριλαμβανομένων και των μεταφορέων LNG. Ο EEDI προβλέπεται να εξοικονομήσει για την ναυτιλιακή βιομηχανία 50 δισεκατομμύρια δολάρια σε κόστος ενέργειας μέχρι το 2030. Ωστόσο, καθώς τα πλοία τείνουν να έχουν διάρκεια ζωής 30 χρόνια ή περισσότερο, ο EEDI δεν θα είναι σε θέση να συρρικνώσει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας κάθε τομέα της ναυτιλίας. Για τον σκοπό αυτό, ο IMO εξετάζει μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του στόλου κατά την χρήση. Αυτή η πρωτοβουλία, αν κατοχυρωθεί ως ρύθμιση, θα μπορούσε να ωθήσει τη βιομηχανία να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας από τον τεράστιο στόλο της κατά τη χρήση. Δεδομένης της σημασίας του ενεργειακού κόστους στην αλυσίδα εφοδιασμού LNG, η απόδοση του πλοίου κατά τη χρήση παρουσιάζει μια ιδιαίτερα ελπιδοφόρα ευκαιρία να ευθυγραμμιστούν τα περιβαλλοντικά οφέλη με την τελική γραμμή των επιχειρήσεων για τα πλοία μεταφοράς LNG.

14. Βιβλιογραφία: (38)

15. Βιβλιογραφία: (17)

2.5 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΣΤΟΛΟΣ LNG

Μέχρι το τέλος του 1979, μετά από μια απότομη αύξηση των νεότευκτων πλοίων κατά το δεύτερο ήμισυ της δεκαετίας του 1970, ο παγκόσμιος στόλος LNG ήταν 52 πλοία - 17 Moss, 16 Gaz Transport, 12 Technigaz, και 7 άλλων. Υπήρξε ένας περιορισμένος αριθμός εμπορικών δρόμων, με τα πλοία να εργάζονται σε μακροχρόνια ναύλωση για να παραδώσουν το υγροποιημένο φυσικό αέριο από τις χώρες εξαγωγής στις χώρες εισαγωγής. Αυτές οι εμπορικές οδοί ήταν από το Μπρουνέι, το Αμπού Ντάμπι και την Αλάσκα στην Ιαπωνία, από τη Λιβύη προς την Ιταλία και την Ισπανία, και από την Αλγερία στη Γαλλία, το Βέλγιο και τις ΗΠΑ. Μετά από μια στάσιμη περίοδο του 1980, χωρίς μεγάλη επέκταση και ορισμένα πλοία να παραμένουν ανενεργά στο λιμάνι, ο αριθμός των χωρών που εξάγουν έχει μεγαλώσει και περιλαμβάνει την Αγκόλα, την Αυστραλία, τη Δομινικανή Δημοκρατία, Αίγυπτος, Ισημερινή Γουινέα, την Ινδία, την Ινδονησία, Κουβέιτ, Μαλαισία, Νιγηρία, Νορβηγία, Ομάν, το Περού, το Κατάρ, η Ρωσία, Τρινιδάδ, και την Υεμένη. Στις νέες χώρες εισαγωγής περιλαμβάνονται η Αργεντινή, η Βραζιλία, ο Καναδάς, η Χιλή, η Κίνα, η Δομινικανή Δημοκρατία, η Ελλάδα, η Κορέα, το Μεξικό, το Πουέρτο Ρίκο, η Σιγκαπούρη, η Ταϊβάν, η Τουρκία, και το Ηνωμένο Βασίλειο και προσφάτως η Αίγυπτος.

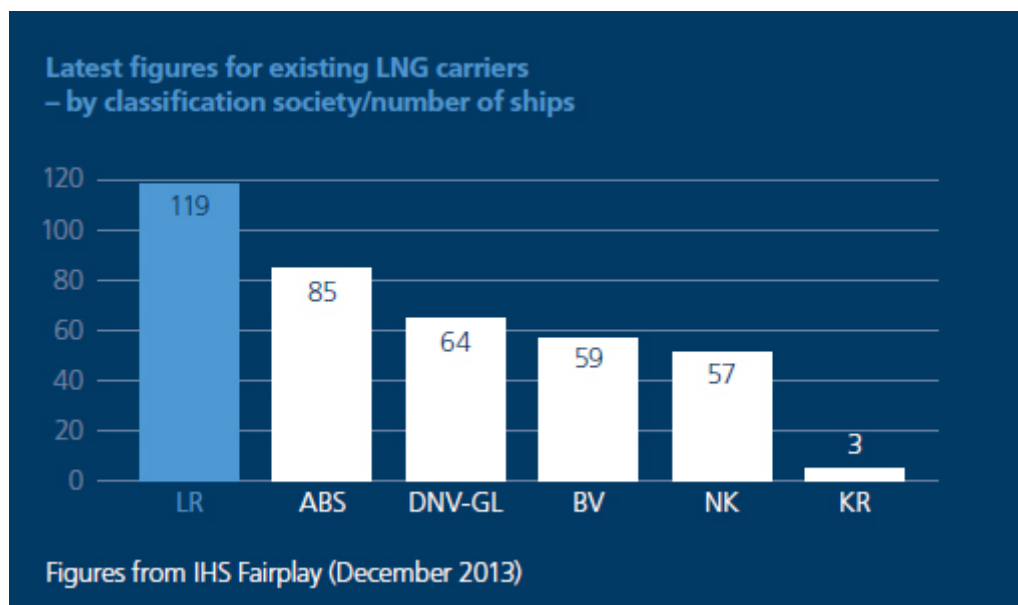
Μεταξύ των χωρών εξαγωγής, η μεγαλύτερη ανάπτυξη ήταν η απόφαση της Qatargas να επεκτείνει σημαντικά τις εξαγωγές υγροποιημένου φυσικού αερίου της, βλέποντας ευκαιρίες για πωλήσεις στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ. Προσέλαβαν την ExxonMobil από το 2001 για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της μεμβράνης του πλοίου για το εμπόριο. Μετά από συμβουλή της ExxonMobil, τα νέα πλοία Qatargas παραγγέλθηκαν πρώτα ως Q-Flex μέγεθος (210k έως 216k), έπειτα ως Q-Max μέγεθος (260k έως 266k), δίνοντάς τους τη δυνατότητα να εμπορεύονται μόνο σε ειδικά κατασκευασμένα και προσαρμοσμένα τερματικά. Συνολικά 31 Q-Flex και 14 Q-Max πλοία παραδόθηκαν μεταξύ 2007 και 2010.

Τα Q-Flex και Q-Max πλοία είναι αξιοσημείωτα, όχι μόνο για το μεγάλο μέγεθός τους, αλλά και για πολλές άλλες καινοτομίες. Αντί των εξατμίσεων που χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτήσουν τα πλοία μέσω των λεβήτων και των ατμοστρόβιλων πρόωσης, τα πλοία αυτά χρησιμοποιούσαν συμβατικούς κινητήρες

ντίζελ αργής ταχύτητας, και ήταν εφοδιασμένα με εξοπλισμό επανυγροποίησης για να αντισταθμίσουν τις εξατμίσεις.

Στο άλλο άκρο, από τη δεκαετία του 1990 υπήρξε μια σταδιακή αύξηση του αριθμού των μικρών LNG πλοίων της των 10k με 30k κατασκευασμένα για το παράκτιο εμπόριο. Πιο πρόσφατα, φυσικά, υπήρξε μια έκρηξη σε παραγγελίες από ανεξάρτητους ιδιοκτήτες για «κλασικά» πλοία με τον τύπο της μεμβράνης με μεταφορική ικανότητα περίπου 170.000 cbm. Την ίδια στιγμή, υπάρχει ένα μίνι-αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για πλοία τύπου Moss, όμως, στις αρχές του 2014 υπήρξε και ζήτηση για 16 Arctic μεταφορείς LNG για να εξυπηρετηθούν τα σχέδια της Yamal LNG.

Το Δεκέμβριο του 2014, ο LNG στόλος αποτελούνταν από 350 πλοία και στις αρχές του 2016 ανήλθε στα 426 (16). Ο υπάρχων παγκόσμιος στόλος των πλοίων μεταφοράς LNG, είναι μεταφορικής ικανότητας 62 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων. Έως το 2030 ο στόλος θα πρέπει να αυξηθεί στα 900 πλοία το , συνολικής χωρητικότητας 90 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων, προκειμένου να μπορεί να καλύψει τη ζήτηση για μεταφορά. Το παγκόσμιο εμπόριο LNG υπολογίζεται ότι θα αυξηθεί από 310 δισ. κ.μ. που ήταν το 2015 στα 570 δισ. κ.μ. το 2020 και τα 880 δισ. κ.μ. το 2030. Η αύξηση θα οφείλεται κυρίως στην άνοδο των εισαγωγών από Κίνα και Ινδία.(17)



Διάγραμμα 7: Τα ποσοστά των LNG πλοίων κατά τον Δεκέμβριο του 2013

16. Βιβλιογραφία: (20)

17. Βιβλιογραφία: (18)

2.6 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΛΟΙΩΝ, ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΟΛΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Δύο μέτρα αποτελεσματικότητας χαρακτηρίζονται σε διάφορες μελέτες. Τεχνική Αποτελεσματικότητα είναι η απόδοση ενός πλοίου όταν βρίσκεται στην κατάσταση του αρχικού του σχεδιασμού (κατ'ευθείαν από το ναυπηγείο). Η ΤΕ προέρχεται από τον τύπο του EEDI που βασίζεται σε δεδομένα από την Clarkson Intelligence και την μελέτη των Smith et al. (18)

Η Λειτουργική Αποδοτικότητα είναι μια εκτίμηση της αποδοτικότητας σε πραγματικές συνθήκες όπως χαρακτηρίζεται από τη σχέση μεταξύ της ζήτησης μεταφορών (π.χ. τόνοι εμπορεύματος που αποστέλλονται) με την πραγματική ικανότητα απόστασης (π.χ., τόνοι φορτίου επί τα ναυτικά μίλια που διανύθηκαν). Η Λειτουργική Αποδοτικότητα έχει ληφθεί από κανονικοποιημένα δεδομένα επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας από την μελέτη των Smith et al. (2013), το οποίο αυτή έχει εκτιμήσει χρησιμοποιώντας το μέσο ποσοστό χρήσης του IMO και των δεδομένων ταχύτητας του πλοίου σε πραγματικές συνθήκες του 2011. Τόσο η Τεχνική όσο και η Λειτουργική Αποδοτικότητα εκφράζονται σε όρους γραμμάρια CO₂ / τόνο-ν.μ.

Επιπλέον, έχει αναπτυχθεί ένα μοντέλο του κύκλου εργασιών του παγκόσμιου στόλου μεταφοράς LNG για την πρόβλεψη των τάσεων λειτουργικής αποδοτικότητας μεταξύ 2009 και 2050. Το μοντέλο βασίζεται στη πρόβλεψη του πληθυσμού μεταφοράς LNG από τον IMO μεταξύ των ετών 2007 και 2050 και χρησιμοποιείται για να προβάλει την είσοδο νέων πλοίων, τον πληθυσμό του στόλου στο σύνολο της ναυτιλίας, τη συνολική απόδοση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. (19)

18. Βιβλιογραφία: (26)

19. Βιβλιογραφία: (18)

2.7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ LNG

Περίπου 410 πλοία μεταφοράς υγροποιημένου αερίου λειτουργούν το 2016. (20) Κυρίως πρόκειται για μεγάλα πλοία που κινούνται με μηχανές των 25-40 μεγαβάτ και μεταφέρουν 120,000-180,000 CBM φορτίου LNG το καθένα. Αυτά τα δεξαμενόπλοια μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα τμήμα του φορτίου LNG για πρόωση, ή μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα θαλάσσια αποσταγμένα ή υπολειμματικά καύσιμα, ή να χρησιμοποιήσουν το καθένα από αυτά σε κάποιο συνδυασμό από μηδέν έως 100%. Στην πράξη, τα πλοία μεταφοράς LNG πρέπει να καταναλώνουν εξατμισμένο αέριο (Boil-Off Gas/BOG) για να κρατήσουν το φορτίο κρύο, συνήθως την ποσότητα της διαρροής θερμότητας σε BOG, η οποία καθορίζεται από την μόνωση της δεξαμενής. Τα πλοία μεταφοράς LNG είναι συνήθως σχεδιασμένα έτσι ώστε το ποσό του BOG να είναι ισοδύναμο με την ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται στην προμελετημένη ταχύτητα, στην οποία το σκάφος θα κάψει 100% .

Λειτουργικά άλλοι παράγοντες επηρεάζουν το πραγματικό BOG, όπως είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος και τη θερμοκρασία του LNG όταν φορτωθεί. Αμέσως μετά τη φόρτωση μπορεί να μην υπάρχει αρκετό φυσικό αέριο, καθώς το φορτίο είναι κρύο, κι έτσι το σκάφος θα ξεκινήσει αργά και θα επιταχύνει καθώς αυξάνεται το BOG. Το LNG μπορεί επίσης να εξατμιστεί σκόπιμα προκειμένου να παράσχει περισσότερο φυσικό αέριο, ή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και καύσιμα ντίζελ για τη συμπλήρωση των απαιτήσεων σε καύσιμα. (20)

Η σειρά πλοίων Qatar (Q-flex, Q-max) σχεδιάστηκε σε μια εποχή που η τιμή του βαρέως μαζούτ (HFO) ήταν ιστορικά χαμηλά. Αυτοί είναι οι μόνοι τύποι πλοίων LNG οι οποίοι δεν έχουν σχεδιαστεί για να καίνε LNG για πρόωση, και αντίθετα χρησιμοποιούν μαζούτ για να επαναυγροποιήσουν το LNG. Περίπου το 13% των πλοίων μεταφοράς LNG είναι σειράς Qatar.

Λόγω της ευελιξίας των πλοίων μεταφοράς LNG στη χρήση διαφορετικών τύπων καυσίμων, μελέτες που ποσοτικοποιούν τη κατανάλωση ενέργειας στη ναυτιλία δεν εξετάζουν το ενεργειακό μείγμα σε πλοία μεταφοράς LNG. Οι Buhaug et al. (21), για παράδειγμα, θεωρούν ότι όλα τα πλοία μεταφοράς LNG χρησιμοποιούν το μαζούτ, ενώ οι Smith et al. (22), υπολογίζουν τις εκπομπές CO₂ από τα πλοία μεταφοράς LNG με βάση το φυσικό αέριο ως το μόνο καύσιμο. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι τα

πλοία μεταφοράς LNG πρέπει να καταναλώσουν BOG για τα περισσότερα αλλά όχι όλα τα ταξίδια τους, υποτίθεται ένα ενεργειακό μείγμα αναλογίας 80/20 μεταξύ του φυσικού αερίου και του Ναυτιλιακού ντίζελ, αντίστοιχα.

20. Βιβλιογραφία: (18,28)

21. Βιβλιογραφία: (9)

22. Βιβλιογραφία: (26)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ LNG

3.1 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΟ LNG ΚΑΙ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥΣ

Οι πιθανοί κίνδυνοι που απασχολούν περισσότερο τους επιχειρηματίες των εγκαταστάσεων LNG και τις γύρω κοινότητες απορρέουν από τις βασικές ιδιότητες του φυσικού αερίου. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο και οι συνέπειές του για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια και να προληφθεί η ρύπανση του περιβάλλοντος υποδιαιρούνται σε τέσσερις κατηγορίες. Αυτές είναι η πρωτοβάθμια ανάσχεση, η δευτεροβάθμια ανάσχεση, τα συστήματα διασφάλισης και η απόσταση διαχωρισμού που παρέχουν πολλαπλά στρώματα προστασίας. Τα μέτρα αυτά παρέχουν προστασία έναντι τους περισσότερους κινδύνους που συνδέονται με το LNG.

Η πρωτοβάθμια ανάσχεση είναι η πρώτη και πιο σημαντική προϋπόθεση για να περιέχει προϊόν LNG. Αυτή η πρώτη στρώση προστασίας περιλαμβάνει την χρήση των κατάλληλων υλικών για τις εγκαταστάσεις υγροποιημένου φυσικού αερίου καθώς και τη σωστή μηχανική σχεδίαση των δοχείων υγροποιημένου φυσικού αερίου σε χερσαίες και υπεράκτιες εγκαταστάσεις, καθώς και για τα πλοία LNG. Τα δοχεία LNG είναι ειδικά σχεδιασμένα, κατασκευασμένα, εγκατεστημένα και δοκιμασμένα για να ελαχιστοποιούν το ενδεχόμενο αποτυχίας. Τα δοχεία είναι σχεδιασμένα για: να περιέχουν με ασφάλεια το υγρό σε κρυογονικές θερμοκρασίες, να επιτρέπουν την ασφαλής πλήρωση και αφαίρεση του υγροποιημένου φυσικού αερίου, να επιτρέπουν το εξατμισμένο αέριο να αφαιρεθεί με ασφάλεια, να αποτρέπουν τη διείσδυση του αέρα, να μειώνουν το ποσοστό της εισόδου θερμότητας σύμφωνα με τις λειτουργικές απαιτήσεις, καθώς και την πρόληψη ανόδου του παγετού, να αντέξουν τη ζημιά που οδηγεί σε απώλεια της ανάσχεσης που προκύπτουν από αξιόπιστους παράγοντες, να λειτουργούν με ασφάλεια μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης εκ κατασκευής πίεσης, να αντέχουν τον αριθμό πλήρωσης και εκκένωσης των κύκλων και τον αριθμό των δραστηριοτήτων ψύξης και θέρμανσης που έχουν προγραμματιστεί κατά τον σχεδιασμό (23).

Η δευτεροβάθμια ανάσχεση εξασφαλίζει ότι εάν συμβαίνουν διαρροές ή κηλίδες στην εγκατάσταση LNG, το LNG μπορεί να συλλεχθεί και να απομονωθεί πλήρως. Σε πολλές εγκαταστάσεις, μια δεύτερη δεξαμενή χρησιμοποιείται για να περιβάλλει το δοχείο LNG και χρησιμεύει ως δευτερεύουσα ανάσχεση. Το

δευτερεύον σύστημα συγκράτησης είναι σχεδιασμένα ώστε να υπερβαίνουν τον όγκο του δοχείου για εγκαταστάσεις LNG ξηράς, ενώ αναχώματα περιβάλλουν το δοχείο για να συγκρατήσουν το προϊόν LNG σε περίπτωση διαρροής. Η δευτερεύουσα ανάσχεση πρέπει να αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας τυχαίας υπερχειλίσης και διαρροών που θέτουν σε κίνδυνο τις δομές, τον εξοπλισμό, τις γειτονικές κατασκευές ή τα γειτονικά υδροφόρα κανάλια. Η οδηγία 59A της NFPA (National Fire Protection Association) απαιτεί τα LNG δοχεία πρέπει να παρέχονται με ένα φυσικό εμπόδιο, ανάχωμα, ή συνδυασμό για να περιέχει μια διαρροή ή κηλίδα υγροποιημένου φυσικού αερίου. Επιπλέον, το σύστημα αποστράγγισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση του υγροποιημένου φυσικού αερίου σε μια περιοχή εκμετάλλευσης, όπου το LNG μπορεί να εξατμιστεί με ασφάλεια. Η NFPA 59A παρέχει καθοδήγηση σχετικά με τη θέση και τοποθέτηση των δοχείων υγροποιημένου φυσικού αερίου σε σχέση με παρακείμενες γραμμές ακινήτων, εξοπλισμό, και άλλες εγκαταστάσεις στους τερματικούς σταθμούς. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του κινδύνου μπορεί χρησιμοποιηθούν για να δικαιολογήσουν την απόσταση και τις θέσεις που καθορίζονται. Σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις, οι τάφροι χρησιμοποιούνται για τη διοχέτευση της ροής LNG σε μια ασφαλή θέση όπου το LNG μπορεί να εξατμιστεί υπό ελεγχόμενες συνθήκες.

Ο στόχος της διασφάλισης είναι να ελαχιστοποιηθεί η συχνότητα και το μέγεθος των απελευθερώσεων των LNG τόσο στην ξηρά όσο στη θάλασσα και η πρόληψη των ζημιών από πιθανούς σχετικούς κινδύνους όπως η φωτιά. Για αυτό το επίπεδο προστασίας ασφάλειας, οι επιχειρήσεις LNG χρησιμοποιούν τεχνολογίες, όπως συναγεμμούς υψηλού επιπέδου και πολλαπλά εφεδρικά συστήματα ασφαλείας, τα οποία περιλαμβάνουν συστήματα τερματισμού λειτουργίας έκτακτης ανάγκης (ESD). Η ανίχνευση φωτιάς και αερίου και τα συστήματα πυρόσβεσης συνδυάζονται για να περιοριστούν οι επιπτώσεις σε περίπτωση διαρροής.

Ο φορέας εκμετάλλευσης της εγκατάστασης LNG ή του πλοίου αναλαμβάνει τότε δράση προκειμένου να εγκαταστήσει τις απαραίτητες διαδικασίες λειτουργίας, την κατάρτιση, τα συστήματα αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, καθώς και την τακτική συντήρηση για την προστασία των ανθρώπων, της ιδιοκτησίας, και του περιβάλλοντος από οποιαδήποτε διαρροή.

Υπάρχουν πολλές εγγυήσεις διασφάλισης που απαιτούνται από τους κανονισμούς. Αυτά μπορούν να συνοψιστούν σε όρους ανίχνευση, διακοπής λειτουργίας έκτακτης ανάγκης και πυροπροστασίας. Η ικανότητα να ανιχνευθεί διαρροή LNG ή φυσικού

αερίου είναι σημαντική προκειμένου να ξεκινήσουν δράσεις αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Οι ανιχνευτές αερίου υδρογονάνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ανιχνευθεί μια διαρροή φυσικού αερίου, αν τοποθετηθούν σωστά. Οι ανιχνευτές αερίων υδρογονανθράκων πρέπει να βρίσκονται υψηλότερα από τα ύποπτα σημεία διαρροής και να τοποθετούνται σε μέρη όπου το φυσικό αέριο μπορεί να αναμένεται ότι υπάρχει. Οι ανιχνευτές υδρογονανθράκων γενικά τοποθετούνται πάνω από ψεκαστήρες, σε σταθμούς μέτρησης, και σε δεξαμενές φορτίου, όπου αποθηκεύεται και επεξεργάζεται το φυσικό αέριο. Οι ανιχνευτές υδρογονανθράκων δεν θα ανιχνεύσουν μια κηλίδα υγροποιημένου φυσικού αερίου, επειδή οι ατμοί είναι ανεπαρκείς. Η ανίχνευσης θερμοκρασίας χρησιμοποιείται για να ανιχνεύει μια κηλίδα LNG. Το σημείο αναφοράς για τον συναγερμό έχει ρυθμιστεί αρκετά χαμηλά ώστε οι συνθήκες περιβάλλοντος ψύξης να μην προκαλούν βλάβη στο ταξίδι. Η ανίχνευση θερμοκρασίας βρίσκεται όπου μπορεί να εμφανιστεί κηλίδα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η ανίχνευση θερμοκρασίας χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει ένα σύστημα αφρού υψηλής διαστολής (π.χ. FOAM) που βοηθά στον έλεγχο εξάτμισης.

Συστήματα ESD απαιτούνται για να σταματήσουν οι λειτουργίες στην περίπτωση ορισμένων ειδικών συνθηκών βλάβης ή βλαβών του εξοπλισμού. Θα πρέπει να είναι σχεδιασμένα για να αποτρέψουν ή να περιορίσουν σημαντικά την ποσότητα του υγροποιημένου φυσικού αερίου και φυσικού αερίου που θα μπορούσαν να απελευθερωθούν. Τα συστήματα ESD θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε μια διαρροή ή κηλίδα να μην προσθέτει σε ή να διατηρεί μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

Επιπλέον, τα συστήματα ESD πρέπει να αποτύχουν σε κατάσταση ασφάλειας. Η NFPA 59A βασίζεται στην ψευδο-απόδοση όταν πρόκειται για πυροπροστασία. Λόγω του ευρέος φάσματος στο μέγεθος, στο σχεδιασμό, και στην τοποθεσία των εγκαταστάσεων LNG, η NFPA 59A δεν προσδιορίζει συγκεκριμένες λεπτομέρειες για προστασία από φωτιά. Η έκταση της πυροπροστασίας θα πρέπει να καθορίζεται από μια αξιολόγηση που θα βασίζεται σε στέρεες αρχές μηχανικής προστασίας από φωτιά, σε ανάλυση των τοπικών συνθηκών, στους κινδύνους εντός της εγκατάστασης, καθώς και στην έκθεση προς ή από άλλα περιουσιακά στοιχεία. Η αξιολόγηση θα πρέπει, τουλάχιστον, να εξετάσει:

- Το είδος, την ποσότητα, και τη θέση του αναγκαίου εξοπλισμού για την ανίχνευση και τον έλεγχο των πυρκαγιών, τις διαρροές του υγροποιημένου φυσικού αερίου, τα εύφλεκτα ψυκτικά υγρά, ή τα εύφλεκτα αέρια.

- Το είδος, την ποσότητα, και τη θέση του αναγκαίου εξοπλισμού για την ανίχνευση και τον έλεγχο πιθανής μη-διαδικαστικής και ηλεκτρικής πυρκαγιάς.

- Τις απαραίτητες μεθόδους για την προστασία του εξοπλισμού και των δομών από τις συνέπειες της έκθεσης σε φωτιά.

- Τα υδάτινα συστήματα πυροπροστασίας.

- Τον εξοπλισμό κατάσβεσης πυρκαγιάς και λοιπών ελέγχων πυρκαγιάς.

Όλοι οι τερματικοί σταθμοί υγροποιημένου φυσικού αερίου απαιτείται να σχεδιάζονται με ένα σύστημα νερού για πυροπροστασία. Η ποσότητα του νερού θα καθορίζεται από τον αριθμό των συστημάτων πυροπροστασίας και της ζήτησης για τα εν λόγω συστήματα. Η διάρκεια της παροχής νερού συνήθως δεν αποτελεί πρόβλημα, διότι οι τερματικοί σταθμοί LNG γενικά βρίσκονται δίπλα στο νερό. Τα συστήματα πυροπροστασίας για τις εγκαταστάσεις υγροποιημένου φυσικού αερίου αποτελούνται από ψεκαστήρες νερού, αφρό υψηλής διαστολής, ξηρή χημική ουσία, ή ένα συνδυασμό αυτών. Ο ψεκασμός νερού χρησιμοποιείται για να ελέγξει την έκθεση στην ακτινοβολία θερμότητας του εξοπλισμού και των δομών. Οι πυρκαγιές στην πισίνα υγροποιημένου φυσικού αερίου ούτε ελέγχονται ούτε σβήνονται από το νερό. Στην πραγματικότητα, η εφαρμογή του νερού στην επιφάνεια θα αυξήσει τον ρυθμό εξάτμισης LNG, και έτσι υπάρχει η δυνατότητα να αυξηθεί η ταχύτητα καύσης με αρνητικές συνέπειες σχετικά με τον έλεγχο της πυρκαγιάς. Η χρήση των συστημάτων ψεκασμού νερού θα πρέπει να ελεγχθεί προσεκτικά κατά τον σχεδιασμό.

Ο αφρός υψηλής διαστολής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του ρυθμού εξάτμισης στην επιφάνεια μιας κηλίδας υγροποιημένου φυσικού αερίου. ο αφρός λειτουργεί με τη θέρμανση των ατμών LNG μειώνοντας τη φωτιά θερμικής ακτινοβολίας στην πισίνα LNG, μειώνοντας έτσι την ταχύτητα καύσης LNG. Ο αφρός υψηλής διαστολής προβλέπεται γενικά για έγκλειστες περιοχές ή όπου μπορεί να σχηματιστεί μια πισίνα LNG.

Τα συστήματα πυρόσβεσης με ξηρά χημικά χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση μιας πυρκαγιάς LNG. Το ξηρό χημικό προϊόν πρέπει να εφαρμόζεται έτσι ώστε η επιφάνεια να μην αναδεύεται, αφού αυτό θα επιτρέψει επιπλέον εξάτμιση. Τα συστήματα με ξηρά χημικά εγκαθίσταται στην περιοχή εκφόρτωσης, στις αντλίες

LNG, στους συμπιεστές εξατμίσεων και στους ψεκαστήρες LNG. Τα σχέδια διαχωρισμού εγκατάστασης LNG απαιτούνται για να διατηρήσουν τις αποστάσεις διαχωρισμού για να διαχωρίσουν τις χερσαίες εγκαταστάσεις από τις παρακείμενες κοινότητες και άλλους δημόσιους χώρους. Οι εθνικοί κανονισμοί πάντοτε απαιτούσαν οι εγκαταστάσεις LNG να βρίσκονται σε ασφαλή απόσταση από παρακείμενες βιομηχανίες, κοινότητες, και άλλους δημόσιους χώρους. Επίσης, οι ζώνες ασφαλείας που έχουν θεσπισθεί για τα LNG πλοία, τόσο καθώς πλέουν στα νερά μιας χώρας, όσο και ενώ είναι αγκυροβολημένα. Οι ασφαλείς αποστάσεις ή ζώνες αποκλεισμού βασίζονται στα δεδομένα διασποράς των ατμών LNG, στα περιγράμματα θερμικής ακτινοβολίας, και σε άλλα ζητήματα, όπως αυτά ορίζονται στους κανονισμούς. Οι περισσότερες αναλύσεις κινδύνου για τους τερματικούς σταθμούς LNG και τη ναυτιλία εξαρτώνται από μοντέλα υπολογιστών για να προσεγγίσουν τις επιπτώσεις από υποθετικά ατυχήματα. Ανεξάρτητα από την αιτία, ο σχηματισμός ενός μίγματος μεθανίου / αέρα και η κίνησή του εξαρτάται από την ποσότητα της διαρροής, είτε στην ξηρά ή το νερό, από την ατμοσφαιρική σταθερότητα, την κατεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου, και τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και του νερού (23).

3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΧΑΜΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

Η Διαρροή του LNG μπορεί να οδηγήσει σε διάφορους κίνδυνους όπως η φωτιά η οποία ξεκινάει από τον ατμό που παράγεται κατά τη διάρκεια της παραγωγής της κηλίδας, οι εύθραυστες δομές του πλοίου, οι οποίες είναι σε επαφή με το διαρρέον LNG, ή η τυχαία επαφή του ατμού LNG με το προσωπικό του πλοίου. Ωστόσο, όταν ανιχνεύεται μια διαρροή σε ένα πλοίο LNG τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν είναι αφορούν την διακοπή της ροής, την αποφυγή της επαφής με το υγρό και τον ατμό, το σβήσιμο κάθε δυνατής πηγής ανάφλεξης, το πλημμύρισμα της περιοχής όπου έγινε η έκχυση με μεγάλη ποσότητα νερού προκειμένου να διαλυθεί το διαρρέον LNG και την πρόληψη του κινδύνου ψαθυρής θραύσης.

Καθώς τα φορτία υγροποιημένου φυσικού αερίου συχνά αποστέλλονται σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι σημαντικό ο εξοπλισμός των αισθητήριων θερμοκρασίας να διατηρείται σε καλή κατάσταση και να βαθμονομηθεί με ακρίβεια. Οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τις χαμηλές θερμοκρασίες περιλαμβάνουν (Bainbridge, 2003) την ψαθυρή θραύση καθώς τα περισσότερα μέταλλα και κράματα γίνονται ισχυρότερα αλλά λιγότερο όλκιμα σε χαμηλές θερμοκρασίες (δηλαδή οι δυνάμεις αντοχής και απόδοσης αυξάνονται, αλλά το υλικό γίνεται εύθραυστο και η αντοχή στην κρούση μειώνεται) επειδή η μείωση της θερμοκρασίας αλλάζει την κρυσταλλική δομή του υλικού. Οι χάλυβες με τους οποίους κατασκευάζονται κανονικά τα πλοία χάνουν γρήγορα την ολκιμότητα και την αντοχή τους σε κρούση κάτω από 0 ° C. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να προλαμβάνεται η επαφή του κρύου φορτίου με τους χάλυβες, καθώς το αποτέλεσμα της ταχείας ψύξης θα είναι να γίνουν τα μέταλλα εύθραυστα, ενώ θα μπορούσε να προκληθεί ένταση που οφείλεται στην συστολή. Σε αυτή την κατάσταση το μέταλλο ενδέχεται να ραγίσει. Το φαινόμενο εμφανίζεται ξαφνικά και ονομάζεται «ψαθυρή θραύση». Ωστόσο, η ολκιμότητα και αντοχή στην κρούση υλικών όπως το αλουμίνιο, ωστενιτικά και ειδικά κράματα χάλυβα και νικελίου βελτιώνονται σε χαμηλές θερμοκρασίες και αυτά τα μέταλλα χρησιμοποιούνται όπου εμπλέκεται η άμεση επαφή με τα φορτία σε θερμοκρασίες κάτω από -55 ° C.

Ακόμη θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την αποφυγή διαρροής του φορτίου χαμηλής θερμοκρασίας λόγω του κινδύνου για το προσωπικό καθώς και του κινδύνου ψαθυρής θραύσης. Αν συμβεί διαρροή, η πηγή θα πρέπει πρώτα να απομονωθεί και στη συνέχεια να διασπαρθεί το χυμένο υγρό, ενώ η παρουσία του ατμού μπορεί να απαιτήσει τη χρήση αναπνευστικής συσκευής. Εάν υπάρχει κίνδυνος ευθραυστότητας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας σωλήνα νερού τόσο για την εξάτμιση του υγρού όσο και για να κρατήσει το χάλυβα ζεστό. Αν η διαρροή περιέχεται σε ένα δίσκο στάγδην το περιεχόμενο θα πρέπει να καλύπτεται ή να προστατεύεται προκειμένου να αποτρέψει την ακούσια επαφή και για να αφηθεί να εξατμιστεί. Τα υγροποιημένα αέρια γρήγορα επιτυγχάνουν ισορροπία και παύει ο ορατός βρασμός, αυτό το ήρεμο υγρό θα μπορούσε κάποιος να το περάσει κατά λάθος για νερό και αυτή η απροσεξία είναι επικίνδυνη. Κατάλληλοι δίσκοι στάγδην είναι διατεταγμένοι κάτω από εύκαμπτες συνδέσεις για τον έλεγχο τυχόν διαρροών κατά τη μεταφορά του φορτίου ή για αποστράγγιση σε γραμμές και συνδέσεις. Ακόμη, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για να εξασφαλιστεί ότι οι χρησιμοποιούμενες πολλαπλές συνδέσεις είναι απομονωμένες και ότι, εάν πρόκειται να τοποθετηθούν δοκάρια η επιφάνεια της φλάντζας είναι καθαρή και απαλλαγμένη από τον παγετό. Ατυχήματα έχουν συμβεί επειδή το φορτίο δραπέτευσε μέσα από λανθασμένα εντοιχισμένα κενά. Η κηλίδα του υγροποιημένου αερίου στη θάλασσα θα παράγει μεγάλες ποσότητες ατμού λόγω της θέρμανσης του νερού. Αυτός ο ατμός μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά ή κίνδυνο για την υγεία, ή και τα δύο. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί για να αποφευχθούν τέτοιες διαρροές, ειδικά όταν αποσυνδέονται οι σωλήνες φορτίου (24).

Τα συστήματα φορτίου έχουν σχεδιαστεί για να αντέχουν μια ορισμένη θερμοκρασία λειτουργίας. Αν αυτή είναι κάτω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, το σύστημα πρέπει να ψυχθεί μέχρι τη θερμοκρασία του φορτίου πριν τη μεταφορά φορτίου. Για το LNG και το αιθυλένιο η ένταση και το θερμικό σοκ που προκαλείται από μια υπερ-ταχεία ψύξη του συστήματος θα μπορούσε να προκαλέσει ψαθυρή θραύση. Εάν οι δεξαμενές είναι εφοδιασμένες με συσκευή ψεκασμού αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιείται, και το υγρό διανέμεται γύρω από το εσωτερικό της δεξαμενής όσο πιο ομοιόμορφα γίνεται, ώστε να αποφεύγονται θερμικές καταπονήσεις. Η συσσώρευση πίεσης στις δεξαμενές θα περιορίσει το ρυθμό με τον οποίο το υγρό εισάγεται. Η χρήση μιας γραμμής επιστροφής ατμού συνιστάται ώστε να αποφευχθούν η ψύξη και τα ποσοστά φόρτωσης που υπαγορεύονται από την

ικανότητα του επανυγροποίηση. Οι σωληνώσεις φορτίου και ο εξοπλισμός θα πρέπει να ψυχθούν με υγρό που κυκλοφορεί με ελεγχόμενο ρυθμό. Το σύστημα θα πρέπει να φτάσει τη θερμοκρασία του υγρού αρκετά αργά για να αποφευχθούν αδικαιολόγητες θερμικές καταπονήσεις σε υλικά ή η διαστολή / συστολή. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας θα δείξει μόλις το υγρό εμφανιστεί στον πυθμένα της δεξαμενής, αλλά το υγρό θα πρέπει να εισάγεται αργά έως ότου το κάτω μέρος καλυφθεί εντελώς. Η ψύξη των δεξαμενών μπορεί να προκαλέσει μια μείωση της πίεσης στο σφραγισμένο φορτίο ή χώρους μεταξύ φράγματος, ενώ ξηρός αέρας, αδρανές αέριο ή ξηρό άζωτο πρέπει να εισαχθούν προκειμένου να διατηρηθεί μια θετική πίεση. Αυτό γίνεται συνήθως με αυτόματο εξοπλισμό. Τα πιεσόμετρα πρέπει να ελέγχονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της ψύξης για να εξασφαλίσει ότι διατηρούνται οι αποδεκτές πιέσεις (25).

Επιπλέον, σε χαμηλές θερμοκρασίες φορτίου μπορεί να παγώσει το νερό στο σύστημα και να οδηγήσει σε απόφραξη και βλάβη, των αντλιών, των βαλβίδων, των γραμμών αισθητήρα, των γραμμών ψεκασμού, κ.λπ. Μπορεί να σχηματιστεί από την υγρασία στο σύστημα, από εξαχνισμένο ατμό με λανθασμένο σημείο δρόσου, ή από νερό στο φορτίο. Τα αποτελέσματα του σχηματισμού πάγου είναι παρόμοια με εκείνα των ένυδρων αλάτων, και τα αντιψυκτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να τον εμποδίσουν.

Τέλος, το rollover είναι μια αυθόρμητη διαδικασία ταχείας ανάμιξης η οποία λαμβάνει χώρα σε μεγάλες δεξαμενές ως αποτέλεσμα μιας πυκνότητας αναστροφής. Η διαστρωμάτωση αναπτύσσεται όταν το υγρό στρώμα δίπλα στην επιφάνεια του υγρού γίνεται πιο πυκνό από τα στρώματα κάτω, λόγω κλασμάτων εξατμίσεων από το φορτίο. Προφανώς, αυτή η ασταθής κατάσταση ανακουφίζει η ίδια τον εαυτό της με μια ξαφνική μίξη, την οποία η ονομασία «rollover» περιγράφει εύστοχα. Οι υγροί υδρογονάνθρακες είναι πιο επιρρεπής σε αυτή την κατάσταση, ειδικά τα κρυογονικά υγρά. Το LNG είναι το πιο επιρρεπές λόγω των ακαθαρσιών που περιέχει, καθώς και των ακραίων συνθηκών θερμοκρασίας υπό τις οποίες αποθηκεύεται, κοντά στις θερμοκρασίες κορεσμού σε πίεση αποθήκευσης. Εάν το φορτίο έχει αποθηκευτεί για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα και οι ατμοί απομακρύνονται, η εξάτμιση μπορεί να προκαλέσει μια ελαφρά αύξηση στην πυκνότητα και μείωση της θερμοκρασία κοντά στην επιφάνεια. Ως εκ τούτου, το υγρό στην κορυφή της δεξαμενής είναι οριακά βαρύτερο από ό,τι το υγρό στα κατώτερα επίπεδα. Μόλις η διαστρωμάτωση αναπτυχθεί μπορεί να συμβεί rollover (26).

Καμία εξωτερική επέμβαση, όπως δονήσεις, ανάδευση ή εισαγωγή νέου υγρού απαιτείται για να ξεκινήσει ένα rollover. Η απάντηση σε μια μικρή διαφορά θερμοκρασίας εντός του υγρού (το οποίο αναπόφευκτα θα συμβεί στο περιβάλλον του πλοίου) είναι επαρκής για να παρέχει την κινητική ενέργεια για να ξεκινήσει το rollover, και να απελευθερωθούν οι βαρυτικές δυνάμεις οι οποίες θα αντιστρέψουν τα περιεχόμενα της δεξαμενής. Η αντιστροφή θα συνοδεύεται από βίαιη εξέλιξη μεγάλων ποσοτήτων ατμού και ένα πολύ πραγματικό κίνδυνο μιας υπερπίεσης της δεξαμενής.

Το rollover έχει συμβεί στην ξηρά, και μπορεί να συμβεί και σε ένα πλοίο που είναι αγκυροβολημένο για κάποιο χρόνο. Εάν τέτοιες περιστάσεις προβλεφτούν τα περιεχόμενα της δεξαμενής θα πρέπει να βρίσκονται σε κυκλοφορία καθημερινά από τις αντλίες φορτίου για την προληφθεί ένα πιθανό rollover. Το rollover σε ένα πλοίο εν κινήσει είναι πιο απίθανο. Βασικά, η διαστρωμάτωση και η επακόλουθη διαδικασία rollover περιορίζεται στις χερσαίες αποθήκες υγροποιημένου φυσικού αερίου. Ωστόσο, εάν η χρήση της μεταφοράς LNG για την πλωτή αποθήκη ήταν να εισαχτεί, το προσωπικό επάνδρωσης των σκαφών αυτών θα πρέπει να έχει επίγνωση του προβλήματος και να είναι τόσο προσεκτικό για την αποφυγή rollover όσο και ομόλογοί τους από τη διαχείριση αποθήκευσης στην ακτή.

24. Βιβλιογραφία: (25)

25. Βιβλιογραφία: (15)

26. Βιβλιογραφία: (24)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ LNG ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

4.1 Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ Ο ΚΛΑΔΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ LNG

Η μεταφορά LNG που αποτελεί τον πλέον αναπτυσσόμενο και ελπιδοφόρο κλάδο της παγκόσμιας ναυτιλίας, συγκεντρώνει τα τελευταία χρόνια το έντονο επενδυτικό ενδιαφέρον της Ελληνικής ναυτιλιακής κοινότητας, σε τέτοιο βαθμό που οι μισές παραγγελίες πλοίων LNG σε παγκόσμιο επίπεδο προέρχονται από Ελληνικές εταιρίες.

Η σημαντική αυτή στροφή της ναυτιλίας μας σε έναν κλάδο που χαρακτηρίζεται από μονοπωλιακές καταστάσεις, υψηλές κεφαλαιακές απαιτήσεις και σημαντικούς κινδύνους, υπαγορεύεται βέβαια σε μεγάλο βαθμό από την ανάγκη διαφοροποίησης δραστηριοτήτων των μεγάλων εταιριών, αλλά φανερώνει και μια αγωνιώδη προσπάθεια “φυγής προς τα μπρος”, υπό την πίεση των δραματικών αλλαγών που συντελούνται στην παγκόσμια ναυτιλιακή αγορά.

Οι αλλαγές αυτές σχετίζονται με την υπό εξέλιξη, μετατόπιση του κέντρου βάρους της παγκόσμιας οικονομίας προς την Ασία, την ανάδειξη νέων ανταγωνιστών με παγκόσμιες φιλοδοξίες και την αλλαγή του παγκόσμιου “ενεργειακού μίγματος”.

Η αναδιάρθρωση των θαλάσσιων διαδρομών ενέργειας (λόγω μείωσης της ζήτησης στην Ευρώπη και της σημαντικής αύξησης της στην Ασία και άλλες περιοχές), η εκδήλωση ηγεμονικών φιλοδοξιών από χώρες που διαθέτουν σοβαρά συγκριτικά πλεονεκτήματα (έλεγχο μεγάλου μέρους της παγκόσμιας παραγωγής ή ζήτησης, ισχυρή ναυπηγική βιομηχανία, κ.τ.λ.) σε συνδυασμό με τις ανακατατάξεις που θα προκαλέσει το σχιστολιθικό αέριο(υποκατάσταση πετρελαίου ή και πυρηνικής ενέργειας), δημιουργούν ένα εξαιρετικά ρευστό και επικίνδυνο περιβάλλον.

Η Ελληνική ναυτιλία βρίσκεται λοιπόν αντιμέτωπη με σημαντικές προκλήσεις που θέτουν υπό αμφισβήτηση τον κυρίαρχο ρόλο που κατέχει διεθνώς, αν και ιστορικά έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί μοναδικό φαινόμενο προσαρμοστικότητας, ανθεκτικότητας, ανταγωνιστικότητας και ικανότητας επιβίωσης. Κατόρθωσε να ανταπεξέλθει σε ιδιαίτερα δύσκολες καταστάσεις, να αναγεννηθεί μετά από ολικές καταστροφές και να επιβιώσει σε ένα σκληρό και διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Αποτελεί τον πλέον διεθνοποιημένο και εξαιρετικά ανταγωνιστικό τομέα της Ελληνικής οικονομίας που παρά τη μακροχρόνια δραστηριοποίησή του στην

παγκόσμια αγορά έχει κατορθώσει να διατηρήσει την Ελληνικότητα του. Η Ελληνική εφοπλιστική κοινότητα αποτελεί την πλέον ισχυρή (και αναγνωρίσιμη) ομάδα που δραστηριοποιείται στην παγκόσμια ναυτιλία, η οποία όχι μόνο διαμορφώνει τις τάσεις της αγοράς αλλά λειτουργεί καταλυτικά και για τις μελλοντικές εξελίξεις στον κλάδο.

Σήμερα η χώρα μας κατέχει κυρίαρχη θέση στην παγκόσμια ναυτιλιακή αγορά αφού οι Έλληνες πλοιοκτήτες ελέγχουν περισσότερα από 5.000 πλοία όλων των τύπων, που καλύπτουν περίπου το 16% της παγκόσμιας χωρητικότητας. (27)

Σύμφωνα με τα στοιχεία της PETROFIN για το 2016, η χωρητικότητα του ελληνόκτητου εμπορικού στόλου ανέρχονταν σε 330 εκατ. τόνους(dwt), έναντι 230 της Ιαπωνίας, 120 της Γερμανίας, 160 της Κίνας, 80 της Νότιας Κορέας και 60 των ΗΠΑ.(28)

Τα τελευταία χρόνια ο ελληνόκτητος στόλος εκσυγχρονίσθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό, διατηρώντας παράλληλα τα μεγέθη του(παρά τον ανταγωνισμό των αναπτυσσόμενων χωρών).

Ο μέσος όρος ηλικίας του ελληνόκτητου στόλου είναι σήμερα στα 12,7 χρόνια (από 23 το 2005) ή κατά 2,35 χρόνια μικρότερος από αυτόν του παγκοσμίου στόλου, ενώ μέση χωρητικότητα των Ελληνικής ιδιοκτησίας πλοίων είναι 67.465 τόνοι έναντι μόλις 35.038 τ. της παγκόσμιας ναυτιλίας.

Ο εκσυγχρονισμός του Ελληνικού στόλου συνοδεύτηκε και από σημαντική αναδιάρθρωση του με στροφή προς τις πλέον ανταγωνιστικές και κερδοφόρες δραστηριότητες. Η συμμετοχή του στην παγκόσμια χωρητικότητα σε τομείς που ευνοούνται από την ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου, είναι εντυπωσιακή: 22,2% της παγκόσμιας χωρητικότητας στα πετρελαιοφόρα, 16,4% στα Ore & Bulk Carriers, 13,5% στα Chemical & Products Tankers, 9,1% στα Liquefied gas carriers και 7,5% στα Container Ships. (28)

Σύμφωνα με την ετήσια έρευνα του GSCC (greek shipping cooperation committee) που στηρίχθηκε σε στοιχεία του Lloyd's Register-Fairplay, ο Ελληνικών συμφερόντων στόλος αριθμούσε 4.585 πλοία συνολικής χωρητικότητας 341,2 εκατ. Τόνων που αντιπροσωπεύει το 19,6% του παγκόσμιου στόλου σε dwt και το 50% του στόλου της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (συμπεριλαμβανομένων και 407 υπό ναυπήγηση πλοίων, συνολικής χωρητικότητας 45 εκατ. τόνων).

Το 77,8% των Ελληνικής ιδιοκτησίας πλοίων και το 71% της συνολικής χωρητικότητας τους ήταν νηολογημένα υπό ξένη σημαία, φαινόμενο που χαρακτηρίζει όχι μόνο τη χώρα μας αλλά και τις λοιπές μεγάλες ναυτιλιακές

δυνάμεις αφού το 56,9% του αριθμού των πλοίων παγκοσμίως και το 71,5% της παγκόσμιας χωρητικότητας ήταν εγγεγραμμένα το 2015 σε ξένα νηολόγια.

Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι η ελληνική σημαία καταλαμβάνει το 2015 την έβδομη θέση στην παγκόσμια κατάταξη των κυριότερων σημαίων νηολόγησης, σημειώνοντας αύξηση σε σχέση με το 2014 της τάξης του 4,45%. Την ελληνική σημαία έχουν υψώσει 1,484 πλοία, τα οποία αντιπροσωπεύουν το 4,5% της παγκόσμιας χωρητικότητας σε dwt. Στην πρώτη θέση, βεβαίως, συναντάμε τη σημαία του Παναμά, με 8.351 πλοία και με το παγκόσμιο μερίδιό της να αγγίζει το 20,13%.

Στο τέλος του 2015 δραστηριοποιούνταν παγκοσμίως 648 ναυτιλιακές εταιρίες Ελληνικών συμφερόντων, μειωμένες κατά 3% (20 εταιρίες λιγότερες) συγκριτικά με το προηγούμενο έτος και κατά 125 (17%) σε σχέση με την έναρξη της κρίσης το 2009 οπότε και λειτουργούσαν 773 Ελληνικών συμφερόντων εταιρίες. Την τελευταία βετία ο αριθμός των εταιριών παρουσιάζει μια μείωση με σαφή τάση συγκέντρωσης του στόλου σε μεγαλύτερες εταιρίες.

Η μεγαλύτερη μείωση σε σχέση με το 2009 (-25%, 80 λιγότερες) παρατηρείται στην κατηγορία των μικρών εταιριών με 1-2 σκάφη και των μεσαίων εταιριών με 9-15 σκάφη (-36%, 30 λιγότερες).

Οι δύο υψηλότερες κατηγορίες A(≥ 25 σκάφη) και B(16-24) αν και αποτελούν το 10% περίπου του συνολικού αριθμού των εταιριών ελέγχουν το μεγαλύτερο τμήμα του στόλου (70%) το 2016 σε σύγκριση με το 60% που ήλεγχαν το 2010. Επίσης η μεγάλη συγκέντρωση του ελληνόκτητου στόλου παρατηρείται στις 70 Μεγαλύτερες ελληνικές εφοπλιστικές εταιρίες, οι οποίες ελέγχουν το 85% της «Ελληνόκτητης» χωρητικότητας ήτοι περίπου 250 εκ. τόνων DWT από τους 330 εκ. της συνολικά εξυπηρετούμενης από Ελληνόκτητες εταιρίες χωρητικότητας. (Petrofin Research - 2015). Από τα παραπάνω στοιχεία διαφαίνεται σαφώς η τάση των Ελλήνων Εφοπλιστών να επενδύουν σε καινούρια πλοία (ή σε αγορα μισοτελειωμένων projects), καθώς και η τάση της απομείωσης της θέσεως των μικρότερων εταιριών (28).

Οι μεγάλες ναυτιλιακές εταιρίες δραστηριοποιούνται συνήθως σε αρκετούς τομείς, αλλά παρουσιάζεται σχετικά υψηλή εξειδίκευση στη μεταφορά πετρελαίου, χώρος από τον οποίο προέρχονται και οι επενδύσεις σε πλοία μεταφοράς LNG.

Στον τομέα του LNG δραστηριοποιούνται (ή έχουν πλοία υπό κατασκευή) 8 εταιρίες Ελληνικών συμφερόντων με συνολικά 71 πλοία συνολικής χωρητικότητας 8.331.399 m³ (μαζί με τα παραδοτέα την επόμενη βετία). Στο σύνολο τους σχεδόν, οι

εταιρίες που δραστηριοποιούνται στη μεταφορά LNG είναι μεγάλου μεγέθους με κύρια δραστηριότητα τα δεξαμενόπλοια ή εξειδικευμένες θυγατρικές τους (28).

Η αξία των πλοίων που βρίσκονται υπό τον έλεγχο ναυτιλιακών εταιρειών ελληνικών συμφερόντων ανερχόταν σε 108,84 δισεκατομμύρια δολάρια. Ο ελληνόκτητος στόλος βρίσκεται πολύ μπροστά από άλλες μεγάλες ναυτιλιακές δυνάμεις του κόσμου, όπως την Ιαπωνία, την Κίνα, την Γερμανία, τη Σιγκαπούρη και τις ΗΠΑ. Συγκεκριμένα, η αξία του εμπορικού στόλου της Ιαπωνίας φτάνει τα 89,4 δις δολάρια, της Κίνας τα 73,9 δις, της Γερμανίας 47,7 δις, της Σιγκαπούρης 39,1 δις και των ΗΠΑ τα 35,9 δις δολάρια. (28).

Οι δέκα μεγαλύτερες ελληνικές ναυτιλιακές εταιρείες, με βάση την αξία των πλοίων τους, ελέγχουν ένα σύνολο στόλου 579 πλοίων με συνολική αξία 29,12 δις δολάρια. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο όμιλος Αγγελικούση έχει δύο ναυτιλιακές εταιρείες μέσα στις δέκα μεγαλύτερες: τη Maran Gas που είναι η πρώτη σε αξία πλοίων ελληνική ναυτιλιακή εταιρεία καθώς διαχειρίζεται 19 πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου αξίας (4,11 δις δολ.) και τη Maran Tankers με 48 δεξαμενόπλοια αξίας 2,88 δις. δολ. που βρίσκεται στην πέμπτη θέση της σχετικής κατάταξης.(28)

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Marine Information Services ο ελληνικών συμφερόντων στόλος LNG φθάνει συνολικά το 2016 τα 73 πλοία στο νερό αξίας 13,03 δις \$ και άλλα 26 υπό ναυπήγηση μεταφορικής ικανότητας 4.510.050 GT και συνολικής αξίας 5,805 δις. δολαρίων. Είναι δεύτερος στην παγκόσμια κατάταξη με 12% της χωρητικότητας και 1^{ος} στις παραγγελίες πλοίων LNG με ποσοστό 24%.

Οι ελληνικές εταιρίες που δεσπόζουν και βρίσκονται στις 20 πρώτες παγκοσμίως, είναι :

- Η GASLOG του Πήτερ Λιβανού έχει 19 πλοία και άλλα 7 υπό ναυπήγηση έως το 2019. (<http://www.gaslogltd.com>)

- Η DYNAGAS του Γιώργου Προκοπίου με οκτώ πλοία στο νερό και δύο υπό ναυπήγηση έως το 2019.

- Η MARAN GAS του Ιωάννη Αγγελικούση με 19 πλοία εν ενεργεία και 11 υπό ναυπήγηση παραδοτέα από το δεύτερο 6μηνο του 2016 έως τον 04/2019.

27. Βιβλιογραφία: (3)

28. Βιβλιογραφία: (40)

4.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΓΟΡΑΣ

Στην παγκόσμια αγορά LNG επικρατούν ολιγοπωλιακές συνθήκες αφού λόγω του τεράστιου κόστους κατασκευής (πολλών δις. \$) των μονάδων υγροποίησης και επαναεριοποίησης, οι προμηθευτές συνάπτουν με τους αγοραστές μακροχρόνια συμβόλαια (συνήθως 20ετή), πολλά χρόνια πριν την ολοκλήρωση των επενδυτικών σχεδίων.

Λόγω του τεράστιου κόστους κατασκευής των μονάδων, της μεγάλης διάρκειας της κατασκευαστικής περιόδου και των μεγάλων καθυστερήσεων υλοποίησης των σχεδίων, η προσφορά δεν μπορεί να ανταποκριθεί στη ζήτηση, ανισορροπία που θα υπάρχει για αρκετά χρόνια, τουλάχιστον μέχρι το 2018 και αφού υλοποιηθούν τα Αμερικανικά σχέδια για το σχιστολιθικό αέριο.

Οι επιχειρήσεις που διαθέτουν τα τερματικά υγροποίησης και επαναεριοποίησης LNG, είναι αυτές που καθορίζουν τις συνθήκες αγοράς και στη μεταφορά του, αφού ελέγχουν τις παγκόσμιες ροές μέσω των προγραμματισμένων αποστολών, αξιοποιώντας παράλληλα και την spot αγορά για την επίτευξη καλύτερων τιμών ή όρων διαπραγμάτευσης.

Οι μεγάλοι παίκτες της αγοράς είναι διεθνείς ή κρατικές πετρελαϊκές εταιρίες, επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, διανομής αερίου, ή χημικές βιομηχανίες.

Σημαντική, ωστόσο, αναμένεται να είναι η αύξηση των δυνατοτήτων των σταθμών υγροποίησης τα επόμενα χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς αναμένονται μεγάλες παραδόσεις έργων κυρίως στις Η.Π.Α. και στην Αυστραλία

Το 2015 οι παγκόσμιες εισαγωγές LNG ήταν περίπου 245 εκ. τόνοι εκ των οποίων το 26% περίπου διαπραγματεύτηκαν σε βραχυπρόθεσμη βάση (Spot market).

Το 2015, το φυσικό αέριο αντιπροσώπευε το 25% της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο ενώ το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) κάλυπτε το 10 % του παγκοσμίου ενεργειακού μίγματος. (29)

Οι σημαντικότερες ροές LNG πραγματοποιούνται κυρίως μεταξύ Μέσης Ανατολής και Ασίας (προς Ιαπωνία, Ινδία, Ταϊβάν), Αυστραλίας-Ασίας(προς Κίνα και Ιαπωνία), Μέσης Ανατολής & Δυτικής Αφρικής-Ευρώπης, Μαλαισίας-Ασίας (Ιαπωνία, Κορέα, Ταϊβάν).

Η αυξημένη ζήτηση υγροποιημένου αερίου μεταξύ και άλλων παραγόντων, είχε ως αποτέλεσμα να ληφθεί η απόφαση επέκτασης της διώρυγας του Παναμά κατά 80 χιλιόμετρα. Τα έργα είναι αξίας πέντε δισεκατομμυρίων δολαρίων και αναμένεται να ολοκληρωθούν εντός του 2016.

Η επέκταση θα επιτρέψει τη διέλευση του 80% του υφιστάμενου στόλου μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG carrier) από 10% που έχει τη δυνατότητα να περνάει σήμερα. Σήμερα, από τα 410 ενεργά LNG carriers, μόνο τα 37 έχουν τη δυνατότητα να περάσουν από τη διώρυγα, ενώ μετά το τέλος της διάνοιξης, ο αριθμός θα προσεγγίσει τα 300.

Το γεγονός αυτό, σύμφωνα με τους αναλυτές, θα δώσει μεγάλη ώθηση στις εξαγωγές υγροποιημένου φυσικού αερίου από τις ΗΠΑ τα επόμενα χρόνια. Πολύ περισσότερα πλοία θα φορτώνουν αέριο από τον Κόλπο του Μεξικού και θα τα μεταφέρουν προς τις αναδυόμενες οικονομίες της Ασίας.

Παράλληλα η απόφαση της ρωσικής κυβέρνησης να απελευθερώσει τις εξαγωγές LNG και σε άλλες εταιρείες πέραν της Gazprom με τη μέθοδο του υγροποιημένου φυσικού αερίου LNG θα εκτινάξει σε υψηλότερα επίπεδα της ζήτηση. Επίσης πολλά κράτη έχουν στραφεί στο LNG και πολλές χώρες κατασκευάζουν τερματικούς σταθμούς, όπως η Ουρουγουάη το Πακιστάν, η Νότια Αφρική, το Μπαχρέιν, το Σαλβαντορ, η Κροατία οι Φιλιππίνες, η Λιθουανία και η Τζαμάικα.

Οι τιμές των ναύλων στα LNG σημειώνουν πτώση της τάξεως του 49% μεταξύ του Ιανουαρίου και του Δεκεμβρίου του 2015, με τις τιμές ενοικίασης να παρουσιάζουν πτώση κατά 20.000\$ την ημέρα το 2015, πτώση που αποδίδεται στην αποδυναμωμένη ζήτηση για τους Ατλαντικούς όγκους στη Ζώνη του Ειρηνικού και στη συνεχιζόμενη μείωση των εξαγωγών. (30)

Κατά τη διάρκεια του 2015, 20,4 εκ. τόνοι νέων LNG τερματικών προστέθηκαν στη συνολική παγκόσμια πλωτή χωρητικότητα των 77 εκ. τόνων που αντιστοιχούν στο 10% της συνολικής αγοράς, ενώ το παγκόσμιο εμπόριο LNG συνολικά ανήλθε σε 244,8 εκ. τόνους το 2015, 4,7 εκ. τόνους παραπάνω από το 2014 και ήταν η μεγαλύτερη χρονιά για το εμπόριο LNG, ξεπερνώντας το προηγούμενο ιστορικό υψηλό του 2011 των 241,5 εκ. τόνων.

Η παγκόσμια χωρητικότητα υγροποίησης, άγγιξε τους 301,5 εκ. τόνους με έξτρα 124 εκ. τόνους υπό κατασκευή από τις αρχές του 2016. Η παγκόσμια χωρητικότητα επαναεριοποίησης – τόσο χερσαία όσο και πλωτή – έφτασε τους 757 εκ. τόνους το 2015 με 33 χώρες να εισάγουν πλέον LNG, ενώ 15 καινούρια LNG τερματικά

αναφέρονται να βρίσκονται υπό κατασκευή, οκτώ από τα οποία βρίσκονται στην Κίνα και αναμένεται να προσθέσουν 73 εκ. τόνους ως το 2019. (31).

Επίσης, το ORDERBOOK για το 2016, δεν φαίνεται να καλύπτει τις ανάγκες του παγκόσμιου εμπορίου καθώς ανέρχεται σε 133 πλοία, Υπολειπόμενο αισθητά κατά 106 από τα 239 πλοία που θα απαιτηθούν από τις αυξημένες παραδόσεις σταθμών υγροποίησης (liquefaction projects) που αναμένονται να ολοκληρωθούν την περίοδο 2016-2020 και ανέρχονται σε δυναμικότητα 160 mtpa. (32)

29. Βιβλιογραφία: (16)

30. Βιβλιογραφία: (16)

31. Βιβλιογραφία: (18)

32. Βιβλιογραφία: (34)

4.3 ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Η μεταφορά LNG είναι ένας νέος αναπτυσσόμενος κλάδος ο οποίος όμως παρά την αυξανόμενη ζήτηση αναμένεται να αντιμετωπίσει τα επόμενα χρόνια τους ναυτιλιακούς κύκλους.

Όπως είναι γνωστό η ναυτιλία χαρακτηρίζεται από έντονη κυκλικότητα που επιβεβαιώνεται απόλυτα και από τις στατιστικές παρατηρήσεις των τελευταίων δεκαετιών. Όταν σε μια δεδομένη περίοδο, οι τιμές των ναύλων υπερβαίνουν το επίπεδο ισορροπίας, είναι στατιστικά βέβαιο ότι η προσφορά κατά την επόμενη περίοδο θα είναι υψηλότερη από το επίπεδο ισορροπίας.

Λόγω της υπερβάλλουσας προσφοράς οι τιμές των ναύλων μειώνονται κάτω από το επίπεδο ισορροπίας οδηγώντας σε μείωση της προσφοράς και ούτω καθεξής.

Η διάρκεια των ναυτιλιακών κύκλων ποικίλλει και συνήθως είναι ακανόνιστη, μπορεί να είναι βραχεία (5-15 έτη) ή και αρκετά μεγαλύτερη (>30 ετών). Οι ναυτιλιακοί κύκλοι είναι μη προβλέψιμοι διότι εκτός από την προσφορά και τη ζήτηση υπεισέρχονται πλήθος άλλων απρόβλεπτων παραγόντων που μπορούν να ανατρέψουν τις υποθέσεις (οικονομικές, πολιτικές και γεωπολιτικές εξελίξεις, έκτακτα γεγονότα, προσδοκίες, στρατηγικές εταιριών, κ.τ.λ.).

Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι η προσφορά (ιδιαίτερα στα δεξαμενόπλοια και τα LNG) είναι αρκετά ανελαστική αφού τα περιθώρια προσαρμογής στις μεταβολές της ζήτησης είναι περιορισμένα.

Ο ναυτιλιακός κύκλος χαρακτηρίζεται συνήθως από 4 φάσεις (->Υφεση -> Ανάκαμψη -> Κορύφωση-> Κατάρρευση->) αλλά λόγω ειδικών συνθηκών κάποιες απ' αυτές πιθανό να μην εκδηλωθούν, π.χ. η φάση της ανάκαμψης να μην ακολουθηθεί από την κορύφωση, αλλά αντιθέτως από αυτή της ύφεσης.

- *Υφεση:* Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από χαμηλούς ναύλους και μείωση ή σταθεροποίηση της προσφοράς μέσω μείωσης της ταχύτητας, παροπλισμού ή και διάλυσης πλοίων, πτωχεύσεων εταιριών και δραματική πτώση ή και ακυρώσεις παραγγελιών με πιθανό τελικό αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής χωρητικότητας.

- *Ανάκαμψη:* Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από τη σταδιακή αύξηση των ναύλων και συμπίπτει συνήθως με τη βελτίωση της παγκόσμιας οικονομίας ή με γεωπολιτικές αλλαγές(ραγδαία εκβιομηχάνιση μεγάλων

αναπτυσσόμενων χωρών) που οδηγούν σε σημαντική αύξηση του διεθνούς εμπορίου και στη δημιουργία νέων «θαλάσσιων οδών». Η προσαρμογή της προσφοράς προς τη ζήτηση πραγματοποιείται αρχικά με αύξηση της ταχύτητας των πλοίων, στη συνέχεια με την αξιοποίηση των παροπλισμένων σκαφών και τέλος με νέες ναυπηγήσεις. (33)

- **Κορύφωση:** Λόγω των ευνοϊκών συνθηκών που επικρατούν στη ναυλαγορά δημιουργούνται πολύ υψηλές προσδοκίες που οδηγούν σε σημαντική αύξηση των ναυπηγήσεων. Στη φάση αυτή αρχίζουν να εμφανίζονται τα πρώτα προβλήματα αφού η αύξηση της συνολικής χωρητικότητας (λόγω της εισόδου νέων και της μείωσης του αριθμού των πλοίων που οδηγούνται στα διαλυτήρια) οδηγεί την αγορά σε ισορροπία με σταθεροποίηση ή μικρή μείωση των ναύλων.

- **Κατάρρευση:** Η εμφάνιση ενδείξεων υπερβάλλουσας προσφοράς ενδεχομένως σε συνδυασμό (αλλά όχι απαραίτητα) με υποχώρηση της δραστηριότητας στην παγκόσμια οικονομία, οδηγούν αρχικά σε μείωση των ναύλων και στη συνέχεια λόγω μεταβολής των προσδοκιών σε κατάρρευση της αγοράς. Η βιαιότητα της κατάρρευσης θα εξαρτηθεί από το επίπεδο στο οποίο βρίσκονταν οι τιμές των ναύλων κατά την φάση της κορύφωσης, αφού όσο ψηλότερα ήταν τόσο μεγάλη και απότομη θα είναι η πτώση τους.

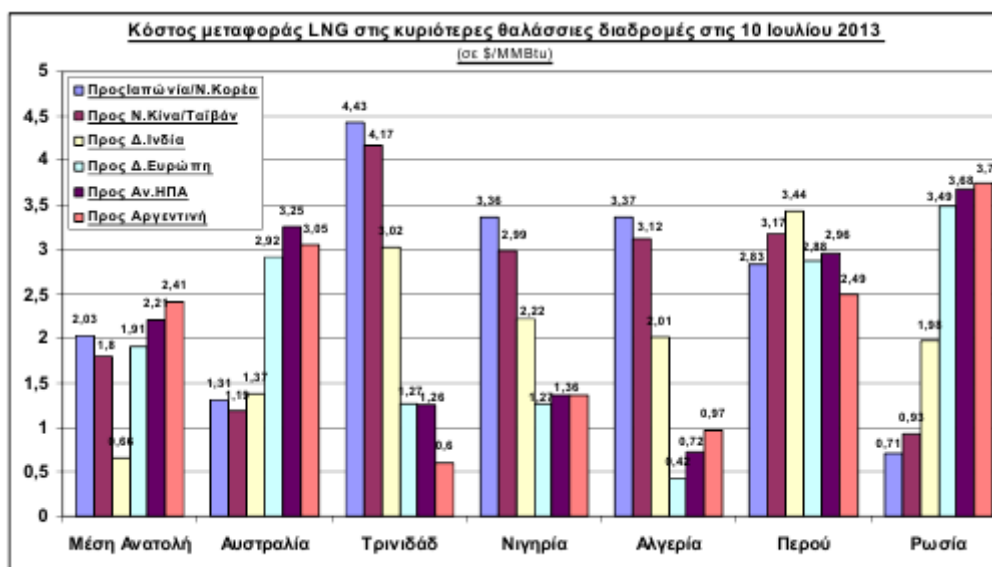


Σχήμα 1: Στάδια ναυτιλιακού κύκλου)

ΠΗΓΗ : Δαγκαλίδης, 2013

Η αύξηση των νέων παραγγελιών πλοίων τόσο σε αριθμό όσο (κυρίως) και σε όγκο, αντανακλά τις προσδοκίες των πλοιοκτητών για θετική πορεία της ναυλαγοράς τα επόμενα χρόνια. Οι εταιρίες προχωρούν σε νέες παραγγελίες πλοίων όταν εκτιμούν ότι η μελλοντική ζήτηση θα είναι μεγαλύτερη της προσφοράς, προσδοκώντας έτσι μεγαλύτερα κέρδη.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο μέσος χρόνος παράδοσης ενός νεότευκτου πλοίου από την ημερομηνία παραγγελίας του είναι μεγαλύτερος των 2 ετών, η παρούσα αύξηση των παραγγελιών αντανακλά θετικές προσδοκίες ιδιαίτερα από το 2018 και μετά. Οι ναύλοι των δεξαμενοπλοίων LNG εξαρτώνται κυρίως από την απόσταση μεταξύ των σταθμών υγροποίησης-επαναεριοποίησης και από την σχέση προσφοράς ζήτησης χωρητικότητας, ενώ σε μικρότερο βαθμό από άλλους παράγοντες όπως η ηλικία και ο τύπος του πλοίου, η διάρκεια του ταξιδιού, η τιμή του LNG, κ.τ.λ..



Πηγή: Platts, International Gas Report / Issue 728 / July 15, 2013

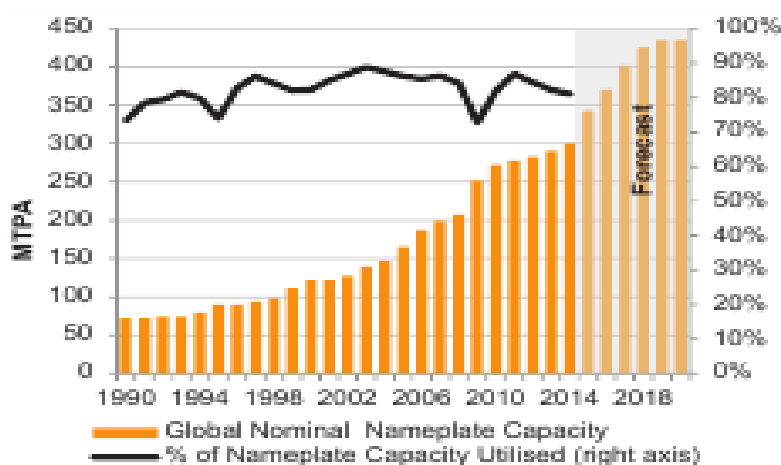
Διάγραμμα 8: Κόστος μεταφοράς LNG στις κυριότερες θαλάσσιες διαδρομές

Στο τέλος του 2012 λειτουργούσαν 93 τερματικά επαναεριοποίησης LNG σε 26 εισαγωγικές χώρες συνολικής δυναμικότητας 668 εκατ. τόνων, ενώ σε 18 χώρες παραγωγής ήταν σε λειτουργία 89 γραμμές υγροποίησης συνολικής δυναμικότητας 282 εκατ. τόνων.

Το 2016, η δυναμικότητα των εγκαταστάσεων υγροποίησης φυσικού αερίου παγκοσμίως ανέρχονταν σε 301,5 εκατομμύρια τόνους ετησίως (mtpa), με επί πλέον 141,5 mtpa, να κατασκευάζονται από τις αρχές του έτους κυρίως στις Η.Π.Α.(62 mtpa) και την Αυστραλία.(55 mtpa) αλλά και σε άλλες χώρες-παραγωγούς όπως Ρωσία, Ινδονησία, Μαλαισία και Καμερούν. Η παγκόσμια ονομαστική χωρητικότητα

υγροποίησης αναμένεται να αυξηθεί στα 1.200 mptrα μέχρι το 2023, έτος που θα έχουν παραδοθεί μεγάλα έργα κυρίως στις Η.Π.Α. και την Αυστραλία. (34).

Στην πραγματικότητα, η ενεργοποίηση το 1^ο τρίμηνο του 2016 των δύο νέων εγκαταστάσεων υγροποίησης του αερίου στην Αυστραλία (Australia Pacific LNG-APLNG) και στις ΗΠΑ (US Sabine Pass LNG), δεν επηρέασε αισθητά τους ναύλους με δεδομένη τη μικρή απόσταση μεταξύ της Αυστραλίας και των ασιατικών αγορών.



Διάγραμμα 9: Παγκόσμια ονομαστική χωρητικότητα υγροποίησης και χρήση της, 1990-2020

Πηγή: IGU, 2015

33. Βιβλιογραφία: (2)

34. Βιβλιογραφία: (18)

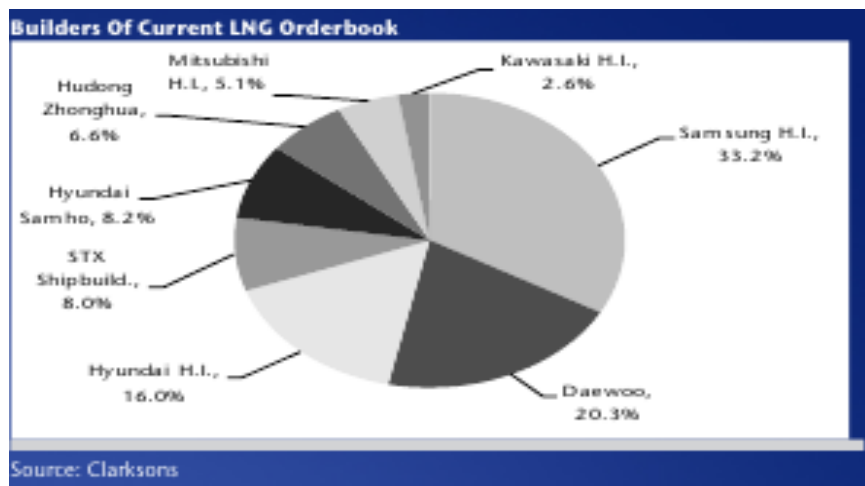
4.4 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Τα πλοία μεταφοράς LNG είναι τεχνικά προηγμένα σκάφη, κατασκευασμένα από ακριβά υλικά και απαιτούν εξελιγμένες ρυθμίσεις φορτίου. Κατά συνέπεια, τα δεξαμενόπλοια νεότευκτα LNG είναι πολύ πιο ακριβά από τα άλλα εμπορικά πλοία. Η αλλαγή δυναμικής στον τραπεζικό και χρηματοοικονομικό τομέα έχει επίσης επηρεάσει τον τομέα των νεότευκτων πλοίων πρόσφατα, ιδιαίτερα ύστερα από την οικονομική κρίση.

Υπάρχουν πολύ λίγα ναυπηγεία με την εμπειρία και την ικανότητα να κατασκευάσουν ποιοτικά πλοία μεταφοράς LNG. Τα Ευρωπαϊκά και Αμερικανικά ναυπηγεία πρωτοστάτησαν στην βιομηχανία, αλλά έκτοτε έχουν χάσει από τα ασιατικά ναυπηγεία από την άποψη της οικονομίας και της τεχνολογικής προόδου. Η τελευταία είσοδος στην ναυπηγική αρένα των LNG ήταν από την STX, η οποία κέρδισε μια παραγγελία από την Elcano για να κατασκευάσει ένα πλοίο 170.000 cm το 2007.

Η Κίνα εισήλθε στον κλάδο το 2004. Μέχρι τα τέλη του περασμένου έτους, οι παραγγελίες σκαφών από το ναυπηγείο Hudong προέρχονταν μόνο από τον τοπικό παίκτη China LNG Shipping- παρόλο που, ιστορικά, οι δαπάνες για τα νεότευκτα κινεζικά σκάφη είναι χαμηλότερες από ό, τι των ομολόγων τους της Νότιας Κορέας και της Ιαπωνίας.

Στο τέλος του 2015, το βιβλίο παραγγελιών LNG πλοίων περιελάμβανε 133 σε σύνολο 395 πλοίων, με συνολική χωρητικότητα 4,3 mmcm (8% του υπάρχοντος στόλου LNG), με παραγγελίες κυρίως σε ασιατικά ναυπηγεία: Νότια Κορέα (42%), Κίνα (11%) και Ιαπωνία (4%). Οι έλληνες εφοπλιστές έχουν παραγγείλει 26 νέα πλοία μεταφοράς LNG μεταφορικής ικανότητας 4.510.050 GT και συνολικής αξίας 5,805 δισ. δολαρίων. (35)



Εικόνα 4: Εταιρίες κατασκευής παραγγελιών LNG σήμερα

ΠΗΓΗ: CLARKSONS

Το 2005, οι τιμές των νεότευκτων LNG-δεξαμενόπλοιων ξεπέρασαν τα 200 εκατομμύρια δολάρια και έχουν παραμείνει αρκετά πάνω από αυτό τον ψυχολογικό αριθμό. Γύρω στα μέσα του 2008, οι τιμές άγγιξαν το υψηλότερο όλων των εποχών ποσό των 250 εκατομμυρίων δολαρίων, ωθούμενες από παράγοντες που κυμαίνονται από μια μείωση της συναλλαγματικής ισοτιμίας του δολαρίου και το σφίξιμο των νομισματικών πολιτικών σε όλο τον κόσμο έως την έλλειψη ικανότητας από την ναυπηγική βιομηχανία και των υψηλών τιμών του χάλυβα.

Από τότε, οι τιμές έχουν μειωθεί, φτάνοντας στα 160 εκατομμύρια δολάρια στο τέλος του 2015. Ως εκ τούτου, οι πλοιοκτητικές κεφαλαιουχικές δαπάνες έχουν μειωθεί επίσης - κατά περίπου 10% σε σχέση με τις παραγγελίες επί των πλοίων το 2009, όταν οι τιμές ήταν κατά μέσο όρο 225 εκατομμύρια δολάρια για ένα πλοίο 173.000 cm. Το κεφάλαιο που συγκεντρώθηκε από τους εφοπλιστές θεωρείται ότι είναι ένας συνδυασμός του χρέους και του μετοχικού κεφαλαίου σε αναλογία 4: 1, με ο σταθμισμένο μέσο κόστος του κεφαλαίου στο 7,8%. Το ετήσιο κόστος του κεφαλαίου από τους εφοπλιστές για τα σκάφη που παραγγέλθηκαν το 2009 και το 2010 εκτιμάται ως 51.590 δολάρια το μήνα και 46,300 δολάρια το μήνα, αντίστοιχα.

Με το κόστος κεφαλαίου το οποίο περιλαμβάνει ένα μεγάλο μερίδιο του συνολικού κόστους του έργου, οι εφοπλιστές μπορούν να θελήσουν να παραγγείλουν όλο και περισσότερα σκάφη σε σύντομο χρονικό διάστημα για να επωφεληθούν από τις επικρατούσες χαμηλές τιμές. Και με παραγωγούς, όπως η Ρωσία που έχουν στόχο την αύξηση των εξαγωγών (η Gazprom σχεδιάζει να αυξήσει τους όγκους με πάνω

από 10 mt/y από το 2017) και με περιορισμένη διαθεσιμότητα των πλοίων για μακροχρόνια ναύλωση, αναμένονται νέες παραγγελίες νεότευκτων πλοίων.

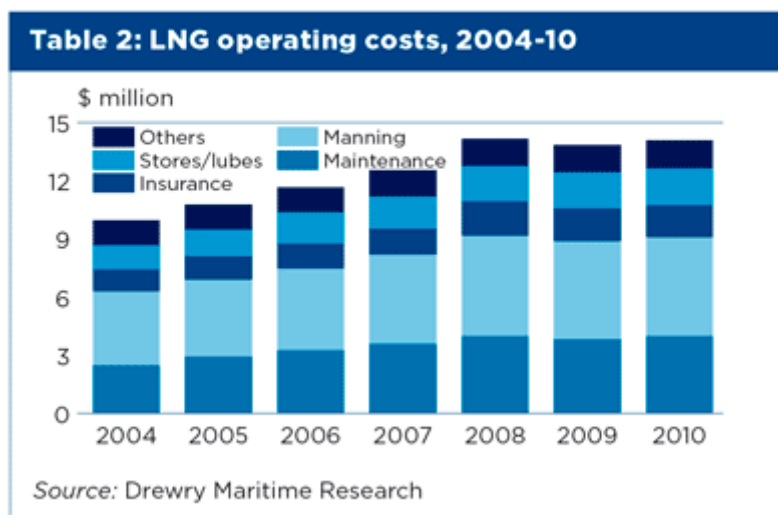


Εικόνα 5: Συμβόλαια και τιμές νεότευκτων LNG

ΠΗΓΗ: CLARKSONS

4.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ

Τα λειτουργικά έξοδα είναι τα έξοδα που δεν σχετίζονται με την εμπορική διαδρομή και πρέπει να πληρούνται πριν από ένα σκάφος προσφερθεί για εμπορική εκμετάλλευση. Τα πιο σημαντικά στοιχεία του κόστους είναι η επάνδρωση, η ασφάλιση, καθώς και οι επισκευές και η συντήρηση.



Εικόνα 7: Το κόστος λειτουργίας των LNG για την περίοδο 2004-10

Τα πλοία μεταφοράς LNG είναι πολύ εξελιγμένα πλοία, τα οποία απαιτούν υψηλού επιπέδου, εξειδικευμένα πληρώματα. Ως αποτέλεσμα, το κόστος επάνδρωσης είναι υψηλό και αποτελεί πάνω από το 35% του συνολικού κόστους λειτουργίας. Οι

εν λόγω δαπάνες αναμένεται να αυξηθούν, καθώς οι ιδιοκτήτες και οι χειριστές αυτών των πλοίων αναφέρουν έλλειψη εκπαιδευμένων, ποιοτικών ναυτικών. Ορισμένοι πράκτορες επάνδρωσης απαιτούν ένα ασφάλιστρο από τους πλοιοκτήτες για την κάλυψη του κόστους της απαιτούμενης συμπληρωματικής κατάρτισης για τους ναυτικούς LNG. Κατά συνέπεια, οι εταιρείες που συνδέονται με το εμπόριο φυσικού αερίου και ειδικότερα υγροποιημένου φυσικού αερίου, πρέπει να αντιμετωπίσουν διάφορα σημαντικά θέματα:

- Με το στόλο υγροποιημένου φυσικού αερίου συνεχώς να αυξάνεται, η χρηματοδότηση, κατάρτιση και διατήρηση του αναγκαίου εξειδικευμένου προσωπικού, στην ξηρά και στο πλοίο, θα γίνει όλο και πιο δύσκολη.
- Πρόσληψη, εκπαίδευση και διατήρηση του προσωπικού για τα ποντοπόρες θέσεις εργασίας – τα μέτρα που λαμβάνονται περιλαμβάνουν μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα προγράμματα επανακατάρτισης, που απευθύνονται σε δόκιμους και για πρόσφατα ειδικευμένες θέσεις αξιωματικών βάρδιας, ενδεχομένως από άλλους τομείς της ναυτιλίας. Προσπάθειες πρέπει επίσης να γίνουν για να προσελκύσουν νεοσύλλεκτους από άλλους τομείς του φυσικού αερίου και της βιομηχανίας.
- Η εύρεση αυξημένου αριθμού κατόχων θέσεων εργασίας στην ξηρά στόλου διαχείρισης αποτελεί προτεραιότητα και πολλές αγγελίες θέσεων εργασίας έχουν ήδη τοποθετηθεί.
- Ο έλεγχος των επιπέδων των μισθών - είναι κοινό για τις πληρωμές ασφαλιστρών (πάνω από τα κλασικά επίπεδα δεξαμενόπλοιων) άνω του 30% για τις υπηρεσίες LNG. Κάποιο μέτρο ελέγχου είναι αναγκαίο και η συνειδητοποίηση των λογικών τιμών της αγοράς, στην ιδανική περίπτωση, θα πρέπει να κατανέμεται μεταξύ των κύριων παικτών.

Όσον αφορά την Ελλάδα, ο εποικοδομητικός διάλογος της ΕΕΕ με την Κυβέρνηση συνεχίζεται προς την επίλυση εκκρεμών θεμάτων σχετικών με τη ναυτική εκπαίδευση όπως η επιβίβαση των δοκίμων σπουδαστών για την επί του πλοίου πρακτική εκπαίδευσή τους σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από το ισχύον σύστημα ναυτικής εκπαίδευσης. Η επιβίβαση των δοκίμων είχε παρουσιάσει προβλήματα κατά την τελευταία περίοδο ως αποτέλεσμα της πρόσφατης μαζικής προσέλευσης των νέων λόγω της καμπάνιας προσέλκυσης στις Ακαδημίες Εμπορικού Ναυτικού. Θα πρέπει να επιβληθεί στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις η υποχρεωτική επιβίβαση ενός ελαχίστου αριθμού δοκίμων, ανάλογα με τον αριθμό των διαχειριζόμενων από την Ελλάδα πλοίων υπό ελληνική σημαία καθώς και πλοίων

υπό ξένες σημαίες. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα εξασφαλίζεται η απορρόφηση των δοκίμων για την εκτέλεση των εκπαιδευτικών ταξιδιών τους, που αποτελούν ουσιώδες μέρος του συστήματος της εναλλασσόμενης ναυτικής εκπαίδευσης. Όμως, η επίσημη αναγνώριση των ιδιωτικών ναυτικών σχολών, που θα μπορούσε να αυξήσει τον αριθμό των επαρκώς εκπαιδευμένων αξιωματικών, εξακολουθεί να καθυστερεί.

4.6 ΕΞΟΔΑ ΤΑΞΙΔΙΟΥ

Το κύριο κόστος του ταξιδιού είναι η αποθήκευση και κατανάλωση καυσίμων των πλοίων. Η κατανάλωση ενός σκάφους είναι συνάρτηση της απόδοσης της ταχύτητας και του κινητήρα, ρυθμίζεται από παράγοντες όπως το φορτίο ή η κατάσταση των έρμων και τις καιρικές συνθήκες. Το στοιχείο αυτό που σχετίζεται με το ταξίδι εισέρχεται στην εξίσωση του κόστους επειδή οι τιμές καυσίμων - και οι διαθεσιμότητες - ποικίλλουν σε όλο τον κόσμο.

Τα λιμενικά τέλη και τα έξοδα εκταμίευσης μπορεί να είναι συγκεκριμένα, όχι μόνο σε μια συγκεκριμένη θύρα, αλλά και σε ένα συγκεκριμένο αγκυροβόλιο ή τερματικό. Τα συστατικά μπορεί να είναι σύνθετα και ποικίλα - ανάλογα σε ποιο βαθμό τα βασικά κόστοι ελλιμενισμού και απόδοσης και οι ανά τόνο επιβαρύνσεις συμπληρώνονται με έξοδα αντιπροσώπευσης, ρυμουλκά, πλοήγηση, τέλη φωτός και τέλη διάσωσης. Το κόστος ταξιδιού μπορεί επίσης να ενσωματώνει τέλη διέλευσης και άλλες δαπάνες που συνδέονται με διάφορα καναλικά, θαλάσσια και ποταμίσια συστήματα. Τα λιμενικά έξοδα έχουν επίσης αυξηθεί σημαντικά - για παράδειγμα, το Λιμεναρχείο Qalhat του Ομάν αύξησε τα τέλη ελλιμενισμού σκαφών, κατά 4,5% το 2010, σε 80,350 δολάρια. Επιπλέον, πολλά λιμάνια επιβάλλουν πρόσθετες επιβαρύνσεις στους μεταφορείς υδροποιημένου φυσικού αερίου, όπως για σκάφη συνοδείας, λόγω των φόβων ασφαλείας του κοινού.

Στο Milford Haven του Ηνωμένου Βασιλείου, εκτός από τα τέλη που καταβάλλονται για τις υπηρεσίες πλοήγησης και επιβίβασης/αποβίβασης, από τον Ιανουάριο του 2009, η λιμενική αρχή επιβάλλει προσαύξηση 100% του ποσού των τελών που καταβάλλονται για άλλους τύπους πλοίων, για τα πρώτα 15 σκάφη του ημερολογιακού έτος που χρησιμοποιούν προβλήτες LNG. Είχε ήδη αυξήσει τα

λιμενικά τέλη κατά 10% και τα πλοηγικά τέλη κατά 8%. Επιπλέον, τα πλοία μεταφοράς LNG θα απαιτούν μια έναρξη για να εξασφαλίσουν μια ζώνη αποκλεισμού δύο μιλίων, όταν βρίσκονται σε λειτουργία (κοστίζει 1,600 δολάρια για κάθε διαδρομή).

4.7 Ο ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΕΣΩ ΑΓΩΓΩΝ

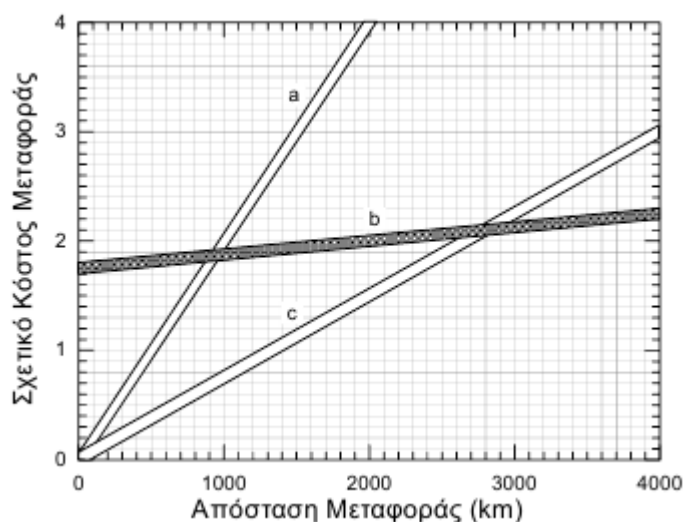
Εκτός από την εισαγωγή υγροποιημένου φυσικού αερίου ή την παραγωγή φυσικού αερίου στην εγχώρια αγορά, οι καταναλώτριες χώρες μπορεί να έχουν τη δυνατότητα να εισάγουν την ενέργεια των καυσίμων μέσω αγωγών. Το εμπόριο υγροποιημένου φυσικού αερίου και η ζήτηση για πλοία μεταφοράς LNG τότε θα εξαρτώνται από τους όγκους φυσικού αερίου που μεταφέρονται μέσω αγωγών και τις τιμές αυτής. Σύμφωνα με την Energy Information Administration, περίπου το ήμισυ των εισαγωγών φυσικού αερίου της Κίνας το 2012 ήταν μέσω αγωγών. Αυτές προήλθαν από χώρες της Κεντρικής Ασίας (κυρίως το Τουρκμενιστάν, που ακολουθείται από το Ουζμπεκιστάν και το Καζακστάν), και, σε μικρότερο βαθμό, την Μιανμάρ. Τα σχέδια για την αύξηση της δυναμικότητας των αγωγών και της προσφοράς από τις χώρες της Κεντρικής Ασίας είναι σήμερα σε ισχύ. Νέα παραγωγή ή νέες ανακαλύψεις αποθεματικού, καθώς και οι συμφωνίες με την Κίνα, θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά το εμπόριο και τα πλοία μεταφοράς LNG. (36)

Ως ένας από τους μεγαλύτερους κατόχους των πόρων φυσικού αερίου στον κόσμο, η Ρωσία αναμένεται επίσης να αποτελέσει βασικό προμηθευτή φυσικού αερίου προς την Κίνα στο μέλλον. Οι συνομιλίες για την προμήθεια φυσικού αερίου προς την Κίνα από τον ενεργειακό γίγαντα της Ρωσίας, Gazprom, ξεκίνησαν πριν χρόνια. Όμως, θέματα όπως οι διαδρομές των αγωγών, η χρηματοδότηση, καθώς και οι τιμές έχουν σταματήσει τις συμφωνίες μέχρι πρόσφατα.

Στην Ευρώπη, το 35% περίπου του φυσικού αερίου παρέχονταν από τη Ρωσία και τη Νορβηγία (κυρίως μέσω των αγωγών) το 2015, σύμφωνα με την BP Statistics. Το πόσο η Ευρώπη θα εισάγει από τη Ρωσία και τη Νορβηγία, μέσω αγωγού, η οποία επηρεάζει τις εισαγωγές υγροποιημένου φυσικού αερίου της Ευρώπης, υπόκειται στη χωρητικότητα των αγωγών, τις κυβερνητικές πολιτικές, την παραγωγή από τον προμηθευτή, και την τιμή.

Το Ιράν, το οποίο κατέχει ένα από τα μεγαλύτερα αποθέματα φυσικού αερίου στον κόσμο, θα μπορούσε να επιταχύνει για να γίνει ένα βασικό προμηθευτής φυσικού αερίου μέσω αγωγών στο μέλλον, αν και το δυναμικό της περιορίζεται από παράγοντες, όπως η επιβολή κυρώσεων, η ξεπερασμένη τεχνολογία, οι πελάτες εναλλακτικών τρόπων ενέργειας, και τη χρηματοδότηση. Οι χώρες της κεντρικής Ασίας θα μπορούσαν επίσης να αυξήσουν την προσφορά προς την Ευρώπη, αν και η ανάγκη για την κατασκευή αγωγών μεγάλων αποστάσεων που πρέπει να ταξιδέψουν μέσα από διάφορες πολιτείες κάνει αυτές τις πρωτοβουλίες ευάλωτες.

Η μεταφορά LNG με πλοία είναι συχνά ο μόνος τρόπος μεταφοράς φυσικού αερίου από απομακρυσμένα πεδία παραγωγής στις χώρες κατανάλωσης. Οποιαδήποτε σύγκριση κόστους μεταξύ θαλάσσιας μεταφοράς LNG και μεταφοράς μέσω αγωγών πρέπει, φυσικά, να συνδεθεί με τις απαιτήσεις του έργου. Γενικά, μια εγκατάσταση LNG είναι η μόνη απάντηση εάν η μεταφορά με αγωγό δεν είναι εφικτή για τεχνικούς ή άλλους λόγους ή εάν η απόσταση είναι αρκετά μεγάλη. Το κόστος της μεταφοράς LNG είναι χαμηλότερο από αυτό των υποθαλάσσιων αγωγών μεταφοράς ακόμη και για αποστάσεις αρκετών εκατοντάδων χιλιομέτρων, ενώ η μεταφορά με χερσαίους αγωγούς είναι σχεδόν πάντα φθηνότερη από τη μεταφορά LNG εκτός αν η απόσταση είναι εξαιρετικά μεγάλη. Μια σύγκριση του κόστους μεταφοράς LNG και της μεταφοράς μέσω αγωγών δίνεται στο παρακάτω σχήμα.

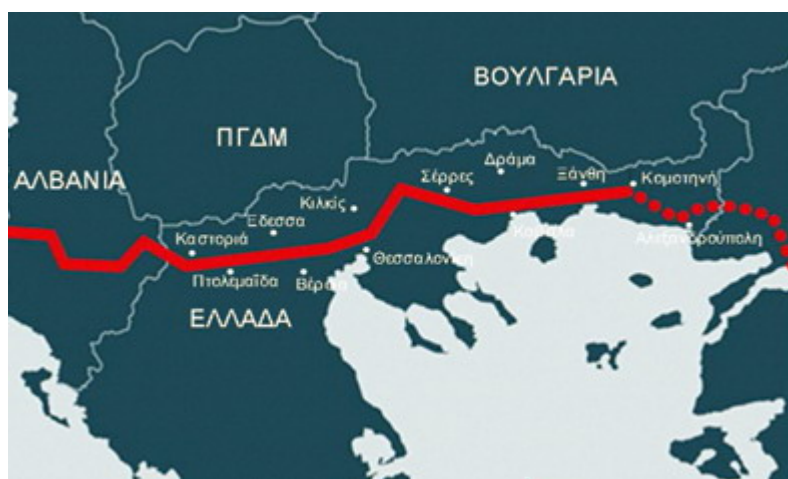


Σχήμα 2: Σύγκριση του κόστους μεταφοράς LNG και της μεταφοράς μέσω αγωγών

36. Βιβλιογραφία: (22)

4.7.1 Ο ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΤΑΡ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ

Ο Αδριατικός Αγωγός Φυσικού Αερίου (Trans Adriatic Pipeline, TAP) είναι ένας υπό σχεδιασμό αγωγός με σκοπό την μεταφορά φυσικού αερίου από τα κοιτάσματα του Αζερμπαϊτζάν στην Κασπία Θάλασσα. Στο ελληνικό έδαφος θα περνά από την ελληνοτουρκική μεθόριο στη Θράκη και διασχίζοντας την Βόρεια Ελλάδα, θα περνά στην Αλβανία και στην συνέχεια υποθαλάσσια της Αδριατικής Θάλασσας θα καταλήγει στην Ιταλία. Από την Ιταλία, θα μπορεί να τροφοδοτεί και τις αγορές της Δυτικής Ευρώπης. Πέραν της μεταφοράς τράνζιτ αερίου προς την δυτική Ευρώπη θα υπάρχει η δυνατότητα διανομής ποσοτήτων στα Βαλκάνια μέσω διασυνδεδεμένων αγωγών. Η αγορά της Βουλγαρίας και της Ρουμανίας θα μπορεί να τροφοδοτείται μέσω του σχεδιαζόμενου αγωγού IGB και τα Δυτικά Βαλκάνια μέσω του σχεδιαζόμενου αγωγού Ιονίου Αδριατικής (Ionian Adriatic Pipeline—IAP).



Εικόνα 8: Διαδρομή αγωγού ΤΑΡ στην Ελλάδα

Ο ΤΑΡ θα διαθέτει αρχικά δυναμικότητα 10 δις. κυβικών μέτρων το χρόνο (bcm/year) αλλά με την αύξηση της διαθεσιμότητας του φυσικού αερίου, ο ΤΑΡ θα διαθέτει την ικανότητα να διακινεί επιπλέον 10 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (bcm) αερίου το χρόνο, φτάνοντας τα 20 bcm εφόσον απαιτείται. Πριν την έναρξη λειτουργίας του αγωγού και περί το τέλος του 2018 θα πραγματοποιηθούν τεχνικοί έλεγχοι και μετά την επιτυχημένη ολοκλήρωσή τους, ο αγωγός θα τεθεί σε λειτουργία στις αρχές του 2019. Βάσει του σχεδιασμού, η διάρκεια ζωής του αγωγού είναι 50

χρόνια. Ωστόσο σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία στην τεχνολογία των αγωγών, μπορεί βάσιμα να θεωρηθεί ότι ο αγωγός θα λειτουργήσει πολύ περισσότερο. Ο εξοπλισμός των Σταθμών Συμπίεσης θα αντικατασταθεί μετά από την πάροδο 25 ετών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη και ο ορατός κίνδυνος της περιβαλλοντικής ρύπανσης, έχουν στρέψει το ενδιαφέρον των κρατών και των οικονομιών σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Εκτός από την ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σημαντική βαρύτητα έχει δοθεί και στην εκμετάλλευση του φυσικού αερίου, το οποίο αποτελεί την πιο άμεση λύση. Κύρια παράμετρος για την ανάπτυξη της αγοράς του φυσικού αερίου αποτελεί και το κόστος μεταφοράς του.

Η θαλάσσια μεταφορά του φυσικού αερίου αποτελεί μια εναλλακτική και αρκετά συμφέρουσα μέθοδο μεταφοράς. Όντως, η θαλάσσια μεταφορά LNG είναι μια εξειδικευμένη αγορά που παρουσιάζει ταχεία ανάπτυξη στις θαλάσσιες μεταφορές ενέργειας. Η μείωση του όγκου του φυσικού αερίου με την υγροποίησή του επιτρέπει την μεταφορά του με οικονομικά ανταγωνιστικούς όρους σε σχέση με τους αγωγούς. Παρόλα αυτά θα πρέπει να υπάρξει ιδιαίτερη προσοχή στον σχεδιασμό και την κατασκευή των πλοίων, ώστε αυτά να εξασφαλίσουν την ασφαλή και αξιόπιστη μεταφορά του προϊόντος.

Ωστόσο, στον τομέα των πλοίων μεταφοράς LNG παρατηρήθηκε βύθιση των ναύλων ειδικά το 2015 οπότε και οι ναύλοι υποχώρησαν κατά 50%. η οποία τροφοδοτήθηκε κυρίως από τη συρρίκνωση της ζήτησης στον Ειρηνικό. Συνεπώς, η αγορά LNG προβλέπεται να διατηρηθεί σταθερή την επόμενη περίοδο, στα σημερινά χαμηλά επίπεδα, και οποιαδήποτε αξιολογή μεταβολή μπορεί να αναμένεται από το 2018, οπότε θα έχουν παραδοθεί σε λειτουργία περισσότερες μονάδες υγροποίησης στις Η.Π.Α. και Αυστραλία, οι οποίες σε συνδυασμό με την αποπεράτωση των έργων στη διώρυγα του Παναμά, αναμένεται να αντισταθμίσουν την αυξανόμενη προσφορά πλοίων.

Η συνεχιζόμενη αύξηση των αναγκών μεταφοράς LNG παγκοσμίως κυρίως μεταξύ των μεγάλων καταναλωτών (Κίνα-Ινδία-Αφρική-Αναπτυσσόμενες Χώρες)

καθώς και η υιοθέτηση πολιτικών για πιο «καθαρή» ενέργεια τα επόμενα χρόνια αναμένεται να διαδραματίσουν κυρίαρχο ρόλο στην αγορά LNG καθώς οι μελλοντικές εξελίξεις με τα περιβαλλοντικά πρωτόκολλα (PARIS 2021) καθώς και ο παροπλισμός των υφιστάμενων δομών επεξεργασίας άνθρακα κυρίως στην Ευρώπη, αλλά και στις Η.Π.Α. καθώς και η δραστική στροφή που αναμένεται από τη χρήση Άνθρακα και πυρηνικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή στη χρήση φυσικού αερίου και LNG αναμένεται να τροφοδοτήσουν την επόμενη δεκαετία τη Ζήτηση για LNG σε πολύ μεγάλο βαθμό σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα.

Τέλος, οι προβλέψεις των ειδικών που μαζί με την Αύξηση της χρήσης των Α.Π.Ε. προβλέπουν για τα επόμενα χρόνια την καθιέρωση του Φυσικού Αερίου ως το «Κυρίαρχο» καύσιμο που θα επικρατήσει τα επόμενα χρόνια στο παγκόσμιο ενεργειακό μίγμα ,σε συνδυασμό με την σημαντική αύξηση στις εγκαταστάσεις υδροποίησης και τις ολοένα μεγαλύτερες ανάγκες των Ραγδαία αναπτυσσόμενων Χωρών της Ν.Α. Ασίας αναμένεται να τροφοδοτήσουν τη Ζήτηση άρα και το εμπόριο LNG σε πολύ καλύτερα από τα σημερινά επίπεδα των Ισχνών Ναύλων, θέση που φαίνεται να υιοθετούν οι Έλληνες εφοπλιστές οι οποίοι σταθερά επενδύουν στην Αύξηση του μεριδίου τους στις LNG γραμμές παγκοσμίως.

Ελληνική

1. Γρομπανόπουλος Σ., (2013), Το LNG ως Ευρωπαϊκή στρατηγική επένδυσης, διπλωματική εργασία, επιβλέπων καθηγητής: Σκιαδάς Δημήτριος, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
2. Δαγκαλίδης Α., (2013), Κλαδική μελέτη 20: Δεξαμενόπλοια LNG, Τράπεζα Πειραιώς.
3. Ένωσις Ελλήνων Εφοπλιστών, Ετήσια έκθεση 2016
4. Λέφας Κ., Σελλούντος ΗΒ, (2004). Εισαγωγή στην Τεχνολογία του Φυσικού Αερίου. ΣΕΛΚΑ-4Μ

Ξενόγλωσση

5. American Bureau of Shipping (2000) Guidance Notes on Risk Assessment Applications for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries, ABS, Houston
6. BP Statistical Review of World Energy (2016) available at: <https://www.bp.com/statisticalreview>
7. BGR (2013): Energy Study 2013. Reserves, resources and availability of energy resources (17). – 112 p. Hannover
8. Bonhomme D, Burignat D, Miquel P, Engoian A, Aubry C, (2013). Competition: Pipeline Gas and LNG in Europe. 17th International Conference & Exhibition on Liquefied Natural Gas (LNG 17)
9. Buhaug et al. (2009). IMO 2nd GHG Report.
10. Bainbridge, K. 2003. Overview of LNG shipping, Proceeding Fundamentals of Base load LNG Conference, Gas Technology Institute, MD, 22–25
11. Canadian Association for Petroleum Procedures, (2014) An Overview of the World LNG Market And Canada's Potential for Exports of LNG
12. CE Delft (2009). Technical support for European action to reducing greenhouse gas emissions from international maritime transport.
13. Er I.D. (2007). Safety and Environmental Concern Analysis for LNG Carriers. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation; 1(4); 421-426

14. EN 1473, 1996. Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas— Design of Onshore Installations.
15. Global LNG Market Overview 2014/15 Global trade summary for 2014; LNG supply hiatus in full effect. BG Group
16. International Energy Agency, 2015, Annual Report
17. International Energy Agency, 2015, Key World Energy Statistics
18. International Gas Union (2015). World LNG Report – 2015 Edition.
19. Jefferies (2013). LNG & LPG Shipping Fundamentals.
20. Jesper A., (2012), Lloyd’s Register LNG Bunkering Infrastructure Study, Lloyd’s Register EMEA
21. National Fire Protection Agency (NFPA) 59A, 2001. Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG), USA.
22. OECD/IEA, (2015) Medium-Term Gas Market Report
23. PFC Energy (2015). Global LNG Supply and Demand Study
24. Pitblado R., Baik J., Hughes G., Ferro C. & Shaw S. 2004. Consequences of LNG marine incidents, Proceeding CCPS Conference, Orlando, FLABSG Consulting Inc., 2004. Consequence assessment methods for incidents involving releases from liquefied natural gas carriers, Report 131-04
25. Saglam H, Brandt U, Wodecki B, (2012). LNG Carriers. MMA 167 Marine Structural Engineering
26. Smith T, O’Keeffe E, Aldous L and Agnolucci P, (2013). Assessment of Shipping’s Efficiency Using Satellite AIS data, UCL Energy Institute
27. Timera Energy (2013). Getting to grips with LNG shipping costs
28. Wang H, Rutherford D, Desai C (2014). Long-term energy efficiency improvement for LNG carriers. International Council on Clean Transportation

Websites

29. <http://marketrealist.com>
30. <http://blog.lr.org/2014/04>
31. <http://www.petroleum-economist.com>
32. <http://www.bloomberg.com>
33. <http://www.marketwatch.com>
34. <http://www.gaslogltd.com>

35. <http://www.lloydslistintelligence.com/lint/gas/index.htm>
36. http://www.chemeng.ntua.gr/courses/pngtech/news_files/webdoc_5_15_6_2007.pdf
37. http://www.chemeng.ntua.gr/courses/pngtech/news_files/webdoc_8_15_6_2007.pdf
38. <http://www.clarksons.com/>
39. <http://www.igu.org>
40. <http://www.petrofin.gr>
41. <http://teekay.com> (Teekay LNG Partners L.P.)