

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

στη

ΝΑΥΤΙΛΙΑ

**«ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ
ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ LNG ΜΕ
ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ FLNG ΠΛΟΙΑ»**

Γεώργιος Μάρκογλου

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

Σεπτέμβριος 2014

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.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

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

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Καθηγητής Ευστράτιος Παπαδημητρίου (Επιβλέπων)
- Καθηγητής Ερνέστος Τζαννάτος
- Καθηγητής Κωνσταντίνος Χλωμούδης

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

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας υπήρξε από μέρους μου ένας μεγάλος στόχος, ο οποίος εξέφραζε τη βαθειά μου επιθυμία να εισχωρήσω και να αποκτήσω την όσο το δυνατόν πιο σφαιρική εικόνα γύρω από το φυσικό αέριο γενικότερα, αλλά και την υπάρχουσα κατάσταση, καθώς και τις εξελίξεις γύρω από την εφοδιαστική του αλυσίδα ειδικότερα. Στην προσπάθεια μου αυτήν, ομολογώ πως αντιμετώπισα μεγάλες δυσκολίες, λόγω του γεγονότος ότι όντας Οικονομολόγος δεν διέθετα τις απαραίτητες τεχνικές γνώσεις σε σχέση με ένα τόσο εξειδικευμένο αντικείμενο, ενώ συνάμα η περίοδος της εκπόνησης της εν λόγω εργασίας συνέπεσε επί το πλείστον με το ένδοξο Ελληνικό καλοκαίρι, γεγονός που με τη σειρά του έκανε την προσπάθεια μου ολοένα και πιο δύσκολη. Ωστόσο, με πίστη, αποφασιστικότητα και σκληρή δουλειά κατάφερα να πετύχω το στόχο μου. Στην προσπάθεια μου αυτή είχα βεβαίως και την αμέριστη συμπαράσταση ορισμένων ατόμων, τους οποίους ευχαριστώ και τους αναγνωρίζω το δικό τους μερίδιο στο έργο αυτό.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθύτατα τον αγαπητό μου Καθηγητή κ. Ευστράτιο Παπαδημητρίου για το ήθος του και το παράδειγμά του, που με ώθησαν να του ζητήσω να είναι ο επιβλέπων στη Διπλωματική μου Εργασία, και φυσικά για την αποδοχή από μέρους του να αναλάβει το ρόλο αυτόν. Η συνδρομή του υπήρξε τεράστια για την ολοκλήρωση της προσπάθειάς μου αυτής με τον κριτικό του λόγο, την έμπνευση και την καθοδήγηση που μου προσέφερε. Φυσικά, να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και προς τα έτερα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής, τον Καθηγητή κ. Ερνέστο Τζαννάτο και τον Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Χλωμούδη για την δημιουργική αξιολόγηση της Εργασίας μου από μέρους τους, η οποία συνέβαλε με τη σειρά της στη βελτίωση του τελικού αποτελέσματος.

Τέλος, να ευχαριστήσω τους πολυαγαπημένους μου γονείς που με στηρίζουν σε κάθε μου προσπάθεια, άλλα και τη μελλοντική μου σύζυγο Μάρθα που αγαπώ τόσο πολύ, γιατί είναι στο πλευρό μου συνέχεια, δείχνοντας μου την αγάπη και την εμπιστοσύνη της κάθε λεπτό.

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφιερώνεται στα δύο εκείνα άτομα που με ενέπνευσαν περισσότερο από τον οποιονδήποτε άλλον στη ζωή μου και ήταν οι γονείς της μητέρας μου, ο παππούς Διονύσης και η γιαγιά Αγλαΐα.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	6
2.1 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΩΣ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	6
2.2 ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	15
2.3 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	19
2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	23
3. Η ΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (LNG).....	26
3.1 ΤΟ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	26
3.2 Η ΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑ LNG.....	30
3.3 ΟΙ ΥΠΟΔΟΜΕΣ LNG.....	40
3.4 ΠΛΟΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ LNG ΓΙΑ ΠΡΟΩΣΗ.....	47
3.5 ΤΑ FLNG ΠΛΟΙΑ.....	51
3.6 PRELUDE.....	57
4. ΥΠΟΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	61
4.1 Η ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΝΟΣ FLNG ΠΛΟΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΙΑΚΗ ΑΟΖ.....	61
4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	63
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	71

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ - ΠΙΝΑΚΩΝ - ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Πίνακας 1: Παγκόσμια επιβεβαιωμένα αποθέματα φυσικού αερίου σε σύγκριση με τα αντίστοιχα πετρελαίου και άνθρακα το 2007.....	11
Πίνακας 2: Παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου σε σύγκριση με την αντίστοιχη πετρελαίου και άνθρακα το 2007.....	12
Διάγραμμα 1: Οι εισαγωγές φυσικού αερίου ανά περιοχή του πλανήτη.....	13
Διάγραμμα 2: Ετήσια μεταβολή του εμπορίου φυσικού αερίου σε υγρή και σε αέρια μορφή.....	14
Διάγραμμα 3: Διαχρονική σύγκριση της παραγωγής σχιστολιθικού αερίου με τις καθαρές εισαγωγές φυσικού αερίου στις ΗΠΑ.....	15
Διάγραμμα 4: Οχήματα καύσης φυσικού αερίου ανά χώρα.....	20
Διάγραμμα 5: Προβλέψεις προσφοράς και ζήτησης φυσικού αερίου στις ΗΠΑ την περίοδο 2008-2035.....	22
Σχήμα 1: Διαδικασία επεξεργασίας του φυσικού αερίου και μετατροπής του σε LNG.....	27
Διάγραμμα 6: Κόστος μεταφοράς φυσικού αερίου μέσω αγωγών ή σε μορφή LNG, σε σχέση με την απόσταση.....	34
Διάγραμμα 7: Κόστος μεταφοράς φυσικού αερίου μέσω χερσαίων και υποθαλάσσιων αγωγών, ή σε μορφή LNG, σε σχέση με την απόσταση.....	35
Διάγραμμα 8: Οι κυριότεροι εισαγωγείς υγροποιημένου φυσικού αερίου.....	36
Διάγραμμα 9: Οι κυριότεροι εξαγωγείς υγροποιημένου φυσικού αερίου.....	39
Διάγραμμα 10: Εξέλιξη των εισαγωγών και εξαγωγών LNG ανά περιοχή.....	40
Πίνακας 3: Τερματικοί σταθμοί υγροποίησης φυσικού.....	41
Πίνακας 4: Εγκαταστάσεις επαναμετατροπής LNG σε αέρια μορφή.....	43
Σχήμα 2: Το πρώτο FLNG πλοίο (Prelude).....	52
Σχήμα 3: Εφ ενός ζυγού διάταξη για τις μεθόδους πρόσδεσης με διπλό και μονό συρματόσχοινο.....	55
Σχήμα 4: Παράλληλη ή πλευρά με πλευρά διάταξη πρόσδεσης.....	56
Σχήμα 5: Σύγκριση του μήκους του Prelude με το ύψος διαφόρων διάσημων κατασκευών.....	58
Σχήμα 6: Τα 13 οικόπεδα της Κυπριακής ΑΟΖ και τα 3 μεγάλα κοιτάσματα της Ισραηλινής ΑΟΖ.....	65

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το **φυσικό αέριο** είναι ένα ορυκτό καύσιμο, το οποίο λόγω της σύστασής του, συμβάλει σε μέγιστο βαθμό στη μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου. Το εμπόριο του πραγματοποιείται είτε μέσω αγωγών, είτε υγροποιημένο μέσα σε κρυογόνες δεξαμενές μέσω πλοίων, φορτηγών και τραίνων. Στην δεύτερη περίπτωση, απαιτούνται κάποιες εγκαταστάσεις για την υγροποίησή, αποθήκευσή και επαναμετατροπή του σε αέρια μορφή, αλλά και εξειδικευμένα πλοία μεταφοράς **υγροποιημένου φυσικού αερίου**. Στις μέρες μας, έχει δημιουργηθεί ένας νέος τύπος πλοίου, με την ονομασία **FLNG**, το οποίο ουσιαστικά αποτελεί μία πλωτή εγκατάσταση υγροποίησης και αποθήκευσης φυσικού αερίου. Το πρώτο πλοίου τέτοιου τύπου κατασκευάστηκε από την Shell με την ονομασία **Prelude** και έκανε το παρθενικό του ταξίδι το Δεκέμβριο του 2013. Παρακινούμενος από τη νέα αυτή είσοδο, προσπάθησα στη μελέτη αυτή να αναλύσω, πως η τοποθέτηση ενός αντίστοιχου πλωτού τερματικού σταθμού υγροποίησης φυσικού αερίου στην **Κυπριακή Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη** (Οικόπεδο 12) για την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων της ευρύτερης περιοχής της νοτιοανατολικής Μεσογείου, θα μπορούσε να αποτελέσει μία επικερδή επένδυση.

ABSTRACT

Natural gas is a fossil fuel, that due to its composition, has a dominant role to the reduction of the greenhouse gases emissions. The trade of natural gas takes place through pipelines or in its liquefied condition into cryogenic tanks by ships, trucks and trains. In the second case, special plants for its liquefaction, storage and regasification are needed, and of course **LNG** carriers. Nowadays, we have witnessed a new entry in the LNG market, the **FLNG** ship. This type of ship is an offshore floating LNG plant, where the liquefaction and storage processes take place. The first FLNG ship, “**Prelude**” was constructed by Shell and made its first journey in December 2013. Motivated by this new entry, I tried to analyze how the investment of the construction of a new FLNG ship and its anchorage in the 12th block of the **Cypriot Exclusive Economic Zone**, could be the ideal solution for the exploitation of the LNG fields of the southeastern Mediterranean Sea and subsequently be profitable for all the participating parts of the deal.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει ως σκοπό να αναλύσει το ζήτημα του εφοδιασμού των πλοίων μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), να αναδείξει την κατάσταση που επικρατεί στο χώρο της αγοράς του συγκεκριμένου καυσίμου, καθώς και τις ραγδαίες εξελίξεις στην αγορά αυτή, λόγω του συνδυασμού των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του συγκεκριμένου καυσίμου, αλλά και των επιβαλλόμενων περιβαλλοντολογικών περιορισμών/κανονισμών από διάφορους διεθνείς Οργανισμούς.

Εν συνεχεία, θα γίνει αναλυτική προσέγγιση της εφοδιαστικής αλυσίδας του φυσικού αερίου σε παγκόσμια βάση, προκειμένου να μπορέσει να καταστεί σαφής ο ιδιαίτερος χαρακτήρας της σε σχέση με αυτήν άλλων καυσίμων, όπως για παράδειγμα του άνθρακα, του πετρελαίου και των παραγώγων αυτού. Η ιδιαιτερότητα της αλυσίδας αυτής οδήγησε φυσικά και στην θεαματική είσοδο των πλοίων FLNG στο χώρο, που επισφραγίστηκε με τη δημιουργία του πρώτου πλοίου τέτοιου τύπου με το όνομα Prelude της εταιρείας Royal Dutch Shell.

Θα γίνει προσπάθεια επίσης, να αναλύσουμε από οικονομοτεχνικής άποψης πως μία ενδεχόμενη αύξηση της ποσότητας τέτοιων επενδυτικών σχεδίων από πλευράς των επτά αδερφών ή άλλων μεγάλων παικτών στο χώρο της ενέργειας και της τοποθέτησης αντίστοιχων πλοίων σε καίρια από ενεργειακή άποψη σημεία ανά τον κόσμο, θα μπορούσε να οδηγήσει στην αλλαγή του παγκόσμιου ενεργειακού χάρτη.

Η εν λόγω εργασία ουσιαστικά ξεκίνησε ως μία προσπάθεια μου να αναλύσω πως μία σειρά υπαρχόντων, αλλά και λοιπών αναδυόμενων θεμάτων στο χώρο της ενέργειας θα μπορούσαν να επηρεάσουν καθοριστικά το χώρο αυτό. Πιο αναλυτικά, οι αμφιλεγόμενες μελέτες αναφορικά με τη διάρκεια των αποθεμάτων του πετρελαίου παγκοσμίως και η αδιάκοπη προσπάθεια για τεχνολογικές βελτιώσεις-ανακαλύψεις που θα επιτρέπουν την εμφάνιση, επεξεργασία και χρήση νέων πηγών ενέργειας, όπως στην περίπτωση των σχιστόλιθων στην περιοχή της Βόρειας Αμερικής, είναι κάποια από τα ζητήματα αυτά.

Επίσης, η επιβολή ολοένα και πιο αυστηρών νόμων και κανονισμών από Διεθνείς Ναυτιλιακούς και άλλους Οργανισμούς για την προστασία του περιβάλλοντος, με σκοπό τη μείωση των εκπομπών των ρύπων που

παράγονται από τη Ναυτιλία σε αέρια του θερμοκηπίου (SOx, NOx, CO₂), μέσω της θέσπισης περιοχών περιορισμένων εκπομπών (ECAs) και της επέκτασης του μέτρου αυτού σε νέες περιοχές (π.χ. Μεσόγειο θάλασσα). Η επιβολή αυτή ουσιαστικά μεταφράζεται σε απαίτηση για μείωση των ποσοστών περιεκτικότητας των καυσίμων που χρησιμοποιούν τα πλοία στις συγκεκριμένες περιοχές σε θείο.

Η ανάπτυξη του παραπάνω μέτρου, που εύλογα οδηγεί σε αναζήτηση νέων πιο φτηνών καυσίμων, προκειμένου να μειωθεί το κόστος λειτουργίας των πλοίων, καθώς τα προϊόντα πετρελαίου με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο είναι ιδιαίτερος ακριβά, αποτέλεσε με τη σειρά της μία νέα ώθηση για να ασχοληθώ με το φυσικό αέριο και την εφοδιαστική αλυσίδα του καυσίμου αυτού. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του και κυρίως η χημική του σύσταση, το καθιστούν ιδανικό για τις περιοχές περιορισμένων εκπομπών, εξαιτίας της τεράστιας μείωσης που επιτυγχάνεται στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, αλλά και της φτηνής τιμής του σε σχέση με τα κατά πολύ πιο ακριβά παράγωγα προϊόντα πετρελαίου, τα οποία μπορούν να ανταποκριθούν στις περιβαλλοντολογικές απαιτήσεις των εν λόγω περιοχών.

Ωστόσο, η εφοδιαστική αλυσίδα του φυσικού αερίου είναι λόγω των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του ιδιαίτερος πολύπλοκη σε σχέση με τις αντίστοιχες του πετρελαίου ή του άνθρακα. Για τη μεταφορά του, σε μικρές κυρίως αποστάσεις, χρησιμοποιούνται οι ειδικοί αγωγοί, η κατασκευή των οποίων αποτελεί μία μακροσκελή διαδικασία, λόγω του γεγονότος ότι για να φτάσουν από την παραγωγό χώρα στον τελικό καταναλωτή κατά κανόνα διέρχονται μέσα από πολλές άλλες χώρες. Οι συμφωνίες για την κατασκευή των αγωγών αυτών είναι λοιπόν μακροσκελείς και εύθραυστες, λόγω διπλωματικών και γεωπολιτικών ζητημάτων που προκύπτουν. Το ίδιο συμβαίνει και κατά τη χρήση τους, όπως για παράδειγμα κατά το πρόσφατο παράδειγμα μεταξύ Ουκρανίας και Ρωσίας. Αναμφισβήτητα, η ύπαρξη αγωγού μεταφοράς φυσικού αερίου προϋποθέτει σταθερότητα και ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης, γεγονός που δεν επιτρέπει ευελιξία στην εφοδιαστική αλυσίδα. Ταυτόχρονα, σε ορισμένες περιπτώσεις λόγω γεωπολιτικών ζητημάτων δεν είναι εφικτή η κατασκευή του ή ο φόβος για ενδεχόμενη δόλια ενέργεια καταστροφής τμήματος αυτού είναι υψηλός.

Για τους ανωτέρω λόγους και για την ύπαρξη ευελιξίας στην ικανοποίηση της ζήτησης φυσικού αερίου στα σημεία του παγκόσμιου χάρτη όπου προκύπτει αυτή, επιλέχθηκε η μεταφορά αυτού και με μη σταθερά μέσα, όπως για παράδειγμα φορτηγά, αλλά και πλοία. Τα δεύτερα μάλιστα προτιμούνται κυρίως για μεταφορές μεγάλων αποστάσεων και φυσικά μεταξύ περιοχών που δεν διαθέτουν δίκτυο αγωγών μεταφοράς φυσικού αερίου, αν και αυτό δεν είναι πάντα απαραίτητο. Με τον τρόπο αυτό μεταφοράς, οι χώρες που παράγουν φυσικό αέριο δύνανται να προσφέρουν το αγαθό τους σε περιοχές με αυξανόμενη ζήτηση, πετυχαίνοντας καλύτερες τιμές σε σχέση με τις προκαθορισμένες από τις διακρατικές συμφωνίες τιμές του αγαθού, σε περιπτώσεις μεταφοράς του μέσω του υπάρχοντος δικτύου αγωγών.

Δυστυχώς, για ακόμα μία φορά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου προϋποθέτουν την ύπαρξη υποδομών για τη μεταφορά του μέσω πλοίων. Πιο συγκεκριμένα, απαιτούνται εγκαταστάσεις υγροποίησης του προϊόντος (liquefaction plants), προκειμένου το καύσιμο στην αέρια μορφή του υπό συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης (4 psi) και θερμοκρασίας (-162° C) να συμπυκνωθεί, ώστε να καταστεί δυνατή η μεταφορά του μέσω πλοίων με περιορισμένες σε σχέση με έναν αγωγό μεταφορικές ικανότητες. Είναι βέβαια εύλογο, ότι υπάρχει απαίτηση και για την ύπαρξη σταθμών, που στο τέλος της μεταφοράς του προϊόντος με πλοία, θα το υποδέχονται και μέσω κατάλληλης επεξεργασίας θα το επαναφέρουν στην αρχική αέρια του μορφή (regasification terminals), προκειμένου το προϊόν να μπορέσει σε μεταγενέστερο στάδιο να αποθηκευτεί ή μεταφερθεί περαιτέρω μέσω ενός αγωγού με προορισμό τον τελικό χρήστη.

Συνάμα, για τη μεταφορά αυτή απαιτούνται ειδικού τύπου πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG Carriers), τα οποία είναι ιδιαίτερος υψηλού κόστους σε σχέση με τα αντίστοιχου μεγέθους πλοία μεταφοράς αργού ή προϊόντων πετρελαίου, λόγω των τεχνολογιών που διαθέτουν, προκειμένου να μπορούν να μεταφέρουν ένα προϊόν όπως αυτό, με τα τόσα ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά, τα οποία επιβάλλουν τον άκρως εξειδικευμένο χειρισμό του φορτίου αυτού.

Είναι λοιπόν εμφανές, ότι η εφοδιαστική αλυσίδα του φυσικού αερίου προϋποθέτει την ύπαρξη υποδομών και μέσων υψηλού επιπέδου από τεχνολογική άποψη, άλλα και από άποψη κόστους κατασκευής. Πιο

συγκεκριμένα, οι εγκαταστάσεις υγροποίησης, αλλά και επαναφοράς του προϊόντος στην αέρια του μορφή, έχουν τόσο υψηλό κόστος, και πολλές φορές το κόστος αυτό αποτελεί αποτρεπτικό παράγοντα για τη δημιουργία μίας νέας εγκατάστασης σε μία ανάλυση κόστους-οφέλους. Για το λόγο αυτό, υπάρχει περιορισμένος αριθμός τέτοιων εγκαταστάσεων παγκοσμίως, αναλογικά με τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις πετρελαίου.

Το πρόβλημα αυτό φαίνεται πως απασχολεί ιδιαίτερος τις μεγάλες εταιρείες του χώρου, αλλά και τις παραγωγές χώρες. Εδώ κάνουν την εμφάνιση τους τα πλοία FLNG που αποτελούν εκ πρώτης όψης τη λύση του προβλήματος. Στην πραγματικότητα αποτελούν πλωτές εξέδρες άντλησης φυσικού αερίου, που πρόκειται να τοποθετούνται σε απομακρυσμένες θαλάσσιες περιοχές με μεγάλα αποθέματα φυσικού αερίου στον υποθαλάσσιό τους χώρο. Η τοποθέτηση τους αυτή θα επιλύσει το πρόβλημα της μεταφοράς του φυσικού αερίου με χρήση υποθαλάσσιων αγωγών, αλλά και τη δημιουργία εγκαταστάσεων υγροποίησης στην κοντινότερη ηπειρωτική περιοχή, καθώς τα συγκεκριμένα πλοία διαθέτουν εγκαταστάσεις υγροποίησης φυσικού αερίου, αλλά ταυτόχρονα και τεράστιες δεξαμενές αποθήκευσης αυτού, προκειμένου να μπορούν να εφοδιάζουν τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου. Με καθετοποίηση των χώρων που απαιτούνται για μια τέτοια διαδικασία επιτυγχάνουν τεράστια μείωση των απαιτούμενων χώρων, αλλά και κόστους, σε σχέση με το αντίστοιχο που θα προέκυπτε από τη μεταφορά του φυσικού αερίου στην ακτή και την υγροποίησή του σε κάποια αντίστοιχη επίγεια εγκατάσταση.

Το εναρκτήριο λάκτισμα δόθηκε το Δεκέμβριο του προηγούμενου έτους από τη Royal Dutch Shell με τη δημιουργία του πρώτου πλοίου τέτοιου τύπου, ενώ πολλές εκ των υπολοίπων 6 μεγάλων αδερφών, άλλα και λοιπών εταιρειών του χώρου της ενέργειας, προετοιμάζονται πυρετωδώς για μία αντίστοιχη κίνηση. Η τοποθέτηση του σε μία θαλάσσια λεκάνη 475 χιλιομέτρα βορειοανατολικά από το Μπρουμ της δυτικής Αυστραλίας ουσιαστικά αποτελεί το πρώτο βήμα.

Κύριος στόχος της παρούσας εργασίας θα είναι να αναλύσουμε πως η ενδεχόμενη κατασκευή και τοποθέτηση νέων αντίστοιχων πλοίων τέτοιου τύπου σε άλλα σημεία της υφηλίου, θα οδηγήσει στην αλλαγή του παγκόσμιου ενεργειακού χάρτη και στη μεγαλύτερη εδραίωση του φυσικού αερίου ως πηγή

ενέργειας. Πιο αναλυτικά, πως θα επηρεαστούν οι εμπορικοί οδοί των πλοίων μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου, λαμβάνοντας υπόψη τις πάσης φύσεως αλλαγές που συντελούνται καθημερινά στη ζήτηση και προσφορά του εν λόγω καυσίμου, αλλά και τις ενδεχόμενες αυξομειώσεις που θα συντελεστούν στην τιμή του.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

2. ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

2.1 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΩΣ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι συνεχώς αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, σε συνδυασμό με την ανάγκη για μείωση των εκπομπών ρύπων σε αέρια του θερμοκηπίου, έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση πιο φιλικών προς το περιβάλλον πηγών ενέργειας. Οι ενεργειακές απαιτήσεις αυξάνονται συνεχώς, σύμφωνα με τις υπάρχουσες προβλέψεις, κατά 1,2% σε ετήσια βάση. Ταυτόχρονα, οι παγκόσμιες εκπομπές σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) προβλέπεται να αυξηθούν κατά 30% μεταξύ των ετών 2005 και 2030, λαμβανομένων υπόψη και των νέων αυξημένων ενεργειακών αποδόσεων της πυρηνικής, αλλά και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Kumar, 2011b).

Για τους ανωτέρω λόγους, η ανάγκη για την υιοθέτηση νέων πιο φιλικών προς το περιβάλλον πηγών ενέργειας καθίσταται στις μέρες μας επιτακτική. Οι πηγές αυτές θα αντικαταστήσουν τους υδρογονάνθρακες σαν το πετρέλαιο και τη βενζίνη. Τέτοιες πηγές είναι εμπορικά διαθέσιμες αυτή τη στιγμή σε μεγάλες ποσότητες και μία από αυτές είναι και το φυσικό αέριο. Λόγω της χημικής του σύστασης, η οποία αποτελείται από μεθάνιο κατά κύριο λόγο (98%), και κατά δεύτερο από αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και αιθυλένιο ή ακόμα διοξείδιο του άνθρακα, θειούχο υδρογόνο και άζωτο σε διαφορετικές κάθε φορά ποσοτώσεις, το φυσικό αέριο είναι το ιδανικό καύσιμο για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, ειδικά των οξειδίων του θείου, συγκριτικά με το πετρέλαιο. Επίσης, η καύση του είναι απαλλαγμένη πλήρως από την εκπομπή μονοξειδίου του άνθρακα (Kumar, 2011b).

Το φυσικό αέριο υγροποιείται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή. Στην υγρή του μορφή ο όγκος του μειώνεται κατά 600 περίπου φορές σε σχέση με τον αντίστοιχο σε αέρια μορφή. Σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης είναι ένα διαυγές, άοσμο, μη τοξικό, μη διαβρωτικό, κρυογόνιο υγρό. Η πυκνότητά του είναι περίπου 0,4-0,5 κιλά/λίτρο, αναλόγως των συνθηκών θερμοκρασίας, πίεσης, αλλά και τη σύνθεσή του κάθε φορά. Αυτό του επιτρέπει να εξατμίζεται εύκολα σε περιπτώσεις διαρροών στο νερό, καθώς είναι ελαφρύτερο και επιπλέει στην επιφάνειά του. Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει κάποια πηγή ανάφλεξης, αυτό εξατμίζεται κι διασκορπίζεται πλήρως χωρίς να αφήνει κάποιο κατάλοιπο (Kumar, 2011b).

Εκτός από το υγροποιημένο φυσικό αέριο (Liquefied Natural Gas), το φυσικό αέριο εμφανίζεται και σε μία άλλη μορφή, αυτή του συμπιεσμένου φυσικού αερίου (Compressed Natural Gas). Στην περίπτωση αυτή επιτυγχάνεται μείωση του όγκου του καυσίμου κατά 1% μονάχα. Επίσης, είναι σαφές ότι και η ενεργειακή συγκέντρωση του υγροποιημένου φυσικού αερίου (435 κιλά/κυβικό μέτρο) είναι ανώτερη της αντίστοιχής του συμπιεσμένου (175 κιλά/κυβικό μέτρο), συγκρινόμενα κάτω από τις ίδιες συνθήκες πίεσης (200 bar) (Kumar, 2011b).

Το φυσικό αέριο, σε οποιαδήποτε μορφή και αν βρίσκεται, έχει αργά και προοδευτικά αυξήσει το μερίδιό του στον παγκόσμιο ενεργειακό χάρτη τις τρεις τελευταίες δεκαετίες. Πιο συγκεκριμένα, κατά το δέκατο ένατο αιώνα ο άνθρακας αποτελούσε την κύρια πηγή ενέργειας, η οποία κατά τον εικοστό αιώνα αντικαταστάθηκε σταδιακά από το πετρέλαιο και τα παράγωγα αυτού. Οι λοιπές πηγές ενέργειας, όπως η πυρηνική, η υδροδυναμική, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή τα βιοκαύσιμα έχουν δευτερεύοντα ρόλο μέχρι σήμερα. Βέβαια, η επικράτηση των τριών αυτών ορυκτών πηγών ενέργειας είναι απολύτως λογική λόγω της αφθονίας τους. Μάλιστα, τα καύσιμα αυτά είναι ουσιαστικά πλήρως ενάλλακτα με ορισμένες διαφοροποιήσεις στην αποδοτικότητά τους κάθε φορά, αναλόγως της χρήσης τους. Ωστόσο, το φυσικό αέριο είναι η μοναδική εκ των τριών πηγών ενέργειας που θα μπορούσε εύκολα και με ένα άκρως διαχειρίσιμο κόστος, να οδηγήσει στην μείωση των εκπομπών ρύπων των αερίων του θερμοκηπίου (Economides, 2009).

Η βιομηχανία φυσικού αερίου έχει μεγάλη δυνατότητα να παράξει και να προμηθεύσει φυσικό αέριο για όλο τον πλανήτη, λόγω της μεγάλης διαθεσιμότητας πηγών του συγκεκριμένου καυσίμου, αλλά και τη δυνατότητα μεταφοράς του ακόμα και στο πιο απομακρυσμένο σημείο της γης σε υγρή μορφή (LNG) μέσα σε κρυογόνες δεξαμενές με πλοία, φορτηγά και τραίνα. Οι κυριότερες πηγές φυσικού είναι τέσσερις: το ορυκτό φυσικό αέριο (fossil natural gas), το αστικό αέριο (town gas), το βιο-αέριο (biogas) και οι υδρίτες (hydrates). Ταυτόχρονα, η βιομηχανία φυσικού αερίου παράγει φυσικό αέριο χρησιμοποιώντας νέες πηγές, η εκμετάλλευση των οποίων αποτελεί ακόμα μεγαλύτερη πρόκληση, όπως το “sour gas”, το “tight gas” και το “coal bed methane gas” (Kumar, 2011b). Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του 2013 της Αμερικάνικης “Energy Information Administration”, τα παγκόσμια

επιβεβαιωμένα αποθέματα ορυκτού φυσικού αερίου, που είναι και η κυριότερη πηγή φυσικού αερίου, ανέρχονται σε 6.846 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια, ενώ καθημερινά ανακαλύπτονται νέες περιοχές με κοιτάσματα φυσικού αερίου σε όλο τον πλανήτη (www.eia.gov).

Το ορυκτό φυσικό αέριο παράγεται από κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου. Το αέριο που παράγεται από κοιτάσματα πετρελαίου είναι γνωστό ως “associated gas”. Η Ρωσία έχει τα μεγαλύτερα επιβεβαιωμένα αποθέματα ορυκτού φυσικού αερίου και ταυτόχρονα είναι και ο μεγαλύτερος παραγωγός φυσικού αερίου στον πλανήτη μέσω της Ρώσικης εταιρείας Gazprom. Το ορυκτό φυσικό αέριο που προέρχεται από κοιτάσματα φυσικού αερίου, και όχι πετρελαίου, κατά την εξόρυξη του δεν είναι ένα αγνό προϊόν. Λόγω των κριτικών συνθηκών πίεσης και θερμοκρασίας, στις οποίες λαμβάνει χώρα η διαδικασία της εξόρυξης, μπορεί να συμπυκνώνεται και ένα μέρος του να υγροποιείται, μία διαδικασία η οποία είναι γνωστή ως ανάστροφη συμπύκνωση (retrograde condensation). Τα υγρά αυτά που δημιουργούνται συγκεντρώνονται στις δεξαμενές φυσικού αερίου. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό, απαιτείται η είσοδος στις δεξαμενές καθαρού και στεγνού φυσικού αερίου, ώστε να διατηρηθεί η πίεση και να επιτραπεί η εξάτμιση των υγροποιημένων τμημάτων του φυσικού αερίου, καθώς και η αφαίρεση όλων των προσμίξεων ή λοιπών υπολλειμάτων (Kumar, 2011b).

Η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή φυσικού αερίου είναι το αστικό αέριο. Αυτό αποτελεί ένα μείγμα μεθανίου με άλλα αέρια, κυρίως το ιδιαίτερος τοξικό διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Το μείγμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακριβώς όπως το ορυκτό φυσικό αέριο και ουσιαστικά παράγεται μέσω της χημικής επεξεργασίας του άνθρακα. Αυτή είναι μία σχετικά παλιά τεχνολογία, που ωστόσο ακόμα και σήμερα αποτελεί την καλύτερη λύση σε κάποιες περιπτώσεις τοπικών οικονομιών. Βέβαια, λόγω των χαμηλών τιμών του ορυκτού φυσικού αερίου, δεν αποτελεί πλέον μία οικονομική διαδικασία από πλευράς κόστους. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες υποδομές και το φυσικό πλούτο της κάθε περιοχής, παραμένει μία δόκιμη πηγή. Οι περισσότερες εγκαταστάσεις για τη δημιουργία του αστικού αερίου βρίσκονται στις ανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Ουσιαστικά, οι εγκαταστάσεις αυτές διαθέτουν φούρνους μεγάλων

δυνατοτήτων με αεροστεγείς θαλάμους, όπου εισάγονται τα υποπροϊόντα του άνθρακα και λαμβάνει χώρα η καύση τους. Το αέριο που δημιουργείται από την καύση αυτή συγκεντρώνεται και διανέμεται μέσω του αστικού δικτύου αγωγών. Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την θέρμανση και τις μαγειρικές εστίες των σπιτιών ή άλλων εγκαταστάσεων. Τα υπολλείματα της καύσης μαζεύονται από τους θαλάμους των φούρνων και χρησιμοποιούνται για την μόνωση των ταρατσών και άλλων σημείων των κατοικιών, καθώς αποτελούν ένα πρώτης τάξεως στεγανοποιητικό υλικό. Επίσης, ανανεμιγμένο με άμμο και χαλίκι αποτελεί ένα πρώτης τάξεως μείγμα για τη δημιουργία ασφάλτου για το οδικό δίκτυο της περιοχής (Kumar, 2011b).

Η τρίτη κυριότερη πηγή, όπως αναφέραμε προηγουμένως, είναι το βιο-αέριο. Ουσιαστικά αποτελεί ένα αέριο, το οποίο παράγεται από την αναερόβια ζύμωση της βιομάζας, δηλαδή των βιοδιασπώμενων υλικών. Αποτελείται κατά 60-70% από μεθάνιο, 30-40% από διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και σε μικρότερα ποσοστά από άλλα αέρια. Πηγές βιο-αερίου αποτελούν οι βάλτοι, τα έλη, οι χωματερές, οι χώροι υγειονομικής ταφής, τα εργοστάσια λυματολάσπης, οι τόποι συγκέντρωσης κοπριών, αλλά και οι κτηνοτροφικές μονάδες, λόγω των εντερικών ζυμώσεων, ιδιαίτερος των βοοειδών. Το βιο-αέριο παράγεται κατά κύριο λόγο από αγροτικά απορρίματα, όπως άχρηστα μέρη φυτών και λιπάσματα. Βέβαια, μπορεί να παραχθεί και από οικιακά απορρίματα. Η μελλοντικά κύρια πηγή μεθανίου, που αποτελεί το κυριότερο συστατικό του φυσικού αερίου, θα είναι ωστόσο το αέριο που προέρχεται από τους χώρους υγειονομικής ταφής (landfill gas – LFG). Το biogas και το LFG χρησιμοποιούνται ήδη, ωστόσο η χρήση τους μπορεί να επεκταθεί σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό (Kumar, 2011b).

Το LFG είναι ένας τύπος βιο-αερίου, το οποίο παράγεται από την αποσύνθεση των απορριμάτων που βρίσκονται στους χώρους υγειονομικής ταφής. Μάλιστα, αν το παραγόμενο αυτό αέριο δεν μαζευτεί και απομακρυνθεί από την περιοχή, η πίεση στο συγκεκριμένο σημείο μπορεί να αυξηθεί τόσο πολύ, κατά την προσπάθεια του αερίου να βγει στην επιφάνεια, που μπορεί να προκαλέσει ακόμα και την καταστροφή του χώρου υγειονομικής ταφής. Επίσης, θα προκαλέσει τη διάχυση μίας ιδιαίτερα δυσάρεστης οσμής στην ευρύτερη περιοχή, το θάνατο της βλάστησης στην περιοχή, αλλά και εύλογα

λόγω των ανωτέρω, ο κίνδυνος πρόκλησης μίας μεγάλης έκρηξης θα παραμένει υψηλός. Με την αφαίρεση των υδρατμών από το βιο-αέριο, παραμένει κατά κύριο λόγο μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Εκτός του διοξειδίου του άνθρακα και του μεθανίου, το εναπομείναν αέριο περιέχει μικρές ποσότητες αζώτου, οξυγόνου και υδρόθειου (H_2S), όμως η συγκέντρωση αυτών διαφέρει κάθε φορά. Το LFG δε μπορεί να διανεμηθεί μέσω του δικτύου αγωγών του φυσικού αερίου, εκτός και αν υποστεί μία διαδικασία καθαρισμού, προκειμένου να φτάσει στην ίδια κατάσταση με το φυσικό αέριο ποιοτικά. Συνήθως, είναι οικονομικότερο να καίγεται είτε στο σημείο, όπου βρίσκεται ο χώρος υγειονομικής ταφής, ή σε κάποιο άλλο κοντινό σημείο μεταφερόμενο μέσω ενός δικτύου αγωγών. Ακόμα και όταν η κάυση του γίνεται στο χώρο όπου παράγεται, οι υδρατμοί αφαιρούνται. Πάντως, αν το αέριο αυτό υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να καθαριστεί επαρκώς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ιδανικά ως καύσιμο για εναλλακτικές μορφές οχημάτων και να συμβάλει με τη σειρά του στη λύση του προβλήματος της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Kumar, 2011b).

Η τέταρτη κυριότερη πηγή φυσικού αερίου είναι οι υδρίτες (hydrates). Τεράστιες ποσότητες φυσικού αερίου εμφανίζονται σε τέτοια μορφή, είτε κάτω από τα ιζύματα που βρίσκονται στους βυθούς των ωκεανών, είτε κάτω από την επιφάνεια του εδάφους στις περιοχές των πόλων, όπως η Σιβηρία. Οι υδρίτες άλλωστε για να δημιουργηθούν απαιτούν ταυτόχρονα συνθήκες υψηλής πίεσης και ιδιαιτέρως χαμηλής θερμοκρασίας. Βέβαια, μέχρι και το 2010 δεν έχει ανακαλυφθεί κάποια τεχνολογία, η οποία να καθιστά διαχειρίσιμο το κόστος της παραγωγής φυσικού αερίου από τη συγκεκριμένη πηγή. Όμως, λόγω των μεγάλων προβλέψεων για τις παραγόμενες ποσότητες φυσικού αερίου, σε περίπτωση που επιτευχθεί η ανακάλυψη μίας τέτοιας τεχνολογίας, η επιστημονική κοινότητα έχει στρέψει το ενδιαφέρον της, όπως είναι φυσικό, και προς αυτή την κατεύθυνση. Οι πηγές αυτές μπορούν να ανοίξουν το δρόμο για την αύξηση των παραγόμενων ποσοτήτων φυσικού αερίου στον πλανήτη, και με τη σειρά τους να παίξουν καθοριστικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στην οποία συμβάλει ενεργά η χρήση του φυσικού αερίου (Kumar, 2011b).

Από τη δεκαετία του 1970 και μετέπειτα, τα αποθέματα φυσικού αερίου ανά τον κόσμο αυξάνονται σταθερά με έναν ετήσιο ρυθμό αύξησης της τάξεως του 5%, ενώ ταυτόχρονα οι παραγωγές χώρες αυξήθηκαν από 40 κατά το έτος 1960 σε περίπου 85 κατά το 2005. Μάλιστα, με βάση την τρέχουσα κατανάλωση και με τα έως τώρα γνωστά αποδεδειγμένα αποθέματα, η διάρκεια των αποθεμάτων αυτών υπολογίζεται στα 60 έτη περίπου. Ο όρος αποθέματα αναφέρεται μονάχα στα αποθέματα που έχουν ανακαλυφθεί και έχουν ήδη ή δύνανται να εξορυχτούν με την υπάρχουσα τεχνολογία, τις υπάρχουσες υποδομές και με βάση τους ισχύοντες εμπορικούς περιορισμούς. Ο πίνακας 1 δείχνει την κατάταξη των χωρών του πλανήτη, ως προς τα επιβεβαιωμένα αποθέματα φυσικού αερίου, σε σύγκριση με τα αντίστοιχα αποθέματα των δύο έτερων κυρίαρχων ορυκτών καυσίμων (πετρελαίου και άνθρακα) (BP Statistical Review, June 2008).

Fossil Fuel <i>Proved Reserves</i> in 2007 - Top 5 Countries for Each Fuel								
Natural Gas			Oil			Coal		
Country	Trillions of Cubic Feet	% of Global	Country	Billions Barrels	% of Global	Country	Billions Tonnes	% of Global
Russia	1576.8	25.2%	Saudi Arabia	264.2	21.3%	USA	242.7	28.6%
Iran	981.8	15.7%	Iran	138.4	11.2%	Russia	157.0	18.5%
Qatar	904.1	14.4%	Iraq	115.0	9.3%	China	114.5	13.5%
Saudi Arabia	253.0	4.0%	Kuwait	101.5	8.2%	Australia	76.6	9.0%
UAE	215.1	3.4%	UAE	97.8	7.9%	India	56.5	6.7%
Total Top 5	3930.7	63%	Total Top 5	716.9	58%	Total Top 5	647.3	76%
Total World	6263.3	100%	Total World	1237.9	100%	Total World	847.5	100%

Data Source: BP Statistical Review June 2008

Πίνακας 1: Παγκόσμια επιβεβαιωμένα αποθέματα φυσικού αερίου σε σύγκριση με τα αντίστοιχα πετρελαίου και άνθρακα το 2007 (Economides, 2009)

Όπως είναι εμφανές, οι πέντε κυριότεροι κάτοχοι σε αποθέματα φυσικού αερίου είναι η Ρωσία (1576,8 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια), το Ιράν (981,8), το Κατάρ (904,1), η Σαουδική Αραβία (253,0) και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (215,1), ενώ τα ποσοστά τους σε σχέση με τα παγκόσμια αποθέματα ανέρχονται σε 25,2% , 15,7% , 14,4% , 4,0% και 3,4%, αντίστοιχα. Ωστόσο, η κατάταξη δεν παραμένει ίδια όταν πρόκειται για τις χώρες που παράγουν φυσικό αέριο. Στην περίπτωση αυτή, στην πρώτη θέση έρχεται πάλι

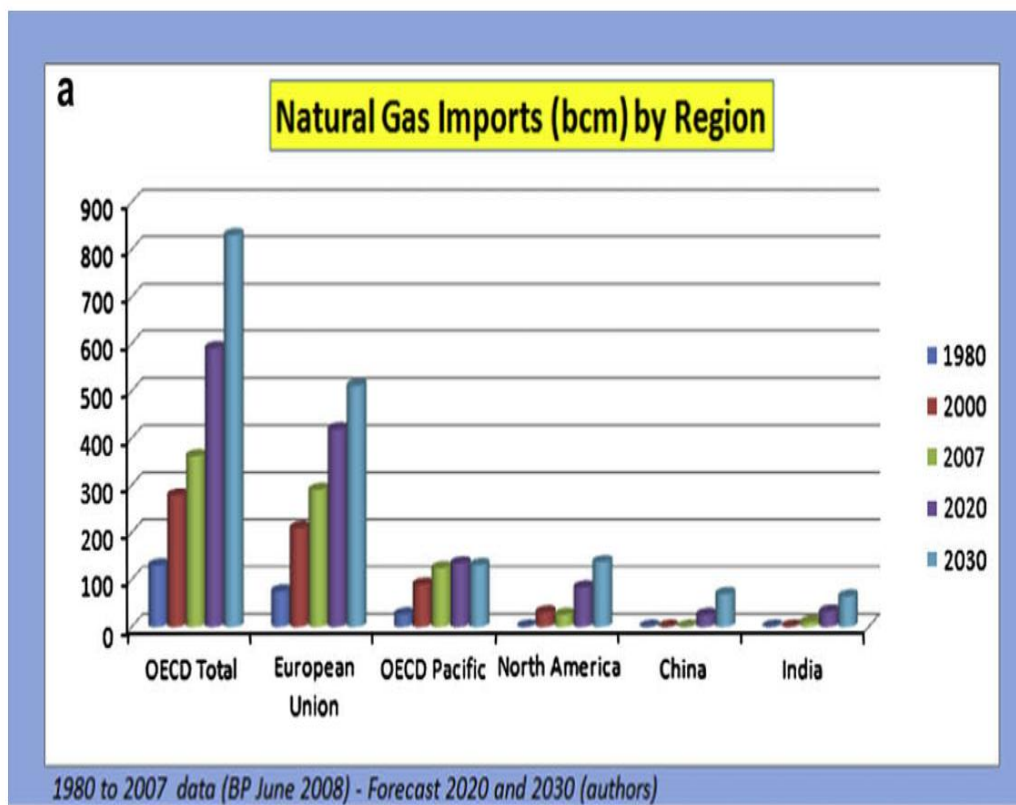
η Ρωσία (21,5 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια), ενώ ακολουθούν οι ΗΠΑ (19,3), ο Καναδάς (6,5), το Ιράν (3,9) και η Νορβηγία (3,2), με τα ποσοστά τους σε σχέση με την παγκόσμια παραγωγή να ανέρχονται σε 20,7% , 18,6% , 6,3% , 3,8% και 3,1%, αντίστοιχα. Ο πίνακας 2 δείχνει αντίστοιχα, την κατάταξη των χωρών του πλανήτη, ως προς την παραγωγή φυσικού αερίου, σε σύγκριση με τις αντίστοιχες παραγωγές των δύο έτερων κυρίαρχων ορυκτών καυσίμων (πετρελαίου και άνθρακα) (BP Statistical Review, June 2008).

Fossil Fuel <i>Production</i> in 2007 - Top 5 Countries for Each Fuel								
Natural Gas			Oil			Coal		
Country	Trillions of Cubic Feet	% of Global	Country	Billions Barrels	% of Global	Country	Millions Tonnes	% of Global
Russia	21.5	20.7%	Saudi Arabia	3.8	12.8%	China	2537	39.7%
USA	19.3	18.6%	Russia	3.6	12.2%	USA	1039	16.2%
Canada	6.5	6.3%	USA	2.5	8.4%	India	478	7.5%
Iran	3.9	3.8%	Iran	1.6	5.4%	Australia	394	6.2%
Norway	3.2	3.1%	China	1.4	4.6%	Russia	314	4.9%
Total Top 5	54.3	52%	Total Top 5	12.9	43%	Total Top 5	4762	74%
Total World	103.8	100%	Total World	29.8	100%	Total World	6395.6	100%

Data Source: BP Statistical Review June 2008

Πίνακας 2: Παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου σε σύγκριση με την αντίστοιχη πετρελαίου και άνθρακα το 2007 (Economides, 2009)

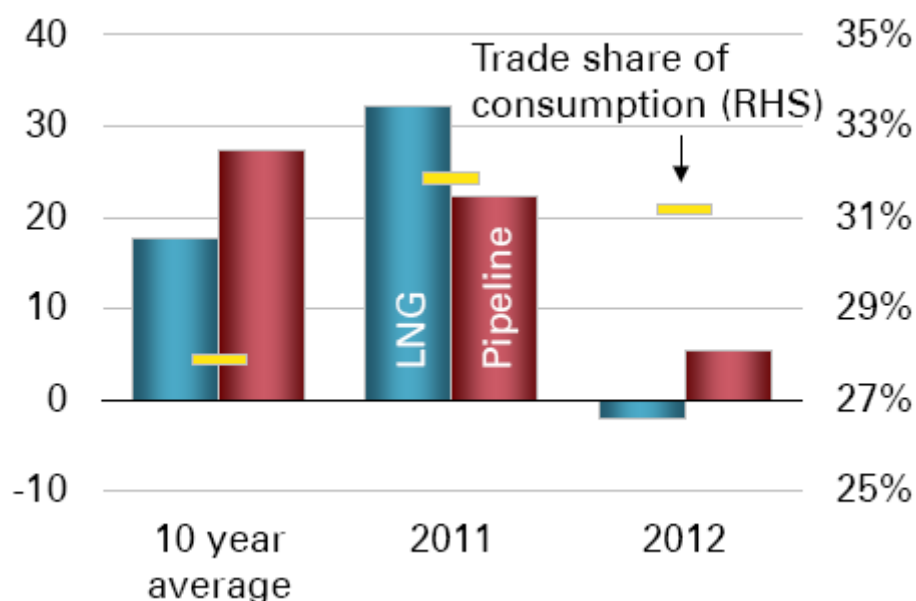
Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν τρεις κύριες γεωγραφικές περιοχές που εισάγουν φυσικό αέριο, η Ευρώπη, η Ανατολική Ασία και η Βόρεια Αμερική. Ωστόσο, οι 2 κυριότεροι εισαγωγείς φυσικού αερίου σε επίπεδο χωρών είναι η Κίνα και η Ινδία. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι η Νορβηγία δεν συμπεριλαμβάνεται στην χώρες της Ευρώπης, όταν αναφερόμαστε σε χώρες που εισάγουν φυσικό αέριο, καθώς αποτελεί από μόνη της μία από τις μεγαλύτερους παρόχους φυσικού αερίου στην Ευρώπη. Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των εισαγωγών φυσικού αερίου, σύμφωνα με τις έως τώρα καταγεγραμμένες εισαγωγές, αλλά και τις μελλοντικές προβλέψεις, των περιοχών/χωρών που αποτελούν τους κυριότερους εισαγωγείς φυσικού αερίου, σε δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (bcm) (Economides, 2009).



Διάγραμμα 1: Οι εισαγωγές φυσικού αερίου ανά περιοχή του πλανήτη (bcm) (Economides, 2009)

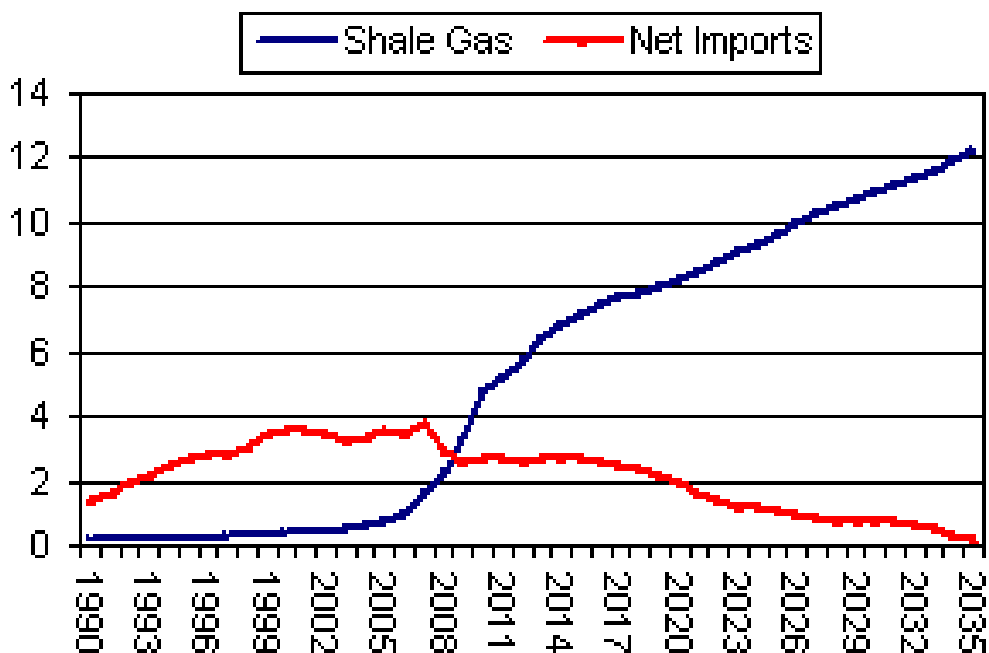
Αξίζει να σημειωθεί ότι το υδροποιημένο φυσικό αέριο αποτελεί περίπου το 30% του διεθνώς εμπορεύσιμου φυσικού αερίου, ενώ το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί σε 35% στο τέλος της δεκαετίας. Βέβαια, η γεωγραφική διαφοροποίηση των εγκαταστάσεων φυσικού αερίου, ο ολοένα και αυξανόμενος αριθμός χωρών που μπαίνουν στην αγορά αυτή (τόσο με τη δημιουργία εγκαταστάσεων υδροποίησης, όσο και με τερματικούς σταθμούς για την επαναμετατροπή του σε αέρια μορφή) και τέλος ο αυξανόμενος ρόλος του βραχυπρόθεσμου εμπορίου στην αγορά του φυσικού αερίου, αποτελούν τους κύριους παράγοντες για την ανάπτυξή της. Η παγκόσμια παραγωγή υδροποιημένου φυσικού αερίου αναμένεται να αυξηθεί από 240 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα ανά έτος (bcm/a) το 2005 σε 470bcm/a το 2015 και αυτό θα συμβεί γιατί η παγκόσμια βιομηχανία πρόκειται να ρίξει στη μάχη όλα τα νέα της όπλα, τα οποία αποτελούν προϊόν πολλών χρόνων έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης, αξιοποιώντας τα αποθέματα που βρίσκονται σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές του πλανήτη (International Energy Agency, 2007b).

Ωστόσο, παρ' όλες τις ευοίωνες προβλέψεις των προηγούμενων ετών, για την ανοδική πορεία του εμπορίου υγροποιημένου φυσικού αερίου, η πορεία αυτή δεν επετεύχθη, όπως βλέπουμε στο διάγραμμα 2. Στο διάγραμμα αυτό βλέπουμε μία μείωση του εμπορίου LNG το 2012, κατά 1,9 bcm (0,9%), που καθόρισε το ποσοστό συμμετοχής του LNG στο παγκόσμιο εμπόριο φυσικού αερίου (σε όλες τις μορφές) κατά το έτος αυτό, στο 31,7% (BP Statistical Review of World Energy, June 2013).



Διάγραμμα 2: Ετήσια μεταβολή του εμπορίου φυσικού αερίου σε υγρή και σε αέρια μορφή (bcm) (BP Statistical Review of World Energy, June 2013)

Ο κυριότερος παράγοντας που οδήγησε στις λανθασμένες αυτές προβλέψεις των επιστημόνων, είναι η ανακάλυψη και η εκμετάλλευση του σχιστολιθικού αερίου (shale gas) στις ΗΠΑ, που όπως προαναφέραμε αποτελούν έναν από τους κυριότερους εισαγωγείς φυσικού αερίου. Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η διαχρονική σύγκριση της παραγωγής σχιστολιθικού αερίου, σε σχέση με τις καθαρές εισαγωγές φυσικού αερίου στις ΗΠΑ, σε τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια ανά έτος (tcf/y), βασιζόμενη στα έως τώρα υπάρχοντα στατιστικά στοιχεία, αλλά και τις προβλέψεις για τα αποθέματα σχιστολιθικού αερίου στο υπέδαφος των ΗΠΑ, μελλοντικά. Από το διάγραμμα αυτό, μπορεί κανείς εύκολα να κατανοήσει τους λόγους μείωσης των ποσοστών συμμετοχής του LNG στο παγκόσμιο εμπόριο φυσικού αερίου (www.globallnginfo.com).



Διάγραμμα 3: Διαχρονική σύγκριση της παραγωγής σχιστολιθικού αερίου με τις καθαρές εισαγωγές φυσικού αερίου στις ΗΠΑ (tcf/y) (www.globalnginfo.com)

2.2 ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Οι τεχνολογικές ανακαλύψεις στην αγορά του φυσικού αερίου και τα νεοεμφανιζόμενα αποθέματα είναι παράγοντες που θα μας απασχολήσουν μακροπρόθεσμα. Σε βραχυχρόνιο επίπεδο, η κύρια επιδίωξη της βιομηχανίας είναι η αναζήτηση του τρόπου με τον οποίο θα μεταφερθούν τα υπάρχοντα αποθέματα από τις παραγωγές περιοχές (Ρωσία, Κεντρική Ασία, Μέση Ανατολή) στις αντίστοιχες χώρες όπου ανθεί η ζήτηση φυσικού αερίου. Για τους λόγους αυτούς, γινόμαστε μάρτυρες ενός αέναου σχεδιασμού μεγάλων επενδύσεων και πολλών γεωπολιτικών χειρισμών που αποσκοπούν στην παραπάνω επιδίωξη. Είναι εύλογο ότι οι επενδύσεις αυτές αναφέρονται κατά κύριο λόγο σε αγωγούς φυσικού αερίου που συνδέουν τις παραγωγές χώρες με τους διάφορους εισαγωγείς και πολλές φορές διέρχονται μέσα από εδάφη τρίτων χωρών ή σε μεγάλες εγκαταστάσεις υγροποίησης, αποθήκευσης και επαναμετατροπής σε αέρια μορφή του καυσίμου αυτού (Economides, 2009).

Στη Ρωσία το “Sakhalin II LNG” αποτελεί ορόσημο, καθώς αποτελεί την πρώτη εγκατάσταση υγροποίησης φυσικού αερίου στη χώρα, που όπως αναφέραμε προηγουμένως βρίσκεται στην πρώτη θέση από πλευράς παραγωγής, αλλά και επιβεβαιωμένων αποθεμάτων. Η παραγωγική του ικανότητα υπολογίζεται στα 9,6 εκατομμύρια τόνους ετησίως και διαθέτει ήδη

συμβόλαια πωλήσεων για την εξαγωγή φυσικού αερίου στην Ιαπωνία, την Νότια Κορέα και μέσω του Ειρηνικού ωκεανού στις ΗΠΑ, μέσω του σταθμού επαναμετατροπής σε αέρια μορφή που βρίσκεται στην Γαλάζια Ακτή του Μεξικό. Επίσης, υπάρχουν συζητήσεις για υπογραφή αντίστοιχων συμβολαίων και με την Κίνα (Economides, 2009).

Ταυτόχρονα, η Ρωσία με τους δύο τεράστιους αγωγούς “Nord Stream” και “South Stream” θέλει να διατηρήσει την πρωτοκαθεδρία της στην προσφορά φυσικού αερίου. Ο πρώτος αποτελεί έναν αγωγό 1.200 χιλιομέτρων που συνδέει το Βίμποργκ της Ρωσίας με το Γκρίσβαλντ της Γερμανίας αποφεύγοντας τις ενδιάμεσες χώρες της Ανατολικής Ευρώπης. Η μεταφορική του ικανότητα υπολογίζεται στα 55bcma. Ο συγκεκριμένος αγωγός αποτελεί έργο μίας σύμπραξης εταιρειών με βασικό εταίρο (51%) την Gazprom. Ο δεύτερος αποτελεί μία σύμπραξη 50:50 της Gazprom με τον κυριότερο πελάτη της, την Eni. Η απόσταση που διανύει ο συγκεκριμένος αγωγός είναι 900 χιλιόμετρα και η μεταφορική του ικανότητα ανέρχεται σε 30bcma. Διέρχεται κάτω από τη Μαύρη Θάλασσα και μέσω Βουλγαρίας, Ρουμανίας και Σερβίας καταλήγει στην Ουγγαρία και την Αυστρία. Ένα επιπλέον τμήμα του προβλέπεται να αποτελέσει τον ενδιάμεσο κρίκο μεταξύ Ελλάδας και Ιταλίας. Αυτή η πορεία επιλέχθηκε, προκειμένου να παρακαμφθεί η δίοδος του αγωγού μέσα από εδάφη της Ουκρανίας, λόγω των διαφωνιών στις τιμές, αλλά και λοιπών διπλωματικών προστριβών (Economides, 2009).

Βέβαια, η Ευρώπη προσπαθεί να απαλλαγεί όσο το δυνατόν από την μελλοντική εξάρτησή της από το ρωσικό φυσικό αέριο και για το λόγο αυτό στρέφεται σε εναλλακτικές λύσεις, όπως αυτή του “White Stream” που είναι ένας αγωγός Ουκρανικών συμφερόντων, ο οποίος συνδέει την περιοχή της Κασπίας με τη Γεωργία και μετέπειτα με την υπόλοιπη Ευρώπη. Στην προσπάθεια αυτήν έχουν συνδράμει όλες οι μεγάλες εταιρείες της Ευρώπης που ενεργοποιούνται στο χώρο της ενέργειας. Βέβαια, ο αγωγός αυτός θα τεθεί σε λειτουργία τα επόμενα χρόνια. Την παρούσα στιγμή, η μόνη εναλλακτική λύση ως προς το ρωσική κυριαρχία στον Ευρωπαϊκό χώρο αποτελεί ο αγωγός “Lange Led” Νορβηγικών συμφερόντων, ο οποίος συνδέει τα πεδία εξόρυξης της χώρας με το Ηνωμένο Βασίλειο, αλλά και την λοιπή Βορειοδυτική Ευρώπη (Economides, 2009).

Στην Αφρικανική ήπειρο, η Νιγηρία με το μεγάλο έργο της που ονομάζεται “Bonny” μεταφορικής ικανότητας 37bcma, έχει φτάσει να βρίσκεται στην τρίτη θέση των χωρών της περιοχής που εξάγουν υδροποιημένο φυσικό αέριο. Επίσης, στη χώρα υπάρχουν δύο ακόμα μεγάλες εγκαταστάσεις υδροποίησης με τις ονομασίες “Brass LNG” και “Ok LNG” που βρίσκονται σε στάδιο ολοκλήρωσης. Ταυτόχρονα, ο αγωγός “Saharan” ενώνει τη χώρα με τις εξαγωγικές οδούς της Αλγερίας. Σημαντικά έργα βρίσκονται σε τελικό στάδιο και στην Αγκόλα, όπου υπάρχουν μεγάλα επιβεβαιωμένα αποθέματα φυσικού αερίου. Μάλιστα, η δυτική Αφρική θα μπορούσε, σύμφωνα με επίσημα στοιχεία από διεθνείς οργανισμούς για την ενέργεια, να αποτελέσει ένα μακροχρόνιο παίκτη στην αγορά του φυσικού αερίου στις διάφορες μορφές του. Συνάμα, σημαντικές προσπάθειες γίνονται και στις χώρες της Βόρειας Αφρικής, όπως την Αλγερία, τη Λιβύη, την Αίγυπτο και την Τυνησία, που λόγω της γεωγραφικής τους θέσης αποτελούν ιδανικά σημεία σύνδεσης με τον Ευρωπαϊκό χώρο. Ωστόσο, οι κοινωνικές αναταραχές στις χώρες αυτές αποτελούν μία τροχοπέδη στην περαιτέρω ανάπτυξη της περιοχής (Economides, 2009).

Στη Μέση Ανατολή, η επικράτηση του Κατάρ είναι εμφανής. Αποτελεί την πρώτη σε εξαγωγές υδροποιημένου φυσικού αερίου χώρα της εν λόγω περιοχής. Η περιοχή μπορεί αναμφίβολα να γίνει ο κύριος προμηθευτής φυσικού αερίου του Πακιστάν και της Ινδίας, αλλά και των χωρών της Ανατολικής Ασίας και κυρίως της Κίνας, είτε μέσω αγωγών, είτε με τη μορφή του υδροποιημένου φυσικού αερίου. Συνάμα, ο αγωγός που θα ενώνει την Τουρκία με την Αυστρία, ή όπως είναι ευρέως γνωστός αγωγός “Nabucco West”, αποτελεί μία προσπάθεια της Ευρώπης να απαλλαγεί μελλοντικά από την ενεργειακή της εξάρτηση από το ρωσικό φυσικό αέριο, που θα έχει ως κύριο προμηθευτή το Ιράκ, και δευτερεύοντες το Τουρκμενιστάν, το Αζερμπαϊτζάν, την Αίγυπτο και το Ιράν. (Economides, 2009).

Η περιοχή της Νοτιοανατολικής Ασίας και της Αυστραλίας αποτελεί παραδοσιακά έναν από τους κυριότερους προμηθευτές φυσικού αερίου, με χώρες όπως την Ινδονησία, τη Μαλαισία, την Αυστραλία και το Μπρουνέι να βρίσκονται στις πρώτες θέσεις παγκοσμίως. Ωστόσο, το συνεχώς μειούμενο ύψος των αποθεμάτων στην Μαλαισία και το Μπρουνέι, αλλά και οι μικρές επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες στην Ινδονησία, περιορίζουν σημαντικά τη

δυναμική της περιοχής. Η εγκατάσταση “Donggi” στην Ινδονησία μεταφορικής ικανότητας 2,7bcma, μπορεί να μην συγκαταλέγεται ανάμεσα στα μεγαθήρια στο χώρο της υγροποίησης φυσικού αερίου, όμως είναι ιδιαίτερος σημαντική, καθώς αποτελεί το πρώτο έργο στο οποίο δεν συμμετέχει κάποια από τις μεγάλες εταιρείες του χώρου από την Ευρώπη ή τη Βόρεια Αμερική, αλλά αντίθετα ο κύριος μέτοχος είναι μία Ιαπωνική εταιρεία (Economides, 2009).

Η Αυστραλία από την πλευρά της έχει κάνει τη μεγαλύτερη πρόοδο από οποιαδήποτε άλλη χώρα στην περιοχή, εκμεταλλευόμενη τα κοιτάσματα που υπάρχουν στο Βορειοδυτικό της τμήμα με τις εγκαταστάσεις “Corgon” (20bcma), “Pluto” (6,5bcma) και “Browse”, αλλά και τη “Queensland CBM” στην αντίστοιχη περιοχή. Επίσης, προέβη στην αύξηση της παραγωγικής ικανότητας της εγκατάστασης “NWS LNG”, που αποτελεί τη μεγαλύτερη της χώρας. Ταυτόχρονα, νέες εγκαταστάσεις βρίσκονται υπό κατασκευή στη Παπούα της Νέας Γουινέας. Είναι εμφανές ότι η τεράστια ζήτηση υγροποιημένου φυσικού αερίου από την Ιαπωνία, τη Νότια Κορέα, την Κίνα και την Ινδία αποτελεί την κινητήρια δύναμη των επενδύσεων σε εγκαταστάσεις υγροποίησης στην περιοχή αυτή (Economides, 2009).

Στην περιοχή της Λατινικής Αμερικής, μόνο η Βραζιλία έχει σημαντική συμμετοχή στην αγορά του φυσικού αερίου. Υπάρχουν μεγάλες προσδοκίες για τα νέα κοιτάσματα που έχουν βρεθεί στη λεκάνη του Σάντος, άλλα απαιτούνται μεγάλες επενδύσεις για να εκμεταλλευτεί κανείς κοιτάσματα σε τόσο βαθιά νερά, που δυστυχώς δεν έχουν πάρει ακόμα σάρκα και οστά. Η Βραζιλία και η Αργεντινή διαθέτουν λιμάνια εξειδικευμένα για εισαγωγή φυσικού αερίου, μέσω πλοίων που έχουν τη δυνατότητα μετατροπής εν πλω του υγροποιημένου φυσικού αερίου στην αρχική αερίά του μορφή. Η Χιλή από τη πλευρά της ετοιμάζει δύο τερματικούς σταθμούς υποδοχής υγροποιημένου φυσικού αερίου. Στη Βολιβία και τη Βενεζουέλα που διαθέτουν μεγάλα κοιτάσματα, τα θέματα εθνικοποίησης του ορυκτού πλούτου έχουν αναγκάσει τις μεγάλες εταιρείες στο χώρο της ενέργειας να αποχωρήσουν και λόγω έλλειψης τεχνογνωσίας φαίνεται πως για τα προσεχή χρόνια τα μεγαλύτερα κοιτάσματα της περιοχής θα παραμείνουν ανεκμετάλλευτα (Economides, 2009).

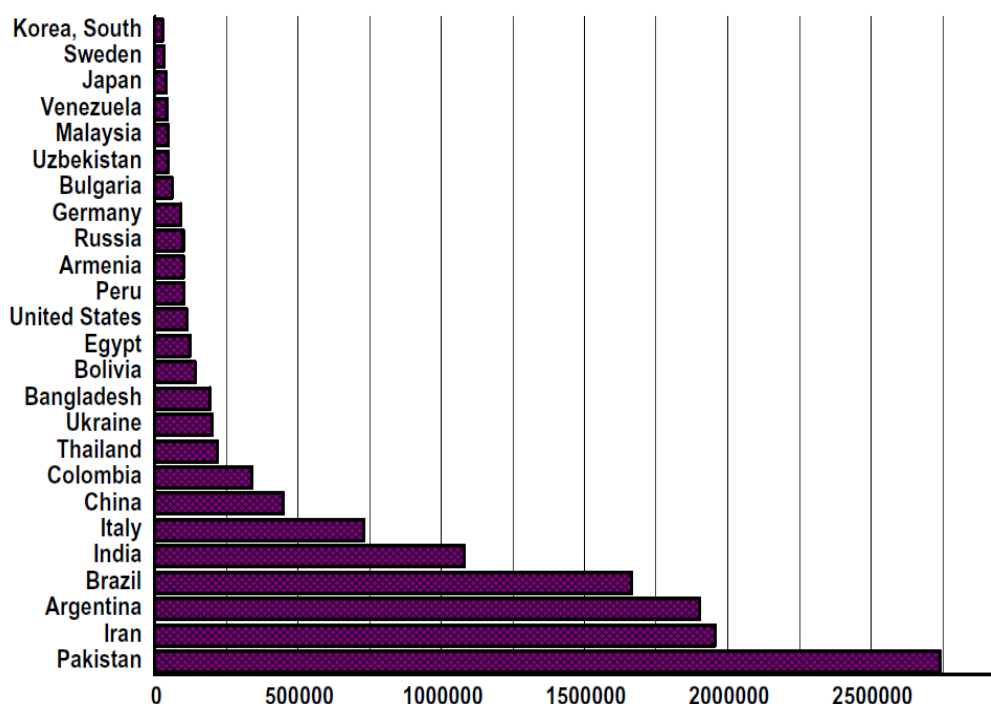
2.3 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο ως πηγή ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς. Είναι ένα εξαιρετικό από άποψης κόστους και παραγόμενων ρύπων καύσιμο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στις μεταφορές, όσο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στο βιομηχανικό τομέα, στον αγροτικό τομέα (παραγωγή λιπασμάτων κλπ), αλλά και στη θέρμανση και ψύξη σπιτιών και λοιπών εγκαταστάσεων.

Στις μεταφορές το φυσικό αέριο στις διαφορές μορφές του (υγροποιημένο-LNG ή συμπιεσμένο-CNG) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μεγάλα βαρέως τύπου φορτηγά, σε απορριμματοφόρα και λοιπά επαγγελματικά οχήματα, σε επιβατικά αυτοκίνητα, αλλά και σε πλοία. Ωστόσο, η χρήση του ενδείκνυται σε οχήματα που με βάση τις στατιστικές έχουν χαμηλό δείκτη ακινησίας, δεδομένου ότι σε συνθήκες ακινησίας αυξάνονται τα ποσοστά απωλειών του καυσίμου λόγω εξάτμισης. Βέβαια, για τη χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο απαιτούνται ειδικές δεξαμενές επί των οχημάτων, αλλά και ειδικές μηχανές καύσης φυσικού αερίου, καθώς και σταθμοί ανεφοδιασμού σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους (Kumar, 2011b). Μάλιστα, σύμφωνα με μία πρόσφατη μελέτη (Arteconi, 2013) το συμπιεσμένο φυσικό αέριο είναι καταλληλότερο για μικρού μεγέθους οχήματα, λόγω του ότι ο χώρος και το βάρος δεν αποτελούν ιδιαίτερης σημασίας κριτήρια για τον συγκεκριμένο τύπο καυσίμου, όπως συμβαίνει με την αντίστοιχη υγροποιημένη του μορφή. Επίσης, στη μελέτη αυτή αναφέρεται ότι το ποσοστό της χρήσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου θα φτάσει στο 33% στις οδικές μεταφορές μεγάλων αποστάσεων με φορτηγά βαρέως τύπου έως το 2035.

Η θερμιδική αξία του φυσικού αερίου (25kj/l) είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη της βενζίνης (34,5kj/l) και αυτό ευνοεί τη λειτουργία των μηχανών χρήσης φυσικού αερίου για μεγαλύτερο συνεχόμενο χρονικό διάστημα, καθώς η θερμοκρασία των μηχανών αυτών δεν αυξάνεται τόσο εύκολα σε σχέση με την αντίστοιχη άλλων μηχανών. Επίσης, λόγω της υψηλής του περιεκτικότητας σε οκτάνια, αλλά και την ευκολία συντήρησης των μηχανών, το φυσικό αέριο θα μπορούσε να αντικαταστήσει τη κηροζίνη ως καύσιμο για αεροσκάφη και αυτό είναι ένα ζήτημα που απασχολεί έντονα την επιστημονική κοινότητα στις μέρες μας (Kumar, 2011b).

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται στο χώρο των μεταφορών πολλές δεκαετίες και σύμφωνα με στοιχεία του 2011 περίπου 11,4 εκατομμύρια οχήματα κινούνται χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο καύσιμο, το οποίο αποτελεί το 1% του παγκόσμιου στόλου οχημάτων, με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό. Οι χώρες όπου το φυσικό αέριο κυριαρχεί ως καύσιμο για τα οχήματα είναι το Πακιστάν με 2,7 εκατομμύρια οχήματα, το Ιράν με 1,95 εκατομμύρια οχήματα, η Αργεντινή με 1,9 εκατομμύρια οχήματα, η Βραζιλία με 1,6 εκατομμύρια οχήματα και η Ινδία με 1 εκατομμύριο οχήματα. Στη σειρά κατάταξης των χωρών με βάση το ποσοστό των οχημάτων που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ως προς το συνολικό αριθμό των οχημάτων τους, στην πρώτη θέση έρχεται το Μπαγκλαντές με περισσότερο από 20%, ακολουθούμενο από το Πακιστάν με 14%, την Αρμενία με 13%, την Αργεντινή και τη Βραζιλία με 10%, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά των ευρωπαϊκών χωρών παραμένουν ιδιαίτερα χαμηλά. Τη μόνη εξαίρεση αποτελεί η Ουκρανία, όπου το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται σε 6% (Kumar, 2011b).



Διάγραμμα 4: Οχήματα καύσης φυσικού αερίου ανά χώρα (Kumar, 2011b)

Αναφορικά με τη χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο για πλοία, αυτό συμβαίνει τα τελευταία σαράντα χρόνια, αλλά μόνο στα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου. Στα πλοία τέτοιου τύπου, η

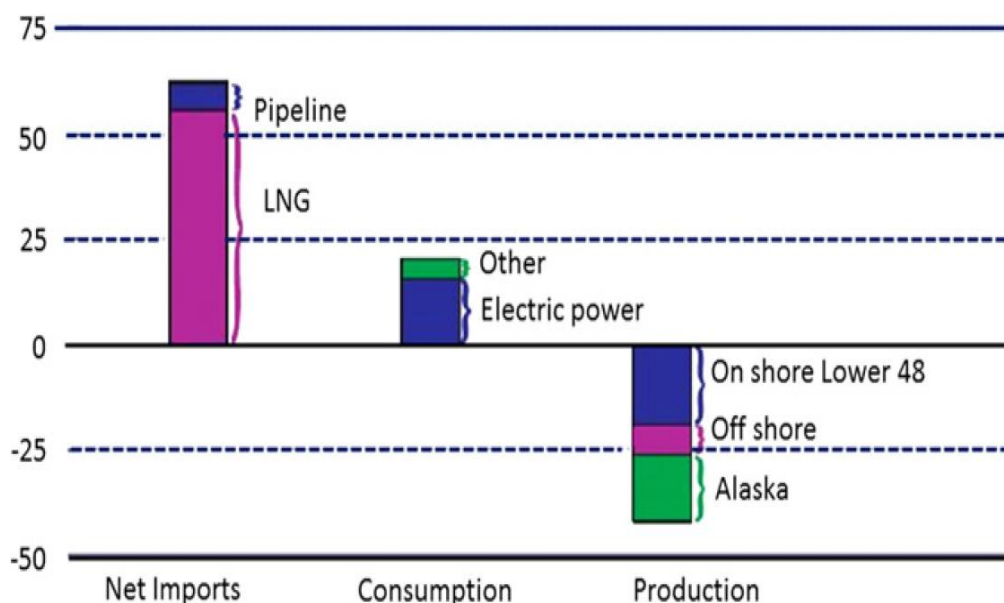
ποσότητα του φυσικού αερίου που εξατμίζεται (boil-off gas) από τις δεξαμενές, όπου αποθηκεύεται το φυσικό αέριο στην υγρή του μορφή, χρησιμοποιείται ως καύσιμο στις μηχανές πρόωσης (παραδοσιακούς καυστήρες, ή συστήματα ατμού-τουρμπίνων). Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια η Κίνα σε συνεργασία με τη Νορβηγία έχουν αναπτύξει μία νέα μηχανή θαλάσσης καύσης φυσικού αερίου, που αναμένεται να αποτελέσει ένα πολλά υποσχόμενο βήμα προς την κατεύθυνση της επικράτησης του καυσίμου αυτού στο χώρο των θαλασσιών μεταφορών, ώστε δηλαδή να χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την πρόωση και στα λοιπά πλοία του παγκόσμιου στόλου.

Σύμφωνα με μία έτερη πρόσφατη μελέτη, αυτός ο τύπος μηχανής θα είναι ιδανικός για τα πλοία μεταφοράς αυτοκινήτων (Roll-on/Roll-off Ships), καθώς και στα μικρού μεγέθους δεξαμενόπλοια, αλλά και τα κρουαζιερόπλοια, αφού σύμφωνα με στατιστικές οι τρεις αυτές κατηγορίες πλοίων ξοδεύουν τον περισσότερο χρόνο τους σε περιοχές περιορισμένων εκπομπών ρύπων αερίων του θερμοκηπίου και ως εκ τούτου η απόσβεση του κόστους της νέας αυτής ακριβότερης μηχανής και οι τυχόν μετασκευές που θα απαιτηθούν, θα επέλθει από την αντίστοιχη τεράστια μείωση του κόστους των χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο καυσίμων που απαιτούνται στις περιοχές αυτές. Κατά συνέπεια, παρόλο που μία μηχανή καύσης φυσικού αερίου είναι ακριβότερη από μία αντίστοιχη πετρελαίου, η απόσβεση της θεωρείται άμεση και εξασφαλισμένη, λόγω της ιδιαίτερας χαμηλής τιμής του φυσικού αερίου σε σχέση με το πετρέλαιο και τα παράγωγα αυτού (Burel, 2013).

Σύμφωνα με τις προβλέψεις, η κατανάλωση φυσικού αερίου ως καύσιμη ύλη στο χώρο των μεταφορών πρόκειται να φτάσει σε 50 εκατομμύρια τόνους έως το 2016-2017. Επιπλέον, το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του φυσικού αερίου που δεν επιτρέπει το "κλότσημα" των μηχανών κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους, του δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ακόμα και σε μηχανές υψηλής συμπίεσης, αντί της βενζίνης, χωρίς μάλιστα να απαιτείται η προθέρμανση του μείγματος καυσίμου-αέρα, όπως συμβαίνει στις μηχανές αυτές έως σήμερα (Kumar, 2011b).

Στο χώρο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το φυσικό αέριο έχει επίσης δεσπόζουσα θέση. Συγκεκριμένα, μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο οι ΗΠΑ άρχισαν να κατασκευάζουν ένα εκτεταμένο και τεράστιου κόστους δίκτυο αγωγών και λοιπών εγκαταστάσεων που απαιτούνταν, προκειμένου

σταδιακά να μπορέσουν να φτάσουν στο σημείο, όπου το φυσικό αέριο θα αποτελούσε το βασικό καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αντικαθιστώντας τον άνθρακα. Μέχρι το 1970, το 30% της παραγόμενης ενέργειας στις ΗΠΑ προερχόταν από το φυσικό αέριο. Μάλιστα, σήμερα στις ΗΠΑ ο κύριος καταναλωτής φυσικού αερίου είναι ο τομέας παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Στο ίδιο μήκος κύματος κινείται και η Ευρώπη, όπου από το φυσικό αέριο προέρχεται το 20% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (Kumar, 2011b).



Διάγραμμα 5: Προβλέψεις προσφοράς και ζήτησης φυσικού αερίου στις ΗΠΑ την περίοδο 2008-2035 (tcf) (Kumar, 2011a)

Στη βιομηχανία το φυσικό αέριο έχει σημαίνοντα ρόλο, κυρίως στην περιοχή της ασιατικής πλευράς του Ειρηνικού ωκεανού. Πιο συγκεκριμένα, σε χώρες όπως την Ιαπωνία, τη Νότια Κορέα, την Ταϊβάν, την Ινδία, την Κίνα, τη Σιγκαπούρη και το Βιετνάμ ο βιομηχανικός τομέας της οικονομίας τους στηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά στο φυσικό αέριο. Κάτι αντίστοιχο, αλλά όχι στον ίδιο βαθμό, συμβαίνει και στις ΗΠΑ, για τον πρόσθετο λόγο της ανέβρεσης στα εδάφη τους και εξόρυξης μίας νέας μορφής φυσικού αερίου, που ονομάζεται σχιστολιθικό αέριο (shale gas). Επίσης, στην Ευρώπη το φυσικό αέριο καλύπτει τις ανάγκες του βιομηχανικού τομέα σε ενέργεια κατά 31% (Kumar 2011b).

2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο, όπως έχουμε ήδη αναφέρει παραπάνω έχει πολλά ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ως καύσιμο. Τα χαρακτηριστικά του αυτά είναι που του επιτρέπουν να υπερτερεί, ως επί το πλείστον, έναντι των έτερων ορυκτών και μη καυσίμων, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις είναι αυτά που δεν επιτρέπουν τη χρήση του. Πιο συγκεκριμένα, μετά την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Κιότο, αναφορικά με την προσπάθεια αντιμετώπισης της αλλαγής του κλίματος του πλανήτη μέσω της μείωσης των ανθρωπογενών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (SO_x, NO_x, CO₂), οι χώρες που υπέγραψαν και επικύρωσαν το πρωτόκολλο, δεσμεύθηκαν σε μία συνεχή προσπάθεια για μείωση των εκπομπών των ανωτέρω αερίων σε σχέση με τις αντίστοιχες του 1990 (ή του 1995 για ορισμένα αέρια), ξεκινώντας την ανάληψη των υποχρεώσεων τους κατά την περίοδο 2008-2012. Προς την κατεύθυνση αυτή κινήθηκε ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) με την υπογραφή της συνθήκης για την μείωση της θαλάσσιας ρύπανσης (MARPOL 73/78).

Το έκτο παράρτημα αυτής (MARPOL ANNEX VI) αποτελεί την πρώτη προσπάθεια παγκοσμίως για τη δημιουργία ενός ρυθμιστικού πλαισίου, αναφορικά με τη ρύπανση που προκαλείται από τα πλοία του παγκόσμιου εμπορικού στόλου, καθώς η ρύπανση αυτή ανέρχεται στο 3% της παγκόσμιας ρύπανσης. Ωστόσο, σύμφωνα με μετρήσεις η ρύπανση αυτή συγκεντρώνεται σε συγκεκριμένα σημεία του παγκόσμιου χάρτη, λόγω της υπερσυγκέντρωσης ναυτιλιακής δραστηριότητας στις περιοχές αυτές. Οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν από τη συνθήκη, ως περιοχές περιορισμένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, οι γνωστές ECAs (Emission Control Areas, π.χ. Ακτές ΗΠΑ, Βαλτική θάλασσα, Βόρεια θάλασσα). Στις περιοχές αυτές οι ντιζελομηχανές των πλοίων αποτελούν την κύρια πηγή ρύπανσης και για το λόγο αυτό καθορίστηκαν κάποια μέτρα με σκοπό τον περιορισμό της ρύπανσης. Το σημαντικότερο μέτρο από αυτά είναι η χρήση καυσίμων με μειωμένη περιεκτικότητα σε θείο στις περιοχές αυτές, αλλά και η σταδιακή μείωση του ποσοστού αυτού (οι εκπομπές σε θείο είναι ανάλογες του ποσοστού περιεκτικότητας του καυσίμου σε θείο), όπως και ο χαρακτηρισμός περισσότερων περιοχών του πλανήτη ως περιοχών περιορισμένων εκπομπών (π.χ. Μεσόγειος θάλασσα).

Τα ανωτέρω μέτρα έχουν οδηγήσει τη ναυτιλιακή βιομηχανία στην αναζήτηση πιο φιλικών προς το περιβάλλον καυσίμων, όπως είναι το φυσικό αέριο. Μάλιστα, το φυσικό αέριο έχει δεσπόζουσα θέση στην προσπάθεια αυτή, γιατί η χρήση του ως ναυτιλιακό καύσιμο οδηγεί στη μείωση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NOx) κατά 80-85% χάρη στην καθαρότερη (χωρίς κατάλοιπα) καύση των μηχανών που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο. Επίσης, η χρήση του εκμηδενίζει τις εκπομπές οξειδίων του θείου (SOx), αφού δεν περιέχει καθόλου θείο, ενώ ταυτόχρονα, διατηρεί την παραγωγή αιωρούμενων σωματιδίων σε ιδιαίτερος χαμηλά επίπεδα. Πάντως, το πιο σημαντικό πλεονέκτημα παραμένει η μείωση κατά 20-30% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του βασικότερου και πιο επιβλαβούς αερίου του θερμοκηπίου, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας των μορίων του σε υδρογόνο (Burel, 2013). Ταυτόχρονα, σήμερα το επίπεδο των τιμών του φυσικού αερίου είναι χαμηλότερο από το αντίστοιχο του πετρελαίου και των προϊόντων αυτού, με εύλογη συνέπεια τη μείωση των λειτουργικών εξόδων των πλοίων που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο, καθώς το κόστος καυσίμων αποτελεί το βασικότερο τμήμα των λειτουργικών εξόδων ενός πλοίου.

Ωστόσο, το φαινόμενο της διαρροής ενός ποσοστού φυσικού αερίου στην ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία της καύσης στη μηχανή είναι ένα σημαντικό ζήτημα που πρέπει να αντιμετωπίζεται με τη δέουσα προσοχή. Αυτό συμβαίνει γιατί το φυσικό αέριο αποτελείται κατά κύριο λόγο από μεθάνιο και το μεθάνιο έχει δείκτη θερμικής ικανότητας τα 100 έτη (Global Warming Potential-GWP100), που είναι 25 φορές μεγαλύτερο από τον αντίστοιχο του διοξειδίου του άνθρακα. Με πιο απλά λόγια, κάτι τέτοιο σημαίνει ότι ένα κιλό από μεθάνιο έχει την ίδια θερμική ικανότητα με 25 κιλά από διοξείδιο του άνθρακα και επομένως αν η διαρροή του φυσικού αερίου στην ατμόσφαιρα δεν ελεγχθεί, τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του θα μειωθούν δραστικά.

Επιπρόσθετα, το εμπόριο του φυσικού αερίου απαιτεί την ύπαρξη χερσαίων ή υποθαλάσσιων αγωγών πολλών χιλιομέτρων, αλλά και εξειδικευμένων εγκαταστάσεων για την υγροποίηση, την αποθήκευση και την επαναμετατροπή του σε αέρια μορφή, όπως και εξειδικευμένα πλοία μεταφοράς αυτού. Ταυτόχρονα, για την χρήση του ως καύσιμο για πρόωση και από άλλους τύπους πλοίων, εκτός των πλοίων μεταφοράς υγροποιημένου

φυσικού αερίου (LNG carriers), απαιτείται η μετασκευή των μηχανών, αλλά και των δεξαμενών καυσίμων ή η τοποθέτηση μηχανών καύσης φυσικού αερίου κατά το χτίσιμο του πλοίου στο ναυπηγείο, όταν αναφερόμαστε σε νεότευκτα πλοία. Οι μετασκευές αυτές είναι ιδιαίτερα ακριβές και πρέπει να αξιολογούνται με τη δέουσα προσοχή, προκειμένου να υπολογίζεται και ο χρόνος απόσβεσης μίας τέτοιας επένδυσης, αλλά και η μετακίνηση του πλοίου σε μία εντελώς διαφορετική αγορά. Το ίδιο πρέπει να γίνεται και κατά την απόφαση για το χτίσιμο ενός πλοίου μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου, καθώς η τιμή αυτού σε σχέση με την τιμή ενός αντίστοιχου μεγέθους δεξαμενόπλοιου μεταφοράς πετρελαιοειδών είναι πολύ υψηλότερη (το ζήτημα θα αναλυθεί διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο).

3. Η ΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (LNG)

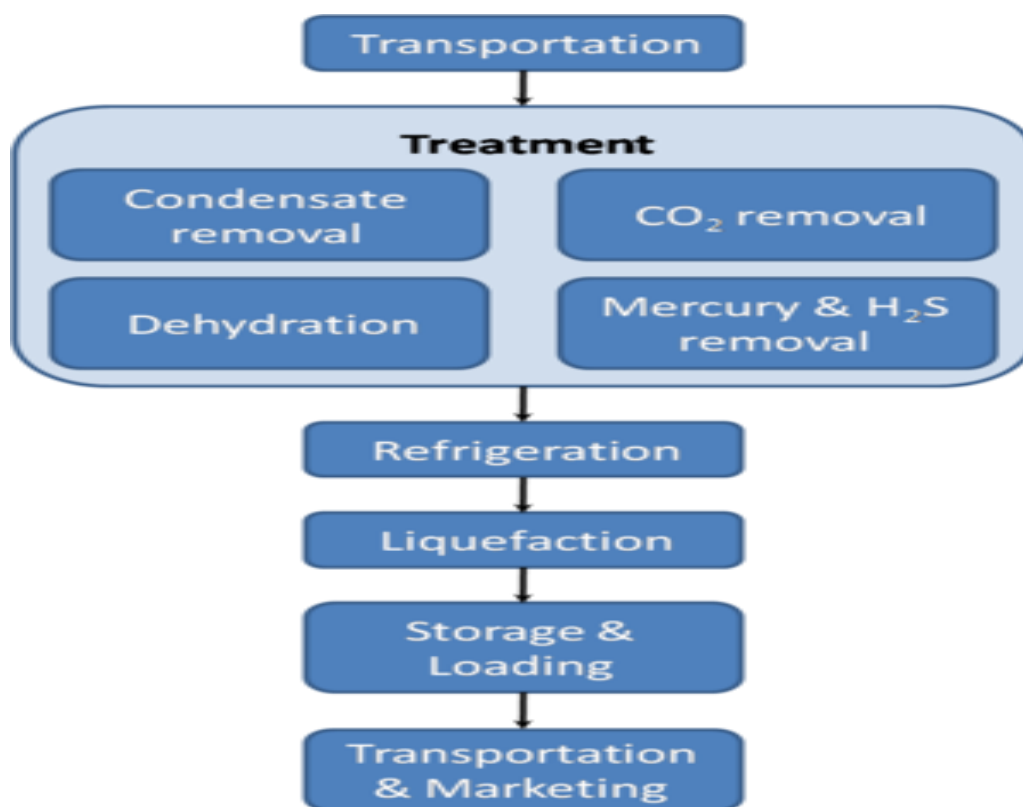
3.1 ΤΟ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι φυσικό αέριο (μεθάνιο κατά 98%), το οποίο έχει μετατραπεί σε υγρή μορφή για λόγους ευκολίας αποθήκευσης και μεταφοράς. Απαιτείται η μείωση του όγκου του φυσικού αερίου περισσότερο από 600 φορές, προκειμένου να επιτευχθεί η υγροποίηση του αερίου. Είναι άοσμο, άχρωμο, μη τοξικό και δεν προκαλεί διάβρωση. Οι κίνδυνοι που μπορούν να προκύψουν από το υγροποιημένο φυσικό αέριο προέρχονται από την εύφλεκτη του φύση, λόγω της συνεχούς εξάτμισης μικρού μέρους της ποσότητάς του, την ιδιαίτερα χαμηλή θερμοκρασία του που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα σε όσους έρθουν σε επαφή μαζί του, καθώς επίσης και από το γεγονός ότι σε περιπτώσεις διαρροών σε κλειστούς χώρους, μπορεί να προκληθούν προβλήματα ασφυξίας στους παραβρισκόμενους.

Η διαδικασία της υγροποίησης περιλαμβάνει την απομάκρυνση συγκεκριμένων συστατικών του, όπως η σκόνη, τα αέρια οξέα, το ήλιο, το νερό και τους βαρείς υδρογονάνθρακες, οι οποίοι θα μπορούσαν να προκαλέσουν δυσκολία στη μεταφορά και γενικότερα στη διαχείριση του τελικού προϊόντος της διαδικασίας υγροποίησης. Το φυσικό αέριο στη συνέχεια συμπυκνώνεται και μετατρέπεται σε υγρή μορφή, μέσω μίας διαδικασίας ψύξης αυτού σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης, έως ότου η θερμοκρασία του φτάσει κοντά στους -162° Κελσίου (η ακριβής θερμοκρασία εξαρτάται από την αρχική σύσταση του φυσικού αερίου). Η μέγιστη επιτρεπτή πίεση για την ασφαλή μεταφορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου έχει καθορισθεί στα 4 psi.

Μία τυπική διαδικασία υγροποίησης φυσικού αερίου περιλαμβάνει αρχικά την εξόρυξη του φυσικού αερίου και τη μεταφορά αυτού στην εγκατάσταση υγροποίησης. Εκεί το φυσικό αέριο, όπως προαναφέραμε υποβάλλεται σε μία διαδικασία αφαίρεσης των διαφόρων άχρηστων συστατικών που περιέχει, όπως σκόνη, νερό, λάσπη, πετρέλαιο, καθώς και λοιπά αέρια, όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και υδρόθειο (H_2S). Μία τυπική εγκατάσταση υγροποίησης είναι σχεδιασμένη να απομακρύνει και τα ίχνη υδραργύρου από το αέριο, ώστε να αποτρέπεται η δημιουργία αμαλγάματος (μεταλλικού κράματος υδραργύρου), μέσω της χημικής ένωσης

του υδράργυρου με το αλουμίνιο των κρυογόνων δεξαμενών αποθήκευσης και μεταφοράς του LNG. Στη συνέχεια, το φυσικό αέριο ψύχεται σε φάσεις, έως ότου φτάσει να πάρει την επιθυμητή υγρή του μορφή. Μετά δύναται να αποθηκευτεί και να φορτωθεί στα πλοία μεταφοράς LNG για τη θαλάσσια μεταφορά του ή τα λοιπά μέσα με τα οποία δύναται να μεταφερθεί.



Σχήμα 1: Η διαδικασία επεξεργασίας του φυσικού αερίου για τη μετατροπή του σε LNG

Πολύ συχνά, υπάρχει σύγχυση μεταξύ του LNG και των CNG (Compressed Natural Gas) και LPG (Liquefied Petroleum Gas), όμως τα δύο τελευταία καύσιμα έχουν διαφορετικές ιδιότητες σε σχέση με το πρώτο, σε ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Το CNG είναι ένα μείγμα υδρογονανθράκων που αποτελείται κατά 80-90% από μεθάνιο σε αέρια μορφή και είναι άχρωμο, μη καρκινογόνο, μη τοξικό, μη εύφλεκτο, και ελαφρύτερο από τον αέρα. Εξαιτίας της χαμηλής του ενεργειακής συγκέντρωσης, συμπιέζεται κάτω από πίεση που ανέρχεται μεταξύ 200-250 kg/cm², ώστε να αυξάνεται η αποθηκευτική ικανότητα στα οχήματα που το χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας. Είναι ανώτερο των παραδοσιακών καυσίμων οδικών

μεταφορών, ως προς το γεγονός ότι η τιμή του κυμαίνεται στο ένα τρίτο της τιμής της βενζίνης και η παγκόσμια οικονομική κρίση των τελευταίων ετών έχει συμβάλει ιδιαίτερα στην αύξηση των ποσοστών χρήσης του ως καύσιμο για τις εν λόγω μεταφορές (Kumar, 2011b).

Από την άλλη, το LPG ή όπως είναι ευρέως γνωστό υγραέριο, είναι ένα καθαρό, με μεγάλη περιεκτικότητα σε οκτάνια, φιλικό προς το περιβάλλον και σε μεγάλη αφθονία καύσιμο. Ουσιαστικά, προέρχεται από το φυσικό αέριο μετά από μία διαδικασία κλασματοποίησης ή το αργό πετρέλαιο μετά από διύλιση. Είναι ένα μείγμα από αέρια πετρελαίου, όπως προπάνιο και βουτάνιο. Σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης και φυσιολογικές θερμοκρασίες έχει αέρια μορφή, αλλά μπορεί να υγροποιηθεί αν υποβληθεί κάτω από συνθήκες μέτριας πίεσης ή η θερμοκρασία του μειωθεί επαρκώς (-42° Κελσίου). Αυτή του η ιδιότητα το καθιστά ιδανική πηγή ενέργειας για ένα μεγάλο πλήθος εφαρμογών, καθώς μπορεί πολύ εύκολα να συμπιεστεί, να αποθηκευτεί, να συσκευαστεί και φυσικά να χρησιμοποιηθεί. Όταν η πίεση του χαθεί, το καύσιμο εξατμίζεται στην ατμόσφαιρα και ο όγκος αυξάνεται κατά περίπου 250 φορές σε σχέση με την υγρή του κατάσταση, οπότε το γεγονός αυτό καθιστά εφικτή την αποθήκευση και μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας σε συμπαγή μορφή (Kumar, 2011b).

Βέβαια, το κόστος χρήσης αλλά και κατασκευής ενός οχήματος που κινείται με LNG είναι μικρότερο από το αντίστοιχο ενός άλλου που κινείται με CNG. Μάλιστα, το ντεπόζιτο που απαιτείται για ένα όχημα που χρησιμοποιεί LNG είναι κατά 2,4 φορές μικρότερο σε σχέση με το αντίστοιχο που απαιτείται για ένα όχημα χρήσης CNG με παρόμοια χαρακτηριστικά. Το γεγονός αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι με την ίδια ποσότητα καύσιμου στο ντεπόζιτο, ένα όχημα χρήσης LNG μπορεί να διανύσει κατά 2,4 φορές μεγαλύτερη απόσταση σε σχέση με ένα άλλο όχημα που χρησιμοποιεί CNG. Επίσης, το κόστος κατασκευής και συντήρησης των σταθμών ανεφοδιασμού οχημάτων με LNG είναι κατά πολύ μικρότερο από το αντίστοιχο κόστος ενός σταθμού ανεφοδιασμού με CNG. Ο πρώτος σταθμός δεν απαιτεί καν τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία του. Επομένως, από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι το LNG πλεονεκτεί έναντι του CNG και του LPG, ενώ ταυτόχρονα έχει ενεργό ρόλο στην ανάπτυξη νέων μορφών καυσίμων στο

χώρο των οδικών μεταφορών, όπως το biogas και το biomethane (Kumar, 2011b).

Όπως αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο, με το υγροποιημένο φυσικό αέριο (Liquefied Natural Gas) επιτυγχάνεται μεγαλύτερη μείωση του όγκου του φυσικού αερίου, σε σχέση με το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (Compressed Natural Gas). Συνάμα, η θερμιδική αξία του LNG δεν παραμένει σταθερή, αλλά εξαρτάται κάθε φορά από την πηγή από την οποία προέρχεται, καθώς και την επεξεργασία στην οποία υποβάλλεται κατά τη διαδικασία μετατροπής του σε υγρή μορφή. Η μέγιστη διακύμανση της θερμιδικής του αξίας κυμαίνεται από μεταξύ 10-15%. Συνήθως, η μεγαλύτερη τιμή της θερμιδικής αξίας του υγροποιημένου φυσικού αερίου ανέρχεται σε 50 Mj/kg, ενώ η αντίστοιχη μικρότερη σε 45 Mj/kg. Για λόγους σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων καυσίμων η θερμιδική τους αξία μπορεί να εκφραστεί σε ενεργειακή συγκέντρωση ανά μονάδα όγκου, δηλαδή σε Mj/lt (Kumar, 2011b).

Η πυκνότητα του LNG κυμαίνεται με βάση τη θερμοκρασία, την πίεση και τη σύνθεση του από 0,41 kg/lt έως 0,50 kg/lt, σε σχέση με την αντίστοιχη του νερού που είναι 1 kg/lt, γεγονός που το καθιστά ελαφρύτερο από το νερό. Χρησιμοποιώντας μία μέση πυκνότητα του υγροποιημένου φυσικού αερίου (0,45 kg/lt), η ενεργειακή του συγκέντρωση κυμαίνεται από 20,3 έως 22,5 Mj/lt, με βάση την αντίστοιχη ελάχιστη και μέγιστη θερμιδική αξία του καυσίμου, όπως αναφέραμε προηγουμένως. Συγκρινόμενη με άλλα καύσιμα, η ενεργειακή συγκέντρωση του LNG είναι κατά 2,4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη που επιτυγχάνεται στην συμπιεσμένη μορφή του φυσικού αερίου (CNG), είναι σχεδόν αντίστοιχη με εκείνες του προπανίου και της αιθανόλης, ενώ ανέρχεται στο 70% της αντίστοιχης της βενζίνης, καθώς και σε 60% της αντίστοιχης του πετρελαίου diesel. Άρα, είναι εμφανές ότι το υγροποιημένο φυσικό αέριο καταλαμβάνει μία πολύ καλή θέση στον κατάλογο αξιολόγησης των διαφόρων καυσίμων με βάση την ενεργειακή τους συγκέντρωση ανά μονάδα όγκου. Το γεγονός αυτό καθιστά το κόστος για τη μεταφορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου μέσω πλοίων, φορτηγών και τραίνων σε μακρινές αποστάσεις, όπου δεν υφίστανται υποδομές δικτύου αγωγών για τη μεταφορά του σε αέρια μορφή, διαχειρίσιμο (Kumar, 2011b).

Τα ειδικά πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG carriers), ή τα αντίστοιχα φορτηγά και τραίνα, διαθέτουν κρυογόνες δεξαμενές, όπου μεταφέρεται το LNG, στις οποίες το καύσιμο διατηρείται στις επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την ικανοποίηση της ανάγκης μεταφοράς του φυσικού αερίου σε περιοχές, από τις οποίες δε διέρχεται κάποιος αγωγός φυσικού αερίου. Στις περιοχές αυτές υπάρχουν οι αντίστοιχοι τερματικοί σταθμοί για την επαναφορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου στην αρχική αέρια του μορφή, προκειμένου στη συνέχεια να διοχετευτεί μέσω του δικτύου διανομής του στον τελικό καταναλωτή. Σε επόμενο κεφάλαιο θα αναλύσουμε πιο διεξοδικά την αγορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου και τις απαιτήσεις της αγοράς αυτής για σταθμούς υγροποίησης, αποθήκευσης και επαναμετατροπής του LNG σε αέρια μορφή, προκειμένου να αναπτυχθεί το εμπόριο του καυσίμου αυτού.

3.2 Η ΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑ LNG

Ο συνεχώς αυξανόμενος πληθυσμός του πλανήτη, σε συνδυασμό με την ολοένα και μεγαλύτερη εξάπλωση των οικονομικών δραστηριοτήτων του πληθυσμού αυτού σε νέα πεδία, οδηγεί στην αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης για ενέργεια. Αυτή αναμένεται να αυξηθεί κατά μέσο όρο 1,2% σε ετήσια βάση (Outlook for Energy, 2008), ενώ η κατανάλωση φυσικού αερίου αναμένεται να φτάσει στο ένα τέταρτο της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης σε σχέση με το σημερινό 20%. Μάλιστα, οι προβλέψεις αναφέρουν ότι η αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης σε ενέργεια θα καλυφθεί εξ ολοκλήρου από τη βιομηχανία του φυσικού αερίου.

Ωστόσο, η ζήτηση του φυσικού αερίου εμφανίζει μεγάλες αυξομειώσεις, λόγω του γεγονότος ότι η χρήση του τόσο για εμπορικούς σκοπούς, αλλά και για τη θέρμανση κατοικιών είναι εποχιακή, εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία της περιοχής και πολλούς άλλους παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα, η ζήτηση αυτή πρέπει να καλύπτεται απευθείας μόλις εμφανίζεται. Προκειμένου, η βιομηχανία του φυσικού αερίου να μπορέσει να ανταποκριθεί στα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά της ζήτησης του προϊόντος της, πρέπει να διαθέτει ευελιξία, δηλαδή να μπορεί να προσαρμόζει την

προσφορά της στις προβλεπόμενες και μη αυξομειώσεις της ζήτησης του προϊόντος της (Kumar, 2011a).

Οι εταιρείες του χώρου έχουν αναπτύξει για τους λόγους αυτούς ένα σύστημα χρησιμοποιώντας διάφορα εργαλεία, προκειμένου να μπορέσουν να εξισορροπήσουν τις μεγάλες ταλαντώσεις της ζήτησης του φυσικού αερίου σε σχέση με την ανελαστική καμπύλη προσφοράς αυτού. Ουσιαστικά, με τα εργαλεία αυτά προσπαθούν να επέμβουν στις καμπύλες ζήτησης και προσφοράς του προϊόντος. Η απελευθέρωση της αγοράς αποτελεί ένα τέτοιο εργαλείο, το οποίο επηρεάζει το παραδοσιακό τοπίο στην αγορά του φυσικού αερίου επιφέροντας μια εκ της αγοράς προερχόμενη ευελιξία (Kumar, 2011a).

Για να γίνουμε πιο σαφείς, το φυσικό αέριο μεταφέρεται από τις περιοχές που παράγεται στις περιοχές όπου καταναλώνεται, είτε μέσω αγωγών, είτε σε υγρή μορφή μέσω πλοίων και άλλων μέσων. Βέβαια, όπως προαναφέραμε οι αγωγοί έχουν κάποια χαρακτηριστικά, τα οποία λειτουργούν ορισμένες φορές αποτρεπτικά για την εξάπλωση της χρήσης τους. Δεν μπορούν να τοποθετηθούν υποθαλάσσια σε βάθη μεγαλύτερα των εκατό μέτρων και φυσικά η τοποθέτησή τους αυτή, όπου το επιτρέπουν οι συνθήκες, είναι χρονοβόρα, ιδιαίτερα ακριβή και τις περισσότερες φορές εγκυμονεί τεράστιους κινδύνους για την επένδυση. Συνάμα, οι αγωγοί αποτελούν μόνιμες κατασκευές που συνδέουν κάποιο πεδίο εξόρυξης φυσικού αερίου με ένα αντίστοιχο σημείο στον παγκόσμιο χάρτη, όπου καταναλώνεται το εν λόγω αέριο. Ταυτόχρονα, οι αγωγοί επηρεάζονται έντονα από τις διαφορές πίεσης στα διάφορα σημεία τους, γεγονός που αυξομειώνει την μεταφορική τους ικανότητα, αλλά επίσης επηρεάζονται και από την εποχικότητα της ζήτησης του καυσίμου (Kumar, 2011a).

Από την άλλη το φυσικό αέριο μεταφέρεται ιδανικά μέσα σε κρυογόνες δεξαμενές μέσω πλοίων, φορτηγών ή τραίνων. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια έχει επιτευχθεί μεγάλη μείωση του κόστους σε όλα τα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας του υγροποιημένου φυσικού αερίου. Η πτώση των τιμών των κρυογόνων αυτών δεξαμενών την τελευταία δεκαετία, με την ταυτόχρονη μείωση στο κόστος των εγκαταστάσεων υγροποίησης και επαναμετατροπής του προϊόντος σε αέρια μορφή, έχουν κάνει βιώσιμες από πλευράς απόσβεσης τέτοιου είδους επενδύσεις, ακόμα και αν τμήμα της παραγωγής αυτών των εγκαταστάσεων αποθηκεύεται για μεγάλα χρονικά

διαστήματα, προκειμένου να ικανοποιήσει κάποια μελλοντική έκτακτη ή μη αύξηση της ζήτησης του εν λόγω προϊόντος (Kumar, 2011a).

Καθώς τα περισσότερα από τα μη επεξεργασμένα αποθέματα φυσικού αερίου βρίσκονται σε δύσβατες και απομακρυσμένες περιοχές του πλανήτη και φυσικά μακριά από τις αστικές περιοχές, όπου συνήθως καταναλώνονται, είναι σαφές ότι η διαδικασία υγροποίησης του φυσικού αερίου, προκειμένου να μπορεί να μεταφερθεί μέσα σε κρυογόνες δεξαμενές, αποτελεί κλειδί για την εφοδιαστική αλυσίδα του συγκεκριμένου καυσίμου. Αυτό συμβαίνει γιατί σε κάποιες περιπτώσεις, λόγω των φυσικών εμποδίων, αλλά και άλλων τυχόν γεωπολιτικών θεμάτων, η κατασκευή ενός αγωγού είναι αδύνατη. Επομένως, η αυξημένη προσφορά φυσικού αερίου με την ταυτόχρονη αύξηση της ευελιξίας στην ικανοποίηση των αυξομειώσεων της ζήτησης αυτού από την πλευρά της προσφοράς, προσδίδουν ασφάλεια στην αγορά του καυσίμου αυτού (Kumar, 2011a).

Μάλιστα, η διαδικασία της υγροποίησης έχει ένα επιπλέον πλεονέκτημα. Μειώνοντας τον όγκο του φυσικού αερίου περίπου κατά 600 φορές ο χειρισμός του αερίου μοιάζει ουσιαστικά με τον αντίστοιχο του πετρελαίου, διατηρώντας ωστόσο κάποια από τα χαρακτηριστικά του. Επιπλέον, οι μειωμένες τιμές του υγροποιημένου φυσικού αερίου, σε σχέση με τις μακροχρόνια συμφωνημένες τιμές του φυσικού αερίου που μεταφέρεται μέσω αγωγών, το καθιστούν πιο ανταγωνιστικό σε πολλές αγορές. Μάλιστα σε περιόδους μεγάλων πολιτικών κρίσεων αποτελεί την ιδανική επιλογή, σε σύγκριση με έναν αγωγό που διέρχεται μέσα από τα εδάφη πολλών κρατών, όπως συμβαίνει και σήμερα με τους αντίστοιχους αγωγούς, λόγω της στρατιωτικής διένεξης μεταξύ Ουκρανίας και Ρωσίας. Για όλους αυτούς του λόγους, η ζήτηση υγροποιημένου φυσικού αερίου μέσα στα επόμενα χρόνια αναμένεται να αυξηθεί κατά πολύ περισσότερο, σε σχέση με την αντίστοιχη σε φυσικό αέριο, και πιο συγκεκριμένα οι προβλέψεις κάνουν λόγο για μία αύξηση της τάξεως του 10% σε ετήσια βάση για τα επόμενα δέκα έτη (Kumar, 2011a).

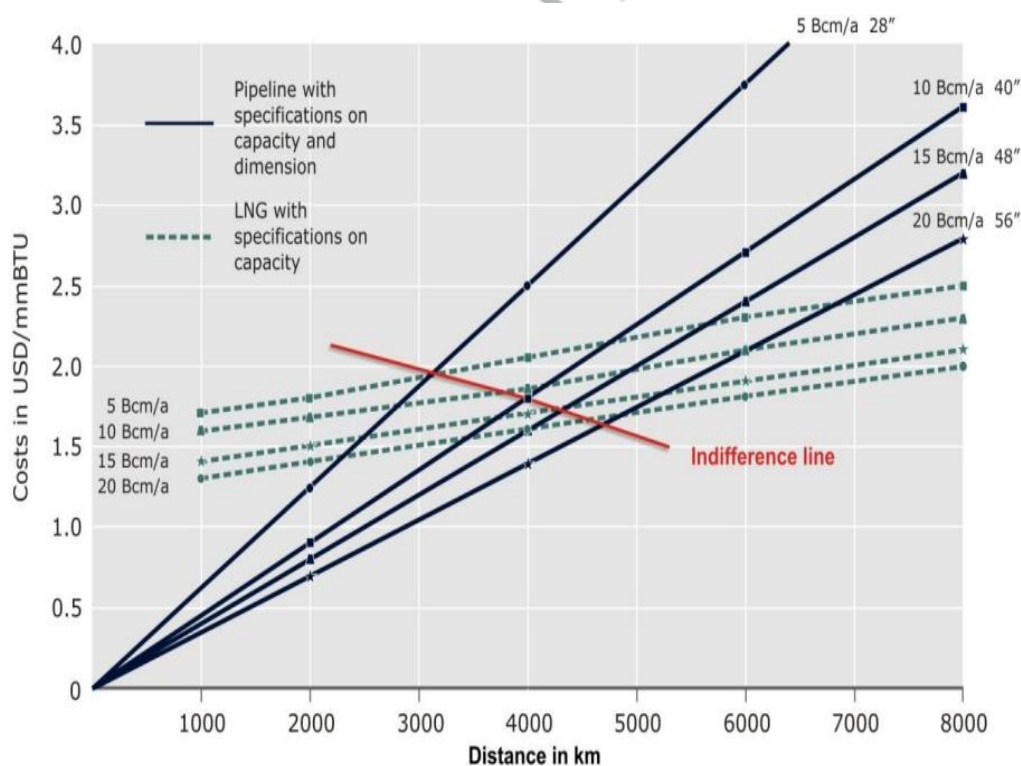
Βέβαια, κατά τη μεταφορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου μέσω πλοίων ελλοχεύει ένα ζήτημα, που αν δεν λάβει την αρμόζουσα προσοχή, μπορεί να δημιουργήσει πολλά προβλήματα, κυρίως λόγω των ατυχημάτων που μπορούν να συμβούν. Πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέραμε προηγουμένως,

το LNG μεταφέρεται μέσω πλοίων σε συγκεκριμένη ατμοσφαιρική πίεση, αλλά και θερμοκρασία που πλησιάζει το σημείο αεριοποίησής του, δηλαδή περίπου στους -162° Κελσίου (ή 111° Κέλβιν αντίστοιχα), αναλόγως της σύστασής του. Πάρα όμως το μεγάλο βαθμό μόνωσης των τοιχωμάτων των κρυογόνων δεξαμενών, είναι αναπόφευκτη η μεταφορά κάποιας θερμότητας από τον περιβάλλοντα χώρο της δεξαμενής και αυτό το γεγονός έχει ως αποτέλεσμα την εξάτμιση ενός ποσοστού από το υγροποιημένο φυσικό αέριο (boil-off gas). Η εξάτμιση αυτή προκαλεί με τη σειρά της την αύξηση της πίεσης στο εσωτερικό των δεξαμενών, οι οποίες έχουν ασφαλιστικές βαλβίδες για τη συγκράτηση της πίεσης, μέσω της αποβολής ενός τμήματος του φυσικού αερίου εκτός της δεξαμενής. Το ποσοστό αυτό του φυσικού αερίου που αποβάλλεται από τις δεξαμενές χρησιμοποιείται για την πρόωση του πλοίου, προκειμένου να επιτυγχάνεται μείωση στην κατανάλωση των καυσίμων αυτού (Miana, 2010).

Ωστόσο, το γεγονός ότι τα συστατικά του LNG έχουν διαφορετικά σημεία αεριοποίησης, κάνει τη διαδικασία της εξάτμισης να μην είναι ομοιογενής. Τα συστατικά με το χαμηλότερο σημείο αεριοποίησης συνήθως εξατμίζονται νωρίτερα από τα αντίστοιχα με υψηλότερο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται γήρανση του υγροποιημένου φυσικού αερίου (ageing / weathering) και οι κύριες συνέπειες του είναι η τροποποίηση στη χημική σύσταση και τις ιδιότητες του LNG των δεξαμενών. Το φαινόμενο αυτό, όπως είναι λογικό, δε συμβαίνει κατά τη μεταφορά φυσικού αερίου μέσω δικτύων αγωγών. Η ακριβής πρόβλεψη της σύστασης του LNG πριν το ξεφόρτωμα του φορτίου στις εγκαταστάσεις επαναμετατροπής του σε αέρια μορφή έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, να αποφευχθούν ατυχήματα που προκαλούνται από τη διαστρωμάτωση του καυσίμου, όπως το φαινόμενο της πρόκλησης κλίσης στις επίγειες δεξαμενές, και δεύτερον να διεξαχθούν οι απαραίτητες διαδικασίες ανάμειξης, προκειμένου να επιτευχθούν τα επιθυμητά επίπεδα προδιαγραφών ποιότητας για την ασφαλή μεταφορά, διανομή και χρήση του φυσικού αερίου (Miana, 2010).

Ένα δεύτερο ζήτημα, το οποίο πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη στην επιλογή του τρόπου μεταφοράς του φυσικού αερίου, είναι φυσικά και το κόστος της μεταφοράς αυτής. Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη, όταν το φυσικό αέριο μεταφέρεται μέσω αγωγού, το κόστος μεταφοράς του εξαρτάται, κατά

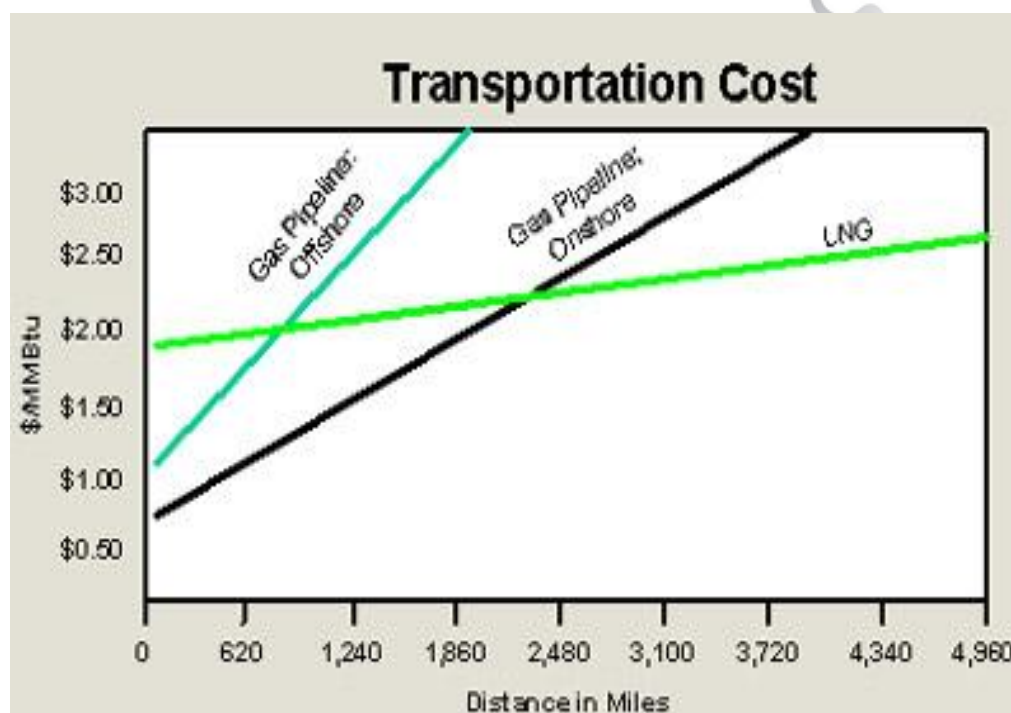
κύριο λόγο, από τη μεταφορική ικανότητα του αγωγού αυτού. Επίσης, το κόστος μεταφοράς μέσω υποθαλάσσιων αγωγών είναι κατά 50% μεγαλύτερο, σε σχέση με το αντίστοιχο που προκύπτει όταν το καύσιμο αυτό μεταφέρεται μέσω χερσαίων αγωγών. Μάλιστα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 6, η μεταφορά του φυσικού αερίου σε υγρή μορφή είναι συμφέρουσα σε σχέση με την αντίστοιχη μέσω αγωγών, για αποστάσεις μεγαλύτερες των 3.000 χιλιομέτρων, κατά προσέγγιση. Αυτό φυσικά συμβαίνει, καθώς για την επεξεργασία του φυσικού αερίου, προκειμένου να υγροποιηθεί και να διατηρηθεί στην μορφή αυτή κατά τη μεταφορά του μέσω πλοίων, αλλά και κατά τη διαδικασία επαναμετατροπής του σε αέρια μορφή στο λιμάνι προορισμού, απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ενέργειας, που ανεβάζουν το κόστος της μεταφοράς αυτής της μορφής. Επιπρόσθετα, η μεταφορά του καυσίμου αυτού ως LNG ενδείκνυται μόνο για πεδία εξόρυξης που βρίσκονται κοντά στις ακτές ή υποθαλάσσια (Messner, 2012).



Διάγραμμα 6: Κόστος μεταφοράς φυσικού αερίου μέσω αγωγών ή σε μορφή LNG (USD/mmBTU), σε σχέση με την απόσταση (km) (Messner, 2012) (www.polinares.eu)

Μάλιστα, σε μία παλαιότερη μελέτη, λαμβάνει χώρα μία περαιτέρω σύγκριση του κόστους των διαφόρων μορφών μεταφοράς του φυσικού αερίου. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται επιμέρους διάκριση μεταξύ χερσαίων και

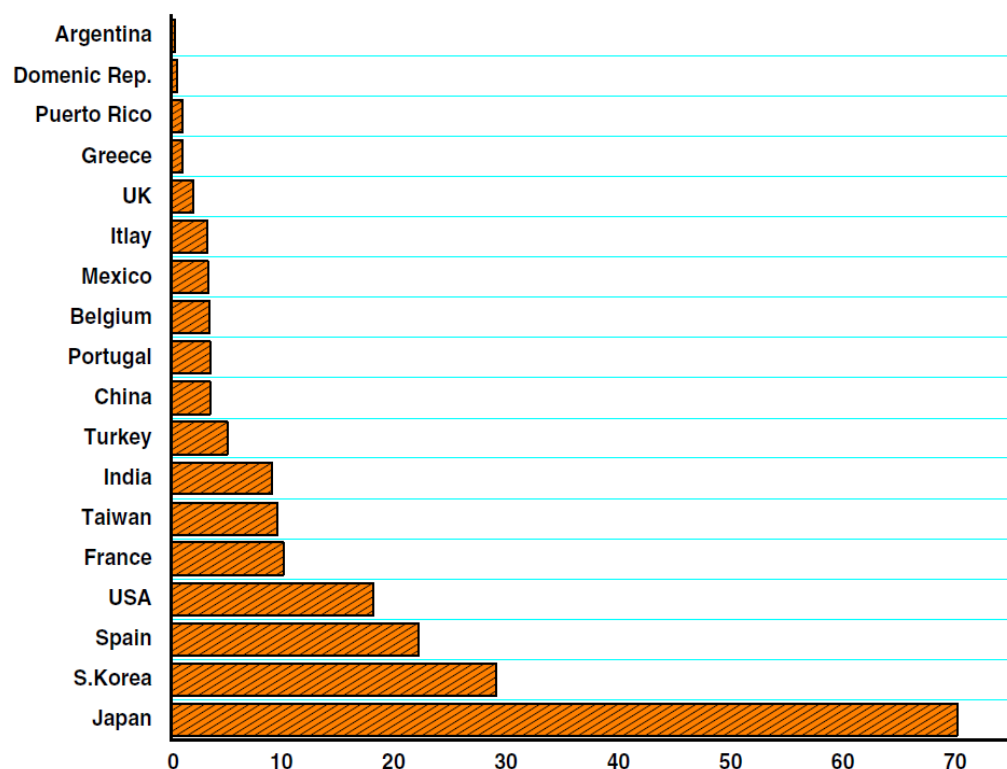
υποθαλάσσιων αγωγών μεταφοράς φυσικού αερίου και γίνεται ανάλυση των αποστάσεων, πέρα των οποίων, η μεταφορά του φυσικού αερίου ως LNG είναι πιο συμφέρουσα, έναντι της αντίστοιχης σε αέρια μορφή, μέσω χερσαίων και υποθαλάσσιων αγωγών. Μάλιστα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 7, στην πρώτη σύγκριση το LNG επικρατεί για αποστάσεις μεγαλύτερες των 700 μιλίων, δηλαδή περίπου 1.100 χιλιομέτρων, ενώ στη δεύτερη περίπτωση για αποστάσεις μεγαλύτερες των 2.200 μιλίων, δηλαδή περίπου 3.500 χιλιομέτρων (www.beg.utexas.edu).



Διάγραμμα 7: Κόστος μεταφοράς φυσικού αερίου μέσω χερσαίων και υποθαλάσσιων αγωγών, ή σε μορφή LNG (USD/MMBTU), σε σχέση με την απόσταση (mi) (www.beg.utexas.edu)

Σύμφωνα με επίσημες προβλέψεις, στην Ασιατική πλευρά του Ειρηνικού ωκεανού, που είναι και η περιοχή με τα μεγαλύτερα επίπεδα κατανάλωσης υγροποιημένου φυσικού αερίου, η ζήτησή του αναμένεται να εκτοξευτεί. Προς αυτή την κατεύθυνση συνηγορούν οι προσπάθειες των κρατών της περιοχής για εφαρμογή πιο φιλικών προς το περιβάλλον πολιτικών, αλλά και η αύξηση των εγχώριων εγκαταστάσεων για υποδοχή υγροποιημένου φυσικού αερίου. Η δέσμευση της Κυβέρνησης της Ιαπωνίας στην εφαρμογή των αρχών του πρωτοκόλλου του Κιότο για τη μείωση των εκπομπών σε αέρια του θερμοκηπίου θα είναι δύσκολο να γίνει πράξη χωρίς

την περαιτέρω στροφή προς το φυσικό αέριο, έναντι των υπολοίπων ορυκτών καυσίμων. Προς την ίδια κατεύθυνση κινούνται και πολλές άλλες χώρες της περιοχής, προκειμένου και αυτές με τη σειρά τους να επιτύχουν τη μείωση των εκπομπών τους (Kumar, 2011a).



Διάγραμμα 8: Οι κυριότεροι εισαγωγείς υγροποιημένου φυσικού αερίου (mmt) (Kumar, 2011b)

Μάλιστα, η εν λόγω περιοχή κατέχει παγκοσμίως τον πρωταγωνιστικό ρόλο στην εισαγωγή και κατανάλωση υγροποιημένου φυσικού αερίου, ενώ το εμπόριο φυσικού αερίου μέσω αγωγών στην περιοχή παραμένει σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα. Ο μέσος όρος των ποσοστών χρήσης φυσικού αερίου, έναντι των συνολικών αναγκών σε ενέργεια των χωρών της περιοχής είναι αυξημένος κατά 10%, σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό χρήσης του σε παγκόσμια κλίμακα που φτάνει το 24%, ενώ στον αντίποδα η κατανάλωση υγροποιημένου φυσικού αερίου στην περιοχή φτάνει τα δύο τρίτα της παγκόσμιας κατανάλωσης σε απόλυτους αριθμούς (International Energy Agency report, 2010).

Μάλιστα, στις χώρες της περιοχής, οι μόνοι αγωγοί που υπάρχουν είναι αυτοί που μεταφέρουν φυσικό αέριο από τη Μαλαισία στη Σιγκαπούρη, από τη Μυανμάρ στην Ταϊλάνδη και από την Κίνα στο Χονγκ Κονγκ. Οι κύριοι

εισαγωγείς υγροποιημένου φυσικού αερίου της περιοχής είναι η Ιαπωνία, η Νότια Κορέα και η Ταϊβάν. Βέβαια, λόγω της διαφαινόμενης αύξησης της προσφοράς του εν λόγω καυσίμου, αναμένεται αντίστοιχα μία αύξηση των χωρών της περιοχής αυτής που θα το εισάγουν για εγχώρια κατανάλωση. Από τη πλευρά της προσφοράς οι κύριοι εξαγωγείς LNG στην περιοχή είναι η Ινδονησία, η Μαλαισία, η Αυστραλία και το Μπρουνέι (Kumar, 2011a).

Επίσης, η Κίνα και η Ινδία αναμένεται να ξεκινήσουν να εισάγουν υγροποιημένο φυσικό αέριο, καθώς η Κίνα μέχρι στιγμής εισάγει μονάχα μέσω αγωγών στην αέρια του μορφή, ενώ η Ινδία έως τώρα βασίζεται στην εγχώρια παραγωγή της, καθώς το ποσοστό χρήσης φυσικού αερίου έναντι της συνολικής απαιτούμενης ενέργειας ανέρχεται μονάχα στο 10%. Η Ινδία έχει ανακοινώσει την κατασκευή 10 με 20 σταθμών υποδοχής υγροποιημένου φυσικού αερίου. Μάλιστα, οι ανάγκες της χώρας σε υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές των χωρών που αναφέραμε προηγουμένως, καθώς πρόκειται για μία εκτενέστατη σε μέγεθος χώρα με αχανές δίκτυο αγωγών από την εποχή του Αγγλικού ζυγού και τεράστιο αγροτικό τομέα παραγωγής, ο οποίος έχει ανάγκη από μία αντίστοιχα ισχυρή βιομηχανία λιπασμάτων, γεγονός που ευνοεί τη χρήση του εν λόγω καυσίμου. Η Κίνα από την πλευρά της, ενώ θα μπορούσε να επωφεληθεί και η ίδια από μία ισχυρή βιομηχανία λιπασμάτων βασιζόμενη στο φυσικό αέριο, δε διαθέτει αντίστοιχο με την Ινδία δίκτυο αγωγών (Kumar, 2011a).

Στην Αμερικάνικη ήπειρο, η κατάσταση δε διαφέρει σημαντικά. Στην Κεντρική και Νότια Αμερική η χρήση του υγροποιημένου φυσικού αερίου αναμένεται να αυξηθεί κατά μέσο όρο 2,3% ετησίως εντός των επομένων ετών. Αν και πολλές χώρες της Νότιας κυρίως Αμερικής έχουν αναπτύξει μεγάλα δίκτυα αγωγών στο εσωτερικό τους, αλλά και μεταξύ τους, οι πολιτικές διαφορές τα τελευταία χρόνια δεν επιτρέπουν την απρόσκοπτη και ομαλή προσφορά του καυσίμου σε αέρια μορφή. Για τους λόγους αυτούς οι περισσότερες χώρες στρέφονται πλέον στην εισαγωγή υγροποιημένου φυσικού αερίου μέσω άλλων πηγών. Η Βραζιλία προσπαθεί να αναπτύξει την εγχώρια παραγωγή της, εισάγοντας βέβαια και φυσικό αέριο μέσω αγωγού από τη Βολιβία. Επίσης, το 2008 εγκαινίασε έναν τερματικό σταθμό υποδοχής LNG, προκειμένου να ικανοποιήσει την συνεχώς αυξανόμενη εγχώρια ζήτηση. Η Αργεντινή ξεκίνησε επίσης να εισάγει υγροποιημένο φυσικό αέριο το 2008,

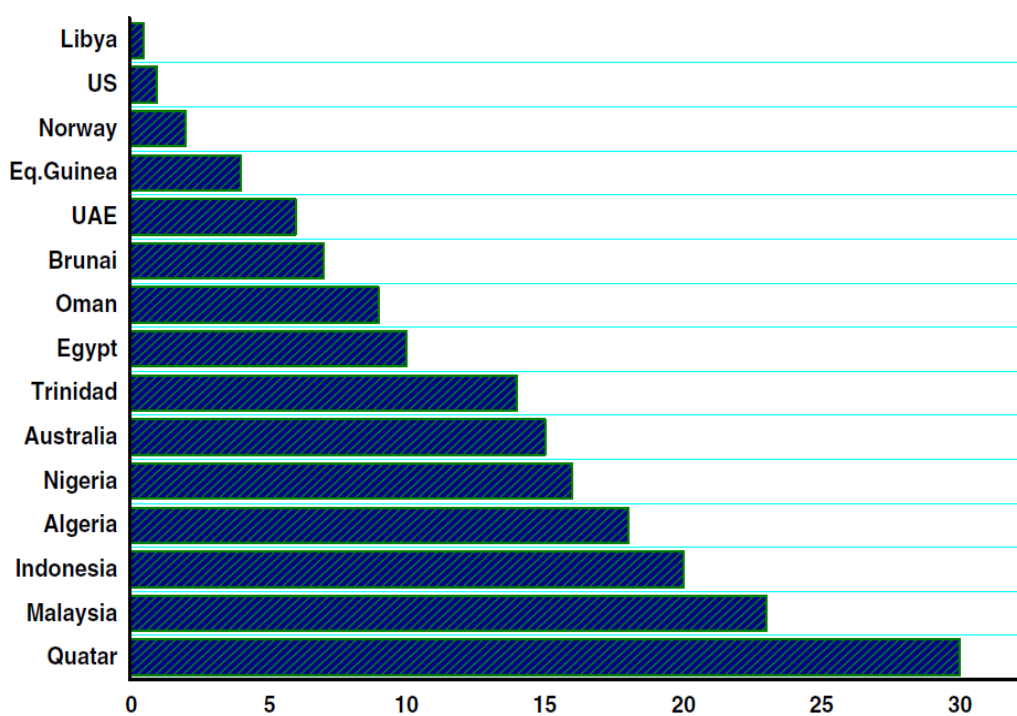
όπως και η Χιλή το 2009 με τον πρώτο της σταθμό υποδοχής, αλλά και η Ουρουγουάη με την πρώτη της εγκατάσταση επαναμετατροπής του υγροποιημένου φυσικού αερίου σε αέρια μορφή που τέθηκε σε χρήση το 2012.

Στις ΗΠΑ, όπου η κατανάλωση φυσικού αερίου στις μέρες μας ανέρχεται σε 26,2 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια (tcf) και που αναμένεται να φτάσει σε 34,6 μέχρι το 2030, η εγχώρια παραγωγή δε δύναται να καλύψει την αντίστοιχη κατανάλωση. Η διαφορά μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης καλύπτεται από εισαγωγές, αν και αυτές προβλέπεται να μειωθούν σημαντικά εντός των προσεχών ετών, λόγω των αποθεμάτων σχιστολιθικού αερίου που ανακαλύφθηκαν τα τελευταία χρόνια, αλλά και της μείωσης των εισαγωγών από τον Καναδά, καθώς και των εξαγωγών προς το Μεξικό. Ωστόσο, η αυξανόμενη παραγωγή σχιστολιθικού αερίου (shale gas) δεν ευνοεί την επένδυση σε εγκαταστάσεις υγροποίησης ή υποδοχής υγροποιημένου φυσικού αερίου, καθώς η εισαγωγή LNG δεν αποτελεί πλέον ανάγκη, αλλά επιλογή από πλευράς της κυβέρνησης των ΗΠΑ, προκειμένου να υπάρχει έλεγχος και συγκράτηση των τιμών του φυσικού αερίου (Kumar, 2011a).

Τέλος, στην Ευρωπαϊκή ήπειρο η προσπάθεια για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με τη μειωμένη σε σχέση με τις προβλέψεις ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αποτελούν ιδιαίτερα ευνοϊκή συνθήκη για την αύξηση της κατανάλωσης φυσικού αερίου. Μάλιστα, σύμφωνα με στοιχεία του 2009, το 26% των ενεργειακών αναγκών των 27 κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλύπτονται από το φυσικό αέριο με συνεχή αύξηση του ποσοστού αυτού. Ταυτόχρονα, η Ευρώπη προσπαθεί να απεξαρτηθεί από τη Ρωσία, που αποτελεί τον κύριο πάροχο φυσικού αερίου της περιοχής, μέσω των 2 μεγάλων αγωγών που διέρχονται μέσα από την Ουκρανία και καταλήγουν στα Ευρωπαϊκά εδάφη (North Stream, South Stream). Η προσπάθεια αυτή οφείλεται στις μονοπωλιακές τιμές της Gazprom, της μεγαλύτερης Ρώσικης εταιρείας στο χώρο του φυσικού αερίου, αλλά και στην πολιτική και στρατιωτική πλέον διένεξη μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας, που προκαλεί αστάθεια στην απρόσκοπτη προσφορά του καυσίμου, και κατά συνέπεια στις τιμές αυτού (Kumar, 2011a).

Για το λόγο αυτό, πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει την κατασκευή νέων εγκαταστάσεων υποδοχής και αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου, ενώ οι ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις εκσυγχρονίζονται και επεκτείνονται. Οι

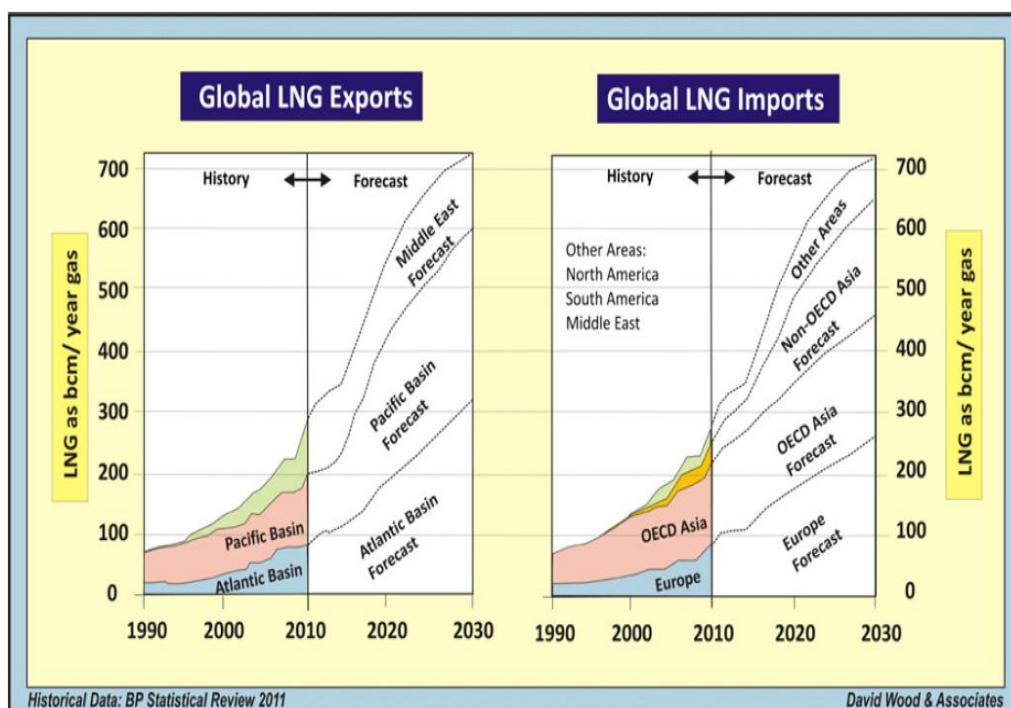
κύριοι προμηθευτές των χωρών της Ευρώπης σε υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι αυτή τη στιγμή το Κατάρ, το Τρινιδάδ και το Τομπάγκο, ενώ η Αλγερία, λόγω ενός πολύ σημαντικού ατυχήματος που συνέβη σε μία μεγάλη εγκατάστασή της υγροποίησης φυσικού αερίου που διαθέτει, έχει δει τις εξαγωγές της προς την Ευρώπη να μειώνονται σημαντικά. Το ίδιο συμβαίνει και με τη Νορβηγία, που λόγω της μεγάλης μείωσης που εμφάνισαν δύο από τα μεγαλύτερα κοιτάσματα που βρίσκονται στο έδαφος της (Sleipner, Gullfaks South), δε μπορεί πλέον να ανταποκριθεί στις αυξανόμενες απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών κρατών. Αξίζει να σημειωθεί, ότι σημαντικό ρόλο στην αγορά του φυσικού αερίου, θα παίξουν μελλοντικά και τα κοιτάσματα σχιστολιθικού αερίου που ανακαλύφθηκαν σε εδάφη της Πολωνίας, της Γερμανίας, της Ουγγαρίας, της Σουηδίας και της Ρουμανίας, αν και οι σχετικές έρευνες βρίσκονται ακόμα σε αρχικά στάδια (Kumar, 2011a).



Διάγραμμα 9: Οι κυριότεροι εξαγωγείς υγροποιημένου φυσικού αερίου (mmt) (Kumar, 2011b)

Για να συνοψίσουμε, σύμφωνα με στοιχεία του 2008 (Global LNG Info), οι κυριότεροι εξαγωγείς υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι το Κατάρ με 30 εκατομμύρια μετρικούς τόνους ετησίως, η Μαλαισία με 23 και η Ινδονησία με 20, ενώ στον αντίποδα οι κυριότεροι εισαγωγείς είναι η Ιαπωνία με 70 εκατομμύρια μετρικούς τόνους ετησίως, η Νότια Κορέα με 30 και η Ισπανία με 24 (Kumar, 2011b). Όπως είναι φανερό, τα στοιχεία αυτά

διαφέρουν σημαντικά από τα αντίστοιχα των κυριότερων εξαγωγέων φυσικού αερίου σε αέρια μορφή, καθώς η Ρωσία, που αποτελεί για παράδειγμα τον κυριότερο παραγωγό φυσικού αερίου, πραγματοποιεί τις εξαγωγές τις σχεδόν αποκλειστικά μέσω των μεγάλων αγωγών που ξεκινούν από τα εδάφη της. Το παρακάτω διάγραμμα περιγράφει αναλυτικά τις προβλέψεις για το πώς θα εξελιχθεί η ζήτηση και η προσφορά του LNG τα επόμενα έτη, ανά περιοχή του παγκόσμιου χάρτη.



Διάγραμμα 10: Εξέλιξη των εισαγωγών και εξαγωγών LNG κατά περιοχή (bcm/y) (Wood, 2012)

3.3 ΟΙ ΥΠΟΔΟΜΕΣ LNG

Όπως αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το φυσικό αέριο μεταφέρεται, είτε μέσω δικτύων αγωγών που συνδέουν τις περιοχές από όπου εξορύσσεται με τις περιοχές στις οποίες καταναλώνεται, είτε μέσα σε κρυογόνες δεξαμενές μέσω πλοίων, τρενών και φορτηγών. Για να μπορέσει όμως το φυσικό αέριο να αποθηκευτεί στις δεξαμενές αυτές, πρέπει να υποστεί κάποια επεξεργασία, η οποία θα επιτρέψει τον ευκολότερο χειρισμό του σαν φορτίο. Πιο συγκεκριμένα, στις δεξαμενές αυτές το φυσικό αέριο ψύχεται σταδιακά, ώσπου να φτάσει η θερμοκρασία του στους περίπου -162° Κελσίου, θερμοκρασία κατά οποία το καύσιμο διατηρεί την υγρή του μορφή. Με τη διαδικασία αυτή, ο όγκος του καυσίμου μειώνεται κατά 600 περίπου φορές,

γεγονός που ευνοεί τη μεταφορά του με τα διάφορα μεταφορικά μέσα, που διαθέτουν περιορισμένες μεταφορικές ικανότητες σε σχέση με έναν αγωγό. Επίσης, στις εν λόγω δεξαμενές το υγροποιημένο πλέον φυσικό αέριο τηρείται σε συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης.

As of June 2014

World's LNG Liquefaction Plants:

Source: www.globallnginfo.com

<i>On-Stream</i>	<i>Under Construction</i>	<i>Planned</i>
Adgas LNG Plant (UAE)	Australia Pacific LNG Plant (Australia)	Abadi Floating LNG Plant (Indonesia)
Algeria LNG Plants (Algeria)	Colombia/Exmar LNG FLRSU (Colombia)	Arrow LNG Plant (Australia)
Angola LNG Plant (Angola)	Donggi-Senoro LNG Plant (Indonesia)	Baltic LNG Plant (Russia) Cancelled!
Arun LNG Plant (Indonesia)	Gladstone LNG Plant (Australia)	Bonaparte LNG Plant (Australia)
Atlantic LNG Plant (Trinidad & Tobago)	Gorgon LNG Plant (Australia)	Brass LNG Plant (Nigeria)
Bontang LNG Plants (Indonesia)	Ichthys LNG Plant (Australia)	Browse Floating LNG Plant (Australia)
Brunei LNG Plant (Brunei)	Iran (NIOC) LNG Plant (Iran) Suspended!	Cameron LNG Plant (USA)
Damietta LNG Plant (Egypt)	Petronas Floating LNG-1 Plant (Malaysia)	Cove Point LNG Plant (USA)
Darwin LNG Plant (Australia)	Prelude Floating LNG Plant (Australia)	Delta Caribe LNG Plant (Venezuela) Suspended!
EG LNG Plant (Equatorial Guinea)	Queensland Curtis LNG Plant (Australia)	Douglas Channel LNG Barge Plant (Canada)
Egyptian LNG Plant (Egypt)	Sabine Pass LNG Plant (USA)	Fisherman's Landing LNG Plant (Australia)
Kenai LNG Plant (Alaska, USA)	Wheatstone LNG Plant (Australia)	Freeport LNG Plant (USA)
Marsa El Brega LNG plant (Libya)		Gulf LNG Plant (Papua New Guinea) Cancelled!
MLNG Satu Plant (Malaysia)		Jordan Cove LNG Plant (USA)
MLNG Dua Plant (Malaysia)		Kitimat LNG Plant (Canada)
MLNG Tiga Plant (Malaysia)		Lake Charles LNG Plant (USA)
Nigerian LNG Plant (Nigeria)		LNG Canada Plant (Canada)
Nordic (Skangass) LNG Plant (Norway)		Olokola LNG Plant (Nigeria)
North West Shelf LNG Plant (Australia)		Pacific Northwest LNG Plant (Canada)
Oman & Qalhat LNG Plant (Oman)		Pars LNG Plant (Iran) Suspended!
Peru LNG Plant (Peru)		Persian LNG Plant (Iran) Suspended!
Pluto LNG Plant (Australia)		Petronas Floating LNG-2 Plant (Malaysia)
PNG LNG Plant (Papua New Guinea)		Scarborough (Pilbara) LNG Plant (Australia)
Qatargas I LNG Plant (Qatar)		Shtokman LNG Plant (Russia)
Qatargas II LNG Plant (Qatar)		Sunrise LNG Plant (Australia)
Qatargas III,IV LNG Plant (Qatar)		Vladivostok LNG Plant (Russia)
RasGas I LNG Plant (Qatar)		Yamal LNG Plant (Russia)
RasGas II LNG Plant (Qatar)		
RasGas III LNG Plant (Qatar)		
Sakhalin LNG Plant (Russia)		
Snohvit LNG Plant (Norway)		
Tangguh LNG Plant (Indonesia)		
Yemen LNG Plant (Yemen)		

Πίνακας 3: Τερματικοί σταθμοί υγροποίησης φυσικού αερίου (www.globallnginfo.com)

Είναι λοιπόν σαφές ότι, για την ανάπτυξη του εμπορίου του υγροποιημένου φυσικού αερίου απαιτείται η αύξηση του αριθμού εγκαταστάσεων για την υγροποίηση, αποθήκευση, υποδοχή και επαναμετατροπή του στην αρχική του αέρια μορφή. Για την υγροποίηση του φυσικού αερίου απαιτούνται εξειδικευμένες εγκαταστάσεις, τις οποίες όπως είναι λογικό διαθέτουν οι χώρες που εξάγουν φυσικό αέριο. Πιο αναλυτικά,

σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Ιουνίου 2014 (www.globalnginfo.com), αυτή τη στιγμή λειτουργούν τριάντα τρεις (33) εγκαταστάσεις υγροποίησης (liquefaction plants) σε είκοσι μία χώρες, ενώ βρίσκονται υπό κατασκευή άλλες δώδεκα (12) εγκαταστάσεις και ακόμα είκοσι επτά (27) βρίσκονται στο στάδιο της σχεδίασης.

Από την άλλη πλευρά, ο αριθμός των σταθμών επαναμετατροπής του LNG σε αέρια μορφή (regasification terminals) είναι σαφώς μεγαλύτερος, καθώς οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται στις χώρες που εισάγουν φυσικό αέριο που είναι περισσότερες. Αυτή τη στιγμή λειτουργούν εκατόν ένας (101) σταθμοί σε περισσότερες από σαράντα χώρες παγκοσμίως, ενώ είκοσι δύο (22) ακόμη βρίσκονται υπό κατασκευή. Σε φάση σχεδίασης βρίσκονται ακόμα σαράντα τέσσερις (44) σταθμοί. Επίσης, πλέον από το Δεκέμβριο του 2013 εγκαινιάστηκε, όπως αναφέραμε στην εισαγωγή, και η πρώτη πλωτή εγκατάσταση εξόρυξης, υγροποίησης, αποθήκευσης και τροφοδότησης LNG, το γνωστό Prelude της Shell, που αποτελεί το μεγαλύτερο πλοίο στον κόσμο.

Ωστόσο, το ίδιο απαραίτητες είναι και οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης του LNG, είτε προκειμένου να αποθηκευτεί το καύσιμο, έως ότου προκύψει η ανάγκη του τελικού καταναλωτή π.χ. για τη θέρμανση σπιτιών και λοιπών εγκαταστάσεων κατά τους χειμερινούς μήνες, είτε έως ότου φορτωθεί στα πλοία μεταφοράς του. Μάλιστα στη δεύτερη περίπτωση, ολόκληρα φορτία ενδέχεται να φορτωθούν ή να ξεφορτωθούν από τα πλοία μεταφοράς στις δεξαμενές αποθήκευσης. Στις εγκαταστάσεις αυτές, εκτός από το ζήτημα της μόνωσής τους που είναι ιδιαίτερος σημαντικό, προκειμένου να αποτρέπεται, όσο το δυνατόν, η εξάτμιση του καυσίμου στην ατμόσφαιρα, ιδιαίτερης σημασίας είναι και το θέμα της αποφυγής επαφής του καυσίμου με το τοίχωμα του πλοίου κατά τη διαδικασία της φορτοεκφόρτωσης, καθώς κάτι τέτοιο θα προκαλούσε φθορές σε αυτό, με καταστροφικές συνέπειες σε ορισμένες περιπτώσεις.

World's LNG Regasification Terminals:

Source: www.globallnginfo.com

<i>On-Stream:</i>	<i>Under Construction:</i>	<i>Planned:</i>
Adriatic (Rovigo) LNG Terminal (Italy)	Arun LNG Terminal (Indonesia)	Adria LNG Terminal (Croatia)
Altamira LNG Terminal (Mexico)	Bear Head LNG Terminal (Canada) Cancelled!	Bradwood Landing LNG Terminal (USA) Cancelled!
Andres LNG Terminal (Dominican Rep.)	Beihai (Guangxi) LNG Terminal (China)	Cacouna LNG Terminal (Canada) Suspended!
Bahia Blanca GasPort (Argentina)	Boryeong LNG Terminal (S. Korea)	Calhoun LNG Terminal (USA) Cancelled!
Bahia LNG FSRU (TRBA) (Brazil)	Brindisi LNG Terminal (Italy) Cancelled!	Canvey LNG Terminal (UK) Suspended!
Barcelona LNG Terminal (Spain)	Diefu (Shenzhen) LNG Terminal (China)	Casotte Landing LNG Terminal (USA) Cancelled!
Bilbao LNG Terminal (Spain)	Dunkirk LNG Terminal (France)	Cilacap LNG FSRU (Indonesia)
Brunnsviksholme LNG Terminal (Sweden)	Ei Musel LNG Terminal (Spain) Stalled!	Corpus Christi LNG Terminal (USA) Suspended!
Cameron LNG Terminal (USA)	GNL del Plata LNG FSRU (Uruguay)	Creole Trail LNG Terminal (USA) Cancelled!
Canaport LNG Terminal (Canada)	Hachinohe LNG Terminal (Japan)	Crown Landing LNG Terminal (USA) Cancelled!
Cartagena LNG Terminal (Spain)	Hainan LNG Terminal (China)	East-Central Java LNG FSRU (Indonesia)
Chita I,II,III LNG Terminals (Japan)	Hitachi LNG Terminal (Japan)	Ennore LNG Terminal (India)
Cove Point LNG Terminal (USA)	Jieyang (Yuedong) LNG Terminal (China)	Fujairah (Emirates) LNG Terminal (UAE)
Dabhol LNG Terminal (India)	Kita Kyushu LNG Terminal (Japan)	Gioia Tauro (Medgas) LNG Terminal (Italy)
Dahej LNG Terminal (India)	Klaipedos LNG FSRU (Lithuania)	Goldboro LNG Terminal (Canada) Cancelled!
Dalian LNG Terminal (China)	Lampung LNG FSRU (Indonesia)	Ingleside Energy LNG Terminal (USA) Suspended!
Dragon LNG Terminal (UK)	Pagbilao (Quezon) LNG Terminal (Philippines)	Jordan Cove LNG Terminal (USA) Cancelled!
Elba Island LNG Terminal (USA)	Porto Empedocle LNG Terminal (Italy)	Kitimat LNG Terminal (Canada) Cancelled!
Energia Costa Azul LNG Terminal (Mexico)	Samcheok LNG Terminal (S. Korea)	Le Havre LNG Terminal (France) Suspended!
Escobar GasPort (Argentina)	Shandong LNG Terminal (China)	Levan (Falcione) LNG Terminal (Albania)
Everett LNG Terminal (USA)	Shin-Sendai LNG Terminal (Japan)	LionGas LNG Terminal (Netherlands) Cancelled!
Fos Cavaou LNG Terminal (France)	Swinoujscie LNG Terminal (Poland)	Lumut (Lahad Datu) LNG FSU Terminal (Malaysia)
Fos Tonkin (Fos-Sur-Mer) LNG Terminal (France)		Mangalore LNG Terminal (India)
Freeport LNG Terminal (USA)		Mashal LNG Terminal (Pakistan)
Fujian LNG Terminal (China)		Mundra LNG Terminal (India)
Fukuoka LNG Terminal (Japan)		Oregon LNG Terminal (USA) Cancelled!
Futtsu LNG Terminal (Japan)		Pengerang LNG Terminal (Malaysia)
Gate LNG Terminal (Netherlands)		Port Arthur LNG Terminal (USA) Cancelled!
Golden Pass LNG Terminal (USA)		Port Dolphin Deepwater LNG Port (USA)
Guanabara LNG FSRU (Brazil)		Priolo (Augusta) LNG Terminal (Italy) Cancelled!
Guangdong LNG Terminal (China)		Rabaska LNG Terminal (Canada)
Gulf Gateway GasPort (USA) decommissioned!		Rosignano LNG Terminal (Italy)
Gulf LNG (Clean Energy) Terminal (USA)		SemanGas (ASG) LNG Terminal (Albania)
Gwangyang LNG Terminal (S. Korea)		Shannon LNG Terminal (S. Ireland)
Hatsukaichi LNG Terminal (Japan)		Soma LNG Terminal (Japan)
Hazira LNG Terminal (India)		Sonora LNG Terminal (Mexico)
Higashi-ohgishima LNG Terminal (Japan)		Sparrows Point LNG Terminal (USA)
Himeji I LNG Terminal (Japan)		Tenerife LNG Terminal (Canary Isl.- Spain)
Himeji II LNG Terminal (Japan)		Texada LNG Terminal (Canada) Suspended!
Huelva LNG Terminal (Spain)		Trieste LNG Terminal (Italy)
Incheon LNG Terminal (S. Korea)		Vasiliko LNG Terminal (Cyprus) Suspended!
Ishikari LNG Terminal (Japan)		Vista del Sol LNG Terminal (USA) Cancelled!
Isle of Grain LNG Terminal (UK)		Weaver's Cove LNG Terminal (USA) Cancelled!
Izmir (Aliaga) LNG Terminal (Turkey)		Wilhelmshaven LNG Terminal (Germany) Suspended!
Jebel Ali (Dubai) LNG FSRU (UAE)		
Jiangsu Rudong LNG Terminal (China)		
Joetsu LNG Terminal (Japan)		
Kagoshima LNG Terminal (Japan)		
Kawago LNG Terminal (Japan)		
Kochi LNG Terminal (India)		
Lake Charles LNG Terminal (USA)		
Livorno LNG FSRU (Italy)		
Manzanillo LNG Terminal (Mexico)		

Mamara LNG Terminal (Turkey)		
Mejillones LNG Terminal (Chile)		
Melaka LNG FSU Terminal (Malaysia)		
Mina Al-Ahmadi GasPort (Kuwait)		
Mizushima LNG Terminal (Japan)		
Montoir-d-Bretagne LNG Terminal (France)		
Nagasaki Work LNG Terminal (Japan)		
Naoetsu LNG Terminal (Japan)		
Negishi LNG Terminal (Japan)		
Neptune Deepwater LNG Port (USA)		
Niigata LNG Terminal (Japan)		
Northeast Gateway GasPort (USA)		
Nusantara LNG FSRU (Indonesia)		
Ohgishima LNG Terminal (Japan)		
Oita LNG Terminal (Japan)		
Panigaglia LNG Terminal (Italy)		
Pecem LNG FSRU (Brazil)		
Penuelas LNG Terminal (Puerto Rico)		
Pyeong Taek LNG Terminal (S. Korea)		
Quintero LNG Terminal (Chile)		
Rayong LNG Terminal (Thailand)		
Reganosa (EL Ferrol) LNG Terminal (Spain)		
Revithoussa LNG Terminal (Greece)		
Sabine Pass LNG Terminal (USA)		
Sagunto LNG Terminal (Spain)		
Sakai LNG Terminal (Japan)		
Sakaide LNG Terminal (Japan)		
Senboku I,II LNG Terminal (Japan)		
Shanghai LNG Terminal (China)		
Shin Minato Works LNG Terminal (Japan)		
Sines LNG Terminal (Portugal)		
Singapore LNG Terminal (Singapore)		
Sodeshi LNG Terminal (Japan)		
South Hook LNG Terminal (UK)		
Sudegaura LNG Terminal (Japan)		
Taichung LNG Terminal (Taiwan)		
Teesside GasPort (England)		
Tianjin (Tangshan) LNG Terminal (China)		
Tianjin LNG FSRU (China)		
Tobata LNG Terminal (Japan)		
Tongyeong LNG Terminal (S. Korea)		
Yanai LNG Terminal (Japan)		
Yokkaichi LNG Terminal (Japan)		
Yokkaichi Works LNG Terminal (Japan)		
Yung An LNG Terminal (Taiwan)		
Zeebrugge LNG Terminal (Belgium)		
Zhejiang Ningbo LNG Terminal (China)		
Zhuhai LNG Terminal (China)		

Πίνακας 4: Εγκαταστάσεις επαναμετατροπής LNG σε αέρια μορφή (www.globalindinfo.com)

Να επισημανθεί ότι, οι μέγιστες επιτρεπόμενες απώλειες λόγω εξάτμισης ανέρχονται σε 0,1% της ποσότητας του αποθηκευμένου καυσίμου ανά ημέρα, δεδομένου ότι η μόνωση των δεξαμενών είναι απολύτως επαρκής. Στα πλοία μεταφοράς LNG, υπάρχουν εγκαταστάσεις επανυγροποίησης του

καυσίμου που χάνει την υγρή του μορφή και εξατμίζεται στα ανώτερα στάδια των δεξαμενών (boil-off gas) και η αποτελεσματικότητά τους φτάνει στο 0,3% του εξατμιζόμενου αερίου (Kumar, 2011b). Στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης ξηράς, το υγροποιημένο φυσικό αέριο αποθηκεύεται σε διπλών τοιχωμάτων μεταλλικές δεξαμενές, αντίστοιχες με αυτές των πλοίων, από αλουμίνιο ή ατσάλινες με επικάλυψη νικελίου στο εσωτερικό, καλυμμένες πλήρως από μονωτικό υλικό και με προστατευτικές επιστρώσεις εξωτερικά για τις καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, για αποθήκευση πάνω από την επιφάνεια του εδάφους μπορεί να υπάρξουν τσιμεντένιες δεξαμενές, πλήρως ελεγμένες για τη μόνωση τους. Τέλος, για την αποθήκευση του εν λόγω καυσίμου όπως είναι φυσικό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ειδικά διαμορφωμένοι χώροι κάτω από την επιφάνεια της γης. Ωστόσο, οι υπέργειες δεξαμενές είναι πιο ελκυστικές, λόγω του γεγονότος ότι είναι πιο εύκολη η ανίχνευση διαρροών σε αυτές, αλλά και η συντήρηση και επισκευή τους.

Βέβαια, πρέπει να αναφέρουμε ότι το κόστος για τη δημιουργία των υποδομών αυτών που σχετίζονται με την εφοδιαστική αλυσίδα του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι ιδιαίτερα υψηλό και για το λόγο αυτό η διαδικασία από το σχεδιασμό τους έως και την ολοκλήρωσή τους αποτελεί ένα ζήτημα με πολλές παραμέτρους που καλούνται να λάβουν σοβαρά υπόψη οι εταιρείες του χώρου. Οι εξελίξεις στην αγορά του φυσικού αερίου είναι τόσο ραγδαίες, που πολλές φορές αναγκάζουν τις εταιρείες να εγκαταλείπουν ακόμα και έργα, για το σχεδιασμό των οποίων απαιτήθηκαν χρόνια εντατικής δουλειάς και πολλά χρήματα. Για το λόγο αυτό, πολλές εγκαταστάσεις υγροποίησης ή υποδοχής ή σταθμοί επαναμετατροπής του LNG σε αέρια μορφή, έμειναν στα χαρτιά και η κατασκευή τους μετατέθηκε χρονικά ή ακόμα και ακυρώθηκε (Wood, 2012).

Πιο συγκεκριμένα, η σχετικά πρόσφατη ανακάλυψη του σχιστολιθικού αερίου, οδήγησε πολλές εγκαταστάσεις υποδοχής LNG που σχεδιάζονταν να κατασκευαστούν στις ΗΠΑ και τον Καναδά να παραμείνουν στα σχέδια. Επίσης, η ανακάλυψη αυτή προκάλεσε αναταραχή στις τιμές του φυσικού αερίου, με αποτέλεσμα το εισαγόμενο LNG να παραμένει ανταγωνιστικό μονάχα κατά τη διάρκεια των εποχιακών αυξήσεων της ζήτησης, όταν δηλαδή υπήρχαν μεγάλες απαιτήσεις για θέρμανση σπιτιών και άλλων εγκαταστάσεων, κατά την περίοδο των χειμερινών μηνών. Το γεγονός αυτό

κατέστησε τις επενδύσεις σε υποδομές που σχετιζόταν με το LNG αναξιόπιστες, ως προς το ενδεχόμενο μιας σχετικά εύκολης απόσβεσής τους και φυσικά οδήγησε στη ματαίωση της κατασκευής τους. Ωστόσο, αυτό συνέβη κυρίως στη Βόρεια Αμερική, γιατί ενώ κοιτάσματα σχιστολιθικού αερίου έχουν ανακαλυφθεί και σε άλλες περιοχές του πλανήτη, στις περιοχές αυτές οι διαδικασίες εξόρυξης βρίσκονται σε πολύ πρώιμα στάδια και οι συνθήκες (περιβαλλοντικοί περιορισμοί και αυξημένος αριθμός απαιτούμενων γεωτρήσεων) δεν επιτρέπουν την άμεση αλλαγή του τοπίου της αγοράς (Wood, 2012).

Ειδικότερα, όταν τα έργα αυτά πρόκειται να κατασκευαστούν σε περιοχές με μεγάλες πολιτικές εντάσεις (π.χ. Βόρεια Αφρική), οι επενδυτές είναι πολύ πιο επιφυλακτικοί στη χρηματοδότηση του έργου. Όπως όλα τα άλλα έργα εντάσεως κεφαλαίου, έτσι και οι υποδομές LNG είναι συνήθως χρηματοδοτούμενες σαν ένα εξολοκλήρου έργο (project finance). Αυτή η μορφή χρηματοδότησης περιλαμβάνει το δανεισμό χρημάτων στην εταιρεία που είναι η ανάδοχος του έργου, η οποία αναλαμβάνει την κατασκευή του εν λόγω έργου, αλλά και την εκμετάλλευσή του για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, προκειμένου να αποπληρώνει το χρέος μέσω των χρηματοροών που θα εισέρχονται στην εταιρεία στο διάστημα αυτό. Το επιτόκιο δανεισμού φυσικά εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως φυσικά τις προϋπολογισθείσες χρηματοροές, αλλά και τις γεωπολιτικές συνθήκες της περιοχής. Συνήθως, σε έργα με μεγάλη πολιτική επικινδυνότητα, εφαρμόζεται η τακτική της διανομής του κινδύνου σε περισσότερους επενδυτές, ώστε να μειωθεί το αντίστοιχο ποσοστό της συμμετοχής τους, προκειμένου η επένδυση να είναι πιο δελεαστική (Pierro, 2013).

Ταυτόχρονα, η πρόσφατη δημιουργία ενός νέου τύπου πλοίου μεταφοράς LNG λειτουργεί αποτρεπτικά για νέες επενδύσεις στο χώρο. Πιο συγκεκριμένα, τα τελευταία χρόνια οι επιστήμονες σε συνεργασία με τις εταιρείες του χώρου της ενέργειας, προσπαθούν να εισάγουν στην αγορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου ένα νέο τύπο πλοίου μεταφοράς LNG, το οποίο θα εφοδιάζεται με καύσιμο από κάποιο σταθμό υγροποίησης, επίγειο ή FLNG, και αφού τελειώσει το ταξίδι του στο λιμάνι του προορισμού του, θα διαθέτει την τεχνολογία να αποσυμπιέζει το υγροποιημένο φυσικό αέριο εν πλω και να το παραδίδει σε αέρια μορφή συνδεδεμένο απευθείας στο δίκτυο

αγωγών διανομής της περιοχής. Με τον τρόπο αυτό, δε θα απαιτείται πλέον η δημιουργία επίγειων σταθμών επαναμετατροπής του LNG σε αέρια μορφή, στις χώρες που εισάγουν το εν λόγω καύσιμο.

Μέχρι πρόσφατα, τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου έπρεπε να παραδίδουν το καύσιμο που μετέφεραν σε κάποιο επίγειο σταθμό, όπου το καύσιμο με την κατάλληλη επεξεργασία επανακτούσε την αρχική του αέρια μορφή, προκειμένου να είναι έτοιμο για κατανάλωση. Η νέα αυτή τεχνολογία, η οποία είναι σχετικά φτηνή και γρήγορη στην τοποθέτησή της, σε σχέση με το κόστος και το χρόνο κατασκευής ενός αντίστοιχου επίγειου σταθμού, θα μειώσει τις επενδύσεις σε τέτοιες εγκαταστάσεις και οι ειδικοί ισχυρίζονται ότι θα επιφέρει ακόμα μεγαλύτερη μείωση του κόστους του φυσικού αερίου. Ωστόσο, η τεχνολογία αυτή έχει το μειονέκτημα του χαμηλότερου ρυθμού επαναεριοποίησης του LNG, σε σχέση με τον αντίστοιχο μίας επίγειας εγκατάστασης. Ήδη εταιρείες όπως η “Excellerate Energy” και η “Hoegh LNG” έχουν αναπτύξει εφοδιαστικές αλυσίδες που βασίζονται στη νέα αυτή τεχνολογία στα LNG carriers (Sonmez, 2013).

3.4 ΠΛΟΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ LNG ΓΙΑ ΠΡΩΣΗ

Όπως αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το LNG χρησιμοποιείται τα τελευταία σαράντα χρόνια για την πρόωση των πλοίων που το μεταφέρουν (LNG carriers) με την εκμετάλλευση κυρίως του ποσοστού του καυσίμου που χάνει την υγρή του μορφή μέσα στις κρυογόνες δεξαμενές και εξατμίζεται στα ανώτερα στάδια των δεξαμενών αυτών (boil-off gas). Ωστόσο, το μεγάλο ζήτημα που προκύπτει στις μέρες μας, είναι εάν η χρήση του καυσίμου αυτού μπορεί να επεκταθεί και σε άλλους τύπους πλοίων, προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές των ρύπων των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τη ναυτιλία. Επίσης, προκύπτει το δίλημμα της δυνατότητας απόσβεσης ή μη του κόστους χτισίματος ενός ακριβότερου πλοίου που χρησιμοποιεί LNG για πρόωση, έναντι ενός άλλου χαμηλότερου κόστους πλοίου που παραδοσιακά καταναλώνει διάφορα παράγωγα πετρελαίου. Ένα δεύτερο δίλημμα είναι αυτό της δυνατότητας ή μη απόσβεσης μιας τυχόν μετασκευής των μηχανών και των δεξαμενών ενός παραδοσιακού δεξαμενόπλοιου, προκειμένου να

μετατραπεί σε πλοίο μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (Acciario, 2014).

Είναι απόλυτα λογικό να αναμένουμε ότι μία επένδυση τέτοιου μεγέθους θα απέδιδε καλύτερα σε πλοία που περνάνε τον περισσότερο τους χρόνο σε περιοχές περιορισμένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ECAs), αλλά και γενικότερα σε λιμάνια που βρίσκονται κοντά σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Για το λόγο αυτό τα πλοία μεταφοράς αυτοκινήτων (Roll-on/Roll-off Ships), τα μικρού μεγέθους δεξαμενόπλοια (handysize tankers), αλλά και τα κρουαζιερόπλοια αποτελούν τους ιδανικούς τύπους πλοίων, που μπορούν να υποστηρίξουν μια τέτοιου μεγέθους επένδυση, λόγω του γεγονότος ότι σύμφωνα με στατιστικές οι τρεις αυτοί τύποι πλοίων ξοδεύουν μεγάλο ποσοστό του χρόνου τους στις περιοχές που προαναφέραμε. Το ίδιο συμβαίνει βέβαια και με μικρότερα πλοία, τα οποία κινούνται συνέχεια σε περιοχές περιορισμένων εκπομπών, όπως οι φορτηγίδες που χρησιμοποιούνται για το ξεφόρτωμα (lightering) των μεγάλων φορτηγών πλοίων, τα πλοία που εκτελούν βυθοκορήσεις στα λιμάνια και λοιπά βοηθητικά πλοία.

Βέβαια, για να γίνουμε πιο σαφείς θα πρέπει να αναλύσουμε περισσότερο το κόστος μίας τέτοιας επένδυσης. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της μετασκευής ενός πλοίου, προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιεί υγροποιημένο φυσικό αέριο για την πρόωση του, θα πρέπει αρχικά να γίνει τροποποίηση του ίδιου του σκάφους, ώστε να μπορέσει να ενσωματωθεί η βασική δεξαμενή χρήσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου. Κάτι τέτοιο είναι απολύτως απαραίτητο, καθώς οι τυπικές δεξαμενές LNG είναι σαφέστατα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες παραδοσιακές δεξαμενές πετρελαίου, οι οποίες ταιριάζουν ευκολότερα στην τυπική δομή ενός πλοίου. Η αποθήκευση του LNG απαιτεί επιπρόσθετο χώρο, καθώς το φυσικό αέριο στην υγρή του μορφή καταλαμβάνει λίγο παραπάνω από το διπλάσιο σε όγκο, σε σχέση με το αντίστοιχης ενεργειακής απόδοσης προϊόν πετρελαίου.

Επιπλέον, οι απαιτήσεις ασφαλείας είναι ιδιαίτερα μεγάλες κατά το σχεδιασμό και την τοποθέτηση μίας δεξαμενής αποθήκευσης LNG. Το γνωστότερο παράδειγμα μετασκευής πλοίου, ώστε να χρησιμοποιεί για πρόωση το εν λόγω καύσιμο, είναι το “M/V Bit Viking”. Για τους ανωτέρω λόγους, η είσοδος περισσότερων πλοίων στο χώρο του LNG ενδείκνυται κυρίως για νεότευκτα πλοία, καθώς σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία το

κόστος των μετασκευών είναι αναλογικά πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της κατασκευής ενός νέου σκάφους (Burel, 2013).

Μάλιστα, ο Burel προέβη και σε μία σχετική έρευνα για το χρόνο απόσβεσης μίας τέτοιας επένδυσης κατά το χτίσιμο ένα μικρού σε μέγεθος δεξαμενόπλοιου (handysize tanker), βασιζόμενος σε στατιστικά στοιχεία για τα ταξίδια αυτού του τύπου πλοίου. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά έλαβε υπόψη το κόστος τοποθέτησης των μηχανών πρόωσης, το οποίο σύμφωνα με στοιχεία του 2013 ανερχόταν σε 13 εκατομμύρια ευρώ για μηχανές καύσης LNG και σε 3 εκατομμύρια ευρώ για τις αντίστοιχες πετρελαίου. Έπειτα, προχώρησε υπολογίζοντας το κόστος των καυσίμων σε τετρακόσια (400) ευρώ ανά τόνο για το LNG, σε επτακόσια εξήντα (760) ευρώ ανά τόνο για το MDO, σε πεντακόσια είκοσι οχτώ (528) ευρώ ανά τόνο για το HFO, με μία ετήσια αύξηση του κόστους των καυσίμων κατά 2,5%.

Επιπρόσθετα, υπολογίζοντας το κόστος συντήρησης σε 2,5 εκατομμύρια ευρώ ανά kWh για το LNG και σε 3,5 εκατομμύρια ευρώ ανά kWh για τα MDO/HFO, και το χρηματοοικονομικό κόστος της επένδυσης σε 5% με περίοδο αποπληρωμής τα 5 έτη χωρίς υπολειμματική αξία, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, για τον εν λόγω τύπο πλοίου η επένδυση αυτή μπορεί να αρχίσει να αποδίδει κέρδη από την έναρξη του 4^{ου} κιόλας έτους. Δηλαδή, με την έναρξη του τέταρτου έτους μετά την επένδυση αυτή η λειτουργία του πλοίου θα είναι κερδοφόρα, γεγονός το οποίο είναι πολύ σπάνιο για μία τόσο μεγάλη επένδυση. Τέλος, έλαβε υπόψη μία πιθανή αύξηση της τιμής του LNG. Αν η τιμή του φτάσει στα επίπεδα τιμών του HFO, η περίοδος απόδοσης κερδών της επένδυσης αυξάνεται κατά μία πενταετία, ενώ ακόμα και αν η τιμή του LNG ανέρθει στο 120% της τιμής του HFO, η αύξηση του χρόνου απόδοσης κερδών από την επένδυση αυξάνεται μονάχα κατά 8 χρόνια σε σχέση με τον αρχικό. Ένας αντίστοιχος υπολογισμός σε περίπτωση μετασκευής ενός πλοίου είναι πολύ πιο δύσκολος, λόγω των πολλών παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Βέβαια, υπάρχουν και άλλα θέματα που πρέπει να επιλυθούν, προκειμένου να γίνει σαφής η αποδοτικότητα μίας τέτοιας επένδυσης. Ένα τέτοιο θέμα είναι και η διαθεσιμότητα χρήσης του LNG. Την παρούσα στιγμή, οι υποδομές για τον εφοδιασμό υγροποιημένου φυσικού αερίου στα πλοία μεταφοράς του και τα λοιπά πλοία που χρησιμοποιούν το εν λόγω καύσιμο για

πρόωση είναι περιορισμένες σε σχέση με τις αντίστοιχές του πετρελαίου και των προϊόντων αυτού. Το γεγονός αυτό περιορίζει τους διαχειριστές τέτοιων πλοίων αναφορικά με το σχεδιασμό των ταξιδιών τους, καθώς απαιτείται τα πλοία να διέρχονται από τα σημεία ανεφοδιασμού και αυτό είναι ένα ζήτημα, το οποίο χρήζει άμεσης αλλαγής για την επέκταση του LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο. Πολλές φορές μάλιστα, τα πλοία απαιτείται να κάνουν μεγάλες παρακάμψεις, προκειμένου να ανεφοδιαστούν με καύσιμα. Για το λόγο αυτό είναι προφανής η ανάγκη δημιουργίας σταθμών ανεφοδιασμού LNG δίπλα στους αντίστοιχους πετρελαίου, ώστε να είναι ανά πάσα στιγμή διαθέσιμο για τα πλοία που το χρησιμοποιούν, και να μην έχουν συγκριτικό μειονέκτημα έναντι των υπολοίπων πλοίων που χρησιμοποιούν πετρέλαιο για την πρόωσή τους (Burel, 2013).

Από την άλλη μεριά, μία ενδεχόμενη αύξηση των περιοχών περιορισμένων εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου (π.χ. ένταξη της Μεσογείου στις ECAs) θα αποτελούσε έναν σημαντικό παράγοντα για την περαιτέρω αύξηση των πλοίων που χρησιμοποιούν LNG, λόγω των τεράστιων ποσοστών μείωσης των εκπομπών των ανωτέρω αερίων, που επιτυγχάνονται με τη χρήση του εν λόγω καυσίμου, καθώς και της ανταγωνιστικής τιμής του έναντι των καθαρότερων προϊόντων πετρελαίου, όπως αναλύσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Προς την ίδια κατεύθυνση, θα οδηγήσει και η αποδοχή από το σύνολο των κρατών και των λιμενικών τους αρχών, της χρήσης LNG στις περιοχές ευθύνης τους, καθώς μέχρι στιγμής αυτή δεν επιτρέπεται σε όλα τα λιμάνια του πλανήτη. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μία αμφισβήτηση, ως προς την ασφαλή φύση του υγροποιημένου φυσικού αερίου ως καύσιμο για την πρόωση των πλοίων. Θεωρείται βέβαιο, πως η αναγνώριση της τεράστιας σημασίας του καυσίμου θα έρθει με την οριστικοποίηση και έκδοση του διεθνούς κώδικα για τα πλοία που χρησιμοποιούν για την πρόωσή τους LNG (International Gas-Fuelled Ships Code ή απλά IGF Code), ο οποίος βρίσκεται στα τελικά του στάδια και αναμένεται εντός των επόμενων ετών (Acciario, 2014).

Σύμφωνα με στοιχεία του 2013, από τα φορτηγά πλοία του παγκόσμιου στόλου μόνο τριάντα τέσσερα (34) χρησιμοποιούν για την πρόωσή τους υγροποιημένο φυσικό αέριο, ενώ μέχρι το 2015 αναμένεται να προστεθούν στην κατηγορία αυτή ακόμα τριάντα ένα (31) πλοία. Η κατηγορία αυτή δεν

συμπεριλαμβάνει τα πλοία μεταφοράς του εν λόγω καυσίμου (LNG carriers), ούτε και τα πλοία που πλέουν σε λίμνες και ποτάμια. Τα περισσότερα από τα πλοία αυτά βρίσκονται στη Νορβηγία, και πρόκειται για περίπου είκοσι (20) μικρά φέριμποτ τα οποία διασχίζουν τα Νορβηγικά φιόρδ. Μάλιστα, το “M/V Viking Lady” είναι ένα από αυτά τα πλοία, το οποίο χρησιμοποιεί LNG, όχι μονάχα για την πρόωσή του, αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω των ηλεκτρομηχανών του. Άλλο παράδειγμα αποτελεί το “M/F Bergensfjord”, το οποίο έχει μήκος εκατόν είκοσι εννέα μέτρων και μπορεί να μεταφέρει διακόσια δώδεκα αυτοκίνητα και πεντακόσιους ογδόντα επτά επιβάτες.

3.5 TA FLNG ΠΛΟΙΑ

Στις μέρες μας, λόγω των μεγάλων αναγκών σε ενέργεια και της συνεπακόλουθης αυξημένης κατανάλωσης, τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων περιορίζονται σταδιακά και όπως είναι λογικό αναζητούνται νέα κοιτάσματα σε πιο δύσβατες και απομακρυσμένες περιοχές του πλανήτη. Το ίδιο συμβαίνει φυσικά και με το φυσικό αέριο. Μάλιστα την τελευταία πενταετία έχουν ανακαλυφθεί πολλά και μεγάλα κοιτάσματα σε περιοχές των ωκεανών με πολύ μεγάλα βάθη ή στις περιοχές κοντά στους πόλους, όπου για την εξόρυξη τους απαιτούνται χρόνια σκληρής προετοιμασίας και έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίζεται ότι πάνω από 240 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια από τα παγκόσμια αποθέματα σε φυσικό αέριο βρίσκονται σε υποθαλάσσια κοιτάσματα και το μεγαλύτερο τμήμα αυτών σε μεγάλα βάθη. Ο αριθμός αυτός αποτελεί φυσικά ένα μεγάλο ποσοστό των παγκόσμιων αποθεμάτων, που όπως είναι φυσικό δεν πρέπει να παραμείνει ανεκμετάλλευτο.

Παραδοσιακά, το φυσικό αέριο από τα υποθαλάσσια κοιτάσματα μεταφέρεται σε εγκαταστάσεις στη ξηρά για περαιτέρω επεξεργασία, ώστε να ικανοποιεί τις προδιαγραφές του τελικού καταναλωτή, μέσω ενός δικτύου αγωγών. Η διαδικασία αυτή μπορεί να είναι αντισυμβατική, καθώς μια παραδοσιακή εγκατάσταση υγροποίησης στη ξηρά για την εκμετάλλευση του υποθαλάσσιου φυσικού αερίου απαιτεί δύο κατασκευές, μία στη ξηρά και μία στη θάλασσα (πλατφόρμα εξόρυξης). Στο πρόβλημα αυτό ήρθε να δώσει τη λύση το έργο της παράκτιας επιπλέουσας εγκατάστασης υγροποιημένου

φυσικού αερίου ή offshore floating liquefied natural gas (FLNG), όπως είναι ευρέως γνωστό.

Πρόκειται για ένα έργο, το οποίο ενσωματώνει όλα τα στάδια της διαδικασίας εξόρυξης φυσικού αερίου και μετατροπής του σε υγροποιημένο φυσικό αέριο σε μία μόνο εγκατάσταση. Μάλιστα, η επιλογή της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται σε μία τέτοια εγκατάσταση αποτελεί ένα πολύ δύσκολο έργο, λόγω του περιορισμένου χώρου που διαθέτει, καθώς και του αφιλόξενου θαλασσίου περιβάλλοντος, στο οποίο είναι σχεδιασμένη να λειτουργεί. Η ιδανική τεχνολογία είναι αυτή που καταλαμβάνει όσο μικρότερο, κατά το δυνατό, χώρο και έχει όσο μεγαλύτερη, κατά το δυνατόν, απόδοση.



Σχήμα 2: Το πρώτο FLNG πλοίο (Prelude) (www.shell.com)

Η τεχνολογία που έχει επικρατήσει για τις εγκαταστάσεις αυτές είναι αυτή του τροποποιημένου μεικτού ενιαίου ψυκτικού ή modified single mixed refrigerant (MSMR), η οποία συνδυάζει το συμπαγές μέγεθος με την υψηλή απόδοση της διπλής διαδικασίας ψύξης. Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή συνδυάζει την ενσωμάτωση της διαδικασίας υγροποίησης με αυτή της εξωτερικής ψύξης, που απαιτείται κατά την εν λόγω διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, ένα ποσοστό από το ψυχρό υγροποιημένο φυσικό αέριο

χρησιμοποιείται για την ψύξη που απαιτείται κατά τη διαδικασία υγροποίησης και αποθήκευσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου της εγκατάστασης. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μείωση του λειτουργικού κόστους της εγκατάστασης, αλλά και των απαιτήσεων σε χώρο (Huslin, 2014).

Βέβαια, όπως αναφέραμε προηγουμένως, οι πλωτές αυτές εγκαταστάσεις είναι σχεδιασμένες για να λειτουργούν εντός του αφιλόξενου θαλασσίου περιβάλλοντος σε μικρές ή μεγαλύτερες αποστάσεις από την πλησιέστερη ακτή. Για αυτό το λόγο, θα πρέπει να έχει υπάρξει αντίστοιχη πρόβλεψη κατά τη σχεδίαση, ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στους διάφορους κινδύνους που μπορούν να προκύψουν, οι οποίοι οφείλονται κυρίως στον άνεμο, τα κύματα και τα θαλάσσια ρεύματα. Μάλιστα, σε ορισμένες περιοχές μεγάλου ενεργειακού ενδιαφέροντος οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να είναι ιδιαίτερα υψηλοί (π.χ. οι τυφώνες στον Κόλπο του Μεξικού). Το γεγονός αυτό, περιπλέκει το σχεδιασμό και τη λειτουργία μιας τέτοιας εγκατάστασης, δεδομένου ότι πρόκειται για μία εγκατάσταση που πρόκειται να είναι αγκυροβολημένη σε ένα συγκεκριμένο σημείο εντός της θάλασσας και να εφοδιάζει τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου που θα δένουν πάνω της.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, μία από τις σημαντικότερες μελέτες αναφορικά με τους θαλάσσιους κινδύνους που έχει να αντιμετωπίσει μία τέτοια πλωτή εγκατάσταση έγινε από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο σε συνεργασία με κάποιες εταιρείες του χώρου. Η μελέτη αυτή αφορά στην ανάπτυξη μίας πλωτής εγκατάστασης εξόρυξης, υγροποίησης, αποθήκευσης, αλλά και επαναμετατροπής του LNG σε αέρια μορφή με την ονομασία "GIFT project". Η εγκατάσταση αυτή θα είναι αγκυροβολημένη μέσω ενός συστήματος πρόσδεσης σε έναν πλωτό πυργίσκο, ώστε να υπάρχει η απαραίτητη ευελιξία κινήσεων που απαιτείται, και να μπορεί να αντιμετωπίσει τις ασκούμενες πιέσεις από τον άνεμο, τα κύματα και τα θαλάσσια ρεύματα.

Ταυτόχρονα, όταν το ύψος των κυμάτων είναι μεγαλύτερο από 1,25 μέτρα (μέγιστο επιτρεπόμενο όριο για την ομαλή λειτουργία των ρυμουλκών που βοηθούν στην πρόσδεση των πλοίων μεταφοράς LNG επί της εγκατάστασης) και μικρότερο από 2,5 μέτρα (μέγιστο επιτρεπόμενο όριο για την διαδικασία εκφόρτωσης) η εγκατάσταση αυτή είναι σχεδιασμένη με τις επιπρόσθετες πλαϊνές προπέλες που διαθέτει στην πρύμνη της (stern thrusters)

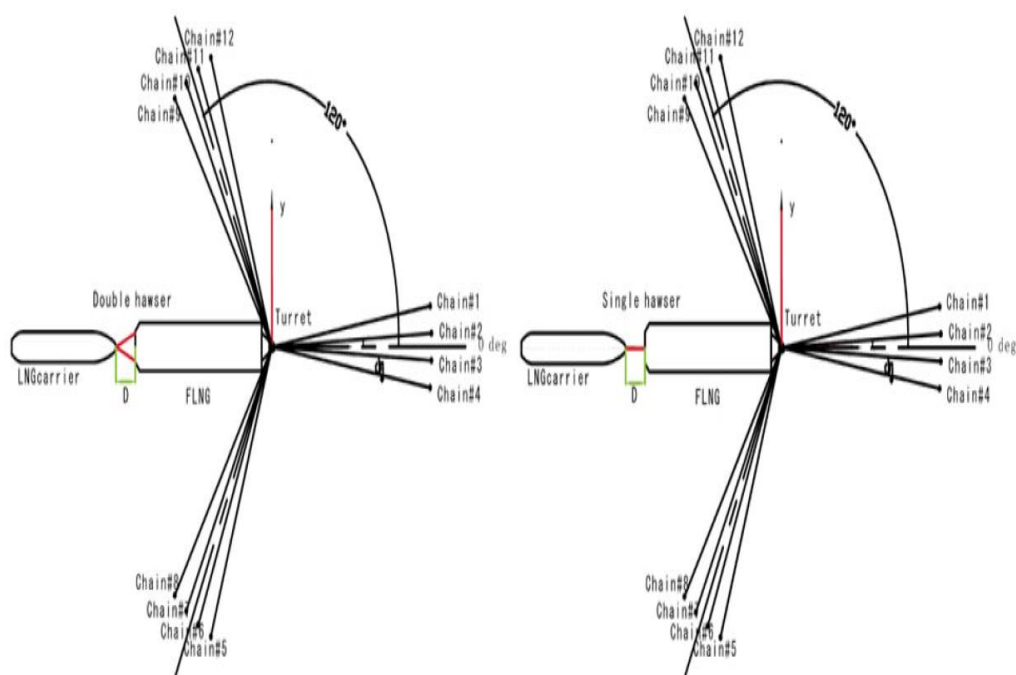
να κινείται σε μία λοξή γωνία ως προς την κίνηση της θάλασσας και με τον τρόπο αυτό να λειτουργεί σαν κυματοθραύστης, επιτρέποντας την απρόσκοπτη λειτουργία των ρυμουλκών. Επιπλέον, για να μειωθεί το μέγεθος των κινήσεων της εγκατάστασης είναι εφοδιασμένη με ένα ζεύγος πλαϊνών πτερύγιων κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, τα οποία αυξάνουν σε μεγάλο βαθμό την υδροδυναμική του σκάφους και ευνοούν την αδράνεια αυτού (Boulougouris, 2008).

Ουσιαστικά, οι αντικειμενικοί σκοποί της μελέτης αυτής είναι η αναζήτηση της αποδοτικότερης λύσης για τη μείωση των κινήσεων του τερματικού σταθμού, τη μείωση της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στα πλαϊνά της εγκατάστασης, καθώς και τη μείωση του μεγέθους των πλαϊνών πτερυγίων, ώστε να μη δημιουργούν προβλήματα στα πλοία που παραβάλουν επί της εγκατάστασης και να μειωθεί το κατασκευαστικό κόστος. Επίσης, στοχεύει στη μείωση των φορτίων που αναπτύσσονται από τον κυματισμό του σκάφους. Αξίζει να σημειωθεί βέβαια, ότι η πολυπλοκότητα της σχεδίασης ενός τόσο μεγάλου και ακριβού έργου είναι τέτοια, που απαιτεί το συνυπολογισμό πολλών παραγόντων, αλλά και τον επιμέρους υπολογισμό άλλων τοπικών παραμέτρων, όπως φυσικά και των ιδιαίτερων προτιμήσεων από πλευράς των επενδυτών (Boulougouris, 2008).

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που προκύπτει σε ένα FLNG έργο, είναι ο καθορισμός της διάταξης, κατά τη διαδικασία της πρόσδεσης των πλοίων μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου επί της πλωτής εγκατάστασης. Οι έως τώρα μελέτες κάνουν λόγο για δύο διαφορετικούς τρόπους. Ο πρώτος αφορά την διάταξη εφ ενός ζυγού, δηλαδή το ένα πίσω από το άλλο, όπου το πλοίο μεταφοράς προβλέπεται να αγκυροβολεί και να δένει με την πλώρη του στην πρύμνη του αντίστοιχου FLNG πλοίου. Η διάταξη αυτή είναι συνήθης και ασφαλής όταν πρόκειται για τον εφοδιασμό πετρελαίου από πλωτές δεξαμενές στα δεξαμενόπλοια. Ωστόσο, στην περίπτωση του εφοδιασμού με υγροποιημένο φυσικό αέριο χρήζει ιδιαίτερης προσοχής, λόγω των θερμοκρασιών που πρέπει να τηρούνται στις γραμμές ροής, καθώς και πολλών άλλων παραγόντων.

Στη διάταξη αυτή, η πιο σημαντική παράμετρος που πρέπει να εξετάζεται είναι η απόσταση μεταξύ των δύο πλοίων, ώστε να υπάρχει μία περιορισμένη μεν, αλλά άκρως απαραίτητη δε, ευελιξία κινήσεων μεταξύ των

δύο σκαφών. Σημαντικός επίσης είναι και ο τρόπος πρόσδεσης σε μία τέτοια διάταξη. Δύο διαφορετικές μέθοδοι πρόσδεσης εξετάζονται, προκειμένου να καθοριστεί ποια μέθοδος είναι η κατάλληλη σε κάθε περίπτωση, με βάση τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της κάθε μίας. Η πρώτη αφορά την πρόσδεση με ένα συρματόσχοινο, το οποίο θα ενώνει την πλώρη του πλοίου μεταφοράς LNG με το κεντρικό σημείο της πρύμνης της πλωτής εγκατάστασης, ενώ στην δεύτερη περίπτωση η πρόσδεση θα γίνεται με δύο συρματόσχοινα που θα ξεκινούν από την πλώρη του πλοίου μεταφοράς LNG και θα καταλήγουν στα δύο ακραία σημεία της πρύμνης του FLNG πλοίου.

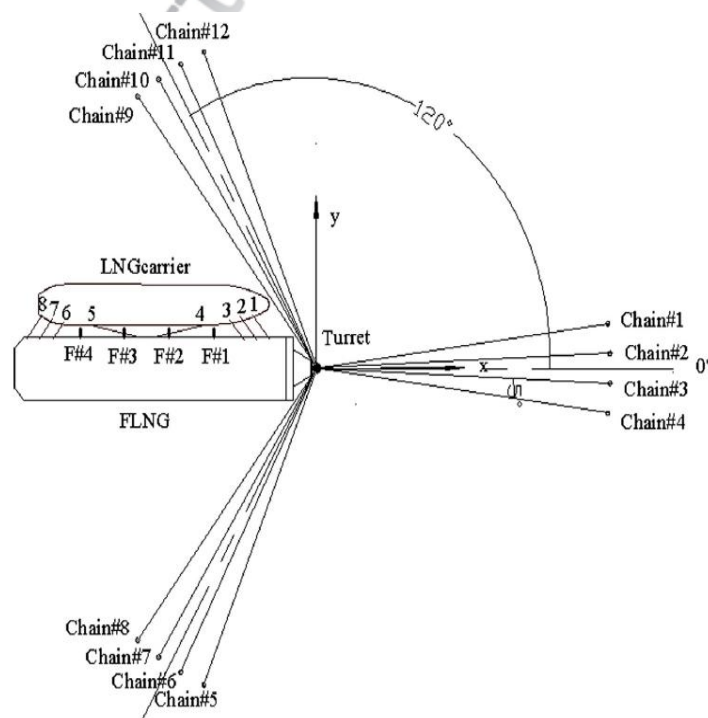


Σχήμα 3: Εφ ενός ζυγού διάταξη για τις μεθόδους πρόσδεσης με διπλό και μονό συρματόσχοινο (Zhao, 2013)

Και στις δύο περιπτώσεις εμφανίζεται το φαινόμενο της “ουράς του ψαριού”, δηλαδή της περιστροφικής κίνησης των πλοίων μεταφοράς γύρω από το σημείο πρόσδεσης τους στον τερματικό σταθμό. Εύλογα μπορεί κανείς να αντιληφθεί, ότι στην δεύτερη περίπτωση η κίνηση αυτή περιορίζεται και για το λόγο αυτό η μέθοδος πρόσδεσης αυτή είναι ιδανική για περιοχές με ακραία καιρικά φαινόμενα, καθώς προσφέρει μεγαλύτερη σταθερότητα. Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνονται οι δύο αυτές μέθοδοι πρόσδεσης στην περίπτωση της διάταξης εφ ενός ζυγού, όπου το πλοίο μεταφοράς

υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι αγκυροβολημένο και δεμένο στην πρύμνη του FLNG πλοίου δημιουργώντας μία νοητή ευθεία γραμμή μεταξύ τους (Zhao, 2013).

Η δεύτερη διάταξη αφορά στην παραβολή του πλοίου μεταφοράς LNG επί του αντίστοιχου FLNG πλοίου. Στην περίπτωση αυτή έχουμε δηλαδή μία “πλευρά με πλευρά” ή “side by side” διάταξη, όπου η πρόσδεση των δύο πλοίων μεταξύ τους γίνεται με συρματόσχοινα, τα οποία ενώνουν την πρύμνη και την πλώρη, αλλά και λοιπά ενδιάμεσα σημεία του πλοίου μεταφοράς LNG με τα αντίστοιχα κοντινότερα σε αυτά σημεία της πλωτής εγκατάστασης. Επιβοηθητικό ρόλο έχουν και κάποιοι ειδικοί προφυλακτήρες, οι οποίοι τοποθετούνται μεταξύ των δύο αυτών πλοίων, προκειμένου να αποφευχθεί το ενδεχόμενο κάποιας σύγκρουσης μεταξύ τους, λειτουργώντας σαν μαξιλάρι που απορροφά τις πιέσεις και τους κραδασμούς που αναπτύσσονται ανάμεσα στα δύο πλοία και που τα ωθούν να πλησιάσουν το ένα με το άλλο. Ουσιαστικά, προσδίδουν σταθερότητα στη διάταξη αυτή, ώστε τα δύο πλοία να κινούνται σαν ένα ενιαίο σώμα στο νερό, γεγονός που αυξάνει την ασφάλεια κατά τη διαδικασία του εφοδιασμού. Στο παρακάτω διάγραμμα εμφανίζεται η διάταξη αυτή με τη χρήση οχτώ συρματόσχοινων και τεσσάρων προφυλακτών για την πρόσδεση των δύο πλοίων (Zhao, 2014).



Σχήμα 4: Παράλληλη ή πλευρά με πλευρά διάταξη πρόσδεσης (Zhao, 2014)

Ωστόσο, και σε αυτήν τη διάταξη υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν προβλήματα. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να ληφθεί υπόψη η υδροδυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο πλοίων, η οποία λαμβάνει μεγάλες διαστάσεις, λόγω της μεγάλης γειτνίασης των δύο σκαφών και η οποία μπορεί να αυξήσει την πίεση που ασκείται στα συρματόσχοινα που χρησιμοποιούνται για την πρόσδεση των δύο πλοίων μέχρι και 39,7%. Σε κάποιες μελέτες γύρω από τη μείωση αυτής την αλληλεπίδρασης, γίνεται λόγος για τοποθέτηση ενός άκαμπτου καλύμματος στην ελεύθερη επιφάνεια μεταξύ των δύο πλοίων, με σκοπό να εμποδίσει τη μεγάλη κυματοειδή ταλάντωση που αναπτύσσεται μεταξύ δύο σκαφών σε μία παράλληλη διάταξη (Zhao, 2012).

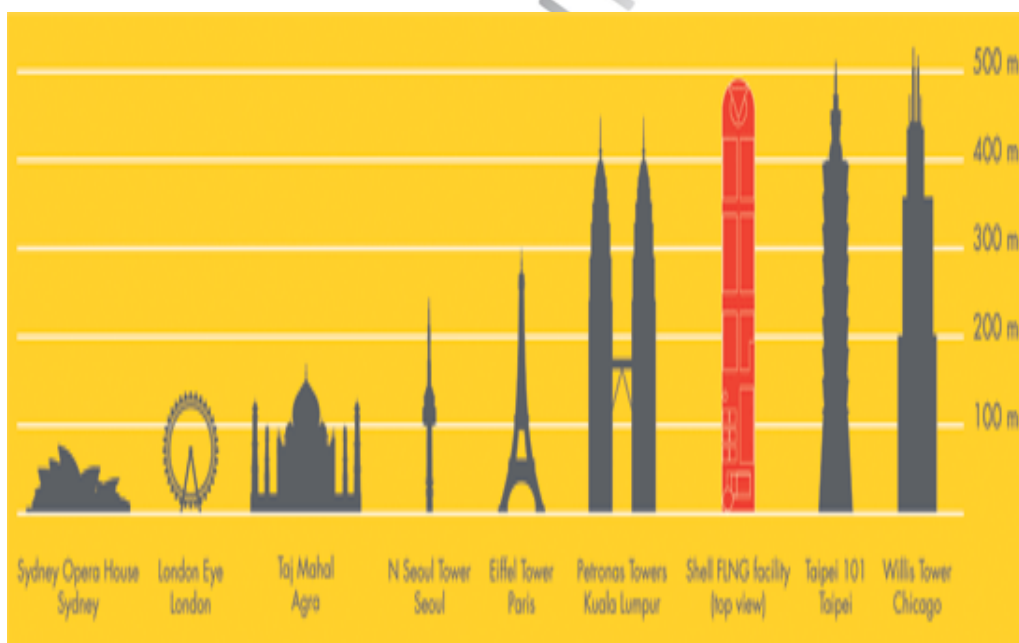
3.6 PRELUDE

Αν και πολλές εταιρείες του χώρου της ενέργειας, είτε μόνες τους, είτε σε συνεργασία μεταξύ τους, σχεδιάζουν την υλοποίηση τόσο μεγάλων επενδυτικών προγραμμάτων, η πρώτη που κατάφερε να υλοποιήσει ένα τέτοιου μεγέθους έργο είναι η Shell, με την κατασκευή του πρώτου FLNG πλοίου, με την ονομασία Prelude. Το πλοίο αυτό έκανε το παρθενικό του ταξίδι το Δεκέμβριο του 2013 για να αγκυροβολήσει, όπως αναφέραμε στην εισαγωγή, σε μία θαλάσσια λεκάνη 475 χιλιομέτρα βορειοανατολικά από το Μπρουμ της Δυτικής Αυστραλίας. Πρόκειται για ένα πλοίο μήκους τετρακοσίων ογδόντα οχτώ (488) μέτρων, και πλάτους εβδομήντα τεσσάρων (74) μέτρων, το οποίο κατασκευάστηκε στο ναυπηγείο “Samsung Heavy Industries” της Νότιας Κορέας. Η κατασκευή του διήρκεσε λίγο περισσότερο από έναν χρόνο, το οποίο αποτελεί χρόνο ρεκόρ για ένα πλοίο τέτοιου μεγέθους. Μάλιστα, σύμφωνα με αναλυτές το κόστος του υπολογίζεται ανάμεσα σε 10,8 και 12,6 δισεκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια.

Αποτελεί την μεγαλύτερη πλωτή εγκατάσταση που έχει δημιουργηθεί ποτέ και πιστεύεται ότι θα βοηθήσει πολύ στην εξόρυξη νέων πηγών ενέργειας. Υπολογίζεται ότι θα παράγει ετησίως 3,6 εκατομμύρια τόνους υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), 1,3 εκατομμύρια τόνους συμπιεσμένου φυσικού αερίου (CNG) και 0,4 εκατομμύρια τόνους υγροποιημένου αερίου πετρελαίου (LPG) και θα συμβάλει ιδιαίτερα στην ικανοποίηση της

αυξανόμενης ζήτησης για τα ανωτέρω καύσιμα. Το Prelude και οι μετέπειτα απόγονοι του, θα επιτρέψουν στη Shell και σε όσες άλλες εταιρείες επιχειρήσουν αντίστοιχα έργα, να εξορύσσουν φυσικό αέριο μέσα στη θάλασσα, να το μετατρέπουν σε υγροποιημένο φυσικό αέριο εν πλω και στη συνέχεια να το μεταφορτώνουν απευθείας στα πλοία μεταφοράς LNG, τα οποία θα το μεταφέρουν στους πελάτες τους.

Θα δώσουν δηλαδή στις εταιρείες του χώρου τη δυνατότητα, να εκμεταλλευτούν ακόμα και τα πιο απομακρυσμένα από την ακτή κοιτάσματα φυσικού αερίου, των οποίων η σύνδεση με μία επίγεια εγκατάσταση υγροποίησης δεν είναι οικονομικά βιώσιμη. Η οικονομική ζωή ενός τέτοιου έργου υπολογίζεται περίπου στα είκοσι πέντε έτη, όπως είναι και στην περίπτωση του Prelude. Επιπλέον, υπάρχει πρόβλεψη, ώστε το εν λόγω πλοίο να αντέχει κάτω από πολύ αντίξοες καιρικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, το Prelude μπορεί να αντέξει μέχρι και κυκλώνα κατηγορίας 5 (www.shell.com).



Σχήμα 5: Σύγκριση του μήκους του Prelude με το ύψος διαφόρων διάσημων κατασκευών.

Οι αποθηκευτικές ικανότητες του Prelude είναι όπως είναι φυσικό ιδιαίτερα μεγάλες και αντιστοιχούν σε περίπου εκατόν εβδομήντα πέντε (175) πισίνες Ολυμπιακών διαστάσεων. Μάλιστα, τα τοιχώματα των δεξαμενών αυτών είναι ειδικά κατασκευασμένα, ώστε να μπορούν να αντέχουν τους κραδασμούς από την κίνηση του υγροποιημένου φυσικού αερίου εντός αυτών,

σε περιπτώσεις δυσμενών καιρικών συνθηκών. Επιπλέον, το συνολικό του εκτόπισμα σε πλήρη φόρτο υπολογίζεται σε εξακόσιες χιλιάδες τόνους. Αν και πρόκειται για μία τόσο μεγάλη πλωτή εγκατάσταση, το μέγεθός του δε ξεπερνά ούτε το 25% του μεγέθους μίας αντίστοιχης παραγωγικότητας επίγειας εγκατάστασης υγροποίησης φυσικού αερίου (www.shell.com).

Η τεχνολογία που έχει χρησιμοποιηθεί στο έργο αυτό είναι αντίστοιχη με αυτή μιας επίγειας εγκατάστασης με τις κατάλληλες μετατροπές που απαιτούνται, ώστε να μπορεί να λειτουργεί στο αφιλόξενο θαλάσσιο περιβάλλον. Επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί και ειδικές αντλίες για την πρόσληψη θαλασσίου ύδατος εντός της εγκατάστασης, για τη χρήση του στη ψύξη του φυσικού αερίου, κατά τη διαδικασία υγροποίησης του. Ταυτόχρονα, διαθέτει δύο βραχίονες για τη διαδικασία εφοδιασμού των πλοίων μεταφοράς LNG, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στις δύο πλευρές του, καθώς για τη διαδικασία αυτή έχει επιλεγεί ως ιδανικότερη η παράλληλη διάταξη μεταξύ των δύο πλοίων, όπως αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο (www.shell.com).

Είναι εύκολο να διαπιστώσει κανείς ότι, τα οφέλη από ένα τόσο μεγάλο έργο είναι πολλαπλά. Υπολογίζεται ότι θα δημιουργήσει περίπου τριακόσιες πενήντα άμεσα και εξακόσιες πενήντα έμμεσα συνδεδεμένες θέσεις εργασίας. Επίσης, θα συνδράμει σημαντικά στα έσοδα της Αυστραλίας, μέσω της πληρωμής των σχετικών φόρων, ενώ θα δημιουργήσει περαιτέρω ευκαιρίες για ανάπτυξη νέων τοπικών επιχειρήσεων. Για τους λόγους αυτούς, η Αυστραλιανή Κυβέρνηση παραχώρησε την περιβαλλοντική έγκριση για τη δημιουργία του συγκεκριμένου έργου το Νοέμβριο του 2010. Μάλιστα, στο έργο αυτό χρησιμοποιήθηκαν σημαντικά πολύ λιγότερα υλικά, σε σχέση με αυτά που θα χρησιμοποιούνταν σε διαφορετική περίπτωση, για μία αντίστοιχης παραγωγικότητας επίγεια εγκατάσταση υγροποίησης, καθώς και τη θαλάσσια εξέδρα εξόρυξης, αλλά και τη μεταξύ τους σύνδεση μέσω ενός αγωγού. Ταυτόχρονα, η επεξεργασία του φυσικού αερίου σε κοντινότερο σημείο σε σχέση με το πηγάδι εξόρυξης του, μειώνει δραστικά το ενδεχόμενο ρύπανσης ή ακόμα και καταστροφής του ιδιαίτερου ευαίσθητου παράκτιου περιβάλλοντος (www.pumpindustryanalyst.com, Oct 2009).

Το έργο αυτό ουσιαστικά ανήκει σε μία κοινοπραξία εταιρειών, όπου η Shell αποτελεί το βασικό μέτοχο. Στην κοινοπραξία αυτή συμμετέχουν η Inprex

με 17,5%, η Kogas με 10% και η Opic με 5%. Καθ' όλη τη διάρκεια του έργου, η εν λόγω κοινοπραξία είχε σαν στρατηγικούς εταίρους τις εταιρείες Technip και Samsung Heavy Industries (Technip Samsung Consortium). Αυτή τη στιγμή, και άλλες εταιρείες του χώρου ετοιμάζουν τη δική τους απάντηση στο FLNG Prelude Project της Shell. Η Petronas σε συνεργασία με την Technip και την Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering ετοιμάζουν το δικό τους πλωτό τερματικό σταθμό υγροποίησης, ο οποίος σχεδιάζεται να τοποθετηθεί στη Μαλαισία. Η Petrobras σχεδιάζει τη δική της εγκατάσταση για να την τοποθετήσει στην λεκάνη Σάντος της Βραζιλίας. Η Ιαπωνική Inpex αντίστοιχα σχεδιάζει τη δική της, για την εκμετάλλευση του κοιτάσματος Abadi στη θάλασσα Τιμόρ μεταξύ Ινδονησίας και Αυστραλίας. Επίσης, η Exxon Mobil Corp και η Chevron κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση με το σχεδιασμό των δικών τους FLNG πλοίων (www.pumpindustryanalyst.com, Feb 2008, Aug 2009, Jan 2010).

4. ΥΠΟΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

4.1 Η ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΝΟΣ FLNG ΠΛΟΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΙΑΚΗ ΑΟΖ

Αναμφισβήτητα, σύμφωνα με τα όσα αναφέραμε στα προηγούμενα κεφάλαια, αποδεικνύεται ότι η αγορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι μία πολύ αναπτυσσόμενη αγορά. Στην ανάπτυξή της συνδράμει, όπως είναι λογικό, και η νέα σχετικά είσοδος των FLNG πλοίων στην εν λόγω αγορά. Στο σημείο αυτό της παρούσας μελέτης θα γίνει μία υπόθεση εργασίας, αναφορικά με την τοποθέτηση μίας τέτοιας πλωτής εγκατάστασης υγροποίησης φυσικού αερίου στο θαλάσσιο χώρο νοτιώς της Κύπρου, εντός της Κυπριακής ΑΟΖ (Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης) και συγκεκριμένα στο οικόπεδο 12 αυτής. Ο θαλάσσιος αυτός χώρος επιλέχθηκε, λόγω της πρόσφατης ανακάλυψης ενός μεγάλου κοιτάσματος φυσικού αερίου με την ονομασία Αφροδίτη στο χώρο αυτό μετά από μακροχρόνιες έρευνες, που ακόμα βρίσκονται σε εξέλιξη. Για την ακρίβεια, το κοιτάσμα αυτό βρίσκεται στα όρια της Κυπριακής ΑΟΖ και της αντίστοιχης Ισραηλινής.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με επίσημες δηλώσεις του Υπουργού Ενέργειας της Κυπριακής Δημοκρατίας τον Απρίλιο του 2014, οι εκπρόσωποι της Αμερικάνικης εταιρείας Noble Energy International Ltd, που είναι η ανάδοχος του έργου των ερευνών στο οικόπεδο 12, σε συνεργασία με την Ισραηλινών συμφερόντων Delek Group, κάνουν λόγο για μία μεγάλη ποσότητα φυσικού αερίου στο σημείο εκείνο και αν οι πληροφορίες αυτές επαληθευτούν θα πρόκειται για ένα κοιτάσμα, το οποίο θα ανέρχεται από τρία έως έξι τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια, που αν και μικρότερο από τις αρχικές προβλέψεις, είναι ωστόσο άκρως ικανοποιητικό. Τα στοιχεία αυτά προκύπτουν από την πρώτη επιβεβαιωτική γεώτρηση που έφτασε στα 18.865 πόδια σε βάθος. Εντός του 2014 θα ακολουθήσει και δεύτερη επιβεβαιωτική γεώτρηση για το εν λόγω κοιτάσμα, ώστε να καθοριστεί επακριβώς το μέγεθός του. Επιπλέον, στο ίδιο οικόπεδο της Κυπριακής ΑΟΖ θα λάβει χώρα νέα ερευνητική γεώτρηση για άλλο κοιτάσμα εντός του τρέχοντος έτους.

Ο χώρος αυτός επιλέχθηκε για την υπόθεση εργασίας, και λόγω των ιδιαιτεροτήτων της Κύπρου, καθώς όπως είναι γνωστό πρόκειται για μία χώρα, η οποία είναι χωρισμένη στα δύο μετά την κατάληψη του βορείου τμήματος του νησιού από τα Τουρκικά στρατεύματα το 1974. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διεκδίκηση δικαιωμάτων από την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων φυσικού

αερίου στο θαλάσσιο της χώρα και από τις δύο πλευρές, καθώς μέχρι σήμερα δεν έχει επιτευχθεί η επίλυση του Κυπριακού ζητήματος. Ταυτόχρονα, η γεωπολιτική θέση της Κύπρου, η οποία βρίσκεται στη Μεσόγειο θάλασσα, μια κλειστή από τρία στενά ναυσιπλοΐας θάλασσα (Γιβραλτάρ στα δυτικά, Σουέζ στα νοτιοανατολικά και Βόσπορο στα βορειοανατολικά) και κοντά σε περιοχές που την παρούσα στιγμή φλέγονται από την πυρά του πολέμου (Λωρίδα της Γάζας, Βηρυτό), είναι ιδιαίτερος σημαντική. Αξίζει να σημειωθεί ότι το λιμάνι της Λεμεσού, που είναι το μεγαλύτερο της Κύπρου, αποτελεί τον τελευταίο σταθμό για τα πλοία που επιθυμούν να διέλθουν τη διώρυγα του Σουέζ με προορισμό τον Περσικό Κόλπο, περνώντας φυσικά μέσα από το κόλπο του Άντεν, μία περιοχή όπου ανθεί η δράση των Σομαλών πειρατών τα τελευταία χρόνια.

Η τοποθέτηση ενός FLNG πλοίου στην περιοχή αυτή προϋποθέτει να προβούμε σε κάποιες παραδοχές, οι οποίες είναι απαραίτητες να γίνουν, προκειμένου να καθορίσουμε με ακρίβεια το πεδίο δράσης εντός του οποίου θα κινηθεί η υπόθεση εργασίας μας. Αρχικά, θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι το μέγεθος του κοιτάσματος που έχει βρεθεί θα επιβεβαιωθεί στην πραγματικότητα. Δηλαδή, η εξόρυξη του φυσικού αερίου θα πραγματοποιηθεί μόνο εφόσον οι προβλέψεις αποδειχθούν ρεαλιστικές, το οποίο όπως είναι φυσικό αποτελεί την βασική προϋπόθεση για μία τέτοια επένδυση. Αναμφισβήτητα, μία τόσο μεγάλη επένδυση προϋποθέτει μία ελάχιστη παραγόμενη ποσότητα φυσικού αερίου, προκειμένου να επιτευχθεί κάποια στιγμή η απόσβεσή της και τελικά να καταλήξει να είναι επικερδής για τους επενδυτές. Όπως αναφέραμε παραπάνω, η δεύτερη επιβεβαιωτική γεώτρηση θα ξεδιαλύνει πλήρως το τοπίο αναφορικά με τα αποθέματα του εν λόγω κοιτάσματος.

Στη συνέχεια, θα πρέπει να αναφέρουμε για διευκόλυνση των αναγνωστών, ότι η εκμετάλλευση της ΑΟΖ κάθε κράτους είναι ένα ζήτημα το οποίο καθορίζεται σε όλο το εύρος του και με πλήρη σαφήνεια στη διεθνή συνθήκη του ΟΗΕ περί δικαίου της θάλασσας (1982), οπότε το νομικό πλαίσιο της όλης εκμετάλλευσης του κοιτάσματος είναι πλήρως καθορισμένο. Σύμφωνα με τη συνθήκη αυτή, δικαίωμα εκμετάλλευσης των θαλάσσιων πόρων μίας θαλάσσιας περιοχής, έχει μόνο το κυρίαρχο κράτος που βρέχεται από τη θάλασσα αυτή ζώνη, σε απόσταση έως και διακόσια ναυτικά μίλια από

την ακτή, που στην περίπτωση μας είναι ξεκάθαρα η Κυπριακή Δημοκρατία. Οποιαδήποτε αμφισβήτηση και διεκδίκηση από Τουρκικής πλευράς είναι πλήρως ανυπόστατη, καθώς τα κατεχόμενα από τον Τουρκικό στρατό εδάφη της Βόρειας Κύπρου δεν αποτελούν ένα διεθνώς αναγνωρισμένο κράτος. Επιπλέον, το οικόπεδο 12 βρίσκεται, όπως αναφέραμε προηγουμένως νοτίως της Κύπρου στη θαλάσσια περιοχή μεταξύ Κύπρου και Ισραήλ και αυτό καθιστά ακόμα πιο σαφές το ποιος έχει το δικαίωμα εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων που βρίσκονται σε αυτό.

Ταυτόχρονα, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι την παρούσα στιγμή η Κυπριακή Δημοκρατία σε συνεργασία με τις εταιρείες που έχουν αναλάβει τις έρευνες σε κάποια από τα 13 οικόπεδα της Κυπριακής ΑΟΖ (Noble, Eni, Kogas και Total) προγραμματίζουν την κατασκευή ενός τερματικού σταθμού υγροποίησης φυσικού αερίου στην περιοχή του Βασιλικού, που βρίσκεται στην νότια πλευρά της Κύπρου, σε απόσταση τριάντα χιλιομέτρων νοτιοδυτικά της Λάρνακας και είκοσι πέντε ανατολικά της Λεμεσού. Ωστόσο, η κατασκευή μίας τέτοιας εγκατάστασης με παραγωγική ικανότητα που θα βασίζεται στα μεγέθη των κοιτασμάτων της Κυπριακής ΑΟΖ (οι αρχικές προβλέψεις κάνουν λόγο για τριάντα εννέα τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια) και φυσικά οι αντίστοιχες πλωτές πλατφόρμες εξόρυξης που θα απαιτηθούν για καθένα από τα διαφορετικά κοιτάσματα της περιοχής αυτής, καθώς και το δίκτυο των αγωγών σύνδεσης αυτών μεταξύ τους, εκτοξεύουν το κόστος εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων σε δυσθεώρητα επίπεδα.

4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι στην ανάλυσή μας θα αναφέρουμε ότι, το κόστος μονάχα για τον επίγειο τερματικό σταθμό υγροποίησης υπολογίζεται να ανέλθει από 18 έως 23 δισεκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια. Οι υπολογισμοί αυτοί βασίζονται στο κόστος αντίστοιχων, μεσαίου μεγέθους και παραγωγικής ικανότητας, εγκαταστάσεων υγροποίησης φυσικού αερίου που χτίστηκαν πρόσφατα στην Παπούα (Νέα Γουινέα), την Αυστραλία, την Αγκόλα και την Ινδονησία (www.arcticgas.gov). Μάλιστα, οι αναλυτές αμφισβητούν έντονα το ενδεχόμενο κερδοφορίας μίας τόσο μεγάλης επένδυσης, βασιζόμενοι στις προβλέψεις των μεγεθών των κοιτασμάτων της περιοχής.

Αντιθέτως, η τοποθέτηση ενός FLNG πλοίου στο οικοπέδο 12 της περιοχής αυτής, όπου έχουν ανακαλυφθεί και τα μεγαλύτερα κοιτάσματα, θα μπορούσε να οδηγήσει στην κατακόρυφη μείωση του κόστους της επένδυσης, καθώς όπως αναφέραμε προηγουμένως, το κόστος κατασκευής του Prelude ανήλθε από 10,8 έως 12,6 δισεκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να τονίσουμε ότι, όπως και στην περίπτωση του Prelude, η πλωτή εγκατάσταση υγροποίησης πρόκειται να συνδεθεί μέσω αγωγών με περισσότερες από μία γεωτρήσεις, έτσι αντίστοιχα και στην δική μας μελέτη ο πλωτός τερματικός σταθμός θα μπορεί να συνδεθεί με όλες τις γεωτρήσεις του οικοπέδου 12. Βέβαια, ενδεχομένως να υπάρξει και σύνδεση των αντίστοιχων γεωτρήσεων των υπολοίπων οικοπέδων της Κυπριακής ΑΟΖ με το FLNG πλοίο, κατόπιν συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων αναδόχων εταιρειών και σύστασης μίας κοινοπραξίας μεταξύ τους, προκειμένου να υπάρξει επιμερισμός του υψηλού κόστους μίας τέτοιας επένδυσης.

Θα πρέπει ακόμα να προσθέσουμε εδώ, ότι τα βάθη στο οικοπέδο 12 της Κυπριακής ΑΟΖ ξεπερνούν τα χίλια μέτρα, σύμφωνα με τους πιο πρόσφατους ναυτικούς χάρτες της περιοχής, ενώ η απόσταση μεταξύ του κοιτάσματος Αφροδίτη και της περιοχής του Βασιλικού ανέρχεται σε 185 χιλιόμετρα, δηλαδή περίπου 100 ναυτικά μίλια. Ως εκ τούτου, η δημιουργία ενός αγωγού για μεταφορά του φυσικού αερίου από την πλατφόρμα εξόρυξης στον τερματικό σταθμό υγροποίησης του φυσικού αερίου στο Βασιλικό, θα αποτελέσει μία επίπονη διαδικασία με μεγάλο κόστος, μεγάλες καθυστερήσεις και αναμφισβήτητα ιδιαίτερα μεγάλο επενδυτικό ρίσκο. Την ίδια στιγμή, η αποκλειστική χρήση του εν λόγω τερματικού σταθμού για την εκμετάλλευση μονάχα των κοιτασμάτων της Κυπριακής ΑΟΖ, θα έκανε την απόσβεση ενός τόσο μεγάλου επενδυτικού εγχειρήματος ιδιαίτερα επισφαλή.

Συνάμα, θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς, ότι η κατασκευή και λειτουργία μίας επίγειας εγκατάστασης υγροποίησης στην περιοχή του Βασιλικού θα μπορούσε να εγείρει και κάποιες διεκδικήσεις από Τουρκικής πλευράς στο μέλλον. Αντίθετα, η τοποθέτηση ενός FLNG πλοίου στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή, όπου έχει βρεθεί το κοιτάσμα Αφροδίτη, δηλαδή στα όρια των δύο ΑΟΖ (Κυπριακής και Ισραηλινής), θα έλυνε πολλά τέτοιου είδους προβλήματα. Την ίδια στιγμή, θα μπορούσε ο πλωτός αυτός σταθμός να συνδεθεί και με τα υπόλοιπα μεγάλα κοιτάσματα, που έχουν ανακαλυφθεί

στην ευρύτερη περιοχή της νοτιοανατολικής Μεσογείου και πιο συγκεκριμένα στην Ισραηλινή ΑΟΖ, όπως αυτά φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα (Λεβιάθαν, Νταλίτ και Ταμάρ).

Το γεγονός αυτό θα έκανε το κόστος της δημιουργίας και τοποθέτησης ενός FLNG πλοίου στην περιοχή να φαντάζει ασήμαντο μπροστά στα διαφαινόμενα κέρδη από την εκμετάλλευση των τεσσάρων αυτών κοιτασμάτων της περιοχής, τα οποία βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Για να καταλάβει κανείς το μέγεθος της κερδοφορίας μίας τέτοιας υποθετικής επένδυσης, αρκεί να γνωρίζει ότι μόνο το κοιτάσμα Λεβιάθαν, που είναι και το μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα, υπολογίζεται σε 18,9 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια, δηλαδή από τρεις έως και έξι φορές μεγαλύτερο από το κοιτάσμα Αφροδίτη.

Θα πρέπει ακόμα να προσθέσουμε, ότι ο πλωτός τερματικός σταθμός θα προσέφερε μεγαλύτερη ασφάλεια συγκριτικά με μια χερσαία Ισραηλινή εγκατάσταση, στην εκμετάλλευση των τριών αυτών κοιτασμάτων φυσικού αερίου, λόγω της εμπόλεμης κατάστασης που διαχρονικά επικρατεί στην ευρύτερη περιοχή της Μέσης Ανατολής.



Σχήμα 6: Τα 13 οικόπεδα της Κυπριακής ΑΟΖ και τα 3 μεγάλα κοιτάσματα της Ισραηλινής ΑΟΖ

Βέβαια, θα πρέπει επίσης να σημειώσουμε, ότι η κατασκευή του επίγειου σταθμού υγροποίησης φυσικού αερίου στην περιοχή του Βασιλικού, ελλοχεύει τον κίνδυνο της περαιτέρω επιβάρυνσης του

περιβάλλοντος της παράκτιας ζώνης της νοτίου πλευράς της Κύπρου, η οποία είναι ήδη επιβαρυνμένη από τη λειτουργία του ηλεκτροπαραγωγού σταθμού της ίδιας περιοχής καύσης μαζούτ, που είναι ο μεγαλύτερος της Κύπρου. Ταυτόχρονα, σε απόσταση πεντακοσίων μέτρων από το σημείο όπου σχεδιάζεται να κατασκευαστεί ο σταθμός αυτός, βρίσκεται η Ναυτική Βάση “Ευάγγελος Φλωράκης” στο Μαρί, όπου στις 11 Ιουλίου του 2011 σημειώθηκε μία μεγάλης ισχύος έκρηξη εκατόν τριάντα εμπορευματοκιβωτίων με όπλα και πυρίτιδα, που βρίσκονταν αποθηκευμένα στο χώρο της Βάσης, με αποτέλεσμα τον θάνατο δεκατριών ατόμων και τον τραυματισμό άλλων εξήντα δύο. Η έκρηξη αυτή θεωρείται η τρίτη μεγαλύτερη στην παγκόσμια ιστορία με τεράστιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή, σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες.

Φυσικά, πρέπει να σταθούμε και στο γεγονός ότι η Μεσόγειος είναι μία κλειστή θάλασσα, όπου η εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων (π.χ. τυφώνες, κυκλώνες) είναι σπάνια. Βασιζόμενοι σε μία σχετικά πρόσφατη μελέτη (Galanis, 2011), η οποία επικεντρώνεται στα χαρακτηριστικά του κύματος στην Μεσόγειο θάλασσα και ειδικότερα στη θαλάσσια περιοχή πέριξ της Κύπρου, γνωρίζουμε ότι το μέσο ύψος του κύματος της περιοχής είναι συγκριτικά χαμηλό και εμφανώς χαμηλότερο των αντιστοίχων που συναντάμε στους ωκεανούς. Ταυτόχρονα, αν και σύμφωνα με το Γεωλογικό Ινστιτούτο της Κύπρου, το νησί βρίσκεται πάνω στην Αφρικανική πλάκα, η οποία κινείται συνεχώς προς τα βόρεια και σπρώχνει την αντίστοιχη ευρωπαϊκή, η σεισμική δραστηριότητα της περιοχής της Κύπρου είναι περιορισμένη τα τελευταία έτη και μάλιστα έχει να συμβεί μεγάλος σεισμός, σε κοντινή σχετικά απόσταση, από το 1999. Έτσι και η πιθανότητα εμφάνισης ενός κύματος “τσουνάμι” στην περιοχή υφίσταται, αλλά στατιστικά είναι ασήμαντη. Βάση των ανωτέρω, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα, ότι η περιοχή αυτή είναι ιδανική για την τοποθέτηση μίας τέτοιας πλωτής εγκατάστασης υδροποίησης φυσικού αερίου.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να προσθέσουμε και τα διαφαινόμενα οφέλη μίας τέτοιας επένδυσης για την Κυπριακή Δημοκρατία, που πλήττεται από υψηλά ποσοστά ανεργίας, λόγω της οικονομικής κρίσης που μαστίζει τις χώρες της Νότιας Ευρώπης. Είναι αδιαμφισβήτητο το γεγονός ότι, μία τέτοιας μεγέθους επένδυση θα μετατρέψει την Κύπρο σε ενεργειακό κόμβο της ευρύτερης περιοχής της Νοτιοανατολικής Μεσογείου και θα δημιουργήσει

νέες θέσεις εργασίας, κατ' αντιστοιχία με τα όσα συμβαίνουν στην Αυστραλία μετά την τοποθέτηση του Prelude. Επίσης, η αύξηση των κρατικών εσόδων από φόρους θα βοηθήσει στην ανάκαμψη και των υπολοίπων τομέων της οικονομίας, που πλήττονται από την κρίση, προκειμένου η χώρα να κινηθεί ξανά σε ρυθμούς ανάπτυξης.

Τέλος, ίσως ο σημαντικότερος λόγος κατασκευής και τοποθέτησης μίας πλωτής εγκατάστασης υγροποίησης φυσικού αερίου στο οικόπεδο 12 της Κυπριακής ΑΟΖ, που θα εκμεταλλεύεται τα κοιτάσματα της ευρύτερης θαλάσσιας περιοχής της νοτιοανατολικής Μεσογείου, είναι το γεγονός ότι η απόσταση από τον κοντινότερο σταθμό υγροποίησης αγγίζει τα περίπου δύο χιλιάδες πεντακόσια ναυτικά μίλια, όσα δηλαδή είναι η απόσταση μεταξύ Κύπρου και Ομάν, όπου βρίσκεται ο αμέσως κοντινότερος σταθμός υγροποίησης. Βέβαια, υπάρχουν και οι τερματικοί σταθμοί υγροποίησης στη Λιβύη, την Αλγερία και την Αίγυπτο, αλλά λόγω των πολιτικών αναταραχών στην ευρύτερη περιοχή της Βόρειας Αφρικής δεν αποτελούν αξιόπιστες λύσεις στο πρόβλημα του εφοδιασμού των πλοίων μεταφοράς LNG.

Όπως είναι λογικό, η μεγάλη αυτή απόσταση μεταξύ της Κύπρου και του αμέσως πιο κοντινού σταθμού υγροποίησης μεταφράζεται σε κόστος για καύσιμα για τα πλοία, αλλά και σε ένα πρόσθετο κόστος, που ανέρχεται κατά μέσο όρο σε εκατό χιλιάδες αμερικανικά δολάρια, το οποίο και απαιτείται για κάθε διέλευση του καναλιού του Σουέζ. Επιπρόσθετα, μόνο για τη διέλευση του καναλιού του Σουέζ, απαιτούνται κατά μέσο όρο δώδεκα με δεκαέξι ώρες και ως εκ τούτου, το συνολικό ταξίδι μεταξύ των δύο αυτών προαναφερόμενων περιοχών μπορεί να διαρκέσει μέχρι και οχτώ ημέρες, με μία οικονομική ταχύτητα περί των δεκατριών ναυτικών μιλίων την ώρα (κόμβων), σύμφωνα με τις πρόσφατες έρευνες περί “slow steaming”.

Ωστόσο, το μεγαλύτερο πρόβλημα για τα πλοία που διέρχονται το κανάλι του Σουέζ με κατεύθυνση τον Περσικό Κόλπο, είναι η δράση των Σομαλών πειρατών στην περιοχή του κόλπου του Άντεν, στην παράκτια ζώνη της Σομαλίας, απ' όπου είναι υποχρεωμένα να διέλθουν τα πλοία, ώστε να φτάσουν στον προορισμό τους. Προκειμένου να προστατευτούν από τους πειρατές, οι διαχειριστές των πλοίων λαμβάνουν πρόσθετα μέτρα ασφάλειας (πρόσθετη ασφαλιστική κάλυψη, πρόσληψη ομάδων προστασίας, προσθήκη φυσικών εμποδίων πέριξ των πλοίων, αλλαγή πορείας), τα οποία όπως είναι

φυσικό, μεταφράζονται σε πρόσθετες επιβαρύνσεις στα λειτουργικά έξοδα των πλοίων αυτών.

Βέβαια, ακόμα και έτσι ο κίνδυνος κατάληψης των πλοίων από τους πειρατές παραμένει υψηλός, καθώς αυτοί έχουν αναπτύξει κάποιες μεθόδους κατάληψης των πλοίων, οι οποίες είναι άκρως αποτελεσματικές. Μία τέτοια κατάληψη, η οποία συνήθως συνοδεύεται από τη διεκδίκηση ενός μεγάλου χρηματικού ποσού ως λύτρα για την απελευθέρωση του πλοίου ή σε άλλη περίπτωση, καταλήγει στην απομάκρυνση του πληρώματος με σκοπό την κλοπή και μεταπώληση με αλλαγμένα τα χαρακτηριστικά αναγνώρισης του πλοίου, θα επέφερε ένα ισχυρό οικονομικό πλήγμα πολλών εκατομμυρίων δολαρίων στην ναυτιλιακή εταιρεία.

Πάντως, από την άλλη πλευρά, όπως είναι απόλυτα λογικό, ένα τόσο μεγάλο εγχείρημα, όπως η τοποθέτηση ενός FLNG πλοίου εντός της Κυπριακής ΑΟΖ για την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων της ευρύτερης περιοχής της νοτιοανατολικής Μεσογείου, απαιτεί τη σύμπραξη πολλών παραγόντων, προκειμένου να λάβει σάρκα και οστά. Πιο συγκεκριμένα, απαιτεί τη σύμπραξη των κρατών της νοτιοανατολικής Μεσογείου, στην ΑΟΖ των οποίων έχουν ανακαλυφθεί κοιτάσματα φυσικού αερίου (Κύπρος, Ισραήλ, Λίβανος), ώστε να εφαρμοστεί μία κοινή πολιτική εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων αυτών.

Επίσης, απαιτεί τη συνεργασία και ενδεχομένως τη δημιουργία μίας κοινοπραξίας, μεταξύ των εταιρειών που έχουν αναλάβει το έργο των ερευνών στην ευρύτερη περιοχή, για τη μελέτη, το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη διαχείριση ενός πλωτού τερματικού σταθμού υγροποίησης φυσικού αερίου στην περιοχή αυτή. Μία τέτοια σύμπραξη θα μπορούσε να μειώσει τον επενδυτικό κίνδυνο ενός τόσο μεγάλου εγχειρήματος στο ελάχιστο, μέσω αυτής της διάχυσης του κινδύνου στα διάφορα μέρη. Επίσης, θα μπορούσε να μειώσει το μέσο κόστος παραγωγής φυσικού αερίου στο ελάχιστο, μέσω της επίτευξης μεγάλων οικονομιών κλίμακας. Ωστόσο, για διπλωματικούς λόγους από τη μία και για εμπορικούς – κερδοσκοπικούς λόγους από την άλλη, μία τέτοια ευρύτατη συνεννόηση και συνεργασία μπορεί να μη δύναται να εφαρμοστεί ή να απαιτεί πολύχρονες διαπραγματεύσεις μεταξύ των διαφόρων μερών, που ενδεχομένως να προκαλούσαν μεγάλες καθυστερήσεις στο έργο της εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων αυτών.

Επιπλέον, σύμφωνα με μία πολύ πρόσφατη μελέτη Ελλήνων επιστημόνων, αναφορικά με την εκτίμηση του κινδύνου της αποθήκευσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου σε μία επίγεια εγκατάσταση, έναντι του αντίστοιχου κινδύνου σε μία πλωτή (Anerizis, 2014), καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα επίπεδα κινδύνου είναι σαφώς υψηλότερα στην δεύτερη περίπτωση. Ωστόσο, μία τέτοια ανακάλυψη είναι απολύτως λογική, καθώς σύμφωνα με την ανωτέρω μελέτη, για την αποθήκευση συγκεκριμένων ποσοτήτων υγροποιημένου φυσικού αερίου σε μία πλωτή εγκατάσταση, απαιτείται ο διπλάσιος αριθμός δεξαμενών, σε σχέση με τον αντίστοιχο αριθμό ενός επίγειου τερματικού σταθμού. Ταυτόχρονα, οι αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν μία δομική αποτυχία των δεξαμενών και συνεπακόλουθα μία απώλεια του περιεχομένου αυτών, όπως για παράδειγμα η διάβρωση, η αυξημένη πίεση, η μειωμένη πίεση, οι υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος και φυσικά οι κραδασμοί, είναι σαφώς συχνότερα εμφανιζόμενες στο αφιλόξενο θαλάσσιο περιβάλλον.

Επιπρόσθετα, μία πλωτή εγκατάσταση έχει και κάποιους άλλους κινδύνους να αντιμετωπίσει σε σχέση με μία αντίστοιχη επίγεια, όπως τους ισχυρούς θαλάσσιους άνεμους, τα κύματα και τα θαλάσσια ρεύματα. Την ίδια στιγμή, μία απελευθέρωση του καυσίμου στην ατμόσφαιρα από έναν πλωτό τερματικό σταθμό, δύναται να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα, σε σχέση με μία αντίστοιχη διαρροή σε μία επίγεια εγκατάσταση. Αυτό συμβαίνει καθώς, οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι αυτές, από τις οποίες εξαρτάται κατά κύριο λόγο, η δυνατότητα ή μη, του να προκληθεί μία εσκεμμένη ανάφλεξη του καυσίμου που ξέφυγε στην ατμόσφαιρα, ώστε να αποφευχθεί ο διασκορπισμός του στην τριγύρω περιοχή και όπως είναι φυσικό, σε ένα θαλάσσιο περιβάλλον οι συνθήκες αυτές είναι δυσκολότερα διαχειρίσιμες.

Βέβαια, η αποθήκευση του υγροποιημένου φυσικού αερίου ελλοχεύει ένα ακόμα κίνδυνο, αυτόν της ανατροπής του φορτίου, δηλαδή την κατακόρυφη αλλαγή θέσης μεταξύ δύο στρωμάτων από διαφορετικές παρτίδες καυσίμου και φυσικά διαφορετικού βάρους. Η μετατόπιση αυτή μπορεί να προκαλέσει την εξάτμιση μεγάλου ποσοστού του καυσίμου (έως και τριάντα φορές μεγαλύτερο από το μέγιστο επιτρεπτό όριο ασφαλείας) και παράλληλα την κατακόρυφη αύξηση της πίεσης εντός της δεξαμενής. Κάποιες φορές,

δύναται να προκαλέσει ακόμα και την ανατροπή της ίδιας της δεξαμενής. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει κατά την ανάμειξη διαφόρων ποσοτήτων υγροποιημένου φυσικού αερίου διαφορετικής σύστασης, είτε κατά τη διαδικασία γεμίσματος των δεξαμενών με νέες ποσότητες καύσιμου, ή της μετάγγισης καύσιμου από μία δεξαμενή σε άλλη. Είναι απολύτως φυσικό, το φαινόμενο αυτό να είναι εντονότερο σε μία πλωτή εγκατάσταση, σε σχέση με μία αντίστοιχη επίγεια, καθώς η πρώτη έχει από τη φύση της αυξημένο κίνδυνο να λάβει κάποια κλίση, λόγω του θαλάσσιου περιβάλλοντος όπου βρίσκεται, αλλά και των συνεχών αλλαγών στη σύσταση του περιεχομένου των δεξαμενών της, από τη συνεχόμενη κίνηση διαφορετικών παρτίδων LNG μέσα σε αυτές. Βέβαια, οι διαχειριστές τέτοιων εγκαταστάσεων έχουν τη δυνατότητα με διάφορες μεθόδους να αποφεύγουν τη διαστρωμάτωση των φορτίων (Zellouf, 2011).

Από τα όσα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αναφέραμε παραπάνω καθίσταται απόλυτα σαφές, ότι τα πρώτα υπερισχύουν των δεύτερων και ως εκ τούτου η τοποθέτηση ενός FLNG πλοίου στο οικόπεδο 12 της Κυπριακής ΑΟΖ, θα μπορούσε να αποτελέσει μία επενδυτική κίνηση, η οποία πρέπει να εξεταστεί από τα εμπλεκόμενα μέρη, καθώς φαίνεται πως θα είναι άκρως επικερδής. Αναμφισβήτητα, υπάρχουν πολλά πολιτικά, διπλωματικά και εμπορικά θέματα που πρέπει να επιλυθούν προς την κατεύθυνση αυτή, ωστόσο θεωρούμε ότι τα κέρδη από την επένδυση αυτή θα είναι τόσο υψηλά για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, γεγονός που καθιστά την επένδυση αυτή άκρως δελεαστική. Ακόμα και οι διάφοροι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι που ελλοχεύουν, όπως αναφέραμε προηγουμένως, μπορούν με βαθειά γνώση και σκληρή δουλειά κατά το σχεδιασμό, την υλοποίηση και φυσικά τη διαχείριση του εν λόγω έργου, να προβλεφθούν και η πιθανότητα εμφάνισης τους να ελαχιστοποιηθεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό.

Από τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι, η εν λόγω επενδυτική κίνηση θα μπορούσε να αποφέρει πολλά οφέλη, τόσο οικονομικά, όσο και περιβαλλοντικά. Ως εκ τούτου, πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια για συνεργασία, απ' όλα τα μέρη που έχουν συμφέροντα στην ευρύτερη περιοχή, προκειμένου να γίνει πράξη ένα τόσο σύνθετο έργο, το οποίο θα αλλάξει ριζικά τον παγκόσμιο ενεργειακό χάρτη και θα βοηθήσει ενεργά στην αντιμετώπιση του προβλήματος της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αναμφισβήτητα, το φυσικό αέριο είναι ένα καύσιμο, το οποίο αποτελεί την ιδανική λύση για την αντιμετώπιση της συνεχούς αυξητικής τάσης των παγκόσμιων ενεργειακών απαιτήσεων, μια που ταυτόχρονα συμβάλει, όσο κανένα άλλο ορυκτό καύσιμο, στην αντιμετώπιση του προβλήματος της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η καύση του, λόγω της χημικής του σύστασης (αποτελείται κατά 98% από μεθάνιο) δεν αφήνει καθόλου υπολείμματα. Την ίδια στιγμή, επιτυγχάνεται μία μείωση στις εκπομπές σε οξείδια του αζώτου (NOX) κατά 80-85%, ενώ επίσης μηδενίζονται οι εκπομπές σε οξείδια του θείου, λόγω του γεγονότος ότι δεν περιέχει καθόλου θείο. Ωστόσο, το πιο σημαντικό πλεονέκτημά του παραμένει η μείωση κατά 20-30% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του βασικότερου και πιο επιβλαβούς αερίου του θερμοκηπίου, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας των μορίων του σε υδρογόνο.

Λόγω των χαρακτηριστικών του αυτών, αλλά και των μεγάλων κοιτασμάτων που έχουν εντοπιστεί σε πολλές, ευπρόσιτες και μη, περιοχές του πλανήτη, σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερα χαμηλές τιμές του, σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα, το φυσικό αέριο διεκδικεί καθημερινά ολοένα και μεγαλύτερο κομμάτι στην ενεργειακή πίτα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη στο βιομηχανικό τομέα της οικονομίας, στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στον αγροτικό τομέα (παραγωγή λιπασμάτων), στον τομέα των οδικών μεταφορών, στον τομέα της ναυτιλίας, και φυσικά για τη θέρμανση σπιτιών και λοιπών εγκαταστάσεων. Ωστόσο, τα ποσοστά χρήσης του στους διάφορους τομείς της οικονομίας διαφέρουν σημαντικά από κράτος σε κράτος, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε οικονομίας, αλλά και το βαθμό εξάρτησής της από το εν λόγω καύσιμο. Πάντως, η παγκόσμια απήχηση του εν λόγω καυσίμου τα τελευταία τριάντα χρόνια, έχει οδηγήσει με τη σειρά της στην αύξηση του εμπορίου του φυσικού αερίου, καθώς, όπως είναι λογικό, το φυσικό αέριο δεν καταναλώνεται απαραίτητα στις περιοχές όπου παράγεται. Επίσης, οι περιοχές με υψηλή ζήτηση διαφέρουν αισθητά από τις περιοχές με υψηλή προσφορά.

Οι πέντε κυριότεροι κάτοχοι σε αποθέματα φυσικού αερίου είναι η Ρωσία (1576,8 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια), το Ιράν (981,8), το Κατάρ (904,1), η Σαουδική Αραβία (253,0) και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα

(215,1), ενώ τα ποσοστά τους σε σχέση με τα συνολικά παγκόσμια επιβεβαιωμένα αποθέματα ανέρχονται σε 25,2% , 15,7% , 14,4% , 4,0% και 3,4%, αντίστοιχα. Ωστόσο, η κατάταξη δεν παραμένει ίδια όταν πρόκειται για τις χώρες που παράγουν φυσικό αέριο. Στην περίπτωση αυτή στην πρώτη θέση έρχεται πάλι η Ρωσία (21,5 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια), ενώ ακολουθούν οι ΗΠΑ (19,3), ο Καναδάς (6,5), το Ιράν (3,9) και η Νορβηγία (3,2) με τα ποσοστά τους σε σχέση με την παγκόσμια παραγωγή να ανέρχονται σε 20,7% , 18,6% , 6,3% , 3,8% και 3,1%, αντίστοιχα. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν τρεις κύριες γεωγραφικές περιοχές που εισάγουν φυσικό αέριο, η Ευρώπη, η Ανατολική Ασία και η Βόρεια Αμερική. Οι 2 κυριότεροι εισαγωγείς φυσικού αερίου σε επίπεδο χωρών είναι η Κίνα και η Ινδία. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι η Νορβηγία δεν συμπεριλαμβάνεται στην χώρες της Ευρώπης, όταν αναφερόμαστε σε χώρες που εισάγουν φυσικό αέριο, καθώς αποτελεί από μόνη της μία από τις μεγαλύτερους παρόχους φυσικού αερίου στην Ευρώπη.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, η σχέση ζήτησης και προσφοράς φυσικού αερίου δεν είναι πάντα σταθερή. Πιο συγκεκριμένα, η ζήτηση του φυσικού αερίου εμφανίζει μεγάλες αυξομειώσεις, λόγω του γεγονότος ότι η χρήση του τόσο για εμπορικούς σκοπούς, αλλά και για τη θέρμανση κατοικιών είναι εποχιακή, εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία και πολλούς άλλους παράγοντες και μάλιστα η ζήτηση αυτή πρέπει να καλύπτεται απευθείας τη στιγμή που εμφανίζεται. Για να καταφέρει όμως η βιομηχανία του φυσικού αερίου να ανταποκριθεί στα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά της ζήτησης του προϊόντος της, πρέπει να διαθέτει ευελιξία, δηλαδή να μπορεί να προσαρμόζει την προσφορά της στις αναμενόμενες και μη αυξομειώσεις της ζήτησης αυτού.

Το φυσικό αέριο μεταφέρεται από τις περιοχές που παράγεται στις περιοχές όπου καταναλώνεται, είτε μέσω δικτύων αγωγών, είτε σε υγρή μορφή μέσω πλοίων και άλλων μέσων. Οι αγωγοί αποτελούν μόνιμες κατασκευές που συνδέουν κάποιο πεδίο εξόρυξης φυσικού αερίου με ένα αντίστοιχο σημείο στον παγκόσμιο χάρτη, όπου καταναλώνεται το εν λόγω αέριο και όπως είναι φυσικό δεν παρέχουν την επιθυμητή ευελιξία στην εφοδιαστική αλυσίδα του φυσικού αερίου. Αντιθέτως, η μεταφορά του καυσίμου σε υγρή μορφή μέσα σε κρυογόνες δεξαμενές μέσω πλοίων, φορτηγών ή τραίνων, εξασφαλίζει τεράστια ευελιξία. Το φυσικό αέριο με τον τρόπο αυτό μεταφέρεται απευθείας από τον παραγωγό στον καταναλωτή την ώρα που το ζητάει ο τελευταίος,

χωρίς ενδιάμεσους και καθυστερήσεις και φυσικά σε τιμές που δεν είναι προκαθορισμένες, αλλά βασίζονται στην εκάστοτε κατάσταση της αγοράς.

Προκειμένου όμως, να αναπτυχθεί το εμπόριο του φυσικού αερίου μέσω πλοίων, σε υγροποιημένη όπως είναι φυσικό μορφή, δηλαδή στους -162° Κελσίου και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης, απαιτείται η ύπαρξη εξειδικευμένων εγκαταστάσεων, όπως για παράδειγμα εγκαταστάσεων για την υγροποίηση, την αποθήκευση ή την επαναμετατροπή του σε αέρια μορφή, αλλά και φυσικά εξειδικευμένα πλοία μεταφοράς αυτού (LNG carriers). Τέτοιες επενδύσεις σε εγκαταστάσεις φυσικού αερίου συναντάμε διάσπαρτες ανά τον κόσμο, ωστόσο όπως είναι λογικό οι εγκαταστάσεις υγροποίησης βρίσκονται στις χώρες που εξάγουν φυσικό αέριο, ενώ οι αντίστοιχοι τερματικοί σταθμοί επαναμετατροπής του LNG σε αέρια μορφή συναντώνται σε χώρες που εισάγουν το εν λόγω καύσιμο. Οι κυριότεροι εξαγωγείς υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι το Κατάρ με 30 εκατομμύρια μετρικούς τόνους ετησίως, η Μαλαισία με 23 και η Ινδονησία με 20, ενώ στον αντίποδα οι κυριότεροι εισαγωγείς είναι η Ιαπωνία με 70 εκατομμύρια μετρικούς τόνους ετησίως, η Νότια Κορέα με 30 και η Ισπανία με 24.

Στις μέρες μας, λόγω των μεγάλων αναγκών σε ενέργεια και της συνεπακόλουθης αυξημένης κατανάλωσης, τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων περιορίζονται σταδιακά και όπως είναι λογικό αναζητούνται νέα κοιτάσματα σε πιο δύσβατες και απομακρυσμένες περιοχές του πλανήτη. Το ίδιο συμβαίνει φυσικά και με το φυσικό αέριο. Μάλιστα, την τελευταία πενταετία έχουν ανακαλυφθεί πολλά και μεγάλα κοιτάσματα σε περιοχές των ωκεανών με πολύ μεγάλο βάθος ή στις περιοχές κοντά στους πόλους, όπου για την εξόρυξη τους απαιτείται χρόνια σκληρής προετοιμασίας και έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίζονται ότι πάνω από 240 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια από τα παγκόσμια αποθέματα σε φυσικό αέριο βρίσκονται σε υποθαλάσσια κοιτάσματα και το μεγαλύτερο τμήμα αυτών σε μεγάλα βάθη. Ο αριθμός αυτός αποτελεί φυσικά ένα μεγάλο ποσοστό των παγκόσμιων αποθεμάτων που φυσικά δεν πρέπει να παραμείνει ανεκμετάλλευτο.

Παραδοσιακά, το φυσικό αέριο από τα υποθαλάσσια κοιτάσματα μεταφέρεται σε εγκαταστάσεις στη ξηρά μέσω ενός δικτύου αγωγών. Η διαδικασία αυτή μπορεί να είναι αντιοικονομική, καθώς μια παραδοσιακή εγκατάσταση υγροποίησης στη ξηρά για την εκμετάλλευση του υποθαλάσσιου

φυσικού αερίου απαιτεί δύο κατασκευές, μία στη ξηρά και μία στη θάλασσα (πλατφόρμα εξόρυξης). Στο πρόβλημα αυτό ήρθε να δώσει τη λύση η δημιουργία της επιπλέουσας εγκατάστασης υγροποιημένου φυσικού αερίου ή offshore floating liquefied natural gas (FLNG), όπως είναι ευρέως γνωστό. Πρόκειται για ένα έργο, το οποίο ενσωματώνει όλα τα στάδια της διαδικασίας εξόρυξης φυσικού αερίου, μετατροπής του σε υγροποιημένο φυσικό αέριο και αποθήκευσης αυτού σε μία μόνο εγκατάσταση με καθετοποίηση των διαδικασιών. Μάλιστα, η επιλογή της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται σε μία τέτοια εγκατάσταση αποτελεί ένα πολύ δύσκολο έργο, λόγω του περιορισμένου χώρου, καθώς και του αφιλόξενου θαλασσίτου περιβάλλοντος στο οποίο είναι σχεδιασμένη να λειτουργεί. Η ιδανική τεχνολογία είναι αυτή που καταλαμβάνει όσο λιγότερο, κατά το δυνατό, χώρο και έχει όσο μεγαλύτερη, κατά το δυνατόν, απόδοση.

Η πρώτη που κατάφερε να υλοποιήσει ένα τόσο μεγάλο έργο είναι η Shell, με την κατασκευή του πρώτου FLNG πλοίου, με την ονομασία Prelude. Το πλοίο αυτό έκανε το παρθενικό του ταξίδι το Δεκέμβριο του 2013 για να αγκυροβολήσει σε μία θαλάσσια λεκάνη 475 χιλιόμετρα βορειοανατολικά από το Μπρουμ της Δυτικής Αυστραλίας. Πρόκειται για ένα πλοίο μήκους τετρακοσίων ογδόντα οχτώ (488) μέτρων, και πλάτους εβδομήντα τεσσάρων (74) μέτρων, το οποίο κατασκευάστηκε στο ναυπηγείο “Samsung Heavy Industries” της Νότιας Κορέας. Η κατασκευή του διήρκεσε λίγο περισσότερο από έναν χρόνο, το οποίο αποτελεί χρόνο ρεκόρ για ένα πλοίο τέτοιου μεγέθους. Μάλιστα, σύμφωνα με αναλυτές το κόστος του υπολογίζεται ανάμεσα σε 10,8 και 12,6 δισεκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια.

Στην παρούσα μελέτη κάναμε μία υπόθεση εργασίας, αναφορικά με την τοποθέτηση ενός τέτοιου πλωτού τερματικού σταθμού υγροποίησης φυσικού αερίου στη θαλάσσια περιοχή νοτίως της Κύπρου και συγκεκριμένα στο οικόπεδο 12 της Κυπριακής ΑΟΖ. Αφορμή στάθηκε η ανακάλυψη ενός μεγάλου κοιτάσματος στην περιοχή, το οποίο πήρε την ονομασία Αφροδίτη. Το μέγεθος του κοιτάσματος αυτού ανέρχεται σε περίπου πέντε τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια, σύμφωνα με την πρώτη επιβεβαιωτική γεώτρηση της αναδόχου εταιρείας Noble Energy.

Στη συνέχεια, προχωρήσαμε στις παραδοχές, οι οποίες πρέπει να ισχύουν, προκειμένου να μπορέσει μία τέτοια επένδυση να έχει λόγο ύπαρξης.

Ουσιαστικά, αναφερθήκαμε στην επιβεβαίωση των προβλέψεων για την ποσότητα του φυσικού αερίου, εξηγήσαμε τον όρο Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη (ΑΟΖ) και τα δικαιώματα που προκύπτουν από τον όρο αυτό και θέσαμε σε γνώση του αναγνώστη τα σχέδια της Κυπριακής Κυβέρνησης, σε συνεργασία με τις εταιρείες που έχουν αναλάβει το έργο των ερευνών σε κάποια από τα οικόπεδα της Κυπριακής ΑΟΖ, για την κατασκευή ενός επίγειου σταθμού υδροποίησης φυσικού αερίου στην περιοχή του Βασιλικού, στη νότια πλευρά του νησιού.

Ακολούθως, αναφερθήκαμε στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από μία τόσο υψηλή επένδυση στο συγκεκριμένο σημείο του παγκόσμιου χάρτη. Αναμφισβήτητα, στη μελέτη αυτή εμβαθύναμε κυρίως στην ανάλυση του οικονομοπολιτικού οφέλους μίας τέτοιας επένδυσης, χωρίς ωστόσο να υστερούμε στο αντίστοιχο τεχνικό. Προβήκαμε σε σύγκριση του κόστους κατασκευής ενός επίγειου με έναν αντίστοιχο πλωτό τερματικό σταθμό υδροποίησης φυσικού αερίου και εξηγήσαμε παράλληλα από πού προκύπτουν τα συνολικά κόστη των δύο αυτών ανταγωνιστικών επενδύσεων. Βέβαια, λόγω των περιορισμένων πληροφοριών για τα επίπεδα κόστους τέτοιων επενδύσεων, χρησιμοποιήσαμε έρευνες αναλυτών της αγοράς του φυσικού αερίου.

Έπειτα, μελετώντας τα βάθη της συγκεκριμένης θαλάσσιας περιοχής, βασιζόμενοι στους ισχύοντες ναυτικούς χάρτες, εξηγήσαμε πως η σύνδεση του κοιτάσματος Αφροδίτη και των λοιπών κοιτασμάτων που αναμένεται να ανεβρεθούν εντός της Κυπριακής ΑΟΖ, με τον τερματικό σταθμό του Βασιλικού μέσω αγωγών, αποτελεί μία εξαιρετικά δύσκολη, χρονοβόρα και φυσικά με πολύ υψηλό κόστος διαδικασία. Εξηγήσαμε πως η σύνδεση αυτή διευκολύνεται ιδιαίτερα από την τοποθέτηση ενός πλωτού τερματικού σταθμού στην ευρύτερη αυτή περιοχή. Άλλωστε, στην πλωτή αυτή εγκατάσταση υδροποίησης φυσικού αερίου μπορούν να συνδεθούν και οι γεωτρήσεις από τα πολύ κοντινά κοιτάσματα της Ισραηλινής ΑΟΖ (Λεβιάθαν, Νταλίτ και Ταμάρ), ώστε να μην απαιτηθεί η κατασκευή, από πλευράς Ισραήλ, ενός αντίστοιχου επίγειου σταθμού υδροποίησης για την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων αυτών, λόγω του ότι ελλοχεύει ο κίνδυνος καταστροφής αυτού από τους συνεχείς βομβαρδισμούς στην περιοχή. Ταυτόχρονα, με τον τρόπο αυτό, θα μπορούσε να επιτευχθεί η διάχυση του κινδύνου μίας τόσο μεγάλης

επένδυσης. Επίσης, δύναται να δημιουργηθούν ισχυρές οικονομίες κλίμακας, προς όφελος όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

Μελετήσαμε βέβαια και τα χαρακτηριστικά του κύματος της θαλάσσιας αυτής ζώνης, αλλά και την εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων στην ευρύτερη περιοχή της νοτιοανατολικής Μεσογείου. Επίσης, βασιζόμενοι σε έρευνες του Γεωλογικού Ινστιτούτου της Κύπρου, εξετάσαμε τη σεισμική ακολουθία της περιοχής για την πιθανότητα εμφάνισης ενός κύματος “τσουνάμι”. Από τα παραπάνω φτάσαμε στο συμπέρασμα ότι, η περιοχή αυτή ενδείκνυται για την τοποθέτηση ενός πλωτού τερματικού σταθμού υδροποίησης φυσικού αερίου. Άλλωστε, όπως αναφέραμε, με τον τρόπο αυτό δε θα επιβαρυνθεί περαιτέρω η παράκτια θαλάσσια ζώνη του νότιου τμήματος του νησιού, που είναι ήδη επιβαρυνμένη από τη σχετικά πρόσφατη έκρηξη μεγάλης ισχύος (2011) που σημειώθηκε στη Ναυτική Βάση “Ευάγγελος Φλωράκης”, που γειτνιάζει με το σταθμό του Βασιλικού και προκάλεσε τεράστια καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής, σύμφωνα με τους επιστήμονες.

Επίσης, αναφερθήκαμε στα τεράστια οικονομικά οφέλη για την Κυπριακή οικονομία από μία τέτοια επένδυση, που θα μετατρέψει τη χώρα σε ενεργειακό κόμβο στην ευρύτερη περιοχή της Νοτιοανατολικής Μεσογείου. Η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και η αύξηση των κρατικών εσόδων από φόρους, κατ’ αντιστοιχία με τα όσα συμβαίνουν στην Αυστραλία μετά την τοποθέτηση του Prelude, θα βοηθήσει αναμφισβήτητα την Κυπριακή οικονομία να ξαναμπει σε τροχιά ανάπτυξης.

Κυρίως όμως, σταθήκαμε στην ιδιαίτερη σημασία της απόστασης του πλωτού αυτού σταθμού στην Κυπριακή ΑΟΖ, σε σχέση με τον αμέσως πιο κοντινό σταθμό υδροποίησης. Εξηγήσαμε ότι δεν λάβαμε υπόψη τους τερματικούς της βόρειας Αφρικής (Λιβύη, Αίγυπτο, Αλγερία), λόγω των πολιτικών αναταραχών στις αντίστοιχες περιοχές που κλονίζουν την αξιοπιστία τους. Με βάση τα ανωτέρω, προσπαθήσαμε να αναλύσουμε το πρόσθετο λειτουργικό κόστος, το οποίο προκύπτει από την επιπλέον απόσταση που πρέπει να διανύσουν τα πλοία μεταφοράς LNG, έως τον αμέσως πιο κοντινό τερματικό σταθμό υδροποίησης (Ομάν), τον πρόσθετο χρόνο που απαιτείται, αλλά και τα λοιπά έξοδα, όπως για παράδειγμα το κόστος διέλευσης του καναλιού του Σουέζ. Επιπλέον, κάναμε ιδιαίτερη αναφορά στη

δράση των Σομαλών πειρατών, η οποία αυξάνει με τη σειρά της τα λειτουργικά έξοδα του ταξιδιού και μπορεί να καταλήξει ακόμα και σε οικονομική τραγωδία, σε περίπτωση κατάληψης του πλοίου από του πειρατές.

Από την άλλη πλευρά, αναφερθήκαμε στις αντικειμενικές δυσκολίες που μπορούν να προκύψουν, κατά την προσπάθεια υλοποίησης ενός τόσο μεγάλου έργου. Κάναμε σαφές στον αναγνώστη ότι, μία τόσο μεγάλη επένδυση απαιτεί τη σύμπραξη και τη συνεργασία πολλών παραγόντων της αγοράς του φυσικού αερίου. Πιο συγκεκριμένα, των χωρών που διαθέτουν κοιτάσματα φυσικού αερίου στην περιοχή της νοτιοανατολικής Μεσογείου από τη μία και των εταιρειών που έχουν αναλάβει τις έρευνες στην ευρύτερη περιοχή από την άλλη. Είναι εύλογο, ότι μία τόσο ευρείας κλίμακας συνεργασία αντιμετωπίζει πολλά προβλήματα διαφορετικής φύσης κάθε φορά (διπλωματικά, εμπορικού ανταγωνισμού και κατασκοπείας). Για να ξεπεραστούν χρειάζεται πνεύμα συνεργασίας, και καλής θέλησης από τα εμπλεκόμενα μέρη, ωστόσο οι ισορροπίες είναι πολύ λεπτές και οι σκόπελοι που πρέπει να ξεπεραστούν πολλοί. Βεβαίως, αντίστοιχα πολλά και ίσως περισσότερα, είναι τα οφέλη από τη συγκεκριμένη επένδυση, η οποία λόγω της μεγάλων οικονομιών κλίμακας που θα επιτύχει αν πραγματοποιηθεί, θα μπορέσει να κρατήσει το ανά μονάδα (μέσο κόστος) του παραγόμενου καυσίμου σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα και να επιτρέψει στους επενδυτές να έχουν μεγάλα περιθώρια κέρδους.

Φτάνοντας στο τέλος της παρούσας μελέτης, θα ήθελα να αναφερθώ στην βαθιά πίστη και ελπίδα από πλευράς μου ότι, η προτεινόμενη στην παραπάνω υπόθεση εργασία συνεργασία των διαφόρων παραγόντων της αγοράς φυσικού αερίου θα επιτευχθεί, προκειμένου να υλοποιηθεί η ιδιαίτερα συμφέρουσα συνεκμετάλλευση των κοιτασμάτων της περιοχής της νοτιοανατολικής Μεσογείου, με άμεση συνέπεια τη μείωση του μέσου κόστους παραγωγής του καυσίμου και την περαιτέρω εξάπλωση της χρήσης του, για ένα ένα πλανήτη πιο “πράσινο”, ως παρακαταθήκη για τις επόμενες γενιές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Michele Acciaro (2013) ‘Real option analysis for environmental compliance: LNG and emission control areas’
- O.N. Aneziris, I.A. Papazoglou, M. Konstantinidou, Z. Nivolianitou (2014) ‘Integrated risk assessment for LNG terminals’
- A. Arteconi, F. Polonara (2013) ‘LNG as vehicle fuel and the problem of supply: The Italian case study’
- Evangelos K. Boulougouris, Apostolos D. Papanikolaou (2008) ‘Multi-objective optimization of a floating LNG terminal’
- Fabio Burel, Rodolfo Taccani, Nicola Zuliani (2012) ‘Improving sustainability of maritime transport through utilization of Liquefied Natural Gas (LNG) for propulsion’
- George Galanis, Dan Hayes, George Zodiatis, Peter C. Chu, Yu-Heng Kuo, George Kallos (2011) ‘Wave height characteristics in the Mediterranean Sea by means of numerical modeling, satellite data, statistical and geometrical techniques’
- Michael J. Economides, David A. Wood (2009) ‘The state of natural gas’
- Yuli Amalia Huslin, GyeongCheol Yeo, Moonyong Lee (2014) ‘Plant-wide control for the economic operation of modified single mixed refrigerant process for an offshore natural gas liquefaction plant’
- Satish Kumar, Hyouk-Tae Kwon, Kwang-Ho Choi, Jae Hyun Cho, Wonsub Lim, II Moon (2011a) ‘Current status and future projections of LNG demand and supplies: A global prospective’
- Satish Kumar, Hyouk-Tae Kwon, Kwang-Ho Choi, Wonsub Lim, Jae Hyun Cho, Kyungjae Tak, II Moon (2011b) ‘LNG, An eco-friendly cryogenic fuel for sustainable development’
- Don Maxwell, Zhen Zhu (2011) ‘Natural gas prices, LNG transport costs and the dynamics of LNG imports’
- Jurgen Messner, Georg Babies (2012) ‘Transport of natural gas’
- Mario Miana, Rafael del Hoyo, Vega Rodrigalvarez, Jose Ramon Valdes, Raul Liorens (2010) ‘Calculation models for prediction of Liquefied Natural Gas (LNG) ageing during ship transportation’

- Axel Pierru, Simon Roussanaly, Jerome Sabathier (2013) ‘Capital structure in LNG infrastructures and gas pipelines projects: Empirical evidences and methodological issues’
- Erkut Sonmez, Sunder Kekre, Alan Scheller-Wolf, Nicola Secomandi (2013) ‘Strategic analysis of technology and capacity investments in the liquefied natural gas industry’
- David Wood (2012) ‘A review and outlook for the global LNG trade’
- Yacine Zellouf, Benoit Portannier (2011) ‘First step in optimizing LNG storages for offshore terminals’
- Wenhua Zhao, Jianmin Yang, Zhiqiang Hu (2012) ‘Hydrodynamic interaction between FLNG vessel and LNG carrier in side-by-side configuration’
- Wenhua Zhao, Jianmin Yang, Zhiqiang Hu, Bin Xie (2013) ‘Hydrodynamics of an FLNG system in tandem offloading operation’
- Wenhua Zhao, Jianmin Yang, Zhiqiang Hu, Longbin Tao (2014) ‘Prediction of hydrodynamic performance of an FLNG system in side-by-side offloading operation’
- www.arcticgas.gov
- www.beg.utexas.edu
- www.eia.gov
- www.polinares.eu
- www.pumpindustryanalyst.com
- www.shell.com
- www.mcit.gov.cy (Επίσημη ιστοσελίδα του Υπουργείου Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού της Κυπριακής Δημοκρατίας)