



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ
ΠΙΘΑΝΩΝ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΤΗΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΑΝΔΡΙΑΝΟΠΟΥΛΟΥ Ι. ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑ

Καθηγητής: Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής ΕΜΠ

Επιβλέπουσα: Στέλλα Ανδρουλάκη

Υπ Διδάκτωρ ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ
ΠΙΘΑΝΩΝ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΤΗΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΑΝΔΡΙΑΝΟΠΟΥΛΟΥ Ι. ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑ

Καθηγητής : Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής ΕΜΠ

Επιβλέπουσα: Στέλλα Ανδρουλάκη

Υπ Διδάκτωρ ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή.

.....

Αθήνα, Ιούνιος 2012

.....

Ανδριανόπουλος Ι. Επαμεινώνδας

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών
Ε.Μ.Π.

Copyright © Ανδριανόπουλος Ι. Επαμεινώνδας , 2012.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Οι σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις καθιστούν την αγορά ενέργειας και κατ' επέκταση την αγορά του φυσικού αερίου ως έναν κρίσιμο παράγοντα ανάπτυξης παγκοσμίως. Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες μορφές με θετικές επιδράσεις στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας αφού μειώνει την εξάρτηση από το πετρέλαιο. Η απελευθέρωση της παγκόσμιας αγοράς φυσικού αερίου δίνει τη δυνατότητα ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού της Ελλάδας μέσα από τη διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας.

Η Ελλάδα εκμεταλλευόμενη την γεωγραφική της θέση, αφού αποτελεί τη νότια είσοδο της Ευρώπης σε αγωγούς που ξεκινάνε από τα μεγάλα κοιτάσματα φυσικού αερίου των χωρών της Κασπίας, μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στις εξελίξεις στον ενεργειακό τομέα.

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο και διαδεδομένο εργαλείο για την υποστήριξη αποφάσεων μέσω της συστημικής εξαγωγής τεκμηριωμένων και εκλογικευμένων επιλογών. Η παρούσα διπλωματική ασχολείται με την πολυκριτήρια ανάλυση και αξιολόγηση των πιθανών χωρών-προμηθευτών φυσικού αερίου για την Ελλάδα στο πλαίσιο της αναδυόμενης ανάγκης για ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού μέσω διαφοροποίησης των εναλλακτικών πηγών προμήθειας.

Στο πλαίσιο της διπλωματικής, καταρχήν συγκεντρώνονται πληροφορίες και μελετάται προσεκτικά ένας μεγάλος όγκος δεδομένων που αφορά σε υπάρχοντες αλλά και σε υπό κατασκευή αγωγούς φυσικού αερίου καθώς και στις θαλάσσιες μεταφορές υγροποιημένου φυσικού αερίου. Στη συνέχεια καταρτίζεται για κάθε πιθανή χώρα-προμηθευτή το δίκτυο των αγωγών που μπορεί να χρησιμοποιήσει για να διοχετεύσει φυσικό αέριο στην Ελλάδα. Κατά το στάδιο αυτό οι πιθανές χώρες- προμηθευτές λαμβάνουν βαθμολογία σε μια σειρά από κριτήρια όπως η απόσταση, οι σχέσεις με την Ελλάδα, το κόστος προμήθειας φυσικού αερίου, οι πιθανοί τρόποι διασύνδεσης και η πολιτική και κοινωνική σταθερότητα των χωρών προμηθευτών, για να μπορέσει να εξεταστεί η αξιοπιστία των μακροχρόνιων συμφωνιών που μπορεί να υπάρξουν. Τα βάρη των αντίστοιχων κριτηρίων και η κλιμακοποίηση της βαθμολογίας στα παραπάνω κριτήρια σε μια ενιαία βάση αξιολόγησης οδηγούν στην εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου της Electre I. Μέσα από διαδοχικά τρεξίματα – εφαρμογές του μαθηματικού μοντέλου δημιουργούνται τρία επίπεδα κατάταξης των χωρών προμηθευτών μέχρι την ανάδειξη της τελικής χώρας προμηθευτή.

Λέξεις – Κλειδιά : Φυσικό Αέριο, Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο, Απελευθέρωση Αγοράς Φυσικού Αερίου, Αγωγοί Φυσικού Αερίου, Χώρες-Εξαγωγοί Φυσικού Αερίου, Χώρες – Εξαγωγοί Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου, Πολυκριτήρια Ανάλυση, Electre I

Abstract

The modern energy requirements make the energy market and as a result the purchase of natural gas a critical factor in development worldwide. Natural gas is the cleanest source of primary energy, except renewable energy, with positive effects on energy balance as it reduces dependence on oil. The liberalization of the global gas market allows energy security of Greece through diversification of energy sources.

Greece is taking advantage of its geographical position, since is the south entrance of Europe's pipelines starting from the large gas reserves of the Caspian countries. Greece has the chance to play an important role in developments in the energy sector.

The multicriteria analysis is a widely used and popular tool for decision support through the export of documented, systemic and rational choices. This thesis deals with multicriteria analysis and evaluation of potential's Greece's suppliers of natural gas as part of the emerging need for security of energy supply through diversification of alternative sources of supply.

In this thesis, a large volume of data relating to existing and under construction pipelines as well as sea transport of liquefied natural gas is gathered and carefully studied. For each potential Greece's supplier a network of pipelines is prepared in order to be used to channel gas to Greece. During this stage the potential suppliers receive ratings on a number of criteria such as distance from Greece , relations with Greece, cost of gas supply, possible ways to interconnect , political and social stability , in order to examine the reliability of long-term agreements that may exist. The respective weights of the criteria and the scaling of the score in the above criteria lead to the implementation of the mathematical model of Electre I. Through successive runs - applications of the mathematical model three levels of classification of potential suppliers were created leading to the most suitable supplier.

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Σκοπός της εργασίας είναι η πολυκριτήρια ανάλυση των πιθανών χωρών-προμηθευτών φυσικού αερίου της Ελλάδας με στόχο την αξιολόγησή τους σε συγκεκριμένα και σαφώς καθορισμένα κριτήρια αξιοποιώντας μια σειρά από διαφορετικά είδη πληροφοριών. Μέσα από την εφαρμογή των πληροφοριών αυτών στο μαθηματικό μοντέλο της πολυκριτήριας ανάλυσης οι πληροφορίες αποκτούν έναν πρακτικό και ταυτόχρονα ουσιώδη ρόλο στην επιλογή της τελικής χώρας – προμηθευτή. Η παρούσα εργασία θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση κάθε μελλοντικής πιθανής αξιολόγησης με σωστή προσαρμογή των εκάστοτε δεδομένων.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση του θέματος και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με έναν τόσο ενδιαφέροντα και επίκαιρο τομέα.

Θα ήθελα τέλος, να ευχαριστήσω θερμά την υποψήφια διδάκτορα Στ. Ανδρουλάκη, επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας, για την πολύτιμη υποστήριξη και καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ – ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	13
1.2 ΦΑΣΕΙΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	13
1.3 ΔΟΜΗ ΤΕΥΧΟΥΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	17
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (ΦΑ)	17
2.3 ΤΟΜΕΙΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑ	19
2.4 ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (ΥΦΑ).....	22
2.4.1 ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΦΑ	23
2.4.2 ΧΩΡΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΥΦΑ.....	24
2.4.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΦΑ	24
2.4.4 ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΥΦΑ	25
2.5 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΦΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑ.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Η ΕΛΛΑΔΑ - ΜΕΛΟΣ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΑΓΟΡΑΣ ΦΑ	28
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	28
3.2 ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΓΟΡΑΣ ΦΑ	28
3.2.1 Η ΙΔΙΩΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΟΜΙΛΟΥ ΔΕΠΑ – ΔΕΣΦΑ	30
3.3 ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	43
4.1 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ	43
4.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ	43
4.3 ΡΟΛΟΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	44
4.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	46
4.4.1 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ (ΜΑΥΤ)	48
4.4.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΠΕΡΟΧΗΣ (OUTRANKING METHODS).....	48
4.4.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ELECTRE	48
4.4.2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ PROMETHEE.....	51
4.4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ	51
4.4.4 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ELECTRE I.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ	55
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	55
5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΚΟΜΜΑΤΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	55
5.3 ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ	58
5.3 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΙΘΑΝΩΝ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ. 73	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ ELECTRE I	81

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	81
6.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	81
6.2.1 ΚΛΙΜΑΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ.....	81
6.2.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΒΑΡΩΝ.....	82
6.2.3 ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΑΣΥΜΦΩΝΙΑΣ	84
6.3 ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ELECTRE I.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	90
7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	90
7.2 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	99

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο – Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Απόφασης της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η ανάθεση του θέματος έγινε από τον κ. Ι. Ψαρρά, Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ του ΕΜΠ.

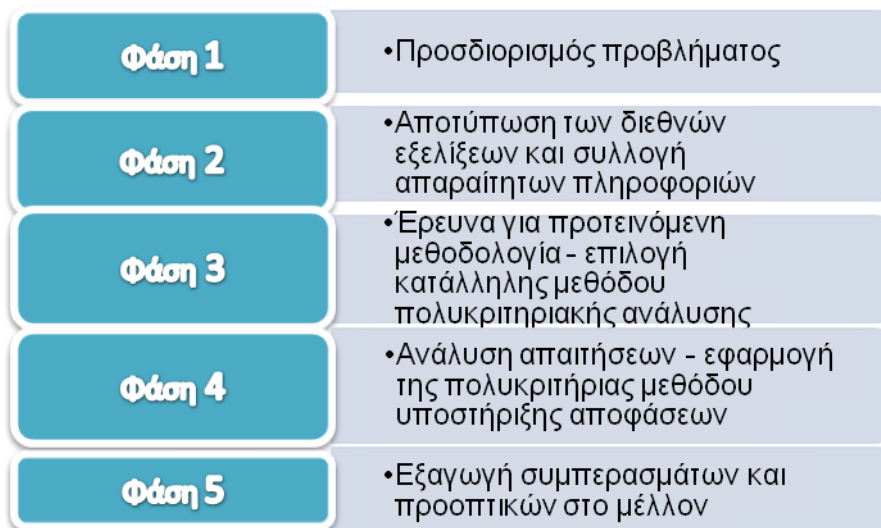
Ο τομέας της ενέργειας συνιστά σημαντικό συστατικό ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας. Η αύξηση των εισαγωγών **Φυσικού Αερίου (ΦΑ)** προκαλεί την ενεργειακή εξάρτηση της χώρας, όμως εφόσον οι εισαγωγές πραγματοποιούνται από μια μεγάλη ομάδα προμηθευτών τότε δίνεται η δυνατότητα ανταγωνιστικότερης διαπραγματεύσεως της Ελλάδας απέναντι στους προμηθευτές φυσικού αερίου και προσθέτει μια μεγαλύτερη ασφάλεια στον ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας .

Προκύπτει όμως το πρόβλημα της αξιολόγησης των διάφορων πιθανών χωρών - προμηθευτών καθώς θα πρέπει να εξεταστούν σημαντικοί παράγοντες όπως η απόσταση της χώρας – προμηθευτή από την Ελλάδα, το κόστος , η ποιότητα των εμπορικών και πολιτικών σχέσεων με την Ελλάδα αλλά και αρκετές ακόμα σκοπιμότητες που πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν την τελική επιλογή αφού η Ελλάδα αποτελεί τη «νότια» είσοδο της Ευρώπης και έχει τη δυνατότητα να εκμεταλλευθεί την πολύτιμη γεωγραφική της θέση.

Σκοπός της εργασίας είναι η εφαρμογή μιας πολυκριτήριας ανάλυσης που έχει ως στόχο να αποτελέσει ένα κατάλληλο εργαλείο που θα συγκεντρώνει και θα αξιοποιεί τον μεγάλο διαθέσιμο όγκο πληροφοριών, πληροφορίες που αφορούν τόσο τις διαθέσιμες συνδέσεις όσο και τους ίδιους τους προμηθευτές ,και θα βοηθάει τον αποφασίζοντα για μια τεκμηριωμένη και εκλογικευμένη επιλογή.

1.2 Φάσεις Πραγματοποίησης Διπλωματικής Εργασίας

Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ Νοεμβρίου 2011 και Ιουλίου 2012 και η πορεία που ακολουθήθηκε περιγράφεται στις φάσεις που παρουσιάζονται στο σχήμα .



Εικόνα 1 : Φάσεις εκπόνησης διπλωματικής εργασίας

Φάση 1: Προσδιορισμός προβλήματος.

Στην πρώτη φάση εκπόνησης της εργασίας συγκεκριμενοποιήθηκε το πρόβλημα αξιολόγησης των πιθανών προμηθευτών ΦΑ και **Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (ΥΦΑ)** της Ελλάδας. Μια αξιολόγηση βασισμένη σε μια πολυκριτήρια μέθοδο ανάλυσης των ήδη συνεργαζόμενων με την Ελλάδα προμηθευτών αλλά και πιθανών νέων που θα εξασφαλίσουν την *ασφάλεια στον ενεργειακό εφοδιασμό της Ελλάδας*.

Φάση 2: Αποτύπωση των διεθνών εξελίξεων και συλλογή απαραίτητων πληροφοριών.

Στη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα για την αποτύπωση των διεθνών εξελίξεων στον τομέα της αγοράς του ΦΑ και τις προοπτικές της Ελλάδας στο πλαίσιο αυτής της διεθνούς και ανταγωνιστικής αγοράς.

Φάση 3: Έρευνα για προτεινόμενη μεθοδολογία – επιλογή κατάλληλης μεθόδου πολυκριτηριακής ανάλυσης

Στη τρίτη φάση πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα που καταδεικνύει τη σημασία της πολυκριτηριακής ανάλυσης στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και η εύρεση της καταλληλότερης μεθόδου πολυκριτηριακής ανάλυσης που θα λειτουργεί σαν ένα εργαλείο για την εξαγωγή ενός τεκμηριωμένου και εκλογικευμένου συμπεράσματος στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής σχετικά με το ζήτημα που προσδιορίστηκε στην πρώτη φάση.

Φάση 4: Ανάλυση απαιτήσεων – εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθόδου υποστήριξης αποφάσεων

Στην τέταρτη φάση έγινε ανάλυση των απαιτήσεων του προβλήματος και προσαρμογή αυτού στο μαθηματικό μοντέλο της πολυκριτηριακής ανάλυσης σύμφωνα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση των πληροφοριών που συγκεντρώθηκαν κατά τη δεύτερη φάση με στόχο την χρησιμοποίησή τους στην επιλεγμένη μέθοδο της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Έγινε εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου και διαδοχικά τρεξίματα αυτού με στόχο τη διαλογή της τελικής χώρας-προμηθευτή.

Φάση 5: Εξαγωγή συμπερασμάτων και προοπτικών στο μέλλον.

Στην πέμπτη και τελευταία φάση εξήχθησαν τα συμπεράσματα από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την πολυκριτήρια ανάλυση των πιθανών προμηθευτών ΦΑ και εξετάστηκαν πιθανές προοπτικές εφαρμογής και επέκτασης του μοντέλου αυτού στο μέλλον.

1.3 Δομή Τεύχους Διπλωματικής Εργασίας

Αρχικά, δίδεται μια σύντομη περίληψη της διπλωματικής εργασίας, όπου παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Ακολουθεί ο πίνακας περιεχομένων και το κύριο περιεχόμενο της διπλωματικής εργασίας, δομημένο σε επτά κεφάλαια. Τέλος παρατίθενται η βιβλιογραφία. Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά το κάθε κεφαλαίο.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Στο πρώτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζεται ο σκοπός της διπλωματικής, οι φάσεις που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνησή της και αναλύεται το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου της.

Κεφάλαιο 2: Το φυσικό αέριο

Στο δεύτερο κεφάλαιο, της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζεται η σύσταση και τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση του φυσικού αερίου. Παρουσιάζονται αναλυτικά οι τομείς χρησιμοποίησης του , ενώ γίνεται εκτενής αναφορά στην υγρή μορφή του φυσικού αερίου που είναι το υγροποιημένο φυσικό αέριο (ΥΦΑ). Η ανταγωνιστικότητα του ΥΦΑ , οι χώρες προέλευσης αυτού καθώς και οι απαιτούμενες για την επεξεργασία του εγκαταστάσεις αναλύονται στο κεφάλαιο αυτό.

Κεφάλαιο 3: Η Ελλάδα – Μέλος της διεθνούς αγοράς φυσικού αερίου

Στο τρίτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μια επισκόπηση της επικαιρότητας στη διεθνή αγορά φυσικού αερίου με παράλληλη αποτύπωση των μελλοντικών εξελίξεων και των στόχων που έχουν τεθεί. Με την Ελλάδα να αποτελεί μέλος της ευρωπαϊκής ένωσης και να επηρεάζεται από την ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική γίνεται προσπάθεια, μέσα από τη διεθνή ειδησεογραφία και τις εκθέσεις αναλυτών, να αποδοθεί ο ρόλος της και οι πιθανές ωφέλειες που μπορούν να προκύψουν όσον αφορά τον ενεργειακό εφοδιασμό της .

Κεφάλαιο 4: Πολυκριτήρια λήψη αποφάσεων

Στο τέταρτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται μια βιβλιογραφική έρευνα σχετικά με τις μεθόδους πολυκριτήριας ανάλυσης και την αναγκαιότητα αυτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Επίσης γίνεται εκτενής ανάλυση των πολυκριτήριων μεθόδων της οικογενείας Electre και παρουσιάζεται το αναλυτικό μαθηματικό υπόβαθρο της Electre I, της μεθόδου δηλαδή που

χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εργασία για την αξιολόγηση των πιθανών προμηθευτών φυσικού αερίου .

Κεφάλαιο 5: Ανάλυση απαιτήσεων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αναλυτικά όλοι οι πιθανοί προμηθευτές φυσικού αερίου παγκοσμίως. Για κάθε χώρα εξετάζεται αν θα μπορούσε δυνητικά να προμηθεύει με φυσικό αέριο την Ελλάδα στη συνέχεια εφόσον υπάρχουν οι δυνατότητες προμήθειας φυσικού αερίου στην Ελλάδα γίνεται για καθεμία μια παρουσίαση των πολιτικών και οικονομικών σχέσεων της με την Ελλάδα, ανάλυση των μελλοντικών πλάνων της χώρας στους τομείς του ΦΑ και ΥΦΑ και παρουσίαση των πιθανών διασυνδέσεων με τις οποίες είναι δυνατό να μεταφερθεί ΦΑ στην Ελλάδα (καθώς και την πιθανή μεταφορά **Liquefied Natural Gas LNG**) καθώς και η πολιτική και κοινωνική σταθερότητα κάθε χώρας ως βάση μελλοντικών συμφωνιών. Συγκεκριμένα, στο κομμάτι των εμπορικών και οικονομικών σχέσεων παρουσιάζονται πιθανές συμφωνίες που έχουν υπάρξει σε θέματα ενέργειας ενώ στο κομμάτι των μελλοντικών πλάνων της χώρας στους τομείς του ΦΑ και ΥΦΑ παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με τις ενεργειακές πηγές που διαθέτει η χώρα, τις πιθανές εξαγωγές ΦΑ και ΥΦΑ και τη διασύνδεσή της με υπάρχοντες και νέους αγωγούς . Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται επίσης τα πέντε κριτήρια αξιολόγησης των πιθανών προμηθευτών και η ταξινόμηση των χωρών σε επίπεδα – κλίμακες ανάλογα με τις πληροφορίες που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο αυτό.

Κεφάλαιο 6: Μοντελοποίηση και εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου της Electre I

Στο έκτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η μοντελοποίηση της βαθμολογίας της κάθε χώρας ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου της Electre I ενώ στο κεφάλαιο καθορίζονται αρκετοί παράμετροι της πολυκριτήριας μεθόδου (όπως οι πίνακες συμφωνίας και ασυμφωνίας, τα βάρη με το καταρτισμό ερωτηματολογίου κ.α) και παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα καθενός από τα διαδοχικά τρεξίματα του μαθηματικού μοντέλου.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα – Προοπτικές

Το τελευταίο κεφάλαιο αφιερώνεται στην παρουσίαση των σημαντικότερων σημείων – συμπερασμάτων που προέκυψαν από την παραπάνω μελέτη, καθώς και σε σχόλια και παρατηρήσεις για τις προοπτικές που ανοίγονται στο μέλλον.

Στο τέλος της διπλωματικής εργασίας, παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν ως πηγές στην έρευνα αυτή με τους δείκτες να παραπέμπουν στα αντίστοιχα τμήματα της εργασίας .

Κεφάλαιο 2 : Το Φυσικό Αέριο

2.1 Εισαγωγή

Το ΦΑ είναι ένα αέριο μίγμα υδρογονανθράκων. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται ως ένα από τα λιγότερα ρυπογόνα καύσιμα.

Βασικό συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο, συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου, καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, υδρογόνο, ήλιο και υδρόθειο.

Πίνακας 1 : Σύσταση ΦΑ

Συστατικά	% κατά όγκο σύσταση
Μεθάνιο (CH ₄)	70-90
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	5-15
Προπάνιο (C ₃ H ₈) και Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	< 5
CO ₂ , N ₂ , H ₂ S, κτλ.	μικρότερες ποσότητες

Το ΦΑ που είναι απαλλαγμένο από τους υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου, δηλαδή το καθαρό μεθάνιο, συχνά αποκαλείται και ξηρό ΦΑ. Αντίστοιχα, το ΦΑ που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και υγρό ΦΑ [1].

2.2 Πλεονεκτήματα ΦΑ

○ Προστασία του Περιβάλλοντος

Το ΦΑ είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

○ Εξοικονόμηση ενέργειας

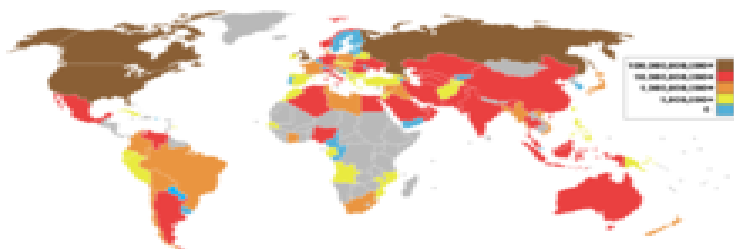
Με την υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας από ΦΑ, κυρίως στις οικιακές και εμπορικές χρήσεις, θα αποφευχθούν οι απώλειες μετατροπής του σε ηλεκτρική ενέργεια καθώς και στη μεταφορά της. Η χρησιμοποίηση ΦΑ σε μονάδες συνδυασμένου κύκλου θα έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού σε 52-55% έναντι 35-40% των συμβατικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών. Λόγω της "καθαρότητας" των προϊόντων καύσης του ΦΑ, αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε ορισμένες βιομηχανικές

εφαρμογές χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών που έχουν ως συνέπεια ενεργειακές απώλειες.

ο Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο

Η χρήση του ΦΑ θα έχει σημαντικές θετικές επιδράσεις στη δομή του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας, μια και θα μειωθεί η εξάρτησή από το πετρέλαιο.

Το ΦΑ είναι καύσιμο και πρώτη ύλη της χημικής βιομηχανίας. Εξάγεται από υπόγειες κοιλάτες στις οποίες βρίσκεται υπό υψηλή πίεση. Σε αυτές τις κοιλάτες το ΦΑ σχηματίστηκε με τρόπο παρόμοιο με τον τρόπο σχηματισμού του πετρελαίου. Μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας.



Εικόνα 2 : Αποτύπωση χωρών ανάλογα με την ποσότητα παραγωγής ΦΑ

Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ΦΑ (με καφέ χρώμα οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή, ακολουθούν αυτές που σημειώνονται με κόκκινο χρώμα)

Τα κοιτάσματα ΦΑ βρίσκονται συνήθως μακριά από τα κύρια κέντρα καταναλώσεως· συνεπώς πρέπει να μεταφερθεί, αν και οι βιομηχανίες χημικής επεξεργασίας είναι συχνά εγκατεστημένες στην περιοχή της παραγωγής. Η μεταφορά του ΦΑ εξαρτάται από την κατάσταση του. Σε αέρια κατάσταση μεταφέρεται με αγωγούς υπό υψηλή πίεση, ενώ σε υγρή κατάσταση μεταφέρεται με πλοία (LNG) [1,2].

ο Πλεονεκτήματα του ΦΑ στον τριτογενή τομέα [2]:

- Συνεχής παροχή και έλλειψη ενασχόλησης με παραγγελίες και παραλαβές καυσίμων.
- Δυνατότητα εκμετάλλευσης σημερινών αποθηκευτικών χώρων (δεξαμενών).
- Αισθητική αρτιότητα, αυξημένη καθαριότητα χώρων και συσκευών.
- Μειωμένη συντήρηση, ορθολογική χρήση ενέργειας, μείωση λειτουργικών δαπανών, οικονομία.
- Επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού, υψηλότερη απόδοση.

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

2.3 Τομείς χρησιμοποίησης ΦΑ

ο Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο το ΦΑ εξελίσσεται με ταχύτερους ρυθμούς σε όλη την Ευρώπη.

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

ο Βιομηχανία

- Το ΦΑ είναι ένα εύχρηστο, αποδοτικό, καθαρό και οικονομικό καύσιμο. Αν σε όλα αυτά ληφθεί υπόψη η διαθεσιμότητα του και η αξιοπιστία στην παροχή του τότε αποτελεί ένα βασικό χαρακτηριστικό της βιομηχανίας. Τα βασικά χαρακτηριστικά του ΦΑ στον βιομηχανικό τομέα: Συνεχής παροχή καυσίμου που εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια για διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων.
- Μειωμένες εκπομπές ρύπων, που συμβάλλουν αποφασιστικά στο καθαρότερο περιβάλλον και στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης.
- Αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία.
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.
- Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου.
- Αποκέντρωση θερμικών χρήσεων.

ο Οικιακό τομέα

Το ΦΑ στο σπίτι παρέχει ευκολία, αυτονομία, ασφάλεια και οικονομία.

Με τη μόνιμη και σταθερή παροχή ΦΑ, κάθε κατοικία μπορεί να εξασφαλίσει:

- θέρμανση, χωρίς εξαρτήσεις και με σταθερή παροχή
- μαγείρεμα και ζεστό νερό χωρίς χρόνους αναμονής και με άμεση ρύθμιση της θερμοκρασίας.
- Βασικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα:
- Αυτονομία, αμεσότητα και ταχύτητα
- Σταθερή και μόνιμη παροχή, χωρίς εξαρτήσεις
- Ασφάλεια στη χρήση, χωρίς οσμές, θορύβους και ρύπους
- Εύκολη και απλή εγκατάσταση εξοπλισμού με καθαριότητα και οικονομία χώρων
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των συσκευών και του εξοπλισμού, με υψηλότερη απόδοση και μικρότερο κόστος συντήρησης, χωρίς πρόσθετες δαπάνες για την ομαλή λειτουργία του (δεξαμενές, αντλίες, προθερμαντήρες, κ.λπ.)

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

ο *Εμπορικό τομέα*

Το ΦΑ θα μπορούσε να αποτελέσει λύση για μια σειρά επαγγελματιών στις καθημερινές ανάγκες των επιχειρήσεών τους.

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

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

Το ΦΑ στον εμπορικό τομέα:

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

ο *Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας*

Τα συστήματα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας (ΣΗΘ) μπορούν να βρουν εφαρμογή στις εξής κύριες κατηγορίες:

- Βιομηχανικός τομέας

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

- Εμπορικός, κτιριακός τομέας

Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι κυρίως μηχανές εσωτερικής καύσης, ενώ το θερμικό προϊόν είναι ζεστό νερό ή ατμός χαμηλής πίεσης. Επίσης, γίνεται χρήση

συστημάτων απορρόφησης για τη μετατροπή των θερμικών φορτίων σε ψυκτικά (κλιματισμός).

- Θερμοκήπια (χρήση ΣΗΘ)

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στα Θερμοκήπια διατίθεται στο Εθνικό Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας, ενώ με τα θερμικά φορτία γίνεται θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου και εμπλουτισμός του με διοξείδιο του άνθρακα για την ταχύτερη ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών.

Τα συστήματα ΣΗΘ παράγουν ταυτόχρονα αξιοποιήσιμη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια μέσω ενός ενιαίου συστήματος.

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

Έχει αποδειχθεί ότι με την αξιοποίηση των συστημάτων ΣΗΘ, επιτυγχάνεται συνολική απόδοση καυσίμου έως και 90% (έναντι 30-45% που είναι ο βαθμός απόδοσης των ηλεκτρικών συμβατικών συστημάτων), εξοικονομώντας ενέργεια κατά 15-40%, σε σχέση με την παραγόμενη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια από ανεξάρτητα συστήματα. Η εξοικονόμηση αυτή προκύπτει από την ανάκτηση και αξιοποίηση της θερμότητας, που διαφορετικά θα απορριπτόταν στο περιβάλλον.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση των τεχνολογιών ΣΗΘ είναι συνοπτικά τα εξής:

- Εξοικονόμηση καυσίμου
- Ενεργειακή αυτονομία
- Υψηλότερος βαθμός απόδοσης σε σχέση με συμβατικές τεχνολογίες χωριστής ηλεκτροπαραγωγής και παραγωγής θερμότητας
- Ευελιξία, ελαχιστοποίηση απωλειών, προσαρμοστικότητα σε τοπικές ενεργειακές ανάγκες, συμβολή στο ενεργειακό δυναμικό και στην ασφάλεια εφοδιασμού
- Μείωση εκπεμπόμενων ρύπων προς το περιβάλλον
- Τα Συστήματα Συμπαραγωγής διακρίνονται σε:
 - Συστήματα με αεριοστρόβιλο
 - Συστήματα με αμοστρόβιλο
 - Συστήματα με Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
 - Συστήματα με κυψέλες καυσίμου
- Εφαρμογές ΣΗΘ

- Θερμοκήπια

Με την ανάπτυξη νέων, εναλλακτικών μορφών χρήσης ΦΑ, όπως στη γεωργία, η ΔΕΠΑ (Δημόσια Επιχείρηση Φυσικού Αερίου) δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την ευρύτερη αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων του.

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

Ήδη στη χώρα μας λειτουργούν με ΦΑ δύο θερμοκηπιακές μονάδες εκατό στρεμμάτων έκαστη.

- ο *Κλιματισμός*

Το ΦΑ χρησιμοποιείται και για τον κλιματισμό - ψύξη χώρων.

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

Το ΦΑ σήμερα χρησιμοποιείται ήδη για κλιματισμό στον μεγάλο εμπορικό τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία) [3].

- ο *Επιχειρήσεις του τριτογενούς τομέα*

Ξενοδοχεία και νοσοκομεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, αθλητικά και πολιτιστικά κέντρα, μεγάλα κτίρια γραφείων, χώροι αναψυχής, εμπορικά κέντρα και καταστήματα, μπορούν τώρα να χρησιμοποιήσουν το ΦΑ για θέρμανση των χώρων, παραγωγή ζεστού νερού, μαγείρεμα καθώς και άλλες εξειδικευμένες εργασίες, εκμεταλλευόμενα τα πλεονεκτήματά του και επιτυγχάνοντας μεγάλες οικονομίες κλίμακας και απόλυτη λειτουργικότητα [2].

2.4 Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο

Το ΥΦΑ είναι ΦΑ που έχει μετατραπεί προσωρινά σε υγρή μορφή για τη διευκόλυνση της αποθήκευσης ή της μεταφοράς του. Είναι άοσμο, άχρωμο, μη τοξικό και μη διαβρωτικό. Το ΦΑ υγροποιείται με πίεση κοντά στην ατμοσφαιρική πίεση και ψύξη του στους $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ περίπου. Κατά την διαδικασία υγροποίησης

απαιτείται προ-επεξεργασία για την αφαίρεση των προσμείξεων όπως νερό, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο και άλλες ενώσεις του θείου. Απομακρύνοντας αυτές τις προσμίξεις, δεν μπορεί να δημιουργηθούν στερεές ουσίες με την ψύξη του φυσικού αερίου. Σαν αποτέλεσμα, το ΥΦΑ περιέχει κυρίως μεθάνιο.

Επειδή το ΥΦΑ είναι ένα εξαιρετικά ψυχρό υγρό που σχηματίζεται με ψυχτικά μέσα, δεν αποθηκεύεται υπό πίεση. Είναι λανθασμένη η πεποίθηση ότι το ΥΦΑ είναι ένα συμπιεσμένο αέριο.

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

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

2.4.1 Ανταγωνιστικότητα ΥΦΑ

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

Αποθέματα τέτοιων υδρογονανθράκων είναι διεσπαρμένα στη Βόρεια Αφρική, τη Δυτική Αφρική, Νότια Αμερική, την Καραϊβική, τη Μέση Ανατολή, την Ινδονησία, τη Μαλαισία, την Αυστραλία και τη βορειοδυτική Αλάσκα. Ορισμένες ποσότητες από το ΦΑ που παράγεται υγροποιείται για τη θαλάσσια μεταφορά σε περιοχές όπου η χρήση φυσικού αερίου υπερβαίνει την τοπική προσφορά. Τέτοιες αγορές συμπεριλαμβάνουν την Ιαπωνία, την Ταϊβάν, την Κορέα, την Δυτική Ευρώπη και τις ΗΠΑ και το εμπόριο ΥΦΑ προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία από τους αγωγούς, γιατί επιτρέπει την μεταφορά φυσικού αερίου όπου υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη και οι εμπορικοί όροι είναι πιο ανταγωνιστικοί. Όσο η απόσταση στην οποία το φυσικό αέριο πρέπει να μεταφερθεί αυξάνεται, τόσο η χρήση του ΥΦΑ έχει οικονομικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χρήση αγωγών. Σε γενικές γραμμές, η υγροποίηση φυσικού αερίου και η θαλάσσια μεταφορά του γίνεται φθηνότερη από τη μεταφορά

φυσικού αερίου σε υπεράκτιους αγωγούς για αποστάσεις άνω των 700 μιλίων ή για επίγειους αγωγούς στην ξηρά για αποστάσεις μεγαλύτερες από 2.200 μίλια.

2.4.2 Χώρες προέλευσης ΥΦΑ

Η πλειοψηφία της παγκόσμιας προμήθειας υγροποιημένου φυσικού αερίου προέρχεται από χώρες με μεγάλα αποθέματα φυσικού αερίου. Οι χώρες αυτές περιλαμβάνουν την Αλγερία, την Αυστραλία, το Μπρουνέι, την Ινδονησία, την Λιβύη, τη Μαλαισία, τη Νιγηρία, το Ομάν, το Κατάρ, και το Τρινιντάντ & Τομπάγκο.



Εικόνα 3 : Πλοίο μεταφοράς ΥΦΑ

Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς ΥΦΑ έχουν μήκος μέχρι 300 μέτρα μήκος, 46 μέτρα πλάτος και απαιτούν ένα ελάχιστο βάθος υδάτων 12 μέτρα όταν είναι πλήρως φορτωμένα. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν 155 δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν περισσότερο από 120 εκατ. τόνους ΥΦΑ ανά έτος.

Σημείωση: ο ημερήσιος ναύλος ενδέχεται να φτάσει τα 155.000\$ δολάρια για την ενοικίαση τους , με αποτέλεσμα τη στιγμή που ο κλάδος της ναυτιλίας πλήττεται οι Έλληνες εφοπλιστές να έχουν μεγάλα κέρδη αφού έχουν επενδύσει μαζικά στον παραπάνω τύπο καραβιών.

2.4.3 Εγκαταστάσεις ΥΦΑ

Οι εγκαταστάσεις ή ο κύκλος του ΥΦΑ αποτελείται από τέσσερα αλληλεξαρτώμενα στάδια:

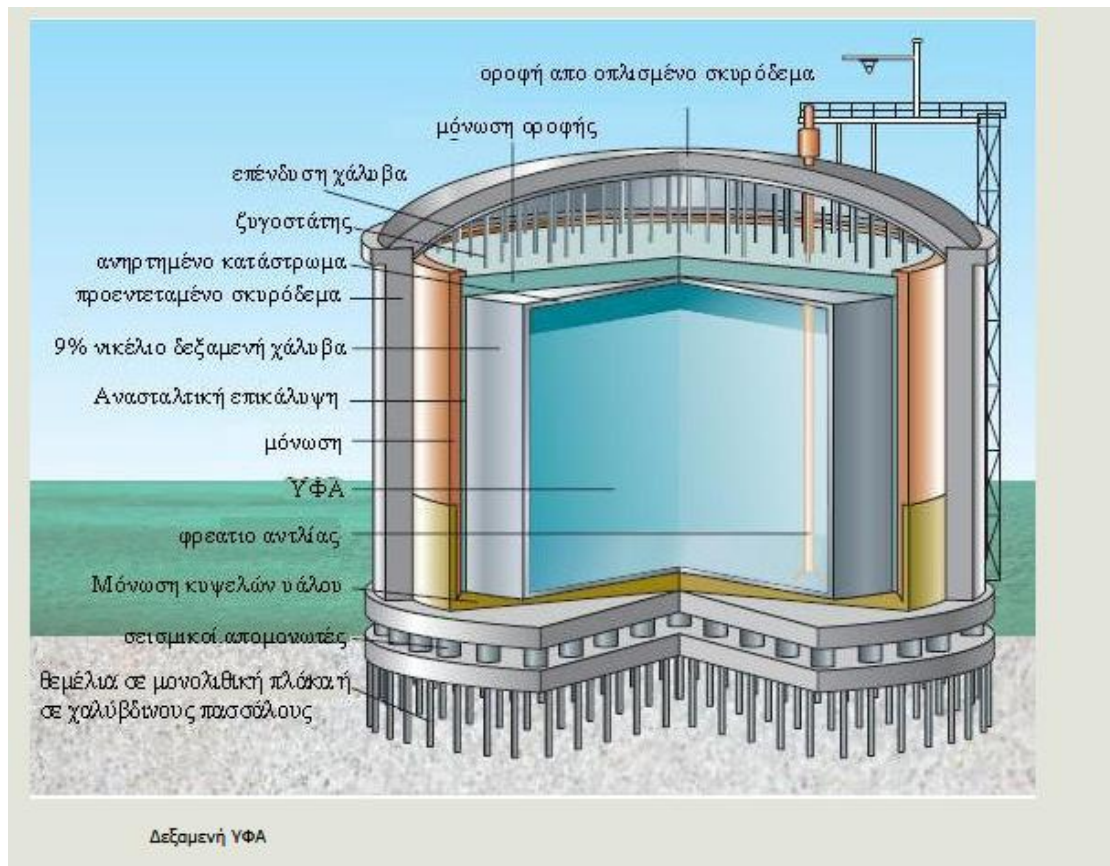
- 1) την εξόρυξη και παραγωγή (ή Ε & Π)
- 2) την υγροποίηση
- 3) την μεταφορά από το σημείο της υγροποίησης για τον τελικό προορισμό και
- 4) την παραλαβή, αποθήκευση και αεριοποίηση στον τελικό προορισμό.

Το ΥΦΑ μεταφέρεται με πλοία διπλού κύτους που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να χειρίζονται την χαμηλή θερμοκρασία του ΥΦΑ. Τα εν λόγω δεξαμενόπλοια είναι μονωμένα για να περιορίζουν την απώλεια υγροποιημένου αερίου λόγω εξάτμισης

του. Αυτές οι απώλειες εξάτμισης χρησιμοποιούνται για τη συμπλήρωση των καυσίμων των πλοίων. Σύμφωνα με το World Gas Intelligence (2008), σε ένα τυπικό ταξίδι, εκτιμάται ότι περίπου το 0,1% - 0,25% του φορτίου ΥΦΑ εξατμίζεται κάθε μέρα, ανάλογα με την αποτελεσματικότητα της μόνωσης και την τραχύτητα του ταξιδιού. Σε ένα τυπικό ταξίδι, 20 ημερών μπορεί να εξατμιστεί από το 2% - 6% του συνολικού όγκου του ΥΦΑ.

2.4.4 Τρόποι αποθήκευσης ΥΦΑ

Όταν ΥΦΑ φτάσει στους τερματικούς σταθμούς, μεταφέρετε σε ειδικές μονωμένες δεξαμενές αποθήκευσης. Οι δεξαμενές αυτές μπορεί να είναι πάνω ή κάτω από το έδαφος και διατηρούν το υγρό σε χαμηλή θερμοκρασία για να ελαχιστοποιηθεί το ύψος της εξάτμισης. Αν δεν απελευθερωθούν ατμοί ΥΦΑ, η πίεση και η θερμοκρασία στο εσωτερικό της δεξαμενής αυξάνεται. Το ΥΦΑ χαρακτηρίζεται ως κρυογενικό και διατηρείται στην υγρή του κατάσταση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Η θερμοκρασία στο εσωτερικό της δεξαμενής θα παραμείνει σταθερή, αν η πίεση παραμένει σταθερή, επιτρέποντας στο εξατμισμένο φυσικό αέριο να απελευθερώνεται από τη δεξαμενή. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως αυτόκατάψυξη. Οι απώλειες εξάτμισης συλλέγονται και χρησιμοποιούνται ως πηγή καυσίμων στην εγκατάσταση ή για το δεξαμενόπλοιο μεταφοράς. Το ΥΦΑ θερμαίνεται στο σημείο που μπορεί να μετατρέψει στην αέρια κατάσταση για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μια διαδικασία απενεργοποίησης με εναλλάκτες θερμότητας. Σε όλο τον κόσμο υπάρχουν 60 τερματικοί σταθμοί υποδοχής ΥΦΑ (βρίσκονται στην Ιαπωνία, τη Νότια Κορέα, τις ΗΠΑ και ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες). Με πολλές χώρες να ετοιμάζονται να αποκτήσουν πρωταγωνιστικό ρόλο επενδύοντας μεγάλα ποσά [4].



Εικόνα 4 : Δεξαμενή αποθήκευσης ΥΦΑ (πηγή : kireas.org)



Εγκαταστάσεις ΥΦΑ νήσου Ρεβυθούσας.

Εικόνα 5 : Εγκαταστάσεις ΥΦΑ νήσου Ρεβυθούσας (πηγή : kireas.org)

2.5 Ιστορική Ανάδρομη ΦΑ στην ελληνική επικράτεια

Το 1857, το φωταέριο αρχίζει να παράγεται με πρώτη ύλη το κάρβουνο, σε εργοστάσιο στο Γκάζι. Η λειτουργία του εργοστασίου σταματά το 1985 και ξεκινά η παραγωγή αερίου από νάφθα, στα Δημόσια Δωλιστήρια Ασπροπύργου. Η

τεχνολογική εξέλιξη και οι σύγχρονες απαιτήσεις οδηγούν στη χρήση πιο αποδοτικών και φιλικών προς το περιβάλλον μορφών ενέργειας. Το 1996 ιδρύθηκε το ΑΘΗΝΑΙΚΟ ΑΕΡΙΟ σαν «Περιφερειακή Ανώνυμη Εταιρεία Φυσικού Αερίου». Έτσι, το 1998, η Αθήνα καλωσορίζει το φυσικό αέριο, που «ταξιδεύει» από τη Ρωσία, μέσω αγωγών, και λίγο αργότερα από την Αλγερία, με ειδικά δεξαμενόπλοια και μεταφέρεται από τα δίκτυα της ΔΕΠΑ. Σήμερα, μέσω ενός σύγχρονου δικτύου αγωγών που επεκτείνεται διαρκώς, διανέμει το φυσικό αέριο καθημερινά με ασφάλεια, σε χιλιάδες νοικοκυριά κι επιχειρήσεις, σε όλη την Αττική.



**Εικόνα 6 : Εικόνες από τις παλαιές εγκαταστάσεις γκαζιού στην Αττική
(πηγή :www.athinaikoaerio.gr)**

Από το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) η κατανάλωση φυσικού αερίου θα υπερβεί την κατανάλωση άνθρακα μετά το 2010 και περί το 2030 θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών [5].

Κεφάλαιο 3 : Η Ελλάδα - Μέλος της Διεθνούς Αγοράς ΦΑ

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο διενεργήθηκε μια επισκόπηση της επικαιρότητας και της διαχρονικής εξέλιξης των συνθηκών στη διεθνή αγορά ΦΑ, με στόχο την αποτύπωση των εξελίξεων στον τομέα της αγοράς ΦΑ καθώς και των προοπτικών της Ελλάδας στο πλαίσιο της διεθνούς και ανταγωνιστικής αυτής αγοράς. Μέσα από την διεθνή ειδησεογραφία καθώς και τις εκθέσεις αναλυτών συγκεντρώθηκαν απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν τις μελλοντικές εξελίξεις και τον ρόλο της Ελλάδας στο πλαίσιο αυτών. Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της Ελλάδας αποτελεί τον σημαντικότερο στόχο και η επίτευξή του επηρεάζεται άμεσα από τις διεθνείς εξελίξεις.

3.2 Απελευθέρωση Αγοράς ΦΑ

Βασική προϋπόθεση της εύρεσης του ανταγωνιστικότερου προμηθευτή ΦΑ για την Ελλάδα είναι η απελευθέρωση της αγοράς.

Η αγορά φυσικού αερίου στην Ελλάδα διέπεται από το νόμο 3428/2005 «Απελευθέρωση Αγοράς Φυσικού Αερίου» (ΦΕΚ Α' 313/27.12.2005¹), με τον οποίο μεταφέρθηκε στο εθνικό δίκαιο η Οδηγία 2003/55/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 2003 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου [6].

Τα βασικά σημεία του νέου θεσμικού πλαισίου για την αγορά του φυσικού αερίου είναι [7]:

- Το σταδιακό άνοιγμα της σχετικής αγοράς με τον ορισμό νέων επιλεγμένων καταναλωτών.
- Η δραστηριοποίηση στην ελληνική επικράτεια, μετά τη λήψη σχετικής άδειας, άλλων προμηθευτών, πέραν της ΔΕΠΑ και η θέσπιση του Κώδικα Προμήθειας που θα ρυθμίζει τον τρόπο άσκησης της δραστηριότητας προμήθειας φυσικού αερίου σε επιλεγμένους πελάτες, καθώς και η επιβολή ειδικών υποχρεώσεων σε προμηθευτές που κατέχουν δεσπόζουσα θέση στην αγορά.

¹ http://www.rae.gr/old/codes/gas/V2/law_RFC.pdf το πλήρες σχέδιο νόμου απελευθέρωσης αγοράς φυσικού αερίου

- Η ίδρυση ανώνυμης εταιρείας με την επωνυμία «Διαχειριστής του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου» (ΔΕΣΦΑ), 100% θυγατρικής της ΔΕΠΑ, στην οποία μεταβιβάζεται, χωρίς δικαίωμα περαιτέρω μεταβίβασης, η κυριότητα του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου (ΕΣΦΑ) και στην οποία παραχωρούνται όλα τα δικαιώματα εκμετάλλευσης, ανάπτυξης, συντήρησης και λειτουργίας του.
- Η χορήγηση αδειών για την κατασκευή, κυριότητα, λειτουργία και εκμετάλλευση Ανεξαρτήτων Συστημάτων Φυσικού Αερίου, βάσει αντικειμενικών και διάφανων κριτηρίων, καθώς και η χορήγηση αδειών για τη διαχείριση και εκμετάλλευση των ΑΣΦΑ (Ανεξάρτητο Σύστημα Φυσικού Αερίου).
- Η πρόσβαση των χρηστών στο ΕΣΦΑ, χωρίς διακρίσεις κατά τρόπο διαφανή, ώστε να προάγεται ο υγιής ανταγωνισμός στην αγορά του ΦΑ.
- Ο λογιστικός διαχωρισμός για τις δραστηριότητες προμήθειας σε επιλεγμένους και μη επιλεγμένους πελάτες, όπως επίσης και η υποχρέωση τήρησης χωριστών λογαριασμών από επιχειρήσεις που ασκούν περισσότερες από μία δραστηριότητες φυσικού αερίου.

Στο παρακάτω απόσπασμα παρουσιάζεται μια άποψη σχετικά με την επικείμενη απελευθέρωση της αγοράς του ΦΑ στην Ελλάδα και το πλαίσιο εντός του οποίου αυτή πρέπει να γίνει.

«Η διαδικασία απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας είναι αγώνας δύο ταχυτήτων, καθώς η απελευθέρωση στην αγορά φυσικού αερίου τρέχει με πολύ γρηγορότερους ρυθμούς και χωρίς τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό οφείλεται ίσως στη μεγαλύτερη ευελιξία των νέων παικτών στην αγορά του ΦΑ, που δεν είναι ακόμα ανεπτυγμένη σε μεγάλο βαθμό στην ελληνική επικράτεια, αλλά και στη διαρκώς αυξανόμενη σημασία του ΦΑ ως ενεργειακής πηγής για τη χώρα μας.» [8]

Τα θέματα της μεταφοράς ΥΦΑ και της αποθήκευσή αυτού είναι τα πιο σημαντικά που θα προκύψουν, στο νέο πλαίσιο της απελευθέρωσης. Κυρίως η ανάγκη της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και η σημασία των χώρων αποθήκευσης φυσικού αερίου για ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση θα καταστήσουν τον ρόλο των ιδιοκτητών - διαχειριστών χώρων αποθήκευσης ουσιώδη και καθοριστικό. Η δημιουργία και διαχείριση χώρων αποθήκευσης φυσικού αερίου δεν είναι νέα εφεύρεση. Ήδη στη Γερμανία λειτουργούν περισσότεροι από 45 τέτοιοι χώροι, στη Γαλλία 15 και στην Ιταλία 10. Στην Ελλάδα, που αποτελεί χώρα διαμετακόμισης φυσικού αερίου προς τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες, καθίσταται επιτακτική η εκμετάλλευση χώρων αποθήκευσης, όπως η αποθήκη ΦΑ στη νότια Καβάλα.

Οι ρυθμίσεις για την αγορά της αποθήκευσης ΦΑ οφείλουν να έχουν ως στόχο τη χωρίς διακρίσεις πρόσβαση σε χώρους αποθήκευσης των εισαγωγών/προμηθευτών φυσικού αερίου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία και την ενίσχυση του ανταγωνισμού στην αγορά εισαγωγής.

«...ο νομοθέτης οφείλει να διασφαλίσει ότι η διαχείριση του χώρου αποθήκευσης ανατίθεται σε νομικά και οργανωτικά χωριστή οντότητα με ουσιαστικά δικαιώματα λήψης αποφάσεων σε σχέση με τα πάγια στοιχεία που είναι αναγκαία για τη συντήρηση, την εκμετάλλευση και την ανάπτυξη της εγκατάστασης αυτής. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις αρχές της ίσης μεταχείρισης και της διαφάνειας σχετικά με τη δυναμικότητα αποθήκευσης που προσφέρεται σε τρίτους. Τα Κράτη-Μέλη μπορούν είτε να ρυθμίσουν λεπτομερώς την πρόσβαση στις εγκαταστάσεις αυτές (όπως στα συστήματα μεταφοράς και στα δίκτυα διανομής) ή να επιλέξουν το σύστημα της πρόσβασης επί τη βάση σύμβασης κατόπιν διαπραγματεύσεων μεταξύ των μερών. Νομικά δυνατή είναι η ένταξη των εν λόγω χώρων στο ήδη υπάρχον Εθνικό Σύστημα Φυσικού Αερίου (ΕΣΦΑ), το οποίο διαχειρίζεται ο ΔΕΣΦΑ (Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου) , ή να αποτελέσει ξεχωριστό, Ανεξάρτητο Σύστημα Φυσικού Αερίου (ΑΣΦΑ), του οποίου διαχειριστής θα είναι μια άλλη νομική οντότητα. Και στις δύο περιπτώσεις ωστόσο θα πρέπει να διασφαλίζεται η τήρηση των αρχών της διαφάνειας και της αντικειμενικής αντιμετώπισης των τρίτων ενδιαφερομένων για σύναψη συμβάσεων αποθήκευσης.

Οι εξελίξεις και το ενδιαφέρον των ιδιωτών, για τον όμιλο της ΔΕΣΦΑ αλλά και τον όμιλο της ΔΕΠΑ προσφέρουν, παρά την ανάγκη για προσεκτική εφαρμογή του εθνικού δικαίου, τη δυνατότητα για αξιόλογες επενδύσεις και θα συμβάλουν ουσιαστικά στη μελλοντική διαμόρφωση του εθνικού ενεργειακού μείγματος και στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας και της ευρύτερης περιοχής. [8]»

3.2.1 Η ιδιωτικοποίηση του ομίλου ΔΕΠΑ – ΔΕΣΦΑ

Στο πλαίσιο της απελευθέρωσης της αγοράς ΦΑ έντονες είναι οι συζητήσεις και οι διεργασίες για την ιδιωτικοποίηση του ελληνικού Ομίλου ΔΕΠΑ-ΔΕΣΦΑ τα τελευταία χρόνια. Η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας, έχει στόχο να αναπτύξει ένα περιεκτικό ρυθμιστικό πλαίσιο αγοράς για τον τομέα της ενέργειας. Σε συνδυασμό με το νομοθετικό πλαίσιο επενδύσεων της Ελλάδας, δημιουργούνται εξαιρετικές ευκαιρίες για επενδύσεις σε διάφορους τομείς.

Ο διαγωνισμός για την ιδιωτικοποίηση για τον όμιλο της ΔΕΠΑ-ΔΕΣΦΑ και έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον αρκετών επενδυτών λόγω και της στρατηγικής θέσης της χώρας .

Συνολικά 17 εταιρίες εκδήλωσαν ενδιαφέρον για τη εξαγορά του ομίλου.

Οι 17 εταιρίες είναι:

Πίνακας 2 : Διαγωνιζόμενες εταιρίες για την απόκτηση του ομίλου ΔΕΠΑ-ΔΕΣΦΑ

ΕΤΑΙΡΙΑ	ΧΩΡΑ
Socar	Αζερμπαϊσάν

Mitsui	Ιαπωνία
Enagas	Ισπανία
Eni	Ιταλία
Sonatrach	Αλγερία
OJSC Negusneft	Ρωσία
Vopak	Ολλανδία
Israel Corporation	Ισραήλ
M+M Gas , όμιλοι Μυτηληναίου, Motor Oil	Ελλάδα
Gazprom	Ρωσία
PPF Capital Partners Fund	Τσεχία
ΓΕΚ –ΤΕΡΝΑ	Ελλάδα
Gas Natural	Ισπανία
Edison	Ιταλία
Energy	Ρωσία
Brookfield	Αυστραλία
Doherver	Ρωσία – Κύπρος

Στην πρώτη φάση υπήρχαν οι παραπάνω 17 εταιρίες αλλά στη δεύτερη φάση της διαλογής επιλέχθηκαν μόνο οι 14 πρώτες αφού οι 3 τελευταίες (Energy, Brookfield, Doherver) αποκλείστηκαν.²

Μεταξύ των εταιριών που παρέμειναν στη δεύτερη φάση υπάρχουν εταιρίες με μεγάλες επενδύσεις στην αγορά φυσικού αερίου όπως οι δύο ιταλικές Eni και Edison, η ρωσική Gazprom , οι δύο ισπανικές Gas Natural και Enagas, η ολλανδική Vopak (από τις μεγαλύτερες εταιρίες που διαχειρίζονται ενεργειακές υποδομές και αποθήκες καυσίμων), η ισραηλινή Israel Corporation (holding company με συμμετοχή σε πολλές ενεργειακές εταιρίες της χώρας) και η ιαπωνική Mitsui (με διεθνή παρουσία

² Το Ταμείο Αξιοποίησης είναι υπεύθυνο της διαδικασίας.

στην εμπορία φυσικού αερίου). Σύμφωνα με κάποιες εκτιμήσεις η πώληση του ομίλου αποτιμάται στα 2 δις. ευρώ.

Από ελληνικής πλευράς στη β' φάση επιλέχθηκαν η κοινοπραξία των ομίλων Μυτιληναίου-Motor Oil (M&M Gas) καθώς και ο όμιλος της ΓΕΚ-ΤΕΡΝΑ.

Σε αυτήν τη φάση αναμένεται να διαμορφωθούν οι συμμαχίες και τα κοινοπρακτικά σχήματα που θα καταθέσουν από κοινού προσφορές. Συμμαχίες μπορούν να διαμορφωθούν μεταξύ εταιριών που παράγουν φυσικό αέριο και ευρωπαϊών πελατών τους. Τέτοια για παράδειγμα μπορεί να είναι η περίπτωση της ισπανικής Gas Natural και της αλγερινής Sonatrach , οι οποίες ήδη έχουν ανεπτυγμένες σχέσεις .

Οι εταιρίες που συνεχίζουν στο διαγωνισμό για την απόκτηση της ΔΕΠΑ χωρίζονται σε 3 κατηγορίες [9]:

1. Εκείνες που ενδιαφέρονται μόνο για τη ΔΕΠΑ.

Πίνακας 3: Διαγωνιζόμενες εταιρίες για την αγορά μόνο της ΔΕΠΑ

ΕΤΑΙΡΙΑ	ΧΩΡΑ
Eni	Ιταλία
M&M Gas	Ελλάδα
Gazprom	Ρωσία

2. Εκείνες που ενδιαφέρονται μόνο για τη ΔΕΣΦΑ.

Πίνακας 4 : Διαγωνιζόμενες εταιρίες για την αγορά μόνο της ΔΕΣΦΑ

ΕΤΑΙΡΙΑ	ΧΩΡΑ
Enagas	Ισπανία (ο ισπανικός διαχειριστής του συστήματος ΦΑ)
Vopak	Ολλανδία

3. Εκείνες που επιδιώκουν την απόκτηση όλου του ομίλου.

Πίνακας 5 : Διαγωνιζόμενες εταιρίες για την αγορά και των δύο ομίλων (ΔΕΣΠΑ&ΔΕΣΦΑ)

ΕΤΑΙΡΙΑ	ΧΩΡΑ
Gas Natural	Ισπανία
Edison	Ιταλία

ΓΕΚ-ΤΕΡΝΑ	Ελλάδα
OSJC (ανήκει στον βιομηχανικό όμιλο Sintez)	Ρωσία

3.3 Διεθνείς εξελίξεις

Στην προσπάθεια της Ευρώπης να απεξαρτηθεί από την «κηδεμονία» της Ρωσίας όσον αφορά την προμήθεια ΦΑ στις χώρες της δυτικής κυρίως Ευρώπης πολλοί αγωγοί που ξεκινούν και εκμεταλλεύονται τα κοιτάσματα από τις χωρές της Κασπίας βρίσκονται υπό εξέταση με σκοπό την πραγματοποίησή τους .

Έντονες είναι οι διεργασίες στις οποίες βρίσκεται η Ευρωπαϊκή Ένωση όσον αφορά τις κοινοπραξίες των τριών αγωγών (ITGI, TAP και Nabucco) που συνθέτουν τον «Νότιο Διάδρομο Φυσικού Αερίου».



Εικόνα 7: Χάρτης των υπό κατασκευή αγωγών με αναλυτικά στοιχεία καθενός (πηγή: <http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=310433>)

Πίνακας 6 : Οι αγωγοί φυσικού αερίου της Ευρώπης και τα χαρακτηριστικά τους

ΑΓΩΓΟΣ	ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ	ΧΩΡΕΣ ΔΙΑΜΕΤΑΚΟΜΙΣΗΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΕΤΟΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ
Nabucco	OMV (Αυστρία),MOL (Ουγγαρία),RWE(Γερμανία),Bulgargaz(Βουλγαρία), Transgaz(Ρουμανία), Botka(Τουρκία)	Τουρκία, Βουλγαρία, Ρουμανία, Ουγγαρία	35 δις. κ.μ. ετησίως μετά την ολοκλήρωση	Εκτιμάται στα 14 δις.ευρώ	2017	Αζερμπαϊτζάν, Τουρκμενιστάν, Ιράν (εφόσον το επιτρέψουν οι πολιτικές συνθήκες)
South stream	Gazprom, ENI(Ιταλία),EDF(Γαλλία), Wintershal (Γερμανία)	Βουλγαρία, Ελλάδα, Ιταλία, Σερβία, Ρουμανία, Ουγγαρία, Κροατία, Σλοβενία	63 δις. κ.μ. ετησίως	Εκτιμάται από 15 έως 24 δις.ευρώ	2015	Ρωσία
ITGI (Interconnector Turkey-Greece-	Edison (Ιταλία), ΔΕΠΑ	Τουρκία ,Ελλάδα, Βουλγαρία	8-13 δις. κ.μ. ετησίως	Εκτιμάται στα 3 δις.δολάρια	2015	Αζερμπαϊτζάν,

Italy)						
TAP (Trans Adriatic Pipeline)	EGL.Statoil E. ON. Ruhrgas (Γερμανία)	Ελλάδα, Αλβανία, Ιταλία	10-20 δις. κ.μ. ετησίως	Εκτιμάται στα 1,5 δις.ευρώ	2015	Αζερμπαϊτζάν

Με το Αζερμπαϊτζάν να αναμένεται να αποτελέσει την πηγή τροφοδοσίας αυτών , ο Nabucco εμφανίζεται ως η καταλληλότερη λύση για τη διασφάλιση της ενεργειακής επάρκειας των μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Με την προώθηση του Nabucco «αποδυναμώνονται» οι άλλοι δύο αγωγοί, ο ελληνο-ιταλικός αγωγός ITGI και ο TAP, εμφανίζοντάς τους ως μη υλοποιήσιμους και δίχως γεωστρατηγικό στόχο, ενώ «καταδικάζεται» ως η πλέον καταστροφική επιλογή για το μέλλον ο υποστηριζόμενος από τη Ρωσία αγωγός South Stream λόγω του ότι είναι ένα έργο που δεν διασφαλίζει διαφοροποίηση στις πηγές ενέργειας αλλά μόνον στην διαδρομή προς την Ευρώπη και επιπλέον παρουσιάζει ελάχιστη ενημέρωση για την εξέλιξη του [10].

Η έντονη διαμάχη Ευρώπης – Ρωσίας για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού γίνεται αντιληπτή και από τα παρακάτω αποσπάσματα με την Ευρώπη να είναι διατεθειμένη να θέσει σε κίνδυνο τα μακροχρόνια συμβόλαια που έχει ήδη συνάψει με τη Gazprom σε περίπτωση εμπλοκής και εκφοβισμού της Ρωσίας στις χώρες-πηγές των πιθανών αγωγών.

Χαρακτηριστικά ο Ευρωπαίος επίτροπος για την Ενέργεια, Γκίντερ Ετινγκερ, ο οποίος έχει αναλάβει τις διαπραγματεύσεις με τρίτες χώρες για τη σύναψη συμφωνιών για την προμήθεια φυσικού αερίου και πετρελαίου, προβάλλοντας το επιχείρημα ότι τουλάχιστον 500 εκατ. καταναλωτές και 20 εκατ. εταιρείες υπέστησαν ζημιές το 2007 κατά τη ρωσο-ουκρανική ενεργειακή κρίση, ξεκαθάρισε στη ρωσική πλευρά σαφώς πως η Ε.Ε. δεν θα ανεχθεί η Μόσχα να «πλήξει» τον Nabucco [11].

Από την άλλη πλευρά η προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης να χρηματοδοτήσει νέους αγωγούς για προμήθεια φυσικού αερίου από καινούργιες χώρες εντείνεται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Χαρακτηριστικά αναφέρεται:

«...Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) στοχεύει τα επόμενα χρόνια να προμηθεύεται φυσικό αέριο από περισσότερες χώρες μέσω καινούργιων αγωγών. Η πολιτική αυτή είναι γνωστή ως πολιτική διαφοροποίησης πηγών και οδών διέλευσης. Σήμερα η ΕΕ εισάγει το 60% των ποσοτήτων που καταναλώνει ετησίως σε ΦΑ. Η ετήσια κατανάλωση σε αέριο στην ΕΕ ήταν το 2009 484 δις. κυβικά μέτρα και το 2030 προβλέπεται να φτάσει τα 771 δις. κυβικά μέτρα. Είναι χαρακτηριστική η διαπίστωση ότι από το 1990 έως το 2005 η συνολική κατανάλωση σε αέριο στην Ευρώπη αυξήθηκε κατά 50%. Η αύξηση της ζήτησης σε αέριο θα συνεχιστεί να αυξάνεται τις επόμενες δύο δεκαετίες κυρίως λόγω της χρήσης αερίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στην ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος. Το αέριο έχει χαρακτηριστεί από πολλούς ως το πετρέλαιο του μέλλοντος.



Εικόνα 8 : Χάρτης απεικόνισης πορείας Nabucco
(πηγή: <http://energystreamblog.com/?p=74>)

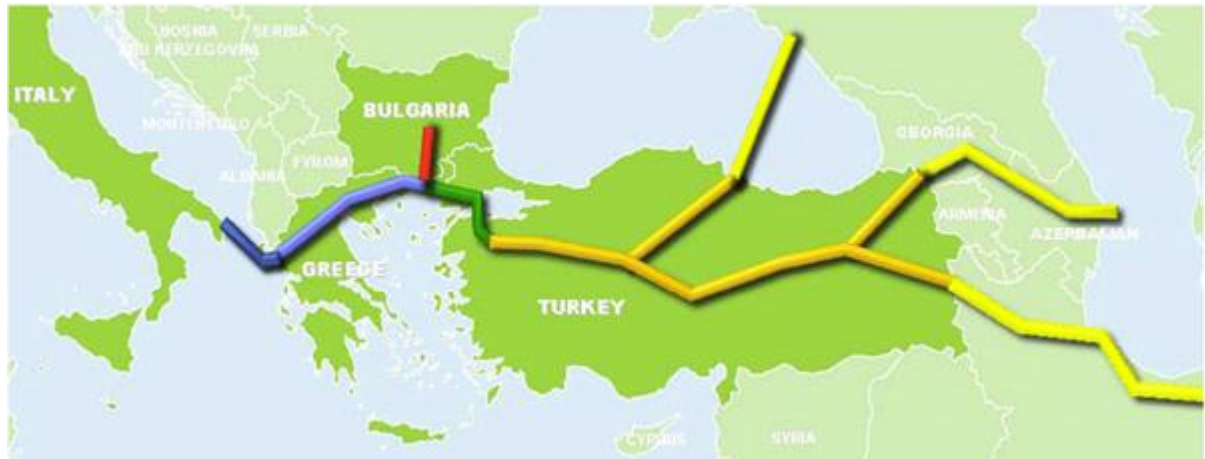
Η εξάρτηση της ΕΕ σε αέριο από τρίτες χώρες θα επιδεινωθεί τις επόμενες δεκαετίες, αφού το 2030 η Ευρώπη προβλέπεται να εισάγει το 85% της συνολικής της κατανάλωσης. Σήμερα η ΕΕ μόνον από τη Ρωσία εισάγει το 40%. Ορισμένες χώρες όπως η Βουλγαρία εξαρτώνται 100% για την προμήθεια τους σε αέριο από τη Ρωσία. Το 2009 η κρίση μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας διέκοψε την ομαλή ροή αερίου προς την ΕΕ επηρεάζοντας 18 χώρες....» [12]

Η εξασφάλιση ενεργειακής επάρκειας και ασφάλειας των προμηθειών επιτυγχάνεται μέσα από νέες επενδύσεις .

«.....ο Ευρωπαίος Επίτροπος Γκύντερ Έτινγκερ ανακοίνωσε επενδύσεις στον τομέα της ενέργειας για την επόμενη δεκαετία ύψους 1 δις. ευρώ. Πρωταρχικός στόχος της ΕΕ είναι η μεταφορά αερίου από τις χώρες της Κασπίας και της Κεντρικής Ασίας προς την Ευρώπη μέσω του Νότιου Διαδρόμου της ΕΕ. Ο Επίτροπος Έτινγκερ ανέφερε το Αζερμπαϊτζάν και το Τουρκμενιστάν ως τις χώρες που θα εισάγει αέριο σε πρώτη φάση η ΕΕ....» [12]

Το Αζερμπαϊτζάν είναι η χώρα με ιδιαίτερη σημασία στον Νότιο Διάδρομο της ΕΕ γιατί έχει στα χωρικά της ύδατα το γιγαντιαίο κοιτάσμα αερίου Σαχ Ντενίζ που είναι το μεγαλύτερο σε ολόκληρη την Κασπία. Άρχισε να παράγεται αέριο από την πρώτη φάση του κοιτάσματος και πλέον είναι έτοιμα όλα τα σχέδια για να ξεκινήσει η ανάπτυξη της δεύτερης φάση του κοιτάσματος, το Σαχ Ντενίζ II, που θα παράγει περίπου 14 δις. κυβικά μέτρα ετησίως για τα επόμενα 25 χρόνια. Η συνολική επένδυση για το Σαχ Ντενίζ II είναι άνω των 20 δις. ευρώ. Στην κοινοπραξία συμμετέχουν η αγγλική BP με 25,5% η νορβηγική STATOIL με 25,5% η αζέρικη SOCAR με 10% η τουρκική BOTAS με 9% κ.α. Το Αζερμπαϊτζάν έχει, πλέον της παραγωγικής του δυναμικότητας, κεντρικό ρόλο στο Νότιο Διάδρομο λόγω της γεωπολιτικής του θέσης. Το Αζερμπαϊτζάν εκτός από χώρα παραγωγής αερίου θα εξελιχθεί και σε χώρα διαμετακόμισης αερίου για ποσότητες από το Τουρκμενιστάν

και το Καζακστάν. Αέριο που μελλοντικά θα κατευθύνεται προς την ΕΕ και από άλλες χώρες της Κεντρικής Ασίας θα διέρχεται μέσα από το Αζερμπαϊτζάν. Ήδη από το 2007 μεταφέρεται αζέρικο αέριο μέσω του αγωγού Μπακού-Τιφλίδα-Ερζουρούμ που συνδέεται με το Τουρκικό σύστημα. Από εκεί μεταφέρεται αέριο και στην Ελλάδα, μέσω του ελληνοτουρκικού αγωγού ITG που λειτουργεί από το 2009. Μέσω της ΔΕΠΑ εισάγονται 750 εκ. κυβικά μέτρα αζέρικου αερίου ετησίως. Συνεπώς, το Αζερμπαϊτζάν έχει σήμερα τον στρατηγικότερο ρόλο στον Νότιο Διάδρομο της ΕΕ [12].



Εικόνα 9 : Χάρτης απεικόνισης ITGI
(πηγή: <http://energystreamblog.com/?p=74>)

Οι τρεις κοινοπραξίες αγωγών του Νότιου Διαδρόμου, ο **Nabucco**, ο **Ποσειδών-ITGI** και ο **TAP** ανταγωνίζονται ποιός θα υπογράψει πρώτος το συμβόλαιο προμήθειας αερίου με το Αζερμπαϊτζάν.

- Ο Ποσειδών-ITGI χωρητικότητας μεταφοράς αερίου 10 δις. κυβικά μέτρα ετησίως είναι κοινοπραξία της ελληνικής ΔΕΠΑ και της ιταλικής Edison. Πιο συγκεκριμένα, ο ITGI αναδεικνύεται ως η πιο επιθυμητή προοπτική σε περιφερειακό επίπεδο. Για μεν την Ελλάδα, συνεπάγεται σημαντικές επενδύσεις σε τοπικό επίπεδο και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία, καθώς θα διοχετεύει ένα μέρος του φυσικού αερίου από την Κασπία στην ελληνική αγορά (έχει ήδη εγκριθεί επιχορήγηση ύψους 100 εκ. ευρώ από την Ευρωπαϊκή Ένωση). Αποτελείται από τρία τμήματα ένα που συνδέει την Ελλάδα με την Τουρκία, ένα που διασχίζει την Ελλάδα και ένα τρίτο από την Ελλάδα στην Ιταλία. Η τριμερής συμφωνία υπογράφηκε τον Ιούλιο του 2007 και τον Νοέμβριο 2007 έφτασε για πρώτη φορά αζέρικο αέριο μέσω του αγωγού αυτού στην Ελλάδα [27],[10],[12].
- Ο Nabucco χωρητικότητας μεταφοράς αερίου 31 δις. κυβικά μέτρα ετησίως είναι κοινοπραξία της γερμανικής RWE, της αυστριακής OMV, της τουρκικής BOTAS, της βουλγαρικής Bulgargaz, της ρουμανικής Transgas και της ουγγρικής MOL. Το πρόβλημα του Nabucco είναι ότι δεν επαρκεί το αέριο από το Αζερμπαϊτζάν για να λάβει την τελική επενδυτική απόφαση. Χρειάζεται επιπλέον αέριο για να είναι ορθολογική η επένδυση, που ανέρχεται στα 8 δις ευρώ. Μειονέκτημα αποτελεί ότι η τροφοδοσία του αγωγού με αέριο από το

Τουρκμενιστάν, δεν είναι δυνατή ενώ παράλληλα δεν είναι οικονομικά βιώσιμη ούτε η μεταφορά αερίου με πλοία, ή εναλλακτικά μέσω ενός ενδεχόμενου υποθαλάσσιου αγωγού στην Κασπία, λόγω γεωπολιτικών αντιθέσεων με τη Ρωσία. Ούτε το Ιράκ θα μπορούσε να προμηθεύσει τον Nabucco με αέριο, γιατί δεσμεύτηκε ότι θα ικανοποιήσει πρώτα την εσωτερική του αγορά. Αυτό σημαίνει ότι δεν έχει την δυνατότητα να εξάγει αέριο για τα επόμενα 7 χρόνια [12].

- Κανένας από τους τρεις αγωγούς δεν έχει λάβει την τελική επενδυτική απόφαση. Και οι τρεις αγωγοί είναι στο στάδιο του σχεδιασμού. Ο Nabucco είναι ο μόνος αγωγός που δεν διέρχεται από την Ελλάδα. Παρακάμπτει τη χώρα μας για να περάσει από την Βουλγαρία. Ο Ποσειδών-ITGI και ο TAP διέρχονται και οι δύο από την Ελλάδα [12].

Η κάθε κοινοπραξία έχει διαφορετική λογική, όσον αφορά στην μεταφορά αερίου και στην ενεργειακή ασφάλεια της Ευρώπης. Ο Nabucco είναι ο πιο φιλόδοξος αγωγός, ο ακριβότερος και ο μεγαλύτερος σε μέγεθος, που θα μεταφέρει αέριο στην κεντρική Ευρώπη και συγκεκριμένα στο Μπάουμγκάρτεν της Αυστρίας. Επιπλέον η οικονομική κρίση που μαστίζει την ΕΕ και η παρούσα προσωρινή μείωση ζήτησης αερίου, καθιστούν την κατασκευή ενός ακριβού αγωγού όπως του Nabucco εξαιρετικά δύσκολη.



Εικόνα 9 : Χάρτης απεικόνισης TAP

Ο Ποσειδών-ITGI είναι κοινοπραξία Ελλάδας-Ιταλίας των εταιρειών ΔΕΠΑ και Edison, στοχεύει να προμηθευτεί αζέρικο αέριο μόνον από το κοίτασμα Σαχ Ντενίζ II, έχει υπογράψει δεσμευτικές διακρατικές συμφωνίες, είναι ο πιο ώριμος αγωγός στην παρούσα φάση σχεδιασμού και ο πιο αποδοτικός οικονομικά. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του Ποσειδώνα είναι ότι ανοίγει το Νότιο Διάδρομο της ΕΕ με τον οικονομικά αποτελεσματικότερο τρόπο. Όταν το αέριο φτάσει στην ιταλική και στην ελληνική αγορά μπορεί να μεταφερθεί στις περισσότερες χώρες της ΕΕ.

- Ο αγωγός TAP έχει στην κοινοπραξία του την πανίσχυρη νορβηγική Statoil η οποία συμμετέχει και στην κοινοπραξία παραγωγής του Σαχ Ντενίζ II. Αξίζει να

σημειωθεί ότι η Statoil μαζί με την BP έχουν το 51% της κοινοπραξίας. Μετά το δυστύχημα που συνέβη στην BP στον Κόλπο του Μεξικού η επιρροή της Statoil αυξήθηκε. Αυτό συνεπάγεται ότι η Statoil ενισχύει την φερεγγυότητα της κοινοπραξίας έναντι ενδεχόμενων προβληματισμών που θα είχαν οι τραπεζίτες ως προς την BP για την συμμετοχή της στην επένδυση στο Σαχ Ντενίζ II. Επιπλέον ο TAP είναι ο συντομότερος αγωγός προς την Ιταλία με το χαμηλότερο οικονομικά κόστος. Συγκρινόμενος με τον ITGI ο TAP περιλαμβάνει επιπρόσθετες επιλογές όπως την κατασκευή ενός LNG τερματικού στις ακτές της Αλβανίας ενώ λόγω του ότι διασχίζει τις ακτές της Αλβανίας υπάρχει μείωση στην υποθαλάσσια διαδρομή του αγωγού. Συναντά δυσκολίες αδειοδότησης για αυτό το λόγο τα έργα δεν έχουν την επιθυμητή πρόοδο συγκρινόμενα με τον ITGI. [27], [12]

Αυτός ο ανταγωνισμός εμπορικών και γεωπολιτικών συμφερόντων ωφελεί την ενεργειακή ασφάλεια της ΕΕ.

Για την ΕΕ οι τρεις παραπάνω αγωγοί είναι συμπληρωματικοί αγωγοί και επίσημα υποστηρίζονται όλοι από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ως θεμελιώδη έργα του Νότιου Διαδρόμου. Όλοι μαζί συμβάλλουν πολύ περισσότερο στην ευρωπαϊκή ενεργειακή ασφάλεια, από όσο ο καθένας τους ξεχωριστά. Το διαθέσιμο αέριο όμως δεν επαρκεί για να κατασκευαστούν όλοι σε πρώτη φάση. Ένας αγωγός θα κατασκευαστεί αρχικά. Ίσως λοιπόν να υπάρξουν στρατηγικές συνεργασίες και ορισμένες κοινοπραξίες να ενωθούν. Μία τέτοια προοπτική αναμφισβήτητα συμβάλλει στην ενεργειακή ασφάλεια της ΕΕ και μεγιστοποιεί τις πιθανότητες να διέλθει ο Νότιος Διάδρομος από την Ελλάδα.[12]

Ένα άλλο ζήτημα βέβαια που προκύπτει είναι όσον αφορά στην κυριότητα των κοιτασμάτων στη θάλασσα της Κασπίας.



**Εικόνα 10 : Χώρες εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων της Κασπίας
πηγή (<http://greek.ruvr.ru/2010/12/07/36387237.html>)**

Η Κασπία θάλασσα θα πρέπει να γίνει ζώνη ευθύνης αποκλειστικά των παραλιακών χωρών- της Ρωσίας, του Αζερμπαϊτζάν, του Καζακστάν, του Τουρκμενιστάν και του

Ιράν είναι είναι η απάντηση στις συνεχείς προσπάθειες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και των δυνάμεων της Ευρώπης να επέμβουν και οι οποίες ενεργοποιούν τη Ρωσία που έθεσε το καθήκον της ενίσχυσης της στρατιωτικής παρουσίας της στην περιοχή σε περίπτωση που ο αγώνας για τους πόρους της διαταράξει τον συσχετισμό των δυνάμεων κοντά στα σύνορά της.

Στη συνεχή προσπάθεια της Ρωσίας να διασφαλίσει τα συμφέροντα της συντέλεσε η ίδρυση ενός Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας στην Κασπία. Στο πλαίσιο αυτού οι χώρες θα μπορούν να προωθούν τα οικονομικά τους σχέδια. Η πρωτοβουλία της Μόσχας για την ίδρυση Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας στην Κασπία αποτελεί μία εναλλακτική λύση των προσπαθειών που καταβάλλονται από τις εξωτερικές δυνάμεις για την πρόκληση πολιτικών αντιθέσεων ανάμεσα στις χώρες της περιοχής της Κασπίας. Χαρακτηριστικά τονίζεται ότι ο νέος χώρος δεν θα συντελεί μόνο στην ισορροπία των συμφερόντων στο πλαίσιο των πέντε χωρών, αλλά και θα δώσει στα μέρη τη δυνατότητα ενίσχυσης των γεωπολιτικών τους θέσεων. [13]

Επομένως αυτά που προκύπτουν από την παραπάνω ειδησεογραφία είναι :

- Η προσπάθεια της Ευρώπης για τη δημιουργία του «νότιου διαδρόμου» που θα προμηθεύει με ΦΑ τις ανεπτυγμένες χώρες της δυτικής Ευρώπης.
- Η προσπάθεια που γίνεται για οικονομικούς και πολιτικούς λόγους να απεξαρτηθεί η ευρωπαϊκή προμήθεια ΦΑ από τη Ρωσία και αυτός είναι ο λόγος που δεν προωθείται η λύση του αγωγού South Stream, ένας αγωγός Ρωσικών συμφερόντων .
- Η συνεχής προσπάθεια της Ρωσίας ,που κυριαρχεί ανάμεσα στις χώρες της Κασπίας , να δημιουργεί αδιέξοδα στα διάφορα προβλήματα που παρουσιάζονται στη δημιουργία των νέων αγωγών που προωθεί η Ευρώπη.
- Ο ανταγωνισμός που δημιουργείται ανάμεσα στις χώρες που βρίσκονται στα παράλια της Κασπίας, πλην της Ρωσίας , για το ποια θα καταφέρει τελικά να πλειοδοτήσει και να αναλάβει την προμήθεια του «νότιου διαδρόμου» με ΦΑ.
- Από τους τρεις αγωγούς (Nabucco , TAP , ITGI) που εκμεταλλεύονται τα κοιτάσματα των χωρών της Κασπίας ο Nabucco εξυπηρετεί πολύ περισσότερο από τους άλλους δύο τις κεντρικές χώρες της Ευρώπης (που είναι και εκείνες που κατά κύριο λόγο επιδιώκουν την ανεξαρτητοποίηση του ενεργειακού τους εφοδιασμού από τη Ρωσία) όμως είναι ο περισσότερο οικονομικά απαιτητικός και δυσκολότερα υλοποιήσιμος. Ο TAP και ο ITGI (επιλογή του IENE) είναι ευκολότερα υλοποιήσιμοι δεν εξυπηρετούν άμεσα όμως τους κεντρικούς ευρωπαϊκούς άξονες αλλά αποτελούν τον «νότιο διάδρομο» της Ευρώπης και εξασφαλίζουν παράλληλα και νέα πηγή τροφοδοσίας όντας έτοιμοι να μεταφέρουν ΦΑ από την περιοχή της Κασπίας στις ευρωπαϊκές αγορές, διατηρώντας την ενεργειακή τροφοδοσία σε ανταγωνιστικές τιμές με αδιάλειπτη ροή και συμβάλλοντας σημαντικά στην ενεργειακή ασφάλεια.

- Οι ρόλοι των χωρών της ανατολικής Ευρώπης (Ελλάδα, Ιταλία) και της Τουρκίας από τις οποίες θα περάσουν οι υπο-εξέταση αγωγοί ΦΑ είναι καθοριστικοί .

Κεφάλαιο 4 : Πολυκριτήρια Λήψη Αποφάσεων

4.1 Αναγκαιότητα πολυκριτήριων μεθοδολογιών

Η ελαχιστοποίηση του κόστους και η μεγιστοποίηση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών' είναι ζητήματα που ενδιαφέρουν τον κάθε αποφασίζοντα. Τέτοια προβλήματα είναι περισσότερο πολύπλοκα από όσο οι συμβατικές θεωρήσεις των κλασικών οικονομικών υποδεικνύουν. Η βελτίωση της απόδοσης σε έναν από τους στόχους συχνά επιτυγχάνεται μόνο με μείωση της απόδοσης σε κάποιον από τους υπόλοιπους.

Η λήψη απόφασης (decision-making) μπορεί να οριστεί ως η προσπάθεια επίλυσης των διλημάτων που προβάλλουν οι αντικρουόμενες επιδιώξεις.[14]

Ωστόσο, αν και ο έλεγχος των επενδυτικών αποφάσεων δύναται να επιτευχθεί με την εφαρμογή της κλασικής μεθόδου της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους η εξέταση θεμάτων κατανεμημένης ισότητας και αειφορίας απαιτούν διευρυμένες προσεγγίσεις που λαμβάνουν υπόψη τους πολλαπλά κριτήρια και προτιμήσεις.[15] Έτσι, τα τελευταία είκοσι χρόνια, έχει αναπτυχθεί μία πληθώρα μεθοδολογιών αποτίμησης σε μια προσπάθεια επέκτασης των δυνατοτήτων εφαρμογής της συμβατικής CBA. [16],[71]

Οι μεθοδολογίες αυτές προσφέρουν μία νέα προοπτική κατά την οποία όχι μόνο ποσοτικές αλλά και ποιοτικές εκτιμήσεις δύνανται να ληφθούν υπόψη στη διαδικασία Cost-Benefit Analysis (CBA) και δύνανται να ληφθούν υπόψη στη διαδικασία απόφασης.

Αποκαλούνται συχνά και πολυκριτηριακές μέθοδοι ανάλυσης και λήψης αποφάσεων.[17]

4.2 Ορισμός Συστήματος Λήψης Απόφασης

Ένα Σύστημα Λήψης Απόφασης ορίζεται σαν ένα σύστημα αλληλεπίδρασης (κυρίως με την βοήθεια λογισμικού) ικανό να παράγει δεδομένα και πληροφορίες και σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να ενισχύσει την αλληλοκατανόηση σε μία δεδομένη εφαρμογή με σκοπό να βοηθήσει στην επίλυση περίπλοκων και δύσκολα προσδιορισμένων προβλημάτων.[18] Η διαδικασία λήψης απόφασης αναλύεται σε διάφορα στάδια και η εφαρμογή αναλυτικών μεθόδων, μοντέλων και εργαλείων ενίσχυσης πρέπει να λάβουν υπόψη όχι μόνο την οργανωτική δομή καθαυτή, αλλά και τις διαδικασίες, διεργασίες και τις δυναμικές των αποφασιζόντων που εμπλέκονται.

Τα Συστήματα Λήψης Απόφασης πρέπει εξ ορισμού να βοηθούν και να ενισχύουν την όλη διαδικασία της επιλογής [19]. Η ενσωμάτωση ειδικών συστημάτων τεχνολογίας (πχ μοντέλα, λογισμικά, εργαλεία οπτικοποίησης, ανάλυση κύκλου ζωής κλπ.) ως στοιχείων ενός Συστήματος Λήψης Απόφασης φαίνεται ως ένα μέσο για την επιπρόσθετη παροχή βοήθειας στους λήπτες απόφασης.

Η εφαρμογή των Συστημάτων Λήψης Απόφασης στην περίπτωση πχ. εφαρμογής για χρήσεις γης, πρέπει να βοηθούν και να ενισχύουν τη διαδικασία επιλογής απόφασης. Ένα σύστημα λήψης απόφασης χρήσεων γης πρέπει να παρέχει πρόσβαση στα δεδομένα, εργαλεία ή μηχανισμούς που μετατρέπουν τα δεδομένα σε χρήσιμες πληροφορίες και το πλαίσιο μέσα στο οποίο εξάγεται κατανόηση. Με την προσθήκη μοντέλων βασισμένων σε Γραμμικά Συστήματα Προγραμματισμού και άλλων αναλυτικών μοντέλων, οι αποφασίζοντες μπορούν και χειρίζονται δεδομένα σε ένα πραγματικό σχεδιαστικό περιβάλλον.[20]

Ένα σύστημα λήψης απόφασης να απαρτίζεται από τα παρακάτω τρία στοιχεία :[21]

- ένα μηχανισμό πρόσβασης σε δεδομένα και πληροφορίες
- κατάλληλα εργαλεία και τεχνολογίες για την οργάνωση και ανάλυση των δεδομένων,
- εκπαίδευση και εξωτερική βοήθεια για την ερμηνεία και εφαρμογή των αποτελεσμάτων της ανάλυσης.

4.3 Ρόλος πολυκριτηριακής ανάλυσης στη λήψη αποφάσεων

Η πολυκριτηριακή ανάλυση φαίνεται να είναι ένα κατάλληλο εργαλείο που συγκεντρώνει όλες τις διαφορετικές πλευρές που εμπλέκονται και βοηθάει στην διαδικασία λήψης απόφασης δημιουργώντας ένα σύνολο σχέσεων μεταξύ των διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων.[18]

Η τελική λύση στη διαδικασία λήψης απόφασης είναι στην πραγματικότητα ένα κατασκευάσμα παρά μια ανακάλυψη [22]. Η πολυκριτήρια ανάλυση ορίζεται ως ένα βοηθητικό εργαλείο λήψης απόφασης (προκαθορισμένο ή όχι), στην υπηρεσία των ληπτών απόφασης, όπου εκλογικεύει τους σκοπούς και τις αντιλήψεις τους και θέτει υπό ιεράρχηση τις επιλογές τους, παρέχοντας ταυτόχρονα όλες τις απαραίτητες πληροφορίες και τα μέσα για μια τεκμηριωμένη και εκλογικευμένη επιλογή. Η τελική λύση με αυτόν τον τρόπο μπορεί να μην είναι η βέλτιστη αλλά η πιο κοινά αποδεκτή από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στη διαδικασία λήψης απόφασης.

Ο κύριος σκοπός της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης είναι η δημιουργία ενός εργαλείου ενίσχυσης για τους αποφασίζοντες που «συμμορφώνεται» στους στόχους τους και στις προτεραιότητες τους. Η «αδανική» επίλυση, η εναλλακτική που αποδίδει καλύτερα σε όλα τα κριτήρια που επελέγησαν, είναι δύσκολο να επιτευχθεί.

Γι' αυτό είναι προτιμότερο να βρεθεί μια συμβιβαστική λύση ανάμεσα στις διάφορες εναλλακτικές προτάσεις.[21]

Πιο συγκεκριμένα, ένας Αποφασίζων (Decision-Maker – DM) επιθυμεί να επιλέξει μεταξύ διαφόρων εναλλακτικών δράσεων, χρησιμοποιώντας δύο ή περισσότερα κριτήρια. Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχει μία μοναδική δράση που να αποδίδει καλύτερα από όλες στο σύνολο των κριτηρίων. Αυτό συνεπάγεται πως η τελική λύση εξαρτάται σημαντικά από την εισαγόμενη προτίμηση των Αποφασιζόντων και είναι μία λύση συμβιβασμού (compromise solution). [23]

Ιστορικά το πρώτο στάδιο ανάπτυξης της ΠΑ χαρακτηρίστηκε από τις μεθοδολογικές αρχές της Πολυκριτήριας Λήψης Απόφασης (Multi-Criteria Decision Making – MCDM). Βασικό στόχο αποτελούσε η απόσπαση της ξεκάθαρης υποκειμενικής προτίμησης ενός υποθετικού Αποφασίζοντα και η μετέπειτα επεξεργασία της μέσω ενός αυστηρά δομημένου αλγόριθμου απόφασης (decision algorithm) [24]. Με αυτόν τον τρόπο κάθε πολυκριτηριακό πρόβλημα ήταν δυνατόν να αντιμετωπιστεί με την κλασσική μορφή ενός προβλήματος βελτιστοποίησης.

Ωστόσο, οι περιορισμοί της κλασσικής θεώρησης εύρεσης μίας βέλτιστης λύσης και η επακόλουθη σημασία της ίδιας της διαδικασίας απόφασης έχουν πρόσφατα τονιστεί στο πλαίσιο των κοινωνικών επιστημών [25]. Σύμφωνα με τον Roy [26] είναι αδύνατος ο χαρακτηρισμός μιας απόφασης ως ‘καλής’ ή ‘κακής’ αποκλειστικά και μόνο αναφορικά με ένα μαθηματικό μοντέλο: όλα τα ζητήματα που ανακύπτουν από το σύνολο της διαδικασίας λήψης της απόφασης συνεισφέρουν στην ποιότητα της και στην μετέπειτα επιτυχία της. Η προσέγγιση της Πολυκριτήριας Λήψης Απόφασης υποθέτει πως η προτίμηση του Αποφασίζοντα δύναται να παρασταθεί με σαφήνεια, και είναι σταθερή με το χρόνο, έτσι ώστε αρκεί η θεώρηση ενός στιβαρού μαθηματικού μοντέλου για την εύρεση της λύσης που ικανοποιεί μέγιστα τα δεδομένα εισαγωγής. Ωστόσο, είναι γενικά δύσκολο να βασιστεί κάποιος αποκλειστικά σε ένα μοντέλο: οργανωτικά, θεσμικά, παιδαγωγικά και πολιτιστικά στοιχεία που διέπουν τη διαδικασία απόφασης συνεισφέρουν στην ποιότητά της. [27][28].

Συνεπώς, είναι αδύνατο να προσδιορισθεί η καταλληλότητα μίας διαδικασίας σύμφωνα με μία προσεγγιστική αντίληψη (ανακαλύπτοντας προϋπάρχουσες αλήθειες) ή σύμφωνα με ένα μαθηματικό μοντέλο σύγκλισης (εύρεση της μοναδικής βέλτιστης λύσης).

Γενικά, ένα πρόβλημα απόφασης θεωρεί ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών A στο οποίο πρέπει είτε να επιλεγθεί μία ως ‘καλύτερη’, είτε να επιλεγθεί ένα υποσύνολο ή να επιτευχθεί κατάταξη των επιλογών από την ‘καλύτερη’ στη ‘χειρότερη’ [29]. Το σύνολο αυτό A δύναται να οριστεί με απαρίθμηση των στοιχείων του, ή μέσω μαθηματικών περιορισμών.

Μπορεί επίσης να είναι πεπερασμένο ή μη, σταθερό ή δυνάμενο να αλλάξει. Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για τη διευκόλυνση της λήψης απόφασης δύναται να ταξινομηθούν ποικιλοτρόπως και διαφορετικοί συγγραφείς έχουν προτείνει διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις ([14], [30],[31],[32]).[17]

4.4 Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης

Οι διάφορες πολυκριτήριες μέθοδοι ανάλυσης έχουν ως στόχο στο να βοηθήσουν τα πολυδιάστατα διαχειριστικά προβλήματα καθώς και τις διαδικασίες απόφασης τους, μέσα από την προσφορά ενός πλαισίου συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας όλων των σχετικών πληροφοριών. Οι πολυκριτήριες μέθοδοι εντοπίζονται στο μοντέλο απόφασης που θα χρησιμοποιηθεί όπου θέτονται συγκεκριμένα πλαίσια για το πώς διαφορετικά είδη πληροφοριών συνθέτονται μαζί με σκοπό την επίτευξη κοινά αποδεκτής λύσης [36].

Συνολικά, οι μέθοδοι ΠΑ ενισχύουν τη διαφάνεια της διαδικασίας απόφασης και προσφέρουν βαθιά ενόραση, καταλήγοντας στην εξοικείωση των παικτών με τα σημαντικά σημεία του προς συζήτηση θέματος. [33], [34], [35]

Λειτουργούν δε, ως οδηγοί της διαδικασίας λήψης των αποφάσεων σχηματίζοντας το σύνολο των εναλλακτικών δράσεων, αναγνωρίζοντας τους συμμετέχοντες, καθορίζοντας τα κριτήρια επιλογής (decision criteria), αποτιμώντας την κάθε εναλλακτική δράση, αποσπώντας την προτίμηση των συμμετεχόντων (άμεσα με τα βάρη των κριτηρίων - criteria weights - και τον προσδιορισμό κατωφλίων αδιαφορίας, προτίμησης και άρνησης και έμμεσα με τη συνολική δόμηση του προβλήματος), επιλέγοντας το κατάλληλο μοντέλο απόφασης και τελικά προτείνοντας κάποια ή κάποιες δράσεις ([36]). [17]

Διαφορετικές μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης έχουν χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικά προβλήματα περιβαλλοντικού και ενεργειακού σχεδιασμού. Υπάρχουν πάνω από 50 μέθοδοι ΠΑ όπου με βάση την βιβλιογραφία προκύπτουν και οι διάφορες κατατάξεις τους. Οι μέθοδοι μπορεί να καταχωρηθούν ανάλογα με το μοντέλο απόφασης που χρησιμοποιούν. [22]

Διακρίνονται σε αυτές που βασίζονται:

- στη θεωρία της ωφέλειας και
- σε σχέσεις υπεροχής.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν:

- η πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας (MAUT),
- η απλή πολυκριτηριακή τεχνική βαθμολόγησης (SMART),
- η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (AHP) καθώς και
- οι στοχαστικές πολυκριτηριακές μέθοδοι ανάλυσης αποδοχής (SMAA, SMAA-2, SMAAD, SMAA-O).

Στη δεύτερη ανήκουν οι μέθοδοι:

- της οικογένειας ELECTRE,
- της οικογένειας PROMETHEE
- και η SMAA-3.

Ένας άλλος διαχωρισμός [37] καταχωρεί τις μεθόδους πολυκριτήριας ανάλυσης με βάση τις τρεις παρακάτω θεωρητικές τάσεις:

- Μέθοδοι που βασίζονται στην πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας
- (Αμερικανική σχολή)
- Μέθοδοι τεχνικής υπεροχής (Γαλλική Σχολή)
- Μέθοδοι αλληλεπίδρασης

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή του θεωρητικού πλαισίου ορισμένων πολυκριτηριακών μεθόδων με βάση:

- το είδος της κατάταξης που χρησιμοποιούν,
- την δυνατότητα ή όχι να επεξεργαστούν μεικτού τύπου πληροφορίες,
- την ερμηνεία του βαθμού βαρύτητας και
- την ύπαρξη αντιστάθμισης μεταξύ των κριτηρίων. [38]

Μια ακόμη θεώρηση για τον διαχωρισμό των μοντέλα αποφάσεων είναι η διάκρισή τους σε : [39]

- Συναρτησιακά

Ένα συναρτησιακό μοντέλο χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μιας συνάρτησης αξίας ή αξιών (value function) της οποίας ο ρόλος είναι η σύνθεση των πολλαπλών κριτηρίων g_1, g_2, \dots, g_n σε ένα και μοναδικό κριτήριο. Για αυτόν ακριβώς το λόγο, αυτή μοντελοποίηση της ολικής προτίμησης του αποφασίζοντος αποκαλείται και μέθοδος του ολικού κριτηρίου (method of global criterion).

- Σχεσιακά

Η μοντελοποίηση των προτιμήσεων μέσω των μοντέλων αυτού του κεφαλαίου πραγματοποιείται με διμερείς σχέσεις (binary relations) που ορίζονται στο σύνολο A των δράσεων. Η σχέση που δεσπάζει, τόσο σε θεωρητικό όσο και πρακτικό επίπεδο είναι η σχέση της υπεροχής (outranking relation). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι μέθοδοι Electre & Promethee στις οποίες έγινε αναφορά παραπάνω.

- Αναλυτικά

Τα μοντέλα της πολυκριτηριακής ανάλυσης, στη μεγαλύτερη πλειοψηφία τους, απεικονίζουν μια παραδοσιακή αντίληψη του ορθολογισμού που βασίζεται στις αρχές της γραμμικότητας και της αιτιότητας, δηλαδή στη λογική ότι η απόφαση καθορίζεται από τα κριτήρια (συνθετική προσέγγιση).

Η αναλυτική – συνθετική προσέγγιση από τη δική της πλευρά, δέχεται ότι η απόφαση και τα κριτήρια επιδέχονται προοδευτική επεξεργασία αλληλοδομούμενα μέσα στο χρόνο.

Η αναλυτική – συνθετική προσέγγιση εστιάζεται στη συσχέτιση των πραγματικών δεδομένων απόφασης και του μοντέλου απόφασης, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή συμβατότητα μοντέλου αποφασίζοντος.

- Μονοκριτήρια μοντέλα υπό αβεβαιότητα
- Πολυκριτήρια μοντέλα υπό αβεβαιότητα

4.4.1 Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας (MAUT)

Βασική της υπόθεση είναι η ύπαρξη μιας συνάρτησης αξιολόγησης γραμμικής μορφής U για ένα σύνολο εναλλακτικών σεναρίων A στην οποία αυτός που λαμβάνει την απόφαση θέλει να δώσει τη μέγιστη (ή ελάχιστη τιμή). Η τιμή της συνάρτησης αυτής ορίζεται από την άθροιση των κριτηρίων που έχουν επιλεχθεί συνυπολογίζοντας όμως και τις προτιμήσεις αυτών που λαμβάνουν την απόφαση. Οι βαθμοί βαρύτητας έχουν την έννοια των συντελεστών συσχέτισης.

Το μοντέλο της απόφασης είναι γραμμικό συνεπώς προϋποθέτει αντιστάθμιση μεταξύ των κριτηρίων. Είναι κατά βάση ποσοτική μέθοδος. Η μέθοδος αυτή στοχεύει στην πλήρη κατάταξη των εναλλακτικών σεναρίων αρχίζοντας από το καλύτερο. Ουσιαστικά όμως οι διάφορες προτιμήσεις δεν μπορούν να εκφραστούν με μια συνάρτηση. Αυτό καθιστά τη βασική υπόθεση της μεθόδου μη-ρεαλιστική και για τη χρήση της συνίσταται μεγάλη προσοχή. [24]

4.4.2 Τεχνικές Υπεροχής (Outranking Methods)

Τέτοιες προσεγγίσεις προσπαθούν να επιτύχουν μια σχετική κατάταξη όλων των σεναρίων μετά από σύγκριση ανά δύο, των επί μέρους συνιστωσών. Αυτές οι Τεχνικές δεν βασίζονται σ' ένα συγκεκριμένο μαθηματικό μοντέλο θεωρώντας ότι κατά τη διαδικασία λήψης μιας απόφασης οι εκδηλώσεις των προτιμήσεων εξελίσσονται με την εισαγωγή νέων πληροφοριών.

Έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν μεικτού τύπου δεδομένα. Δεν απαιτούν ακριβή αποτίμηση των βαθμών βαρύτητας οι οποίοι θεωρείται ότι έχουν τη σημασία συντελεστών σημαντικότητας. Ωστόσο όσον αφορά την PROMETHEE, αφού για τον υπολογισμό του πολυκριτηριακού δείκτη προτίμησης οι βαθμοί βαρύτητας πολλαπλασιάζονται με τον δείκτη προτίμησης, ο οποίος έχει γραμμική σχέση με την διαφορά μεταξύ των τιμών των κριτηρίων, οι βαθμοί βαρύτητας φαίνεται να δηλώνουν αντιστάθμιση προτίμησης (trade-off). Με τη χρήση των ορίων προτίμησης και αδιαφορίας πραγματοποιείται η ανά ζεύγη σύγκριση των σεναρίων και μειώνεται σημαντικά η αντιστάθμιση μεταξύ των κριτηρίων. Οι πιο γνωστές τεχνικές ταξινόμησης είναι αυτές των οικογενειών **ELECTRE** και **PROMETHEE** [29].

4.4.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά της οικογένειας ELECTRE

Κάθε μια από τις μεθόδους ELECTRE δημιουργήθηκε για την αντιμετώπιση δυσκολιών στην επίλυση μιας συγκεκριμένης προβληματικής. Το 1965 η ευρωπαϊκή εταιρεία συμβούλων SEMA (σήμερα Metra Martech) ανέλαβε να επιλύσει ένα πολυκριτήριο πρόβλημα σχετικά με την επιλογή νέων εταιρικών διαδικασιών σε βιομηχανικό περιβάλλον. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αναπτύχθηκε η μέθοδος MARSAN (Méthode d'Analyse, de Recherche, et de Selection d'Activitésés

Nouvelles) η οποία ανέλυε 48 διαφορετικά ποσοτικά ή ποιοτικά κριτήρια με χρήση της τεχνικής του σταθμισμένου μέσου όρου.

Ως αντισταθμιστική μέθοδος ο σταθμισμένος μέσος όρος επέτρεπε την απόδοση υψηλότερης βαθμολογίας σε μία εναλλακτική a εφόσον υπερείχε σε πολλά κριτήρια έναντι μιας εναλλακτικής b , ακόμη και εάν σε κάποιο κριτήριο η a ήταν κατά πολύ χειρότερη της. Επιπλέον, η μετατροπή των ποιοτικών κριτηρίων σε ποσοτικά γινόταν μέσω της απόδοσης τιμών βάση μιας προκαθορισμένης κλίμακας βαθμολογίας. Διαπιστώθηκε ότι η σημασία των επιλεγμένων μέσω κλίμακας τιμών απέκλινε από την πραγματική σημασία την οποία οι επιδόσεις των εναλλακτικών είχαν για τους μελετητές. Τα μειονεκτήματα αυτά υποχρέωσαν την εταιρεία στην αναζήτηση μιας νέας μεθόδου [40].

Οι πρώτες ιδέες για τις σχέσεις υπεροχής και τις έννοιες της συμφωνίας και ασυμφωνίας διαμορφώθηκαν από τους Benayoun et al., 1966 [41] και βρήκαν εφαρμογή σε μια μέθοδο που, υπερνικώντας τους περιορισμούς της MARSAN, χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς στη συγκεκριμένη περίπτωση και σε άλλα όμοια προβλήματα έκτοτε. Το ακρωνύμιο ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalite – «αποκλεισμός και επιλογή που αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα») αποδίδεται στον Bernard Roy (1986), τότε επιστημονικό διευθυντή της SEMA.

Η γενική μορφή ενός πολυκριτηρίου προβλήματος που καλείται να επιλύσει η οικογένεια ELECTRE αποτελείται από m εναλλακτικές λύσεις $M_{ij} = 1, \dots, m$, n κριτήρια $g_{ij} = 1, \dots, n$ και n βάρη $w_{ij} = 1, \dots, n$. Η επιλογή μεθόδου γίνεται σε συνάρτηση με τη φύση του προβλήματος. Συγκεκριμένα, η ομάδα της μεθόδου ELECTRE I χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων επιλογής, οι μέθοδοι ELECTRE II, III και IV για προβλήματα κατάταξης, ενώ η ELECTRE TRI για προβλήματα ταξινόμησης. Η κανονικοποίηση των βαρών και η ομαλοποίηση των τιμών των εναλλακτικών σε όμοιο εύρος για κάθε κριτήριο είναι αναγκαίες σε συνάρτηση με την επιλεγμένη μέθοδο επίλυσης.

Κατά τη διαδικασία ομαλοποίησης είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη τυχόν διαφορές στις κλίμακες μέτρησης των αποδιδόμενων τιμών. Εάν οι μετρήσεις των τιμών αναφέρονται σε όμοια κλίμακα, είναι αρκετή η χρήση ενός τύπου για την ομαλοποίηση.

Εάν οι τιμές εκφράζονται σε διαφορετικές κλίμακες (λογαριθμική - π.χ. θερμοκρασίας, εκθετική - π.χ. φωτεινότητα, ένταση ήχων- κλπ) είναι ασφαλέστερη η μετατροπή τους σε γραμμική κλίμακα και να ακολουθήσει η χρήση τύπου για ομαλοποίηση των τιμών [42].

Τα στάδια των μεθόδων

Η διαδικασία εφαρμογής των μεθόδων έχει δύο κοινά σε όλες στάδια. Το πρώτο αφορά τη δόμηση μιας σχέσης υπεροχής μέσω της ανά ζεύγη σύγκρισης των εναλλακτικών και της μέτρησης του σχετικού πλεονεκτήματος κάθε εναλλακτικής έναντι των υπολοίπων.

Η μοντελοποίηση της σχέσης γίνεται με τη μορφή $a \rightarrow b(aSb)$ και επικυρώνεται μόνο εάν στην πλειοψηφία των κριτηρίων η a είναι τουλάχιστον εξίσου καλή με τη b και ταυτόχρονα δεν είναι σημαντικά χειρότερη από αυτή στα υπόλοιπα κριτήρια. Ο προσδιορισμός μιας σχέσης υπεροχής ανάμεσα σε μια εναλλακτική a και μια άλλη b γίνεται με διαδικασίες που διαφοροποιούνται στις επιμέρους μεθόδους, ενώ γενικότερα απαιτεί δύο είδη ελέγχων:

Ο έλεγχος συμφωνίας

Ο έλεγχος συμφωνίας αφορά την αξιολόγηση των κριτηρίων j στα οποία η a υπερέχει της b και δίνει τη δυνατότητα να επαληθευτεί η ισχύς της πρότασης «η εναλλακτική a είναι τουλάχιστον εξίσου καλή με την εναλλακτική b ». Η τιμή του ελέγχου αποτυπώνεται με τη μορφή ενός δείκτη συμφωνίας ο οποίος κυμαίνεται στο διάστημα $[0, 1]$. Η τιμή 1 δηλώνει την πλήρη συμφωνία του ελέγχου με την πρόταση, η τιμή 0 δηλώνει την αντίθεση του ελέγχου με την ισχύ της πρότασης, ενώ ενδιάμεσες τιμές αναφέρονται σε μερική ισχύ της πρότασης.

Για την τελική αποδοχή της πρότασης χρησιμοποιείται ένα κατώφλι συμφωνίας το οποίο οφείλει να καλύπτει η τιμή του δείκτη συμφωνίας. Η τιμή του κατωφλίου αυτού συνήθως κυμαίνεται στο διάστημα $[0,5, 1]$ καθώς τιμές μικρότερες από 0,5 αποδυναμώνουν την ισχύ του. Ο καθορισμός της τιμής του κατωφλίου μπορεί να γίνει με υπολογισμό ενός μέσου όρου των δεικτών συμφωνίας των ζευγών των εναλλακτικών [42]. Σε αντίθεση, ο εμπειρικός προσδιορισμός τιμής του κατωφλίου αναδεικνύει τη συμμετοχή του αποφασίζοντα στη διαδικασία αξιολόγησης: επιλογή υψηλής τιμής του κατωφλίου συμφωνίας συνεπάγεται την αυστηρή αξιολόγηση των εναλλακτικών). Δηλαδή, όταν το κατώφλι συμφωνίας τείνει στη μονάδα τότε για να είναι αποδεκτή η πρόταση είναι αναγκαία η συντριπτική υπεροχή μιας εναλλακτικής έναντι μιας άλλης σε κάθε διαθέσιμο κριτήριο.

Ο έλεγχος ασυμφωνίας

Ο έλεγχος ασυμφωνίας μετουσιώνει τη μη αντισταθμιστική φύση των μεθόδων ELECTRE. Εξετάζει την παρουσία ισχυρής αντίθεσης στην πρόταση «η a είναι τουλάχιστον εξίσου καλή με τη b » και εκτελείται στα κριτήρια όπου η εναλλακτική a εμφανίζει χειρότερες τιμές από τη b . Η τιμή του ελέγχου αποτυπώνεται στο δείκτη ασυμφωνίας και μπορεί να είναι δυαδική ή να κυμαίνεται στο διάστημα $[0, 1]$, κάτι που καθορίζεται από την εκάστοτε χρησιμοποιούμενη μέθοδο ELECTRE. Τιμή του δείκτη ίση με τη μονάδα σημαίνει την ύπαρξη έντονης αντίθεσης στην ισχύ της παραπάνω πρότασης και είναι δυνατό να αναιρέσει ένα θετικό αποτέλεσμα του ελέγχου συμφωνίας. Συνεπώς, εάν μια εναλλακτική έχει πολύ καλές βαθμολογίες σε κάποια κριτήρια αλλά ταυτόχρονα πολύ κακές βαθμολογίες σε κάποια άλλα, είναι δυνατό να επιτύχει στον έλεγχο συμφωνίας όμως να αποτύχει στον έλεγχο ασυμφωνίας, με αποτέλεσμα την απόρριψη της αρχικής πρότασης. Ο δείκτης ασυμφωνίας οφείλει να υπολείπεται ενός κατωφλίου ασυμφωνίας το οποίο καθορίζεται με ανάλογο τρόπο και περιορισμούς με το κατώφλι συμφωνίας.

Με την εναλλαγή τιμών στα βάρη των κριτηρίων και στα κατώφλια συμφωνίας και ασυμφωνίας οι μέθοδοι ELECTRE εμφανίζουν διαφορετικά αποτελέσματα στην

αξιολόγηση των εναλλακτικών. Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί να μελετηθεί και να αξιολογηθεί ως διαδικασία *ελέγχου ευαισθησίας* [43], [44].

Εφόσον οι δύο έλεγχοι είναι επιτυχημένοι για ένα ζεύγος εναλλακτικών, τότε η ισχύς της πρότασης *aSb* επαληθεύεται και γίνεται δεκτή η αντίστοιχη σχέση υπεροχής [45].

Το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας εφαρμογής των μεθόδων αφορά την αξιοποίηση της πληροφορίας που απορρέει από το πρώτο στάδιο, ώστε να ολοκληρωθεί ο σκοπός της ανάλυσης. Μετά τον καθορισμό των τελικών σχέσεων υπεροχής μεταξύ των εναλλακτικών ακολουθείται μια διαφορετική, εξαρτώμενη από τη επιλεγθείσα μέθοδο, διαδικασία με βάση την οποία καθορίζεται το τελικό αποτέλεσμα της ανάλυσης ([46]). [47]

4.4.2 Βασικά χαρακτηριστικά της οικογένειας PROMETHEE.

Δύο μέθοδοι υπάρχουν σ' αυτή την οικογένεια οι οποίες ακολουθώντας παραπλήσια λογική με την ELECTRE III καταλήγουν σε ταξινόμηση των πιο ικανοποιητικών εναλλακτικών (PROMETHEE I όχι πλήρης ταξινόμηση, PROMETHEE II πλήρης ταξινόμηση).

Κατά αντιστοιχία του δείκτη συμφωνίας υπάρχει ο δείκτης προτίμησης. Αντίθετα δεν υφίσταται κάτι αντίστοιχο του δείκτη ασυμφωνίας και συνεπώς ούτε το όριο άρνησης. Τα όρια αδιαφορίας και προτίμησης έχουν γραμμική μεταξύ τους σχέση.

Το πλεονέκτημα της PROMETHEE σε σχέση με την ELECTRE III είναι ότι η μεταβολή του δείκτη προτίμησης είναι γραμμική σε σχέση με την διαφορά των κριτηρίων και κατ' αυτήν την έννοια η ερμηνεία του είναι περισσότερο κατανοητή [48].

4.4.3 Μέθοδοι αλληλεπίδρασης

Πρόκειται για διαδικασίες που αποτελούνται από εναλλασσόμενα στάδια υπολογισμών και συζητήσεων. Είναι βασικό αυτός που λαμβάνει την απόφαση να έχει άμεση συμμετοχή στη διαδικασία της αξιολόγησης παρεμβαίνοντας στα ενδιάμεσα στάδια αυτής, κάνοντας διάλογο με τον επιστήμονα και τεκμηριώνοντας τις προτιμήσεις του, έτσι ώστε να αποκτά και εκείνος περισσότερες γνώσεις αλλά και να εισάγει επίσης νέες πληροφορίες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Πρόκειται κυρίως για ποιοτικές τεχνικές που στοχεύουν να «βοηθήσουν» αυτόν που λαμβάνει την απόφαση να οδηγηθεί μέσα από μια διαδικασία διαλόγου στη καλύτερη συμβατή επιλογή. Στην κατηγορία των παραπάνω μεθόδων ανήκει η τεχνική που καλείται «προγραμματισμός στόχου» (GP, Goal Programming), κατά την οποία αυτός που λαμβάνει την απόφαση προσπαθεί να καταλήξει σ' ένα σύνολο στόχων όσο γίνεται περισσότερο σχετικών μεταξύ τους. Η παραπάνω τεχνική χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες «σταθμισμένος προγραμματισμός στόχου» (WGP, Weighted Goal Programming) και «λεξικογραφικός προγραμματισμός στόχου» (LGP, Lexicographic Goal Programming), ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση των ανεπιθύμητων αποκλίσεων του συνόλου των στόχων.[21]

4.4.4 Αναλυτικό μαθηματικό υπόβαθρο ELECTRE I

Η μέθοδος ELECTRE I είναι η βάση της οικογένειας των μεθόδων ELECTRE που όμως δίνει τη δυνατότητα εύκολης κατανόησης και γρήγορης αποτύπωσης και βελτιστοποίησης μιας ευρείας γκάμας εφαρμογών. Για την εκτέλεση της μεθόδου είναι απαραίτητη η κανονικοποίηση των τιμών των εναλλακτικών για όλα τα κριτήρια σε κοινό εύρος. Η αναγκαιότητα για κανονικοποίηση των βαρών των κριτηρίων εξαρτάται από τους μαθηματικούς τύπους οι οποίοι θα επιλεγούν για την εφαρμογή της μεθόδου. Η μέθοδος σχεδιάστηκε να καλύπτει προβλήματα επιλογής μίας ή περισσότερων εναλλακτικών από ένα σύνολο εναλλακτικών λύσεων, όπως αυτές αξιολογούνται υπό το πρίσμα χαρακτηριστικών.

Τα βήματα της μεθόδου ELECTRE I

Η διαδικασία για την εφαρμογή της μεθόδου περιλαμβάνει επτά βήματα:

1. Δημιουργία ενός πίνακα $B(m \times n)$, όπου αποδίδονται τιμές στις εναλλακτικές για τα διάφορα χαρακτηριστικά. Το στοιχείο b_{aj} αντιπροσωπεύει την τιμή που έχει η εναλλακτική a στο χαρακτηριστικό g_j :

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Μετατροπή των τιμών του πίνακα B σε ενιαία κλίμακα με βάση τον τύπο:

$$r_{aj} = \frac{v_{aj}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m b_{aj}^2}}$$

ώστε να δημιουργηθεί ο κανονικοποιημένος πίνακας $R(m \times n)$:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Εάν οι τιμές του πίνακα απόφασης βρίσκονται από την αρχή σε ομοιόμορφη κλίμακα για όλα τα εξεταζόμενα κριτήρια το βήμα αυτό μπορεί να παραληφθεί.

3. Καθορισμός του διανύσματος των βαρών $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ μέσω του οποίου αναγνωρίζεται η σημασία που ο αποφασίζων αποδίδει σε κάθε κριτήριο g_i .
4. Η ισχύς της σχέσης υπεροχής ανάμεσα σε δύο εναλλακτικές λύσεις και προϋποθέτει την επαλήθευση των ακόλουθων προτάσεων:

- ο η α οφείλει να υπερέχει της β στα περισσότερα χαρακτηριστικά.
- ο η α οφείλει να μην είναι σημαντικά χειρότερη από τη β στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά.

Με σκοπό την επαλήθευση των συνθηκών αυτών, για κάθε ζευγάρι εναλλακτικών α και β καθορίζεται η ομάδα συμφωνίας ως το σύνολο των κριτηρίων στα οποία η α εμφανίζεται καλύτερη ή ίση με τη β ,και η ομάδα ασυμφωνίας ως το σύνολο ως το σύνολο που περιέχει τα υπόλοιπα κριτήρια:

$$J_{ab}^+ = \{j \mid r_{aj} \geq r_{bj}\}$$

$$J_{ab}^- = \{j \mid r_{aj} < r_{bj}\},$$

Όπου $j = 1, 2, \dots, n$ τα κριτήρια για την αξιολόγηση των εναλλακτικών.

- Υπολογίζεται ο δείκτης συμφωνίας για κάθε ζευγάρι εναλλακτικών λύσεων σύμφωνα με τους τύπους:

$$C_{ab} = \frac{\sum_{j \in J_{ab}^+} w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (1) \quad \text{ή} \quad C_{ab} = \frac{\sum_{j \in J_{ab}^+} w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (1^a)$$

Ο τύπος (1) χρησιμοποιείται εφόσον τα βάρη δεν παρουσιάζονται κανονικοποιημένα. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες παραλλαγές των παραπάνω τύπων, οι οποίες όμως διατηρούν τη φιλοσοφία του αρχικού. Ενδεικτικά, κατά τους Almeida [49] και Raj & Kumar [43] στον υπολογισμό του δείκτη συμφωνίας λαμβάνονται υπόψη μόνο κατά το ήμισυ τα βάρη στα οποία οι εναλλακτικές α και β ισοβαθούν. Ο τύπος (1) γίνεται :

$$C_{ab} = \frac{\sum_{j \in J_{ab}^+} w_j + 0.5 \sum_{j \in J_{ab}^-} w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (1^b)$$

- Υπολογίζεται ο δείκτης ασυμφωνίας, που εκφράζει εκτίμηση του βαθμού στον οποίο η εναλλακτική α είναι καλύτερη από τη β. Σημειώνεται ότι ενώ ο υπολογισμός του δείκτη συμφωνίας γίνεται με τον ίδιο κατά βάση τρόπο για όλες τις εκφάνσεις της ELECTRE I, ο δείκτης ασυμφωνίας υπόκειται σε διαφοροποιήσεις από τον αρχικό τύπο $d_{ab} = \max_{j: a < b(b-a)} \cdot [46]$

Ο τύπος για τον δείκτη ασυμφωνίας έχει τη μορφή [44]:

$$d_{ab} = \frac{\max_{j \in J^+} (r_{bj} - r_{aj}) * j}{\max_{j \in J} |r_{bj} - r_{aj}| * j}$$

ενώ στο ίδιο κείμενο αναφέρονται περιπτώσεις χωρίς κανονικοποίηση μεταξύ των τιμών εντός ενός κριτηρίου, αλλά και κανονικοποιήσεις με βάση τη μέγιστη

εσωτερική απόσταση στις τιμές ενός κριτηρίου αντί για την εσωτερική απόσταση μεταξύ του εκάστοτε ζεύγους εναλλακτικών για το οποίο γίνεται σύγκριση.

Ο δείκτης ασυμφωνίας υπολογίζεται από τον από τον τύπο [44]:

$$D(a, b) = \max \left[\frac{(Z_{bj} - Z_{aj})}{Z_j^* - Z_j'} \right]$$

Για κάθε κριτήριο j $b > a$

Όπου Z_{aj} και Z_{bj} οι τιμές των εναλλακτικών a και b υπό τι κριτήριο j Z_j^* η μέγιστη τιμή αξιολόγησης στο κριτήριο j , και Z_j' και η ελάχιστη τιμή αξιολόγησης των εναλλακτικών στο κριτήριο j .

7. Δημιουργείται ο δυαδικός συγκεντρωτικός πίνακας υπεροχής $E(m \times m)$ ο οποίος παρουσιάζει τους δυνατούς συνδυασμούς των εναλλακτικών. Το στοιχείο E_{ik} του πίνακα παίρνει την τιμή:

- 1 αν $C_{ik} \geq s$ και $D_{ik} = 0$ όπου $0,5 \leq i \leq 1$
- 0 διαφορετικά

Η παράμετρος i καθορίζει ένα προκαθορισμένο ελάχιστο όριο το οποίο οφείλεια καλύπτει ο δείκτης συμφωνίας και υποδηλώνει την αυστηρότητα της αξιολόγησης των εναλλακτικών. Επιλογή υψηλής τιμής του i από τον αποφασίζοντα οδηγεί σε μικρότερο αριθμό σχέσεων υπεροχής μεταξύ των εναλλακτικών. Από τον πίνακα E διαμορφώνεται η τελική βαθμολογία κάθε εναλλακτικής ως υπόλοιπο μέγεθος της διαφοράς των περιπτώσεων όπου αυτή υπερέχει μείον των περιπτώσεων όπου υπολείπεται έναντι των άλλων. Η εναλλακτική με τη μεγαλύτερη βαθμολογία προκρίνεται ως λύση του προβλήματος ([44],[45],[50]). [48]

Κεφάλαιο 5 : Ανάλυση απαιτήσεων

5.1 Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής θα εφαρμοσθεί μια πολυκριτήρια μέθοδο υποστήριξης αποφάσεων για να αξιολογήσουμε τους εναλλακτικούς προμηθευτές ΦΑ στην Ελλάδα. Για το σκοπό αυτό συγκεντρώθηκαν όλες οι χώρες παραγωγοί που όμως έχουν τη δυνατότητα να διοχετεύουν φυσικό αέριο πέρα από τα δικά τους σύνορα. Συγκεντρώθηκαν οι απαραίτητες πληροφορίες για κάθε έναν από του πιθανούς προμηθευτές και αξιολογήθηκαν σύμφωνα με τα επιλεγμένα κριτήρια. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται παράλληλα και μια πρώτη κατηγοριοποίηση – ταξινόμηση των χωρών προμηθευτών για να ακολουθήσει η κλιμακοποίηση της βαθμολογίας στο επόμενο κεφάλαιο .

5.2 Εισαγωγικό κομμάτι αξιολόγησης

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας των σημαντικότερων εξαγωγέων. [51]

Πίνακας 7 : Οι χώρες που εξάγουν ΦΑ παγκοσμίως

	Χώρα
1	 Russia
—	 Arab league
2	 Canada
3	 Norway
4	 Algeria
5	 Netherlands
6	 Turkmenistan
7	 Qatar
8	 Indonesia
9	 Malaysia

10	 United States
11	 Nigeria
12	 Australia
13	 Trinidad and Tobago
14	 Egypt
15	 Uzbekistan
16	 Oman
17	 Germany
18	 Bolivia
19	 United Kingdom
20	 Burma
21	 Libya
22	 Brunei
23	 Kazakhstan
24	 United Arab Emirates
25	 Iran
26	 China-
27	 Denmark
28	 Ukraine
29	 Mexico
30	 Austria
31	 Argentina-
32	 France
33	 Croatia
34	 Czech Republic

35	 Slovakia
36	 Hungary
37	 Italy
38	 Poland
39	 Turkey
40	 Azerbaijan

- Οι οχτώ (εκτός από το Αζερμπαϊτζάν) τελευταίες χώρες – καθώς και η Ολλανδία, η Γερμανία, η Ουκρανία και η Αυστρία -έχουν ελάχιστα αποθέματα σε σχέση ακόμα και με τη δική τους κατανάλωση με αποτέλεσμα να λειτουργούν σαν μεσολαβητικοί σταθμοί σε αγωγούς που ξεκινάνε από μεγάλους προμηθευτές. Βρίσκονται όμως στη λίστα των εξαγωγέων ουσιαστικά γιατί στους αγωγούς κατά μήκος της επικράτειας τους μαζί με το φυσικό αέριο που φτάνει σε αυτούς από τους μεγάλους προμηθευτές βρίσκεται ήδη το δικό τους φυσικό αέριο το οποίο ουσιαστικά λαμβάνεται σαν εξαγωγίμο προϊόν γιατί ο αγωγός καταλήγει και σε άλλα κράτη αλλά στην πραγματικότητα γίνεται εκμετάλλευση του αγωγού για να διακινήσουν το φυσικό αέριο παραγωγής τους εντός της περιφέρειας τους .
- Οι χώρες Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Καναδάς, Κατάρ, Ινδονησία, Μαλαισία, ΗΠΑ, Αυστραλία, Τρινιδάντ & Τομπάγκο., Ομάν, Βολιβία, Μπρούναι, Βιρμανία, Κίνα, Μεξικό, Αργεντινή, Arab league και το Ουζμπεκιστάν απορρίπτονται για την προμήθεια ΦΑ στην Ελλάδα διότι εξαιτίας της μεγάλης απόστασης το κόστος μεταφοράς του ΦΑ είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από το κόστος αγοράς του πράγμα που θεωρείται οικονομικά μη συμφέρον.
- Η Αγγλία, η Δανία και η Νορβηγία αποτελούν χώρες με κοιτάσματα φυσικού αερίου αλλά δεν υπάρχει διαθέσιμη σύνδεση με την Ελλάδα και δεν προβλέπεται η δημιουργία κάποιου αγωγού που να βελτιώνει την επικοινωνία με την Ελλάδα στο άμεσο μέλλον.
- Οι υπόλοιπες χώρες σκιασμένες έντονα είναι οι χώρες που προκρίνονται στο επόμενο στάδιο της αξιολόγησης σύμφωνα με τα κριτήρια που θα τεθούν παρακάτω.
- Οι χώρες που πραγματοποιούν εξαγωγές LNG (υγροποιημένου φυσικού αερίου) είναι:

Πίνακας 8: Οι χώρες που εξάγουν LNG

ΚΑΤΑΡ
ΑΛΓΕΡΙΑ

ΙΝΔΟΝΗΣΙΑ
TRININTANT & ΤΟΜΠΑΓΚΟ.
ΜΑΛΑΙΣΙΑ
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ
ΝΙΓΗΡΙΑ
OMAN
YEMENH
ΕΝΩΜΕΝΑ ΑΡΑΒΙΚΑ ΕΜΙΡΑΤΑ

- Οι χώρες Ομάν, Υεμένη, Ινδονήσια , Ενωμένα αραβικά Εμιράτα, Trinidad and Tobago, Μαλαισία, Αυστραλία απορρίπτονται λόγω απόστασης .
- Οι χώρες Κατάρ, Αλγερία, Νιγηρία προκρίνονται στο επόμενο στάδιο της αξιολόγησης σύμφωνα με τα κριτήρια που θα τεθούν παρακάτω.

5.3 Συλλογή πληροφοριών & Αξιολόγηση Εναλλακτικών Προμηθευτών

- Ρωσία

Τα αποθέματα της χώρας σε φυσικό αέριο πλησιάζουν τα 48 τρις κυβικά μέτρα. Επιπλέον, ένα μεγάλο κομμάτι της ρωσικής επικράτειας παραμένει ανεξερεύνητο λόγω των δύσκολων κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στη χώρα. Ρωσικοί κολοσσοί όπως η Gazprom και η Lukoil ενθαρρύνθηκαν ανοικτά να επενδύσουν στις βαλκανικές ενεργειακές αγορές προκειμένου να ισχυροποιηθεί ο ρόλος της Μόσχας στην περιοχή. Εντούτοις, η αμερικανική διείσδυση στην περιοχή της Μαύρης Θάλασσας ανέτρεψε άρδην τους υφιστάμενους συσχετισμούς ισχύος εις βάρος της ρωσικής πλευράς. Η Πορτοκαλί Επανάσταση στην Ουκρανία το 2005 και η συνεπακόλουθη εκλογή του φιλοδυτικού Βίκτωρ Γιουσένκο στη θέση του προέδρου δημιούργησαν τριγμούς στις ουκρανορωσικές σχέσεις, που χαρακτηρίζονται έκτοτε από μία αμοιβαία καχυποψία. Η ένταση που επικρατεί ανάμεσα στις δύο χώρες αναφορικά με την τιμή πώλησης του ρωσικού φυσικού αερίου, τα διαμετακομιστικά τέλη και το ουκρανικό χρέος, θέτει συνεχώς σε κίνδυνο τις ρωσικές εξαγωγές προς τις ευρωπαϊκές αγορές μέσω του ουκρανικού δικτύου. Επομένως η γεωγραφική πραγματικότητα αναγκάζει τη Μόσχα να στραφεί προς τη Βαλκανική Χερσόνησο. Η περιοχή ουσιαστικά συνιστά μία χερσαία γέφυρα μεταξύ των καταναλωτριων χωρών της Δυτικής/Κεντρικής Ευρώπης και των ενεργοφόρων περιοχών της πρώην ΕΣΣΔ.

Η Ρωσία προωθεί τη δημιουργία του αγωγού South-Stream ο οποίος αποτελεί και τον μεγαλύτερο ανταγωνιστή του αγωγού Nabucco³ που προωθούν οι ισχυροί πυρήνες της κεντρικής Ευρώπης .



Εικόνα 11 : Χάρτης απεικόνισης πορείας South Stream

(πηγή: Wikipedia <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Southstream.png>)

Οι χώρες από τις οποίες διέρχεται ο south –stream είναι : Ρωσία , Βουλγαρία , Ελλάδα, Ιταλία , Ουγγαρία , Σλοβενία, Αυστρία, Σερβία .

Παρακάτω διακρίνονται τα ανταγωνιστικά συμφέροντα των δύο αγωγών οι οποίοι έχουν ως στόχο την τροφοδοσία με ΦΑ τις χώρες της κεντρικής Ευρώπης .

³ Αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2017



Εικόνα 12 : Ταυτόχρονη απεικόνιση των ευρωπαϊκών συμφερόντων αγωγού Nabucco και των ρωσικών συμφερόντων αγωγού South Stream (πηγή: Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/South_Stream)

Η συνεργασία Ελλάδας – Ρωσίας στον ενεργειακό τομέα έχει μία σχεδόν ανεξάντλητη δυναμική που ενδέχεται να επηρεάσει καθοριστικά τη διαμόρφωση των διακρατικών σχέσεων στην περιοχή. Η πρόσφατη προσέγγιση που παρατηρείται μεταξύ Αθήνας και Μόσχας, για παράδειγμα, οφείλεται κυρίως στη σύγκλιση των ενεργειακών τους συμφερόντων. Η προοπτική κατασκευής των αγωγών Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολη και South Stream έχει ενθαρρύνει και τη διμερή συνεργασία στον αμυντικό τομέα.[52]

Για να μπορέσει η Ρωσία να μεταφέρει ΦΑ στην Ελλάδα θα πρέπει να μεταφερθεί μέσω των χώρων :

- Βουλγαρίας, Σερβίας, Ρουμανίας μέσω του αγωγού : South stream ⁴
- Τουρκίας μέσω των αγωγών : Blue stream & Nabucco(ή Αγωγός Μπακού-Τιφλίδα-Ερζουρούμ) & Turkey – Greece Pipeline.

⁴ Αναμένεται να είναι λειτουργικός το 2015



Εικόνα 13 : Χάρτης απεικόνισης Blue Stream
(Πηγή http://en.wikipedia.org/wiki/Blue_Stream)

ο Τουρκμενιστάν

Η χώρα καταλαμβάνει την πέμπτη θέση στη λίστα με τις χώρες που έχουν τα μεγαλύτερα αποθέματα φυσικού αερίου.

Παρά τα πλούσια αποθέματα σε φυσικό αέριο, το μεγαλύτερο κομμάτι του πληθυσμού ζει στη φτώχεια. Από το 1991, όταν ανεξαρτητοποιήθηκε από τη Σοβιετική Ένωση, η χώρα είναι σε μεγάλο βαθμό απομονωμένη από τον υπόλοιπο κόσμο. Δεν έχει καταφέρει να επωφεληθεί πλήρως από τα αποθέματα φυσικού αερίου και πετρελαίου, λόγω της έλλειψης οδού εξαγωγής αλλά και της διαμάχης μεταξύ των παραθαλάσσιων κρατών της Κασπίας Θάλασσας για το νομικό καθεστώς των πηγών.

Το Τουρκμενιστάν έχει κάνει πολλές προσπάθειες για να απαλλαγεί από τον έλεγχο των εξαγωγών της από τη Ρωσία. Κατασκευάζει έναν μεγάλο αγωγό αερίου προς την Κίνα, ενώ συζητάει το ενδεχόμενο να συμμετάσχει στον αγωγό Nabucco - ένα σχέδιο που έχει την υποστήριξη της ΕΕ και αποτελεί εναλλακτική λύση της προμήθειας ρωσικού αερίου στην Ευρώπη. Έχει βελτιώσει τις σχέσεις τις με το Ιράν για να απεξαρτηθεί από τη Ρωσία ενώ παράλληλα βρίσκεται σε φιλοδυτική τροχιά.[53]

Σε ότι αφορά τις πολιτικές σχέσεις η Ελλάδα υποστηρίζει την πολιτική ουδετερότητας του Τουρκμενιστάν, στο πλαίσιο της στήριξης κάθε ενέργειας που τείνει στην προαγωγή της σταθερότητας, ασφάλειας και καλής γειτονίας στην περιοχή της Κεντρικής Ασίας.

Στο περιθώριο του 1^{ου} Forum ΕΕ-Κεντρικής Ασίας για θέματα Ασφαλείας, υπεγράφη το Πρωτόκολλο Διμερών Διαβουλεύσεων μεταξύ των ΥΠΕΞ της Ελληνικής Δημοκρατίας και του Τουρκμενιστάν. [54]

Για να μπορέσει το Τουρκμενιστάν να μεταφέρει ΦΑ στην Ελλάδα θα πρέπει να μεταφερθεί μέσω των χώρων :

- Τουρκία , Βουλγαρία, μέσω των αγωγών : Nabucco & Turkey-Greece pipeline (ή είσοδος από Βουλγαρία)

ο Αζερμπαϊτζάν

Η χώρα με ιδιαίτερη σημασία στον Νότιο Διάδρομο της ΕΕ είναι το Αζερμπαϊτζάν, γιατί έχει στα χωρικά της ύδατα το γιγαντιαίο κοιτάσμα αερίου Σαχ Ντενίζ που είναι το μεγαλύτερο σε ολόκληρη την Κασπία. Ήδη πριν από λίγα χρόνια άρχισε να παράγεται αέριο από την πρώτη φάση του κοιτάσματος

Το Αζερμπαϊτζάν έχει, πλέον της παραγωγικής του δυναμικότητας, κεντρικό ρόλο στο Νότιο Διάδρομο λόγω της γεωπολιτικής του θέσης. Το Αζερμπαϊτζάν εκτός από χώρα παραγωγής αερίου θα εξελιχθεί και σε χώρα διαμετακόμισης αερίου για ποσότητες από το Τουρκμενιστάν και το Καζακστάν.[55]

Σε ότι αφορά τις οικονομικές σχέσεις με την Ελλάδα εξαιρετικής σημασίας συμφωνία υπέγραψε ο πρώην Υφυπουργός Εξωτερικών Σπύρος Κουβέλης μαζί με τον Υπουργό Ενέργειας του Αζερμπαϊτζάν Νάτικ Αλίεφ. Η συμφωνία που προβλέπει την απευθείας εμπορία φυσικού αερίου μεταξύ Ελλάδας και Αζερμπαϊτζάν χωρίς τον ενδιάμεσο μεσολαβητικό ρόλο της Τουρκίας.⁵

Καθιστώντας την Ελλάδα ως τη μοναδική χώρα-μέλος της ΕΕ που το Αζερμπαϊτζάν εξάγει αέριο. Η ΔΕΠΑ εισάγει 700 εκατ. κυβικά μέτρα αερίου το χρόνο από την SOCAR. Οι Τούρκοι μέχρι και σήμερα επιδιώκουν πλέον του διαμετακομιστικού τους ρόλου να εισάγουν οι ίδιοι μέσω της BOTAS το αζέρικο αέριο από την SOCAR και να το μεταπωλούν στην Ελλάδα και κατ' επέκταση στην ΕΕ. Αυτή η θέση της BOTAS δεν γίνεται δεκτή ούτε από τις Βρυξέλλες αλλά και ούτε από το Μπακού. Συγκεκριμένα η ΕΕ θέτει ως προϋπόθεση για την κατασκευή ενός εκ των τριών αγωγών Ποσειδών – ITGI, TAP, Nabucco, που αποτελούν τον Νότιο Διάδρομο Αερίου της Ευρώπης και πρόκειται να μεταφέρουν το αέριο του Σαχ Ντενίζ II. Στόχος είναι να υπάρχει η δυνατότητα από τις ευρωπαϊκές εταιρείες αερίου απευθείας σύναψης συμβολαίων προμήθειας αζέρικου αερίου με την SOCAR. Συνεπώς η συμφωνία του πρώην Υφυπουργού Εξωτερικών κ. Κουβέλη με τον Αζέρο Υπουργό Ενέργειας κ. Αλίεφ είναι στρατηγικής σημασίας με άμεσο αντίκτυπο όχι μόνο για την Ελλάδα, αλλά για όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ και συμβάλλει στην ενίσχυση της Ευρωπαϊκής ενεργειακής ασφάλεια. [56]

Συμπέρασμα: Σήμερα ο πρωταρχικός στόχος της Ευρώπης στον τομέα της ενεργειακής ασφάλειας είναι η προμήθεια αερίου από τις χώρες της Κασπίας. Η στρατηγική σχέση Ελλάδας και Αζερμπαϊτζάν θα συμβάλλει ουσιαστικά στην Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική στην περιοχή της Κασπίας και θα έχει ως αποτέλεσμα στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας της ΕΕ και στην οικονομική ανάπτυξη.

⁵ Σημαντική συμφωνία που επαληθεύει τα συμπεράσματα της μελέτης που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής . Ακολουθεί σχολιασμός στο κεφάλαιο των συμπερασμάτων.

Για να μπορέσει το Αζερμπαϊτζάν να μεταφέρει ΦΑ στην Ελλάδα θα πρέπει να μεταφερθεί μέσω των χώρων :

- Τουρκίας, Βουλγαρίας μέσω των αγωγών: Nabucco & (ITGI) Italy-Turkey-Greece pipeline (ή είσοδος από Βουλγαρία)
- Τουρκίας, Ιταλίας μέσω των αγωγών : ο αγωγός φυσικού αερίου South Caucuses (SCP) ή Μπακού – Τιφλίδα - Ερζουρούμ & Italy-Turkey-Greece (ITG ή Ποσειδών⁶)
- Τουρκίας, Αλβανίας, Ιταλίας μέσω των αγωγών : Μπακού – Τιφλίδα-Ερζουρούμ & TAP (Trans Adriatic Pipeline)⁷

ο Αλγερία*

Η κυβέρνηση της Αλγερίας έχει να αντιμετωπίσει με επιτυχία τη παρούσα κρίση (έντονες διαμάχες και κοινωνικές συγκρούσεις στο εσωτερικό της χώρας λόγω του ανισομερώς κατανομημένου πλούτου μεταξύ των πολιτών), ωστόσο δεν έχει διαφύγει τον κίνδυνο. Οι κακές συνθήκες διαβίωσης των πολιτών, το ισλαμικό κίνημα, η ανεργία, η διαφθορά και η γραφειοκρατία αποτελούν τα φυτίλια για μία ενδεχόμενη εξέγερση και στην αντιμετώπισή τους έγκειται η επιβίωση του καθεστώτος.

Για να μπορέσει η Αλγερία να μεταφέρει ΦΑ στην Ελλάδα θα πρέπει να μεταφερθεί μέσω :

- Ιταλίας μέσω των αγωγών :Galsi & Italy-Greece pipeline (ή Trans Adriatic Pipeline)
- Τυνησίας, Ιταλίας μέσω των αγωγών : Transmediterranean Pipeline & Italy-Greece pipeline (ή Trans Adriatic Pipeline)
- Θαλάσσια μεταφορά LNG

⁶ Αναμένεται να είναι λειτουργικός το 2015

⁷ Αναμένεται να είναι λειτουργικός το 2015



Εικόνα 10 : Η πορεία του αγωγού Galsi (πηγή : Wikipedia <http://en.wikipedia.org/wiki/GALSI>)

Ο αγωγός Transmediterranean Pipeline είναι κομβικής σημασίας όπως φαίνεται και παρακάτω αφού ενώνει την Αλγερία με τα παράλια της Τυνησίας και στη συνέχεια περνώντας τη Μεσόγειο δίνει μία ακόμη δυνατότητα (μαζί με τον Galsi) για την αξιοποίηση των κοιτασμάτων των χωρών της Αφρικής στις χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης :



Εικόνα 11 : Το ευρύτερο πλάνο των αγωγών ΦΑ στην Αφρική (πηγή : Wikipedia [http://en.wikipedia.org/wiki/Trans-Mediterranean Pipeline](http://en.wikipedia.org/wiki/Trans-Mediterranean_Pipeline))

Η Αλγερία δίνει τη δυνατότητα και για μεταφορά (υγροποιημένου ΦΑ) LNG στην Ελλάδα. Μέσω του νησιού Ρεβυθούσα στον κόλπο Πάχης Μεγάρων, όπου υπάρχουν

εγκαταστάσεις για τη λήψη, αποθήκευση και αεροποίηση του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) που εξάγεται με δεξαμενόπλοιο από την Αλγερία. Γενικά παρατηρείται έντονη συνεργασία σε επίπεδο εισαγωγών – εξαγωγών ανάμεσα στις 2 χώρες .

«...Αξίζει να σημειωθεί η συνεργασία των Σωληνουργείων Κορίνθου με την αλγερινή εταιρεία υδρογοναθράκων Sonatrach. Επίσης η συνεργασία που έχουν οι ελληνικές εταιρείες πετρελαίου, καθώς από την Αλγερία εισάγεται τη μεγαλύτερη ποσότητα φυσικού αερίου (υπό μορφή LNG). Η Ελλάδα εξάγει στην Αλγερία ράβδους σιδήρου, χάλυβα, χαλκό κ.λπ...»[57]

ο Καζακστάν

Η κυβέρνησή του εξετάζει το ενδεχόμενο διοχέτευσης του φυσικού αερίου στην τροφοδοσία του αγωγού Ναμπούκο. Χαρακτηριστικές οι δηλώσεις αξιωματούχων:

«...Φυσικό αέριο από το Καζακστάν θα μπορούσε να βρει το δρόμο του μέσω του σχεδιαζόμενου αγωγού Ναμπούκο εφόσον νέα κοιτάσματα φυσικού αερίου αναδυθούν στην επικράτεια εντός της χώρας ...»

«...στο μέλλον, το Καζακστάν θα εξετάσει την περίπτωση του Nabucco ως δυνητικός προμηθευτής φυσικού αερίου, εάν οι νέοι υψηλού δυναμικού τομείς του φυσικού αερίου αναπτυχθούν στην εγχώρια αγορά και προκύψουν αναξιοποίητες ποσότητες φυσικού αερίου...»

«...Επιπλέον προμήθεια φυσικού αερίου δεν είναι άμεσα διαθέσιμες στο Καζακστάν, αλλά οι προμήθειες αναμένεται να διπλασιαστούν μέσα στην επόμενη δεκαετία....» [58]

Πίνακας 9 : Στατιστικός πίνακας παραγωγής -κατανάλωσης - ισοζυγίου εισαγωγών & εξαγωγών - αναγνωρισμένων αποθεμάτων

Natural Gas (Billion Cubic Feet)		2009			2010	
	29 Year History	Kazakhstan	Eurasia	World	Rank	Kazakhstan
Production		388	24,094	104,787	38	307
Consumption		304	19,106	105,225	46	303
Net Export/Imports(-)		133	5,454	--	65	4
Proved Reserves (Trillion Cubic Feet)		85	1,994	6,289	13	85

[59]

Για να μπορέσει το Καζακστάν να μεταφέρει ΦΑ στην Ελλάδα θα πρέπει να μεταφερθεί μέσω των χώρων :

- Τουρκμενιστάν, Ιράν, Τουρκίας, Βουλγαρίας μέσω των αγωγών : Nabucco & Turkey-Greece pipeline (ή είσοδος από Βουλγαρία).

ο Λιβύη*

Η Λιβύη το 2008 ήταν ο 2^{ος} σημαντικότερος εμπορικός εταίρος της Ελλάδας μεταξύ των αραβικών χωρών. Οι διμερείς εμπορικές σχέσεις παρουσιάζουν έντονες αυξομειώσεις, το δε εμπορικό ισοζύγιο είναι μόνιμα ελλειμματικό σε βάρος της Ελλάδος, γεγονός που οφείλεται αποκλειστικά στις εισαγωγές αργού πετρελαίου. Οι εισαγωγές πετρελαίου από τη Λιβύη, και το 2008, ξεπέρασαν τις αντίστοιχες από τη Σ. Αραβία.

Σήμερα οι σχέσεις των δύο χωρών παρουσιάζουν σημαντικές προοπτικές περαιτέρω αναβάθμισης σε συνέχεια της εγκαινιασθείσης, το Δεκέμβριο 2003, διαδικασίας επανένταξης της Λιβύης στη διεθνή σκηνή μετά την αποκήρυξη των προγραμμάτων ανάπτυξης όπλων μαζικής καταστροφής από το Λίβυο ηγέτη, καθώς και της άρσης των κυρώσεων ΕΕ κατά της Λιβύης (Οκτώβριος 2004). Στο παρελθόν έχουν πραγματοποιηθεί μια σειρά από επισκέψεις.

Ο Πρόεδρος της Δημοκρατίας κ. Κάρολος Παπούλιας πραγματοποίησε επίσημη επίσκεψη στη Λιβύη (13-14 Μαρτίου 2006) ύστερα από πρόσκληση του ηγέτη της χώρας Συνταγματάρχη Quadhaffi. Η επίσημη αυτή επίσκεψη του Προέδρου της Δημοκρατίας συνέβαλε τόσο συμβολικά όσο και ουσιαστικά στην αναθέρμανση των παραδοσιακών καλών σχέσεων μεταξύ της Ελλάδος και της Λιβύης.[60]

Σε επίπεδο εμπορικών σχέσεων η Λιβύη το 2008 ήταν ο 2ος σημαντικότερος εμπορικός εταίρος της Ελλάδας μεταξύ των αραβικών χωρών. Οι διμερείς εμπορικές σχέσεις παρουσιάζουν έντονες αυξομειώσεις, το δε εμπορικό ισοζύγιο είναι μόνιμα ελλειμματικό σε βάρος της Ελλάδος, γεγονός που οφείλεται αποκλειστικά στις εισαγωγές αργού πετρελαίου. Οι εισαγωγές πετρελαίου από τη Λιβύη, και το 2008, ξεπέρασαν τις αντίστοιχες από τη Σ. Αραβία.[60]

Για να μπορέσει η Λιβύη να μεταφέρει ΦΑ στην Ελλάδα θα πρέπει να μεταφερθεί μέσω των χώρων :

- Της Ιταλίας μέσω των αγωγών : Greenstream & Transmediterranean Pipeline & Italy-Greece pipeline

Συμπέρασμα : Η Λιβύη αποτελεί μια χώρα με μεγάλη ποσότητα φυσικού αερίου διαθέσιμου προς εξαγωγή και παρά το καθεστώς που επικρατούσε στη χώρα και το μη δημοκρατικό πολίτευμα που υπήρχε οι διμερείς σχέσεις με την Ελλάδα ήταν εξαιρετικές. Όμως με την ανατροπή του καθεστώτος και τις αλλαγές που ακολούθησαν είναι άγνωστο αν οι νέοι ηγέτες θα διατηρήσουν τις σχέσεις στο παλιό επίπεδο.

ο Νιγηρία*

Η Νιγηρία, με περίπου 186 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια (tscf) του φυσικού αερίου και αύξηση των επενδύσεων στην παραγωγή φυσικού αερίου, βρίσκεται σε δρόμο ανάπτυξης για να γίνει η δεύτερη μεγαλύτερη δύναμη στον κόσμο του ΥΦΑ-LNG μετά από το Κατάρ.[61]

Η κατασκευή του Trans-Saharan⁸ αγωγού φυσικού αερίου, ο οποίος ξεκινάει από Calabar στην Αζακούτα, Κανό και διαμέσου της Βόρειας Αφρικής φτάνει στην Ευρώπη, είναι ένα πολύ ιδιαίτερα στρατηγικό σχέδιο για τη Νιγηρία. Εκτός από την παροχή μιας βιώσιμη εναλλακτική πηγή εφοδιασμού σε φυσικό αέριο προς την Ευρώπη, εκτός από την προμήθεια από τη Ρωσική Ομοσπονδία, παρέχει μια ευκαιρία για τη διαφοροποίηση της διαδρομής κατά την εξαγωγή φυσικού αερίου και της εμπορίας αυτού εκτός της εξαγωγής υγροποιημένου φυσικού αερίου, ο Trans-Saharan αγωγός φυσικού αερίου και τα άλλα έργα για την παροχή περιφερειακών αγορών έχουν τη δυνατότητα να επιβεβαιώσουν τη θέση της Νιγηρίας και της οικονομικής ηγεσίας της στην Αφρική και την ίδια στιγμή να κερδίσουν περισσότερο σεβασμό στην αβροφροσύνη των εθνών.

Σε επίπεδο Οικονομικών και Εμπορικών Σχέσεων με την Ελλάδα σύμφωνα με τα στοιχεία του έτους 2008, οι ελληνικές εξαγωγές προς τη Νιγηρία ανήλθαν σε 117,624 εκατ. δολ. ΗΠΑ, οι δε εισαγωγές σε 104,687 εκατ. δολ. ΗΠΑ. Οι ελληνικές εξαγωγές αφορούν προϊόντα όπως λιπάσματα, έλαια και άλλα παράγωγα πετρελαίου, τσιμέντο, φάρμακα, θειικό αμμώνιο, πολυμερή από προπυλένιο, ηλεκτρικές συσκευές. Αντίστοιχα, η Ελλάδα εισήγαγε από τη Νιγηρία λάδια από πετρέλαιο, γαρίδες, οστρακοειδή, ξυλοκάrbουνο.

Σημαντικές είναι οι επενδύσεις, εδώ και δεκαετίες, ελληνοκλήτων εταιριών, όπως η Nigerian Flour Mills, ιδιοκτησίας Γ. Κουμάνταρου (αλεύρι, τσιμέντο, τερματικός Σταθμός Λιμένος Αραρα). Εταιρίες του ομίλου 3E που συνεργάζονται με τον αδελφό όμιλο εταιριών Λεβέντη (National Bottling Company, εμφιαλωτήρια Coca Cola, υαλουργία Frigoglass, γεννήτριες Leventis Power, αρτοβιομηχανία Leventis Foods σε συνεργασία με εταιρίες Κατσέλης και Chipita), η ελληνο-βρετανική πολυεθνική Cussons – Patterson – Zochonis (σαπουνοβιομηχανία Imperial Leather, απορρυπαντικά Elephant, γαλακτοβιομηχανία Nounou, καλλυντικά Venus, ηλεκτρονικά – ψυγεία Haier – Thermocool), όμιλος εταιριών Mandilas (κλιματισμός Carrier, αυτοκίνητα).

Οι ναυτιλιακοί δεσμοί της Ελλάδος με τη Νιγηρία είναι ομοίως παραδοσιακοί. Μεγάλο μέρος των Νιγηριανών εξαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου μεταφέρονται μέσω της ελληνικής ναυτιλίας.

Από την άλλη πλευρά η αναπτυξιακή βοήθεια προς τη Νιγηρία, αυτή ανήλθε κατά τη δεκαετία 1997-2007 στο ποσό των 3,95 εκατ. δολ. ΗΠΑ, ενώ για το έτος 2008 ανήλθε στα 2,23 εκατ. δολ. ΗΠΑ. [62]

Η Νιγηρία μπορεί να προμηθεύει την Ελλάδα με τους εξής τρόπους:

⁸ Θα μπορεί να καταστεί λειτουργικός το 2015

- Εξαγωγή LNG μέσω ειδικά κατασκευασμένων πλοίων (από το Bonny island της Νιγηρίας ,κέντρο επεξεργασίας υγροποιημένου φυσικού αερίου που η δημιουργία του κόστισε 3,8 δις.\$)
- Μέσω των χωρών : Νίγηρας, Αλγερία, Τυνησία, Ιταλία μέσω των αγωγών :Trans-Saharan Gas Pipeline & TransMediterranean Pipeline (λειτουργεί) ή Galsi (2014) & Italy-Greece Pipeline

ο Αίγυπτος*

Πριν από λίγες ημέρες οι συνεργασίες Αιγύπτου και Ελλάδας στον τομέα του πετρελαίου βρέθηκαν πάλι στο επίκεντρο της δημοσιότητας. Συγκεκριμένα μετά τη διενέργεια διεθνούς διαγωνισμού τα Ελληνικά Πετρέλαια συμφερόντων Ομίλου Λάτση αποφάσισαν να μεταβιβάσουν μέρος των δικαιωμάτων έρευνας και παραγωγής στην περιοχή West Obayed στη Δυτική Έρημο της Αιγύπτου στην εταιρεία Vegas Oil and Gas, συμφερόντων Ομίλου Βαρδινογιάννη. Οι δύο εταιρείες θα δημιουργήσουν κοινοπραξία (Vegas Oil 70% και ΕΛΠΕ 30%) τη διαχείριση της οποίας θα αναλάβει η Vegas Oil. Στα άμεσα σχέδια της κοινοπραξίας είναι η συνέχιση των ερευνητικών εργασιών στην περιοχή West Obayed με την εκτέλεση τουλάχιστον δύο ακόμη γεωτρήσεων μέχρι τον Ιούνιο 2012.

Η Vegas Oil δραστηριοποιείται δυναμικά από το 2003 στην Αίγυπτο έχοντας επιτύχει σημαντική πετρελαιοπαραγωγή. Τα ΕΛΠΕ τον Ιούνιο του 2007 απέκτησαν από την Egyptian Petroleum Company (EGPC) τα αποκλειστικά δικαιώματα έρευνας και παραγωγής στην περιοχή West Obayed με την υποχρέωση εκτέλεσης μιας σειράς ερευνητικών εργασιών. Τα ΕΛΠΕ έχουν ήδη πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις, με την εκτέλεση σεισμικών καταγραφών και δύο γεωτρήσεων, με ενθαρρυντικά αποτελέσματα για την ύπαρξη κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου στην περιοχή. Η κοινοπραξία μεταξύ των δύο μεγαλύτερων πετρελαϊκών ομίλων στην Ελλάδα, σηματοδοτεί την ιδιαίτερη σημασία που δίνουν οι μέτοχοι για την ανάπτυξη στην Αίγυπτο. Σήμερα οι μεγαλύτερες επενδύσεις ελληνικών εταιρειών στην παραγωγή πετρελαίου εστιάζονται στην Αίγυπτο.

Το ελληνικό ενδιαφέρον για τα πετρέλαια της Αιγύπτου συνδέεται με την μακροχρόνια σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ Ελλήνων και Αιγυπτίων. Επιπλέον η γεωπολιτική θέση της Αιγύπτου στην Ανατολική Μεσόγειο είναι στρατηγικής σημασίας γιατί η Αίγυπτος ελέγχει τα Στενά του Σουέζ. Ακόμη, με τη δημιουργία νέων αγωγών φυσικού αερίου η Αίγυπτος θα αποτελέσει μια από τις σημαντικότερες χώρες στην περιοχή μας.

Συγκεκριμένα ο Παν-Αραβικός Αγωγός φυσικού αερίου που θα μεταφέρει Αιγυπτιακό φυσικό αέριο μέσω της Ιορδανίας, του Λιβάνου, της Συρίας, και της Τουρκίας αναμένεται να λειτουργήσει έως το τέλος του 2011. Αυτό σημαίνει, ότι από τη στιγμή, που ο αγωγός αυτός θα μεταφέρει αέριο προς την Τουρκία, από εκεί πολύ εύκολα μέσω του ελληνοτουρκικού αγωγού ITG μπορεί να φτάσει αέριο στην Ελλάδα, δηλαδή μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ).

Αυτή είναι μία εξέλιξη στρατηγικής σημασίας για την Ελλάδα γιατί ο Παν-Αραβικός Αγωγός αερίου θα μπορέσει να συνδεθεί με το Νότιο Διάδρομο αερίου της ΕΕ, που σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Επίτροπο Γκούντερ Έτινγκερ αποτελεί την αιχμή του δόρατος της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής για την ενεργειακή ασφάλεια της ΕΕ. Επιπλέον για την Ελλάδα θα υπάρξουν σημαντικές επιχειρηματικές ευκαιρίες εμπορίας αιγυπτιακού αερίου μέσω αγωγών. Η ελληνική αγορά φυσικού αερίου που ήδη απελευθερώθηκε, έστω και καθυστερημένα, είναι έτοιμη για να αξιοποιήσει τις νέες δυνατότητες που ανοίγονται με τον Παν-Αραβικό αγωγό.

Η Αιγυπτιακή κυβέρνηση προωθεί σήμερα τη δημιουργία υποδομών για σταθμούς LNG και επιδιώκει να αναπτύξει το εμπόριο αιγυπτιακού LNG. Ελληνικές επιχειρήσεις βρίσκονται σε διαπραγματεύσεις με την αιγυπτιακή κυβέρνηση για την σύναψη νέων συμφωνιών. Διαφαίνεται ότι δημιουργείται νέα δυναμική ανάπτυξη στις οικονομικές σχέσεις Ελλάδας και Αιγύπτου με κεντρικό άξονα το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Η εμπειρία που έχει αποκτηθεί στην Αίγυπτο από τους δύο μεγαλύτερους πετρελαϊκούς ομίλους της Ελλάδας και η αξιόπιστη πορεία τους με σημαντικές επιτυχίες στην πετρελαιοπαραγωγή, προδιαγράφει θετικά το μέλλον της συνεργασίας Ελλάδας Αιγύπτου. Η χώρα μας εκτός από τα αναμφισβήτητα οικονομικά πλεονεκτήματα, κερδίζει αυξάνοντας την ενεργειακή της ασφάλεια και ενισχύοντας την γεωπολιτική της θέση.[63]

Σε ότι αφορά τις πολιτικές σχέσεις με την Ελλάδα μετά τις τελευταίες ανακαλύψεις μεγάλων κοιτασμάτων υδρογονανθράκων στην θαλάσσια περιοχή μεταξύ Τουρκίας – Κύπρου – Αιγύπτου, η Αιγυπτιακή κυβέρνηση επιδιώκει να υπάρξει συμφωνία οριοθέτησης της περιοχής με την Κύπρο και την Τουρκία, αποκλείοντας έτσι την Ελλάδα, με την πλήρη διαγραφή της επήρειας του Καστελόριζου. Με αφορμή τις ανακοινώσεις για το μέγεθος του κοιτάσματος φυσικού αερίου στο Οικόπεδο 12 της Κυπριακής Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης ήρθε στην επικαιρότητα το γεγονός ότι τα σύνορα μεταξύ της Αιγύπτου, της Κύπρου και της Τουρκίας δεν είναι ακόμη συμφωνημένα.

Ο Αιγύπτιος υπουργός δήλωσε ότι το διεθνές δίκαιο προβλέπει πως τα «τρία κράτη πρέπει να συμμετάσχουν στον καθορισμό των συνόρων», προσθέτοντας ότι η αιγυπτιακή κυβέρνηση εργάζεται ήδη στην κατεύθυνση αυτή», δήλωση με την οποία αποκλείει βεβαίως από την οριοθέτηση στη συγκεκριμένη περιοχή την Ελλάδα.[64]

Η Αίγυπτος μπορεί να προμηθεύει την Ελλάδα με τους εξής τρόπους :

- Μέσω των χωρών: Ιορδανίας, Λιβάνου, Συρίας, Τουρκίας διαμέσου των αγωγών : Παναραβικός αγωγός & Turkey-Greece Pipeline
- Γίνονται κυρίως εξαγωγές LNG μέσω της ισπανικής αγοράς από τη SEGA (Spanish Egyptian Gas Company)

ο Κατάρ

Η κυβέρνηση του Κατάρ έχει αφιερώσει περισσότερους πόρους πρόσφατα για την ανάπτυξη του ΦΑ, κυρίως για εξαγωγή ΦΑ, όπως ΥΦΑ. Αν και παράγει μόνο ΥΦΑ

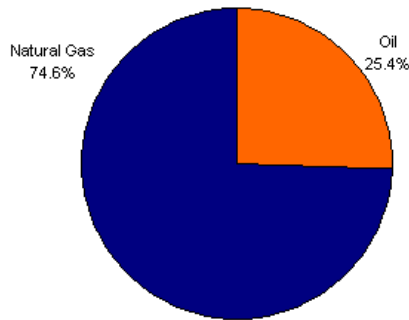
από το 1997, το Κατάρ είναι πλέον ο μεγαλύτερος προμηθευτής στον κόσμο του ΥΦΑ . Το Κατάρ είναι επίσης μέλος και χώρα υποδοχής για τις χώρες που εξάγουν αέριο Φόρουμ (GECF), ένας οργανισμός που ιδρύθηκε το 2001 για να προωθήσει το ενδιαφέρον των μεγάλων παραγωγών ΦΑ στον κόσμο.



Εικόνα 12: Γεωγραφική απεικόνιση του Κατάρ
πηγή :(<http://205.254.135.7/countries/cab.cfm?fips=QA>)

Από τις προκαταρκτικές εκτιμήσεις της Εθνικής Τράπεζας Κατάρ δείχνουν ότι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο αντιπροσωπεύουν πάνω από το μισό του 2010 το ΑΕΠ του Κατάρ. Το Κατάρ είναι πλήρως χώρα εξαρτημένη από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο για το σύνολο της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας. Παρά το γεγονός ότι ο τομέας των μεταφορών εξακολουθεί να συμβάλει σημαντικά στην αύξηση της ζήτησης πετρελαίου, το σύνολο της δυναμικότητας της ηλεκτρικής ενέργειας στο Κατάρ εξαρτάται από το φυσικό αέριο. Η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του Κατάρ το 2008 ξεπέρασε το ένα τετράκις εκατομμύρια Btu για πρώτη φορά, έχοντας σχεδόν διπλασιαστεί από το 2001. Η ταχεία αυτή αύξηση προήλθε από την ανάλογη ταχύτητα ανάπτυξης της οικονομίας της. Στην πραγματικότητα, η ένταση ενέργειας του Κατάρ (η συνολική κατανάλωση ανά δολάριο του ΑΕΠ) αυξήθηκε κατά λιγότερο από πέντε τοις εκατό κατά την ίδια περίοδο.[65]

**Total Energy Consumption in Qatar, by Type
(2008)**



Source: EIA *International Energy Statistics*

**Εικόνα 13 : Αποτύπωση της ενεργειακής κατανάλωσης στο Κατάρ
πηγή :(<http://205.254.135.7/countries/cab.cfm?fips=QA>)**

Όσον αφορά τις οικονομικές και εμπορικές σχέσεις το Κατάρ στοχεύει την Ελλάδα ως τερματικό υδροποιημένου φυσικού αερίου.

Οι δύο χώρες υπέγραψαν ένα μη δεσμευτικό μνημόνιο κατανόησης για την εξαγωγή από το Κατάρ υδροποιημένου φυσικού αερίου (ΥΦΑ) στην Ελλάδα και την κατασκευή τερματικών σταθμών υδροποιημένου φυσικού αερίου στη Μεσόγειο χώρα.[70]

Το Κατάρ θέλει να δημιουργήσει μια νέα αγορά για τις εξαγωγές φυσικού αερίου στην Ελλάδα με την προσφορά του να οικοδομήσει μια μονάδα παραλαβής, σύμφωνα με αξιωματούχους. Η προκαταρκτική συμφωνία δείχνει ότι ο μεγαλύτερος παραγωγός στον κόσμο του υδροποιημένου φυσικού αερίου (ΥΦΑ), καταπιάνεται με τη μειωμένη ζήτηση για το καύσιμο παγκοσμίως, με νέες μονάδες παραγωγής που είναι υπό κατασκευή για τα επόμενα χρόνια.

Το Κατάρ έχει προσφερθεί να στείλει 5 δισεκατομμύρια ευρώ στην Ελλάδα για οικοδόμηση μιας λιμενικής εγκατάστασης για τη μετατροπή σε αέριο LNG, που θα χρησιμοποιηθεί σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας και βαριάς βιομηχανίας.

Αν κατασκευαστεί, η "επαναεριοποίηση" στην Ελλάδα ,η εγκατάσταση του τερματικού σταθμού θα είναι η τρίτη στην Ευρώπη στην οποία η Qatar Petroleum , μια κυβέρνηση-επιχείρηση, κατέχει ένα σημαντικό μερίδιο μετοχών. Οι άλλοι είναι στη Βρετανία και την Ιταλία.

Οι εταιρείες φυσικού αερίου του Κατάρ φλερτάρουν επιθετικά αγοραστές στην Ευρώπη, με δεδομένη την πτώση της ζήτησης για εισαγόμενο ΥΦΑ εκεί. Η παραγωγή των ΗΠΑ σημείωσε αύξηση εξαιτίας της προόδου στην τεχνολογία των γεωτρήσεων που επέτρεψε στους παραγωγούς να εκμεταλλευτούν τα σχιστόλιθου κοιτάσματα αερίου που προηγουμένως ήταν οικονομικά ασύμφορο.[66]

Συμπέρασμα : Το Κατάρ μπορεί να προμηθεύει την Ελλάδα με την εξαγωγή LNG μέσω ειδικά κατασκευασμένων πλοίων .

- ο Ιράν *

Το Ιράν ανακοίνωσε πως ανακάλυψε ένα νέο «πελώριο» κοίτασμα φυσικού αερίου στη Κασπία, που σύμφωνα με τον πρόεδρο Mahmoud Ahmadinejad «θα αλλάξει την πολιτική και ενεργειακή ισορροπία της περιοχής...».

Οι εκτιμήσεις μιλάνε για 1.4 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα φυσικού αερίου, και 8 δισεκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου.

Υπάρχουν όμως ζητήματα.

- Πρώτο ζήτημα είναι το νομικό. Το Ιράν δεν έχει αποκαλύψει ακόμη το γεωγραφικό σημείο της ανακάλυψης, και αυτό είναι περίεργο. Σύμφωνα με τον υπουργό Πετρελαίων Rostam Qasemi, το κοίτασμα βρίσκεται σε σημείο που είναι αμφισβητούμενο, αφού βρίσκεται στα χωρικά ύδατα του Τουρκμενιστάν.

Το καθεστώς των χωρικών υδάτων της Κασπίας βρίσκεται ακόμη σε εκκρεμότητα (μεταξύ 5 χωρών), κυρίως εξαιτίας της αδιαλλαξίας του Ιράν. Η Τεχεράνη επιμένει σε μια επί ίσοις όροις μοιρασιά (από 20%), ενώ αν αυτό γίνονταν με βάση το μήκος της ακτογραμμής της κάθε χώρας, το Ιράν θα είχε 14%.

- Δεύτερο ζήτημα είναι η άντληση. Αν και η ιρανική πλατφόρμα Amir Kabir είναι αποτελεσματική, κάποιιοι ειδικοί αμφιβάλουν για το αν θα μπορέσει να τα βγάλει πέρα με το νέο κοίτασμα, που σε κόστος θα φτάσει τα \$10 δις. Με τις διεθνείς κυρώσεις να την σφίγγουν από παντού, είναι αμφίβολο αν η Τεχεράνη θα μπορέσει να εξασφαλίσει τις επενδύσεις και την τεχνογνωσία που ένα τέτοιο έργο απαιτεί.
- Το τρίτο ζήτημα είναι η χρήση. Οι αρχικές αναφορές θέλουν το εν λόγω αέριο να εξάγεται. Οι ανάγκες όμως του βόρειου Ιράν για εσωτερική κατανάλωση αερίου είναι τεράστιες. Όπως και να έχει, οι δυο βασικές εξωτερικές αγορές για αέριο είναι πολύ μακριά. Η Ευρώπη είναι εκτός ακτίνας, ενώ η εξαγωγή του στην ανατολική Ασία προϋποθέτει νέους διηπειρωτικούς αγωγούς και υποδομές, που θα φτάνουν στον Περσικό Κόλπο, ενώ θα χρειαστεί να κατασκευαστούν και μονάδες υδροποίησης. Αυτό το τελευταίο είναι ιδιαίτερα δύσκολο, με δεδομένη την έλλειψη ξένων επενδύσεων.

Με αποτέλεσμα, η όποια εξαγωγή θα γίνεται προς τις γειτονικές χώρες. Μάλλον θα ωφεληθεί η Κίνα, θα μειωθούν οι ιρανικές εισαγωγές αερίου από το Τουρκμενιστάν, και τέλος θα ισχυροποιηθεί ενεργειακά η Τουρκία, αφού αν αρχίσει να αγοράζει περισσότερο αέριο από το Ιράν, θα μειώσει την εξάρτηση της από τη Ρωσία.

Οι εξαγωγές ιρανικού αερίου προς την Τουρκία μπορεί να έχουν σημαντικές μακροπρόθεσμες επιπτώσεις. Οι δυο χώρες θα έρθουν ακόμη πιο κοντά. Από την οπτική γωνία της Ευρώπης, η Τουρκία δεν θα έχει πλέον λόγο να αντιδρά στο ξεκίνημα των εκμεταλλεύσεων της Κασπίας. Η μέχρι σήμερα αποφασιστικότητα της Τουρκίας στο ζήτημα του αερίου του Αζερμπαϊτζάν, το οποίο χρειάζεται η ίδια, έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στην καθυστέρηση του «Νότιου Διαδρόμου». Με το Ιράν

να αποτελεί δικλείδα ασφαλείας για την Άγκυρα και η Τουρκία χώρα μπορεί να γίνει πιο ελαστική.

Συνεπώς, η νέα ανακάλυψη, αν είναι αλήθεια, θα αλλάξει πραγματικά τις ενεργειακές ισορροπίες της ευρύτερης εκείνης περιοχής. [67]

Για να μπορέσει το Ιράν να μεταφέρει ΦΑ στην Ελλάδα θα πρέπει να μεταφερθεί μέσω των χώρων :

- Τουρκία , Βουλγαρία, Ελλάδα μέσω των αγωγών : Nabucco & Italy-Turkey-Greece pipeline (ή είσοδος από Βουλγαρία)

*Με τις παρούσες συνθήκες και μετά τις εξελίξεις υπάρχει ανακατανομή του πλούτου που ακολουθείται από βίαιες συγκρούσεις με αποτέλεσμα η κατάσταση να είναι αρκετά εύθραυστη και τα διάφορα συμπεράσματα να επανατίθενται υπό εξέταση μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας .

5.3 Καθορισμός των κριτηρίων αξιολόγησης και ταξινόμησης των πιθανών προμηθευτών

Τα 5 (πέντε) κριτήρια σύμφωνα με τα οποία θα γίνει η αξιολόγηση είναι :

- ο Το κριτήριο της απόστασης .

Όσο πιο κοντά στην Ελλάδα είναι ο πιθανός προμηθευτής τόσο πιο ανταγωνιστικός γίνεται.

Πίνακας 10 : πίνακας αποστάσεων πιθανών προμηθευτών από την Ελλάδα

Προμηθευτής	Απόσταση
Ελλάδα – Ρωσία	5695 χιλιόμετρα
Ελλάδα – Τουρκμενιστάν	3235 χιλιόμετρα
Ελλάδα – Αζερμπαϊτζάν	2177 χιλιόμετρα
Ελλάδα – Καζακιστάν	3779 χιλιόμετρα
Ελλάδα – Αλγερία	2135 χιλιόμετρα
Ελλάδα – Λιβύη	1624 χιλιόμετρα
Ελλάδα- Αίγυπτος	1526 χιλιόμετρα
Ελλάδα –Νιγηρία	3111 χιλιόμετρα
Ελλάδα – Κατάρ	3509 χιλιόμετρα

Ελλάδα – Ιράν	2894 χιλιόμετρα
Μέση απόσταση	2698,5 χιλιόμετρα
Τυπική απόκλιση	1233,33 χιλιόμετρα

Πίνακας 11: Ιεράρχηση πιθανών προμηθευτών σε κλάσεις ανάλογα με την απόστασή τους

0<Xλμ < 1000	-----
1001<χλμ<2000	Αίγυπτος , Λιβύη , Αλγερία
2001 < χλμ< 3000	Αζερμπαϊτζάν, Ιράν
3001 <χλμ< 4000	Κατάρ, Τουρκμενιστάν, Νιγηρία, Καζακστάν
4001< Xλμ < 5000	-----
Xλμ > 5000	Ρωσία

- Το κριτήριο της συνδεσιμότητας .

Υπάρχουν πιθανοί προμηθευτές που μπορούν να προμηθεύσουν φυσικό αέριο την Ελλάδα ακολουθώντας περισσότερο από έναν δρόμους . Οι προμηθευτές που μπορούν να προμηθεύσουν την Ελλάδα ακολουθώντας περισσότερους από έναν δρόμους έχουν πλεονέκτημα έναντι εκείνων που είναι απόλυτα εξαρτώμενοι από ένα «μονοπάτι» αγωγών.

Πίνακας 12 : Συγκεντρωτικός πίνακας πιθανών τρόπων σύνδεσης του εκάστοτε προμηθευτή -αναλυτική παρουσίαση χωρών που παρεμβάλλονται και δικτύου αγωγών πρόσβασης

	1^{ος} τρόπος	2^{ος} τρόπος
Ρωσία	8 χώρες : Βουλγαρία, Ελλάδα, Ιταλία, Σερβία, Ρουμανία, Ουγγαρία, Κροατία ,Σλοβενία μέσω του αγωγού : South stream (2015)	3 χώρες :Ρωσία, Τουρκία, Ελλάδα μέσω των αγωγών : Blue stream & Nabucco (ή Αγωγός Μπακού- Τιφλίδα-Ερζουρούμ) & Turkey – Greece Pipeline
Τουρκμενιστάν	2 χώρες: Τουρκία , Βουλγαρία, μέσω των αγωγών : Nabucco & Turkey-Greece pipeline (ή είσοδος από Βουλγαρία)	_____
Αζερμπαϊτζάν	2 χώρες :Τουρκία , Βουλγαρία μέσω των αγωγών: Nabucco & Turkey- Greece pipeline (ή είσοδος από Βουλγαρία)	2 χώρες : Τουρκία, Ιταλία μέσω των αγωγών : ο αγωγός φυσικού αερίου Μπακού – Τιφλίδα- Ερζουρούμ & Italy-Turkey-Greece (ITG ή ΠΟΣΕΙΔΩΝ)(ή Trans Adriatic Pipeline)
Καζακστάν	5 χώρες : Καζακστάν, Τουρκμενιστάν, Ιράν, Τουρκία , Βουλγαρία μέσω των αγωγών : Nabucco & Turkey-Greece pipeline (ή είσοδος από Βουλγαρία).	_____
Αλγερία	Αλγερία , Ιταλία μέσω των αγωγών : Galsi (ή Transmediterranean Pipeline) & Italy-Greece pipeline (ή Trans Adriatic Pipeline)	Θαλάσσια μεταφορά LNG
Λιβύη	Ιταλία μέσω των αγωγών : Greenstream & Transmediterranean Pipeline & Italy-Greece pipeline	_____
Αίγυπτος	4 χώρες : Μέσω των χωρών Ιορδανία, Λίβανος, Συρία, Τουρκία διαμέσου των αγωγών : Παναραβικός αγωγός & Turkey-Greece Pipeline	Γίνονται κυρίως εξαγωγές LNG μέσω της ισπανικής αγοράς από τη SEGA (Spanish Egyptian Gas Company)

Κατάρ	θαλάσσια μεταφορά : Το Κατάρ μπορεί να προμηθεύει την Ελλάδα με την εξαγωγή LNG μέσω ειδικά κατασκευασμένων πλοίων .	_____
Νιγηρία	Εξαγωγή LNG μέσω ειδικά κατασκευασμένων πλοίων (από το Bonny island της Νιγηρίας, κέντρο επεξεργασίας υγροποιημένου φυσικού αερίου που η δημιουργία του κόστισε 3,8 δις.\$)	5 χώρες : Νιγηρία, Νίγηρας , Αλγερία, Τυνησία, Ιταλία μέσω των αγωγών :Trans-Saharan Gas Pipeline & TransMediterranean Pipeline (λειτουργεί) ή Galsi (2014) & Italy-Greece Pipeline
Ιράν	2 χώρες: Τουρκία , Βουλγαρία μέσω των αγωγών :Nabucco & Italy-Turkey-Greece pipeline (ή είσοδος από Βουλγαρία)	_____

Επομένως ο αριθμός των πιθανών τρόπων σύνδεσης παρουσιάζεται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 13 : Εναλλακτικοί προμηθευτές και αριθμός πιθανών τρόπων σύνδεσης με την Ελλάδα

Ρωσία	2
Τουρκμενιστάν	1
Αζερμπαϊτζάν	2
Καζακστάν	1
Αλγερία	2
Λιβύη	1
Αίγυπτος:	2
Κατάρ	1
Νιγηρία	2
Ιράν	1

- ο Το κριτήριο του κόστους παραγωγής .

Όσον αφορά το κόστος ΦΑ καθορίζεται από τα μακροπρόθεσμα συμβόλαια στα οποία η τιμή ΦΑ ως επί το πλείστον διαμορφώνεται ως φόρμουλα της τιμής παραγωγών του πετρελαίου. Η spot market έχει περισσότερο βραχυπρόθεσμο χαρακτήρα και δεν αποτελεί στρατηγική σύναψη συμβολαίων.

Αναλυτικά η spot market είναι η αγορά της ενέργειας που επιτρέπει στους παραγωγούς πλεονάζουσας ενέργειας να εντοπίσουν τους άμεσα διαθέσιμους αγοραστές για αυτή την ενέργεια, τη διαπραγμάτευση των τιμών εντός χιλιοστών του δευτερολέπτου και την παράδοση της πραγματικής ενέργειας στον πελάτη μόλις λίγα λεπτά αργότερα. Αυτές οι αγορές μπορεί να λειτουργούν είτε ιδιωτικά ή να ελέγχονται από φορείς του κλάδου ή κρατικούς οργανισμούς. Προσελκύουν συχνά κερδοσκόπους , δεδομένου ότι οι τιμές της αγοράς spot γίνονται γνωστές στο κοινό σχεδόν αμέσως μόλις οι συναλλαγές ολοκληρωθούν. Παραδείγματα των ενεργειακών αγορών spot για το φυσικό αέριο στην Ευρώπη είναι η διευκόλυνση μεταφοράς του τίτλου (TTF) στις Κάτω Χώρες και το Εθνικό Σημείο εξισορρόπησης (NBP), στο Ηνωμένο Βασίλειο.[68]

Πίνακας 14: Πίνακας αποτύπωσης του ύψους των τιμών εισαγωγής φυσικού αερίου καταδεικνύοντας παράλληλα τις τιμές για ένα μήνα και για ένα χρόνο νωρίτερα

Europe Natural Gas Import Price Summary

\$/mmbtu; Average import border price, including UK; as of April 2010 includes a spot price component; between June 2000 - March 2010 excludes UK.

Last Value: 11.42

Latest Period: Apr 2012

Updated: May 03 2012, 12PM

Next Release: June 05 2012, 11AM

Frequency: Monthly

Seasonally Adjusted: No

Value Previously: 11.97

Change From Previous: -4.59%

Value One Year Ago: 10.36

Change From One Year Ago: 10.23%

Category: [Energy](#)

Source: [World Bank](#)

Report: [Commodity Markets Review](#)

Country: [Europe](#)

(πηγή : http://ycharts.com/indicators/europe_natural_gas_price)



Εικόνα 14 : Γράφημα αποτύπωσης της τιμής ΦΑ που εισαγεται στην Ευρώπη ανά μήνα απο έως 2012

(πηγή : <http://www.globallnginfo.com/World%20LNG%20Plants%20&%20Terminals.pdf>)

Τα κριτήρια με βάση τα οποία καθορίζεται η τιμή του φυσικού αερίου είναι :

- Η ποσότητα του αερίου για την οποία ο προμηθευτής δεσμεύεται ότι θα πιστωθεί.
- Το επίπεδο επεξεργασίας που θα έχει υποστεί το φυσικό αέριο προτού το πάρει ο αγοραστής.
- Το κόστος μεταφοράς.

- Ο ανταγωνισμός που καθορίζεται από την τιμή των υπόλοιπων μορφών καυσίμου τη συγκεκριμένη περίοδο ή σε βάθος χρόνου ανάλογα το είδος της συμφωνίας.

Ειδική μνεία πραγματοποιείται στο επίπεδο επεξεργασίας που αποτελεί ίσως τον κυριότερο παράγοντα καθορισμού της τιμής αφού οι χαμηλότερες τιμές πληρώνονται από εκείνους που αγοράζουν το φυσικό αέριο όπως βγαίνει από την πηγή. Η τιμή μάλιστα που αγοράζεται το φυσικό αέριο σε αυτές τις περιπτώσεις είναι γνωστή ως “wellhead price”.

Είναι αρκετά τα παραδείγματα χωρών με κοιτάσματα που δε μπορούν να τα εκμεταλλευτούν λόγω της αδυναμίας τους να τα επεξεργαστούν. Αυτό έχει σα συνέπεια γειτονικές χώρες που έχουν τις απαραίτητες εγκαταστάσεις να κλείνουν μακροχρόνιες και αρκετά προσοδοφόρες γι αυτές συμφωνίες για την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων παραχωρώντας ένα μόνο μικρό ποσοστό στους πραγματικούς ιδιοκτήτες των κοιτασμάτων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Τουρκμενιστάν που λόγω της αδυναμίας του να δημιουργήσει τις κατάλληλες εγκαταστάσεις για την επεξεργασία των κοιτασμάτων ΦΑ αλλά και λόγω της έλλειψης υποδομών για τη μεταφορά του ΦΑ που το ίδιο διαθέτει, αναγκάζεται να υφίσταται την κηδεμονία της Ρωσίας, η οποία και σαν αποτέλεσμα καθορίζει και διαχειρίζεται σε μεγάλο βαθμό τις τιμές πώλησης του ΦΑ σε τρίτους.

Παραδοχές:

- ο ανταγωνισμός που καθορίζεται από την τιμή των υπόλοιπων μορφών καυσίμου είναι κάτι κοινό που ισχύει για όλους τους προμηθευτές (και επομένως δε τους διαφοροποιεί).
- ζητείται η ίδια ποσότητα από κάθε χώρα-παραγωγό ΦΑ.
- το κόστος μεταφοράς του ΦΑ έχει ληφθεί υπόψη στο κριτήριο της απόστασης.

Θα καταταχθούν σε κλίμακες οι προμηθευτές σύμφωνα με το επίπεδο των εγκαταστάσεων που διαθέτουν και τη δυνατότητά τους να επεξεργάζονται το φυσικό αέριο στο επίπεδο που το ζητείται, κάτι που επηρεάζει άμεσα και την τιμή αφού χώρες με υψηλό επίπεδο εγκαταστάσεων θα τοποθετούνται στην ανώτερη κλίμακα και θα θεωρούνται οικονομικά συμφέρουσες αφού με μια ενιαία συμφωνία θα είναι δυνατή η αγορά φυσικού αερίου στην επιθυμητή ποσότητα και στο επιθυμητό επίπεδο επεξεργασίας. Αντίθετα συμφωνίες προμήθειας από χώρες χωρίς τις κατάλληλες εγκαταστάσεις θα θεωρούνται όχι τόσο συμφέρουσες αφού θα χρειάζεται είτε να κατασκευασθούν νέες εγκαταστάσεις με ίδια κονδύλια (μεγάλο ρίσκο) είτε να επισυναφτούν νέες συμφωνίες με χώρες που τις διαθέτουν και άρα νέα έξοδα.

Στο κριτήριο του κόστους:

Οι κλίμακες που θα δημιουργηθούν θα είναι 4 (Α,Β,Γ,Δ) με τις χώρες στην κλίμακα Α να έχουν το καλύτερο επίπεδο εγκαταστάσεων και στη Δ το χειρότερο.

- Κλίμακα Α : Ρωσία , Κατάρ , Αζερμπαϊτζάν⁹
- Κλίμακα Β : Αίγυπτος (LNG μεγάλα έργα υπό εξέλιξη) , Νιγηρία (LNG), Αλγερία (LNG) [69]
- Κλίμακα Γ : Ιράν, Λιβύη
- Κλίμακα Δ : Τουρκμενιστάν, Καζακστάν

ο Το κριτήριο της ποιότητας των σχέσεων

Το κριτήριο των σχέσεων ανάμεσα τόσο στην Ελλάδα και τις χώρες προμηθευτές όσο και τις ενδιαμέσες χώρες, αυτές από τις οποίες διέρχονται οι αγωγοί, είναι αρκετά καθοριστικό με την συνολική ευθύνη και βαθμολογία να την αναλαμβάνει η χώρα-προμηθευτής .

- Εξαιρετικές σχέσεις : Κατάρ
- Πολύ καλές σχέσεις : Αίγυπτος, Λιβύη, Αζερμπαϊτζάν, Ρωσία
- Αδιάφορες-Μέτριες σχέσεις : Αλγερία , Ιράν ,Τουρκμενιστάν , Νιγηρία, Καζακστάν
- Κακές σχέσεις : -

Σε περίπτωση που η μεταφορά περιλαμβάνει αποκλειστικά LNG η κατάσταση γίνεται πολύ λιγότερο πολύπλοκη αφού οι εμπλεκόμενες χώρες είναι μόνο 2 (δύο) το κριτήριο των σχέσεων απλοποιείται σημαντικά.

ο Το κριτήριο της πολιτικής και κοινωνικής σταθερότητας¹⁰.

Η πολιτική και κοινωνική σταθερότητα είναι ένα βασικό κριτήριο που μπορεί να λειτουργήσει και σαν εγγυητής αξιοπιστίας της συμφωνίας μεταξύ 2 χωρών αφού αποτελεί τη βάση για τη σύναψη μακροπρόθεσμων συμφωνιών.

- Πολιτική & κοινωνική ηρεμία : Ρωσία , Κατάρ
- Σχετική πολιτική & κοινωνική σταθερότητα (επισφαλή ημι-δημοκρατικά καθεστώτα) : Αζερμπαϊτζάν, Καζακστάν
- Ευαίσθητη κατάσταση: Ιράν , Τουρκμενιστάν, Αλγερία
- Σε κρίση : Λιβύη, Αίγυπτος, Νιγηρία

⁹ Αν υπογραφεί η συμφωνία και γίνουν τα έργα θα είναι θα αποτελούν μεγάλες επενδύσεις (Nabucco 2017) αλλά ακόμα δεν έχει οριστικοποιηθεί.

¹⁰ Με αδυναμία πρόβλεψης της κατάστασης σε βάθος χρόνου

Κεφάλαιο 6 : Μοντελοποίηση και εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου της Electre I

6.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τα κριτήρια που παρουσιάστηκαν στο 5^ο κεφάλαιο ακολουθεί η κατάταξη των χωρών με κλιμακοποίηση της βαθμολογίας τους στα κριτήρια αυτά με κατώτατη δυνατή βαθμολογία το 0 και ανώτατη δυνατή το 10. Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται παράλληλα ο καθορισμός των βαρών στα επιμέρους κριτήρια και τέλος παρουσιάζονται οι διαδοχικές εφαρμογές του μοντέλου της Electre I με σκοπό την εξαγωγή του τελικού αποτελέσματος .

6.2 Καθορισμός παραμέτρων

6.2.1 Κλιμακοποίηση των τιμών

Για να υπάρχει μια κοινή βάση βαθμολόγησης όλων των χωρών παρακάτω παρατίθενται οι πίνακες κλιμακοποίησης των τιμών σε μια κλίμακα του 10 (κατώτατη δυνατή βαθμολογία το 0 και ανώτατη δυνατή το 10) ανάλογα με τις διαθέσιμες επιλογές σε κάθε κριτήριο.

Πίνακας 15 : Κλιμακοποίηση των τιμών για το κριτήριο της απόστασης

ΚΛΙΜΑΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΧΕΧΕΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	
Διαβάθμιση	Σε κλίμακα τιμών του 10
Κακές	2,5
Αδιάφορες – μέτριες	5
Πολύ καλές	7,5
Εξαιρετικές	10

Πίνακας 16: Κλιμακοποίηση των τιμών για το κριτήριο του κόστους παραγωγής

ΚΛΙΜΑΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	
Διαβάθμιση	Σε κλίμακα τιμών του 10

ΥΨΗΛΟ– ΚΛΙΜΑΚΑ Δ	2,5
ΜΕΣΟ - ΚΛΙΜΑΚΑ Γ	5
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟ - ΚΛΙΜΑΚΑ Β	7,5
ΧΑΜΗΛΟ – ΚΛΙΜΑΚΑ Α	10

Πίνακας 17 : Κλιμακοποίηση των τιμών για το κριτήριο της πολιτικής και κοινωνικής σταθερότητας

ΚΛΙΜΑΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ	
Διαβάθμιση	Σε κλίμακα τιμών του 10
Σε κρίση	2,5
Ευαίσθητη κατάσταση	5
Σχετική πολιτική & κοινωνική σταθερότητα	7,5
Πολιτική & κοινωνική ηρεμία	10

Πίνακας 18 : Κλιμακοποίηση των τιμών για το κριτήριο της απόστασης

ΚΛΙΜΑΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ		
Διαβάθμιση		Σε κλίμακα τιμών του 10
Η πιο κοντινή	1	10
	2	8,3333
	3	6,66667
	4	5
	5	3,3333
Η πιο μακρινή	6	1,66667

6.2.2 Καθορισμός των Βαρών

Για τον καθορισμό των βαρών δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο που έχει ως στόχο την όσο το δυνατόν αντικειμενικότερη και ακριβέστερη επιλογή των συντελεστών βαρύτητας . Ο συνοπτικός παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα κριτήρια

με τα αντίστοιχα βάρη τους και την κλιμακοποιημένη για κάθε χώρα βαθμολογία της σε κάθε κριτήριο.

Πίνακας 19 :Συγκεντρωτικός πίνακας βαρών και βαθμολογίας κάθε χώρας στα πέντε κριτήρια

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Το κριτήριο της απόστασης	Το κριτήριο της συνδεσιμότητας	Το κριτήριο του κόστους παραγωγής	Το κριτήριο ποιότητας των σχέσεων με την Ελλάδα	Το κριτήριο της πολιτικής και κοινωνικής σταθερότητας
ΒΑΡΗ	0,05	0,25	0,5	0,1	0,1
ΡΩΣΙΑ	1,66667	10	10	10	10
ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	6,66667	5	2,5	5	5
ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	5	10	10	7,5	7,5
ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	5	5	2,5	5	7,5
ΑΛΓΕΡΙΑ	8,3333	10	7,5	5	5
ΛΙΒΥΗ	8,3333	5	5	7,5	2,5
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	8,3333	10	7,5	7,5	2,5
ΚΑΤΑΡ	5	5	10	10	10
ΝΙΓΗΡΙΑ	5	10	7,5	5	2,5
ΙΡΑΝ	6,66667	5	5	5	5

6.2.3 Πίνακες Δεικτών Συμφωνίας και Ασυμφωνίας

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας συμφωνίας για κάθε χώρα-προμηθευτή. Ο πίνακας αυτός δείχνει τα κριτήρια στα οποία υπερτερεί κάθε χώρα γραμμής έναντι κάθε χώρας στήλης προσθέτοντας κάθε φορά το βάρος του αντίστοιχου κριτηρίου.

Πίνακας 20: Πίνακας δεικτών συμφωνίας

C ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ	ΡΩΣΙΑ	ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	ΑΛΓΕΡΙΑ	ΛΙΒΥΗ	ΑΙΓΥΠΤΟΣ	ΚΑΤΑΡ	ΝΙΓΗΡΙΑ	ΙΡΑΝ
ΡΩΣΙΑ		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	0,05		0,05	0,9	0,2	0,35	0,1	0,3	0,25	0,5
ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	0,8	0,95		1	0,95	0,95	0,95	0,8	1	0,95
ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	0,05	0,95	0,15		0,2	0,35	0,1	0,3	0,25	0,45
ΑΛΓΕΡΙΑ	0,3	1	0,3	0,9		0,9	0,9	0,3	1	1
ΛΙΒΥΗ	0,05	0,9	0,15	0,9	0,15		0,25	0,3	0,25	0,9
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	0,3	0,9	0,4	0,9	0,9	1		0,3	1	0,9
ΚΑΤΑΡ	0,75	0,95	0,75	1	0,7	0,95	0,7		0,75	0,95
ΝΙΓΗΡΙΑ	0,3	0,85	0,3	0,9	0,85	0,85	0,85	0,3		0,85
ΙΡΑΝ	0,05	1	0,05	0,9	0,2	0,85	0,1	0,3	0,25	

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας ασυμφωνίας όπου λαμβάνεται **το πηλίκο** της μεγαλύτερης διαφοράς της χώρας γραμμής με την αντίστοιχη χώρα στήλης ανάμεσα στα πέντε κριτήρια **ως προς** τη μεγαλύτερη διαφορά που παρουσιάζεται μεταξύ 2 χωρών σε οποιαδήποτε κριτήριο που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι $\delta=7,5$.

Πίνακας 21: Πίνακας δεικτών ασυμφωνίας

Σ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΣΥΜΦΩΝΙΑΣ	ΡΩΣΙΑ	ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	ΑΛΓΕΡΙΑ	ΛΙΒΥΗ	ΑΙΓΥΠΤΟΣ	ΚΑΤΑΡ	ΝΙΓΗΡΙΑ	ΙΡΑΝ
ΡΩΣΙΑ		0,6667	0,4444	0,4444	0,88884	0,88884	0,88884	0,4444	0,4444	0,6667
ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	1		1	0,3333	0,6667	0,6667	0,6667	1	0,6667	0,3333
ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	0,3333	0,2223		0	0,4444	0,4444	0,4444	0,3333	0	0,2227
ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	1	0,2223	1		0,6667	0,6667	0,6667	1	0,6667	0,3333
ΑΛΓΕΡΙΑ	0,6667	0	0,3333	0,3333			0,3333	0,6667	0	0
ΛΙΒΥΗ	1	0,3333	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	1	0,6667	0,3333
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	1	0,3333	0,6667	0,6667	0,3333	0,3333		1	0	0,3333
ΚΑΤΑΡ	0,6667	0,2223	0,6667	0	0,6667	0,6667	0,6667		0,6667	0,2227
ΝΙΓΗΡΙΑ	1	0,3333	0,6667	0,6667	0,4444	0,4444	0,4444	1		0,3333
ΙΡΑΝ	0,6667	0	0,6667	0,3333	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	

Παρατίθενται στη συνέχεια το «τρέξιμο» για καθένα ζευγάρι τιμών που περιλαμβάνει την τιμή για το κατώφλι του βέτο (D) και την τιμή για το κατώφλι συμφωνίας (C).

6.3 Διαδοχικές εφαρμογές του μοντέλου *Electre I*

Το κατώφλι συμφωνίας (C) ξεκινάει από την τιμή 1 και σταδιακά μειώνεται με στόχο πάντα να διατηρήσει τη μεγαλύτερη δυνατή τιμή. Πρέπει να ορίζεται μετά τον υπολογισμό της μήτρας συμφωνίας ώστε να επιτρέπει τον θετικό έλεγχο συμφωνίας σε έναν ικανό αριθμό ζευγών δράσεων και να παίρνει την υψηλότερη δυνατή τιμή κοντά στη μονάδα.

Στο κατώφλι βέτο (D) ο αναλυτής πρέπει να παρουσιάζει στον αποφασίζοντα ζεύγη εικονικών δράσεων όπου η πρώτη υπερτερεί της δεύτερης σε όλα τα κριτήρια εκτός από ένα του οποίου αναζητείται το κατώφλι βέτο. Στο τελευταίο αυτό κριτήριο ,στο οποίο δεν υπερτερεί η πρώτη δράση έναντι της δεύτερης , αυξάνεται συνεχώς η διαφορά υπέρ της δεύτερης δράσης έως ότου ο αποφασίζων δηλώσει ότι η πρώτη εικονική δράση δεν υπερέχει της δεύτερης συνολικά. Η ελάχιστη ανεκτή διαφορά για την υπεροχή της πρώτης δράσης είναι το κατώφλι βέτο του κριτηρίου.

Ακολουθεί το πρώτο «τρέξιμο» .

Πίνακας 22: Κατώφλι συμφωνίας (C) ίσο με 1 & κατώφλι διαφωνίας D ίσο με 0

RUN A
C 1
D 0

Πίνακας 23 : Πίνακας αποτύπωσης πρώτου τρέξιματος εφαρμογής του μοντέλου

Run A										
C	ΡΩΣΙΑ	ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	ΑΛΓΕΡΙΑ	ΛΙΒΥΗ	ΑΙΓΥΠΤΟΣ	ΚΑΤΑΡ	ΝΙΓΗΡΙΑ	ΙΡΑΝ
ΡΩΣΙΑ	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE
ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΑΛΓΕΡΙΑ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
ΛΙΒΥΗ	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE
ΚΑΤΑΡ	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΝΙΓΗΡΙΑ	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΙΡΑΝ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

Κατά το πρώτο τρέξιμο διακρίνεται ότι οι μόνες χώρες που ξεχωρίζουν κατά την ιεράρχηση είναι η Ρωσία , το Αζερμπαϊτζάν , η Αίγυπτος και το Κατάρ.

Ακολουθεί το δεύτερο «τρέξιμο».

Πίνακας 24: Κατώφλι συμφωνίας (C) ίσο με 0,85 & κατώφλι διαφωνίας D ίσο με 0,333333

RUN B
C 0,85
D 0,333333

Πίνακας 25 : Πίνακας αποτύπωσης δεύτερου τρεξίματος εφαρμογής του μοντέλου

Run B										
C	ΡΩΣΙΑ	ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	ΑΛΓΕΡΙΑ	ΛΙΒΥΗ	ΑΙΓΥΠΤΟΣ	ΚΑΤΑΡ	ΝΙΓΗΡΙΑ	ΙΡΑΝ
ΡΩΣΙΑ	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΣΑΝ	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΑΛΓΕΡΙΑ	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE
ΛΙΒΥΗ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
ΚΑΤΑΡ	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
ΝΙΓΗΡΙΑ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
ΙΡΑΝ	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

Κατά το δεύτερο τρέξιμο διακρίνεται ότι μειώνοντας το κατώφλι συμφωνίας κατά 0,15 και διαμορφωμένο στα 0,85 καθώς και με τιμή για το κατώφλι βέτο 0,333333 οι χώρες που ξεχωρίζουν είναι η Ρωσία και το Αζερμπαϊτζάν .

Ακολουθεί το τρίτο «τρέξιμο».

Πίνακας 26: Κατώφλι συμφωνίας (C) ίσο με 0,8 & κατώφλι διαφωνίας D ίσο με 0,33333

RUN C
C 0,8

D 0,333333

Πίνακας 27: Πίνακας αποτύπωσης τρίτου τρεξίματος εφαρμογής του μοντέλου

Run C										
C	ΡΩΣΙΑ	ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	ΑΖΕΡΜΠΑΪΤΣΑΝ	ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	ΑΛΓΕΡΙΑ	ΛΙΒΥΗ	ΑΙΓΥΠΤΟΣ	ΚΑΤΑΡ	ΝΙΓΗΡΙΑ	ΙΡΑΝ
ΡΩΣΙΑ	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΤΟΥΡΚΜΕΝΙΣΤΑΝ	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΑΖΕΡΜΠΑΪΤΣΑΝ	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE
ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ΑΛΓΕΡΙΑ	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE
ΛΙΒΥΗ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
ΚΑΤΑΡ	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
ΝΙΓΗΡΙΑ	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
ΙΡΑΝ	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

Έπειτα από το τρίτο και τελευταίο «τρέξιμο» με το κατώφλι συμφωνίας διαμορφωμένο στα 0,8 και με την τιμή του κατώφλι βέτο να παραμένει ίση με το δεύτερο «τρέξιμο» η χώρα που επικρατεί είναι το Αζερμπαϊτζάν.

Κεφάλαιο 7 : Συμπεράσματα

7.1 Συμπεράσματα

Η παγκοσμιοποίηση ενοποιεί τις εθνικές οικονομίες και αλλάζει τη φύση του παγκόσμιου ανταγωνισμού. Με στόχο την αύξηση της αποτελεσματικότητας των οικονομιών δίνει τη δυνατότητα σε μικρότερες χώρες όπως η Ελλάδα να συμμετάσχουν ισότιμα στις διεθνείς αγορές αναβαθμίζοντας παραδοσιακούς κλάδους της οικονομίας όπως ο τομέας της ενέργειας. Οι ανταγωνιστικές πιέσεις που φέρνει η παγκοσμιοποίηση αυξάνουν τις επενδύσεις, οδηγούν σε μεγαλύτερους ρυθμούς ανάπτυξης και καθιστούν την παγκόσμια αγορά ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο πεδίο.

Η Πολυκριτήρια Ανάλυση μπορεί να οριστεί ως μία συστηματική και μαθηματικά τυποποιημένη προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων που προκύπτουν από αντικρουόμενους στόχους και στο πλαίσιο της επηρεασμένης από την παγκοσμιοποίηση αγοράς και αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την ικανοποίηση των στόχων, η οποία δεν μπορεί να είναι πλήρης. Επομένως είναι αναγκαίος ένας συμβιβασμός μεταξύ των αλληλοσυγκρουόμενων στόχων. Επιπλέον, η λήψη αποφάσεων αποτελεί διαδικασία με πολυεπίπεδη φύση και συχνά χαρακτηρίζεται από αποκλίνουσες προτεραιότητες, συγκρούσεις συμφερόντων και πολλούς αποφασίζοντες.

Οι μεθοδολογίες Πολυκριτήριας Ανάλυσης μπορεί να αποτελέσουν ένα αυστηρό μεθοδολογικό εργαλείο για τον σχεδιασμό πολιτικής λαμβάνοντας υπόψη έναν μεγάλο αριθμό κριτηρίων που ενσωματώνουν λειτουργικά τις αντικρουόμενες επιδιώξεις, ενώ ταυτόχρονα δύνανται να συμπεριλάβουν διεργασίες ομαδικής λήψης αποφάσεων. Η σύγχρονη δημοτικότητά τους στηρίζεται ακριβώς στη συνειδητοποίηση της πολυπλοκότητας στη διαδικασία λήψης απόφασης. Αποτελούν ένα χρήσιμο και λειτουργικό μέσο στην αντιμετώπιση πολυδιάστατων ενεργειακών θεμάτων, όπου τμήματα των δεδομένων που εισάγονται (ποιοτικά) είναι δύσκολα να οριστούν και εκτιμηθούν.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρείται να μην αποκλειστούν από νωρίς κάποιες εναλλακτικές ενεργειακές διαδρομές που εμφανίζουν μακροπρόθεσμα οφέλη και βραχυπρόθεσμο κόστος και αναμένεται πως θα εμπλουτίσουν την δυνατότητα της χώρας να διαπραγματεύεται με μια μεγαλύτερη ομάδα προμηθευτών, γεγονός που θα δώσει τη δυναμική για ανταγωνιστικότερες τιμές στις επιθυμητές ποσότητες .

Μελετώντας τους πιθανούς αγωγούς φυσικού αερίου εξάγονται τα εξής συμπεράσματα :

- υπάρχουν μεγάλα περιθώρια ανάπτυξης στην παγκόσμια αγορά φυσικού αερίου με κύριο στόχο την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων φυσικού αερίου στις χώρες που συνορεύουν με την Κασπία. Έχοντας στο πλάνο την κατασκευή μεγάλων αγωγών (π.χ Ποσειδών ITGI, TAP) η Ελλάδα καλείται να εκμεταλλευτεί την γεωγραφική θέση της, αφού αποτελεί τη νότια είσοδο της Ευρώπης, αποκομίζοντας μεγάλα οικονομικά οφέλη από αγωγούς που αναγκαστικά θα περάσουν είτε από την ελληνική επικράτεια είτε πολύ κοντά στα σύνορά της.
- Στην προσπάθεια των χωρών της Ευρώπης για την διαφοροποίηση στις πηγές ενέργειας ο αγωγός Nabucco εξυπηρετεί σε μεγάλο βαθμό τα συμφέροντα των χωρών της κεντρικής Ευρώπης ξεκινώντας από τις χώρες της Κασπίας και καταλήγοντας στο Μπάουμγκάρτεν της Αυστρίας αλλά είναι ένα αρκετά απαιτητικό έργο τόσο ως προς την τροφοδοσία του αγωγού με ΦΑ όσο και ως προς τους οικονομικούς πόρους που απαιτούνται για την κατασκευή του. Με αποτέλεσμα οι αγωγοί ITGI και TAP που είναι ευκολότερα υλοποιήσιμοι και με μικρότερο κόστος και που μαζί με τον Nabucco συνθέτουν το πλάνο για το «νότιο διάδρομο» της Ευρώπης να είναι συμπληρωματικοί και όχι ανταγωνιστικοί μεταξύ τους.
- Διαπιστώνεται ότι οι χώρες της κεντρικής Ευρώπης έχουν συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση φυσικού αερίου με αποτέλεσμα να αναζητούν την απεμπλοκή της προμήθειας αυτού από τη Ρωσία (γι αυτό δε θεωρείται βέλτιστη λύση ο αγωγός South Stream που είναι ρωσικών συμφερόντων). Θέλουν να βασίσουν την ενεργειακή τους επάρκεια σε αναπτυσσόμενες χώρες που μπορούν να «ελέγχουν».
- Ένα ακόμα συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι η συνεχώς αυξανόμενη αξιοποίηση των κοιτασμάτων των χωρών της Αφρικής και την κατασκευή αγωγών (Galsi, TransMediterranean) που συνδέουν υποθαλάσσια την Αφρική με την Ευρώπη δημιουργώντας μια νέα προοπτική.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής διατριβής πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω διεργασίες :

1. Συλλογή πληροφοριών .
 - Για τους πιθανούς αγωγούς φυσικού αερίου όχι μόνο στο χώρο της Ευρώπης αλλά και της κεντρικής Ασίας και Αφρικής.
 - Για τους πιθανούς προμηθευτές, τις διαθέσιμες ποσότητες αυτών καθώς και τη δυνατότητα που έχουν για εξαγωγές .
 - Για τις θαλάσσιες μεταφορές LNG .
2. Καταρτισμός πλάνου για το δίκτυο των αγωγών που μια χώρα προμηθευτής μπορεί να χρησιμοποιήσει για να προμηθεύσει την Ελλάδα με ΦΑ και αν είναι δυνατή η μεταφορά LNG από αυτήν προς την Ελλάδα.
3. Δημιουργία κριτηρίων αξιολόγησης των πιθανών χωρών – προμηθευτών και βαθμολογία των χωρών-προμηθευτών στα κριτήρια αυτά ύστερα από μελέτη

και κατανόηση των συλλεγμένων πληροφοριών για κάθε πιθανή χώρα - προμηθευτή .

4. Δημιουργία ερωτηματολογίου και συμπλήρωση αυτού από στελέχη εταιριών στον κλάδο του ΦΑ για την ορθολογικότερη κατανομή των βαρών μεταξύ των κριτηρίων.
5. Εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου της Electre I για την εξαγωγή της τελικής χώρας – προμηθευτή.

Ένα σημαντικό κομμάτι της μελέτης που αξιοποίησε τον μεγάλο όγκο πληροφοριών που συλλέχθηκε στους παραπάνω κλάδους χρησιμοποιήθηκε για την βαθμολόγηση των χωρών-προμηθευτών στα συγκεκριμένα κριτήρια. Τα κριτήρια που διαμορφώθηκαν με στόχο τη σύγκριση των πιθανών προμηθευτών είχαν ως στόχο να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα απαιτήσεων δίνοντας τη δυνατότητα στον εκάστοτε χρήστη να καταλήγει σε συμπεράσματα ανάλογα με τις επιλογές και τις συνθήκες που θα επικρατούν. Μέσα από την έρευνα των εγκαταστάσεων έγινε σαφές ότι το κόστος διαμορφώνεται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των εγκαταστάσεων και το ποσό των επενδύσεων που θα χρειαστεί να επενδυθεί. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Τουρκμενιστάν που παρά τα μεγάλα κοιτάσματα που υπάρχουν στην κατοχή του αδυνατεί να αποτελέσει πόλο επενδύσεων λόγω του μεγάλου ποσού που χρειάζεται να επενδυθεί για τη δημιουργία εγκαταστάσεων .

Διαπιστώθηκε μέσα από τη βαθμολογία στα επιλεγμένα κριτήρια ότι:

- δεν υπήρξε ούτε ένας προμηθευτής που να επικρατεί όλων σε όλα τα διαθέσιμα κριτήρια.
- η Αίγυπτος διατηρεί άριστες οικονομικές σχέσεις με την Ελλάδα με πολλές εταιρίες να έχουν επενδύσει στον κλάδο της ενέργειας και ιδιαίτερα του πετρελαίου, μια κίνηση που δημιουργεί τις βάσεις για την μετεξέλιξη αυτής της συνεργασίας στον χώρο του φυσικού αερίου.
- στο κριτήριο των πολιτικών και οικονομικών σχέσεων με την Ελλάδα το Αζερμπαϊτζάν διατηρεί τις καλύτερες σχέσεις με την Ελλάδα έναντι των άλλων χωρών – προμηθευτών που ανταγωνίζονται για να αναλάβουν την τροφοδοσία του αγωγού Nabucco και επομένως θα ήταν προς όφελος της Ελλάδας το Αζερμπαϊτζάν να αναλάβει την τροφοδοσία.
- Υπάρχουν αρκετές χώρες που βρίσκονται σε μια ημι-εμπόλεμη κατάσταση όπως η Αίγυπτος , η Λιβύη , η Αλγερία, το Ιράν αλλά και η Νιγηρία με αποτέλεσμα όλα τα συμπεράσματα και οι βαθμολογίες στα κριτήρια του κόστους και των σχέσεων με την Ελλάδα να χρειάζεται να επανεξεταστούν μετά την αποκατάσταση της ηρεμίας στην περιοχή.
- Ότι ο κλάδος του ΥΦΑ (LNG) γνωρίζει τεράστια άνθηση με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα στοιχεία που αναφέρεται και στα άρθρα εντός της εργασίας ότι παρά την πτώση τιμών στον ημερήσιο ναύλο για τις θαλάσσιες μεταφορές

υπάρχει αύξηση στις παραγγελίες για τα καράβια που προορίζονται για μεταφορά LNG με τον ημερήσιο ναύλο αυτών να έχει ανοδική πορεία. Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλοί Έλληνες εφοπλιστές έχουν προνοήσει επενδύοντας σε αυτόν τον κλάδο .

Στα πλαίσια της μελέτης για την πολυκριτήρια ανάλυση των πιθανών προμηθευτών φυσικού αερίου χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της Electre I δίνοντας μια πρακτική εφαρμογή και χρησιμότητα στον μεγάλο όγκο πληροφοριών που συσσωρεύτηκε για την αξιολόγηση αυτών. Τα κριτήρια που διαμορφώθηκαν με στόχο τη σύγκριση των πιθανών προμηθευτών είχαν ως στόχο να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα απαιτήσεων δίνοντας τη δυνατότητα στον εκάστοτε χρήστη να καταλήγει σε συμπεράσματα ανάλογα με τις επιλογές και τις συνθήκες που θα επικρατούν.

Με το μοντέλο της Electre I μετά τη δημιουργία των πινάκων συμφωνίας και ασυμφωνίας υπήρξε η δυνατότητα να πραγματοποιηθούν διαδοχικά τρέξιμα. Επειδή το μοντέλο της Electre I δε δίνει τη δυνατότητα για ιεράρχηση των πιθανών προμηθευτών κρίθηκε προτιμότερο να πραγματοποιηθούν διαδοχικά τρέξιμα με επαναλαμβανόμενα μειούμενο κατώφλι συμφωνίας και αυξανόμενο κατώφλι βέτο με στόχο να επικρατούν σε κάθε τρέξιμο όλο και λιγότεροι πιθανοί προμηθευτές έτσι ώστε να δημιουργηθεί η επιθυμητή ιεραρχία και να μη γίνει γνωστός μόνο ο τελικός νικητής.

- Κατά το πρώτο τρέξιμο η πρώτη πεντάδα χωρών είναι :
 - η Ρωσία,
 - το Αζερμπαϊτζάν
 - η Αλγερία
 - η Αίγυπτος
 - το Κατάρ
- Κατά το δεύτερο τρέξιμο η τριάδα χωρών που παραμένει είναι :
 - η Ρωσία
 - το Αζερμπαϊτζάν
 - το Κατάρ
- Στο τρίτο και τελευταίο τρέξιμο παραμένει μόνο :
 - Το Αζερμπαϊτζάν

Διαμορφώνεται η παρακάτω πυραμίδα :

Πίνακας 28 : Πίνακας κατάταξης των χωρών σε επίπεδα ως αποτέλεσμα εφαρμογής του μοντέλου

ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ	ΧΩΡΑ – ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ
1 ^ο επίπεδο κατάταξης	AZERMPIAΪTZAN
2 ^ο επίπεδο κατάταξης	PΩCΣIA , KATAP

Μέσα από τα διαδοχικά «τρεξίματα» εξήχθη το συμπέρασμα ότι το Αζερμπαϊτζάν θα ήταν ο προτιμότερος προμηθευτής. Στο πλαίσιο της μελέτης και μέσα από τη συλλογή των πληροφοριών μπορεί να γίνει κατανοητό ότι έγινε μια πολύ σωστή αποτύπωση του προβλήματος μέσω του μοντέλου της Electre I, διότι το Αζερμπαϊτζάν εξαρχής συγκέντρωνε πολλές πιθανότητες να είναι ο καταλληλότερος προμηθευτής . Γεγονός που καταδεικνύει και την αξιοπιστία του μαθηματικού μοντέλου.

Παράλληλα , αξίζει να τονισθεί ότι όπως αποδεικνύεται σωστά οι ελληνικές αρχές προχώρησαν στη σύναψη συμφωνίας για την μελλοντική απευθείας προμήθεια ΦΑ από το Αζερμπαϊτζάν (με την εταιρία SOCAR) χωρίς τον ενδιάμεσο διαμεσολαβητικό ρόλο τρίτων και ιδιαίτερα της Τουρκίας που επιδιώκει την εισαγωγή και στη συνέχεια τη μεταπώληση του αερίου αυτού στην ευρωπαϊκή αγορά.

7.2 Δυνατότητες επέκτασης της έρευνας

Περαιτέρω αξιοποίηση του μοντέλου που κατασκευάστηκε θα μπορούσε να γίνει από κάποιον άλλον χρήστη που θα απέδιδε κάποιο άλλο αποτέλεσμα εφόσον έκρινε ότι κάποιο από τα κριτήρια θα άξιζε κάποιον διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας .

Ως επέκταση στην αντίστοιχη αποτύπωση του προβλήματος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μία από τις περισσότερο εξελιγμένες μεθόδους όπως είναι η Electre III. Στη μέθοδο Electre III έχουμε ψευδοκριτήρια και προβληματική γ (κατάταξη) . Η μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντος υπό την παρουσία ψευδοκριτηρίων πραγματοποιείται με την κατασκευή των αντίστοιχων ασαφών σχέσεων συμφωνίας , προκειμένου να ληφθεί υπόψη η στάση του αποφασίζοντος απέναντι σε φαινόμενα ανακρίβειας και αβεβαιότητας σχετικά με τα δεδομένα. Γενικά ως σκοπός της μεθόδου ορίζεται η κατάταξη των εναλλακτικών σεναρίων [22]:

Τα όρια αδιαφορίας και προτίμησης για κάθε κριτήριο

- Τους συντελεστές σημαντικότητας των κριτηρίων.
- Τις δυσκολίες, που πιθανόν να προκύψουν, από τη σύγκριση δύο σεναρίων, όπου το πρώτο εμφανίζεται σημαντικά καλύτερο από το δεύτερο σε σχέση με ένα υποσύνολο κριτηρίων, αλλά υποδεέστερο σε σχέση με το σύνολο των κριτηρίων.

Τα σεναρία συγκρίνονται ανά ζεύγη και υπολογίζονται τα μέτρα συμφωνίας $c_j(a,b)$, που εκφράζουν την υπεροχή του σεναρίου a σε σχέση με το b . Συγκεκριμένα ισχύει:

$$c_j(a,b) = \begin{cases} 1 & g_j(b) - g_j(a) \leq q_j \\ 0 & g_j(b) - g_j(a) \geq p_j \\ \frac{p_j + g_j(a) - g_j(b)}{p_j - q_j} & q_j \leq g_j(b) - g_j(a) \leq p_j \end{cases}$$

όπου $g_j(a)$ και $g_j(b)$ είναι οι βαθμολογήσεις - αποδόσεις των εναλλακτικών σεναρίων a και b αντίστοιχα σύμφωνα με το κριτήριο j και p_j, q_j τα αντίστοιχα όρια προτίμησης και αδιαφορίας. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι δείκτες συμφωνίας $C(a,b)$ (concordance index), σύμφωνα με τη σχέση:

$$C(a,b) = \frac{1}{\sum_{j=1}^r k_j} \sum_{j=1}^r k_j c_j(a,b)$$

όπου k_j ο συντελεστής σημαντικότητας του κριτηρίου j .

Οι δείκτες συμφωνίας χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ενός πίνακα συμφωνίας .

Πίνακας 29: Πίνακας συμφωνίας της πολυκριτηριακής μεθόδου ELECTRE III

	Σ1	Σ2	...	Σ n
Σενάριο 1	1	C(1,2)		C(1,n)
Σενάριο 2	C(2,1)	1		C(2,n)
⋮			1	
Σενάριο n	C(n,1)	C(n,2)		1

Κατά αντίστοιχο τρόπο υπολογίζονται και οι δείκτες ασυμφωνίας $d_j(a,b)$ και απαιτείται η εισαγωγή ενός επιπλέον ορίου, του ορίου άρνησης v_j (veto threshold). Ως όριο άρνησης ενός κριτηρίου j ορίζεται η μικρότερη τιμή της διαφοράς των βαθμολογήσεων δύο σεναρίων πέραν της οποίας θεωρείται πως δεν ισχύει η δήλωση aS_jb .

$$d_j(a,b) = \begin{cases} 0 & g_j(b) - g_j(a) \leq p_j \\ 1 & g_j(b) - g_j(a) \geq v_j \\ \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j}{v_j - p_j} & p_j \leq g_j(b) - g_j(a) \leq v_j \end{cases}$$

Η χρήση των δεικτών ασυμφωνίας περιορίζει την αντιστάθμιση μεταξύ των βαθμολογήσεων των κριτηρίων. Στην περίπτωση που $d_j(a,b)=1$ για κάθε j , τότε το εναλλακτικό σενάριο a απορρίπτεται και δεν συμπεριλαμβάνεται στη μετέπειτα αξιολόγηση. Αντίθετα με τους δείκτες συμφωνίας, στην εύρεση των δεικτών ασυμφωνίας δεν συνυπολογίζονται οι συντελεστές βαρύτητας.

Στη συνέχεια βάσει των δεικτών συμφωνίας και ασυμφωνίας, υπολογίζονται οι βαθμοί αξιοπιστίας (credibility degrees) για κάθε ζεύγος σεναρίων, σύμφωνα με τη σχέση:

$$S(a,b) = \begin{cases} C(a,b) & d_j(a,b) \leq C(a,b) \\ & \forall j \\ C(a,b) \cdot \prod_{j \in J(a,b)} \frac{1 - d_j(a,b)}{1 - C(a,b)} & J(a,b) : d_j(a,b) > C(a,b) \end{cases}$$

όπου $J(a,b)$ είναι το σύνολο των κριτηρίων. Από την εφαρμογή της τελευταίας συνάρτησης εξάγεται ο πίνακας αξιοπιστίας, με μορφή ανάλογη του πίνακα συμφωνίας.

Το επόμενο βήμα είναι η κατάταξη των σεναρίων σύμφωνα με τον πίνακα αξιοπιστίας.

Αρχικά σχηματίζονται δύο κατατάξεις $Z1$ και $Z2$, αύξουσας και μία φθίνουσας προτίμησης αντίστοιχα και από το συνδυασμό τους καταλήγουμε στην τελική κατάταξη $Z = Z1 \cap Z2$.

Σε αυτό το σημείο εισάγεται η σταθερά λ , που είναι η μεγαλύτερη τιμή του πίνακα αξιοπιστίας, δηλαδή $\lambda = \max_{a,b \in AS} AS(a,b)$ και ορίζεται η τιμή αξιοπιστίας $s(\lambda)$, τέτοια ώστε στη συνέχεια της διαδικασίας να παραμείνουν μόνο οι τιμές $S(a,b)$ που είναι μεγαλύτερες του $\lambda - s(\lambda)$.

Η τιμή αξιοπιστίας, όπως και τα όρια p_j , q_j , v_j που προαναφέρθηκαν, καθορίζεται από το λήπτη αποφάσεων. Ισχύει:

$$T(a,b) = \begin{cases} 1 & S(a,b) > \lambda - s(\lambda) \\ 0 & S(a,b) < \lambda - s(\lambda) \end{cases}$$

Η μεθοδολογία που εφαρμόζεται για την εξαγωγή των κατατάξεων από τον τελικό πίνακα έχει ως εξής: Αρχικά υπολογίζονται τα αθροίσματα των γραμμών και των στηλών. Αφαιρούνται τα αθροίσματα των στηλών από τα αντίστοιχα των γραμμών. Το σενάριο με τη μεγαλύτερη τιμή διαφοράς τοποθετείται πρώτο στην κατάταξη. Τα σενάρια κατατάσσονται από τα αριστερά προς τα δεξιά. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται παραλείποντας τη γραμμή και τη στήλη του σεναρίου που κατατάχθηκε.

Προκύπτει από την παραπάνω διαδικασία η ολική προσειρά – προκαταρτική κατάταξη $Z1$ (total preorder). Για την εξαγωγή της κατάταξης $Z2$ πρώτο στην κατάταξη τοποθετείται το σενάριο με τη μικρότερη διαφορά και τα σενάρια κατατάσσονται από τα δεξιά προς τα αριστερά. Στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερα του ενός σενάρια με την ίδια τιμή διαφοράς, μεταβάλλεται ανάλογα η σταθερά $s(\lambda)$, με συνέπεια την αλλαγή του τελικού πίνακα και των διαφορών. Όπως προαναφέρθηκε η τελική προκαταρτική κατάταξη (final partial preorder) προκύπτει από την τομή των ολικών προσειρών $Z1$ και $Z2$. [21]

Βιβλιογραφία

- [1].Wikipedia
(http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF)
- [2].γενική γραμματεία υπουργείου ανάπτυξης (http://www.cres.gr/energy-saving/technologies_n_gas.htm)
- [3].ΔΕΠΙΑ (<http://www.depa.gr/home.html>)
- [4].kireas.org: (<http://kireas.org/Ing.htm>)
- [5].Αθηναϊκό αέριο: (www.athinaikoaerio.gr)
- [6].Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας
(<http://www.dolceta.eu/greece/Mod6/Απελευθέρωση.html>)
- [7].Εφημερίδα “Καθημερινή” (01-11-2005)
(http://news.kathimerini.gr/4Dcgi/4Dcgi/_w_articles_civ_11_01/11/2005_161849)
- [8].Μαρκέλα Σταμάτη -Διδάκτωρ Νομικής, δικηγόρος (από την εφημερίδα "Καθημερινή", 20/11/2010)
(http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_economy_2_20/11/2010_423092)
- [9].εφημερίδα “ΤΑ ΝΕΑ”
- [10].Μελέτη του IENE
(<http://www.depa.gr/content/article/002005004/265.html>)
- [11].Νεφέλη Τζανετάκου “Ελευθεροτυπία”
(<http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=310433>)
- [12]. Ειδησεογραφία “ΑΞΙΑ” ,20 Νοεμβρίου 2010
(<http://energystreamblog.com/?p=74>)
- [13].Η φωνή της Ρωσίας “ Κασπία θάλασσα- οικονομική συνεργασία «των πέντε» χωρίς εξωτερική στρατιωτική ομπρέλα”
<http://greek.ruvr.ru/2010/12/07/36387237.html>

- [14]. M. Zeleny. Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill, New York, 1982
- [15]. Van den Bergh & Peter Nijkamp, 1997. "Optimal Growth, Coordination and Sustainability in the Spatial Economy"
- [16]. Nijkamp, P., 1980: Environmental policy analysis: operational methods and models.
- [17]. διδακτορική διατριβή - Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών 'Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση' - Ηρακλής Πολατίδης (<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=8162>)
- [18]. Cavallaro, F., Ciraolo, L., (2005), A multicriteria approach to evaluate wind energy plants on an Italian island, Energy Policy, 33, 235-244
- [19]. Sauter, V.I., (1997), Decision Support Systems, Wiley, New York.
- [20]. Thomas 2002, Discussion paper—are eggs the right size for egg cups because of good planning by hens? Where is reading research going? . *Educational Psychology in Practice* , 18 (2) : 157 – 166 .
- [21]. διατριβή - Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση του Τμήματος Περιβάλλοντος - Ελένη Κων/νου Ελευθεριάδου (<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=10103>)
- [22]. Roy, B., (1985), Méthodologie multicritere d' aide à la decision, Economica, Paris.
- [23]. Bell, M. B., Avery, L. W., Matthews, H. E., Feldman, P. A., Watson, J. K. G., Madden, S. C., & Irvine, W. M. 1988, ApJ, 326, 924
- [24]. Keeny, R., Raiffa, H., (1976), Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs, John Wiley and Sohns, New York.
- [25]. Bernard Roy, Vincent Mousseau, "A theoretical Framework for Analysing the Notion of Relative Importance of Criteria", Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, vol.5 pp145-159, 1996
- [26]. Roy, B., 1990. Decision aid and decision making. In: C.A. Bana e Costa (Editor), Readings in Multiple Criteria Decision Aid. Springer, Berlin, pp. 17-35.

- [27].Natural gas market review 2008 by International Energy Agency
- [28].M. Beuthe , L. Eeckhoudt and G.Scanella. A practical multicriteria methodology for assessing risky public investments . *Socio-Economic Planning Sciences* , 34(2):121-139,2000
- [29].Roy, B., Vincke, Ph., (1981), Multicriteria analysis: survey and new directions,*European Journal of Operational Research*, 8, 207-218
- [30]. Nijkamp, P., Rietveld P. and Voogd H. (1990) - *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*, Amsterdam: North-Holland
- [31]. Dyer JS, Fishburn PC, Steuer RE, Wallenius J, Zionts S.1992. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: the next ten years. *Management Science* 38(5): 645–654
- [32]. Korhonen, J., J. Partanen, E. Armstrong, A. Vaahtokari, K. Elenius, M. Jalkanen, and K. Alitalo. 1992. Enhanced expression of the tie receptor tyrosine kinase in endothelial cells during neovascularization. *Blood*. 80: 2548–2555.
- [33].Gregory, R. and R. Keeney, 1994. *Creating Policy Alternatives Using Stakeholder Values*. *Management Science* 40:035-1048.
- [34].Gregory, R., Slovic, P., 1997. A constructive approach to environmental valuation. *Ecol. Econ.* 21, 175–181
- [35].Gregory, R., 2000. *Using Stakeholder Values to Make Smarter Environmental Decisions*. *Environment* 42 (5):34-44.
- [36].Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J., (2000), *Using Multicriteria Methods in Environmental Planning and Management*, *Environmental Management*, 26, 595-605.
- [37].Siskos, Y., Spyridakos, A., (1999), *Intelligent multicriteria support: Overview and perspectives*, *European Journal of Operational Research*, 113, 236-246.
- [38]. Σάλτα, Μ., (2002), *Η ανάπτυξη της Γεωθερμίας. Μια πολυκριτηριακή προσέγγιση: η περίπτωση του Πολυχνίτου*, Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, ΜΠΣ ΠΠΔ, Μυτιλήνη.

- [39]. ‘Μοντέλα αποφάσεων’ - συγγραφέας :Γιάννης Σίσκος
- [40]. Bernard Roy, Daniel Vanderpooten, “The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works”, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol.5, pp22-38, 1996
- [41]. Benayoun, R., B. Roy, and N. Sussman, "Manual de reference du programme electre, Note de Synthese et Formation," No. 25, *Direction Scientifique SEMA*, Paris, Franch, 1966.
- [42].Evangelos Triantaphyllou, “Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study”, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [43]. P.Anand Raj, D. Nagesh Kumar, “Ranking of River Basin Alternatives Using ELECTRE”, *Journal des Sciences Hydrologiques*, 41, 1996
- [44].Vetchera, 1986 R.Vetschera, “Sensitivity Analysis for the ELECTRE Multicriteria Method”, *Zeitschrift Operations Research (currently Mathematical Methods of Operations Research)*,Vol.30, pp B99-B117, 1986
- [45]. A.S.Milani, A.Shanian, C.El-Lahham, “Using Different ELECTRE Methods in Strategic Planning in the Presence of Human Behavioral Resistance”, *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, Art.ID 10936, pp 1-19, 2006
- [46]. Jose Figueira, Vincent Mousseau, Bernard Roy, “ELECTRE Methods” in J.Figuera, S.Greco, M.Ehrgott “Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys”, *International Series in Operations Research Management Science*, Springer, pp133-162, 2005
- [47].Διπλωματική Εργ. του Κωνσταντίνου Γαλάνη ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ELECTRE II (<http://invenio.lib.auth.gr/record/122992/files/GalanisCostas.pdf?version=1>)
- [48]. Goumas, M., Lygerou, V., Papagiannakis, L., (1999), Computational methods for planning and evaluating geothermal energy projects, *Energy Policy*, 27, 147-154.
- [49].Almeida, 2002 Adiel Teixeira De Almeida, “Multicriteria Modeling for a Repair Contract Problem Based on Utility and the ELECTRE I Method”, *IMA Journal of Management Mathematics* 13, pp 29-37, 2002

- [50]. Μιχάλης Δούμπος, «Πολυκριτήρια Συστήματα Αποφάσεων», Σημειώσεις Μαθήματος, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2007
- [51]. Wikipedia
(http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_natural_gas_exports)
- [52]. Μάνος Καραγιάννης - Επίκουρος Καθηγητής Διεθνών Σχέσεων στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
(http://elladasimera.blogspot.com/2011/12/blog-post_9446.html)
- [53]. pathfinder
(<http://news.pathfinder.gr/countries/asia/turkmenistan.html>)
- [54]. Υπουργείο Εξωτερικών
(<http://www2.mfa.gr/www.mfa.gr/el-GR/Policy/Geographic+Regions/Russia-Eastern+Europe-Central+Asia/Bilateral+relations/Turkmenistan/>)
- [55]. Energy Stream blog
(<http://energystreamblog.com/?p=74>)
- [56]. Ειδησεογραφία “ΑΞΙΑ”, 5 Φεβρουαρίου 2011
(<http://energystreamblog.com/?p=43>)
- [57]. Διεθνής ειδησεογραφία
(<http://nocodethess.wordpress.com/%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%B1/>)
- [58]. Kazworld
(<http://kazworld.info/?p=16947>)
- [59]. US Energy Information Administration
(<http://205.254.135.7/countries/country-data.cfm?fips=KZ>)
- [60]. Υπουργείο Εξωτερικών
(<http://www2.mfa.gr/www.mfa.gr/el-GR/Policy/Geographic+Regions/Mediterranean+Middle+East/Bilateral+Relations/Libya/>)
- [61]. ειδησεογραφία
(<http://www.theaureport.com/lpt/na/1123>)
- [62]. Υπουργείο Εξωτερικών
(<http://www2.mfa.gr/www.mfa.gr/el-GR/Policy/Geographic+Regions/Sub-Saharan+Africa/Bilateral+Relations/Nigeria/>)

- [63].Ειδησεογραφία “ΑΞΙΑ”, 23 Φεβρουαρίου 2010
(<http://energystreamblog.com/?p=43>)
- [64].ειδησεογραφία
(<http://ellas2.wordpress.com/2012/01>)
- [65].US Energy Information Administration
(<http://205.254.135.7/countries/cab.cfm?fips=QA>)
- [66].The National
(<http://www.thenational.ae/business/energy/qatar-targets-greece-with-lng-terminal>)
- [67]. ειδησεογραφία
(<http://www.antinews.gr/2011/12/21/139698/>)
- [68].Wikipedia
(http://en.wikipedia.org/wiki/Spot_market)
- [69].Αναλυτικός κατάλογος LNG υποδομών
(<http://www.globallnginfo.com/World%20LNG%20Plants%20&%20Terminals.pdf>)
- [70].ειδησεογραφία
(<http://www.arabianbusiness.com/greece-qatar-mull-joint-energy-projects-182997.html>)
- [71].Hobbs, Meier, 1994 Hobbs, B. and Meier, P. Integrated Resource Planning and the Environment: A Guide to the Use of Multi Criteria Decision Methods, Oak Ridge National Laboratory, 1994.

