



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Εφαρμογή πολυκριτηριακού μοντέλου για την εύρεση  
των ασφαλέστερων διαδρόμων Πετρελαίου και  
Φυσικού Αερίου.**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Σοφοκλής Χ. Κονόμης

**Καθηγητής: Ιωάννης Ψαρράς**

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

# Εφαρμογή πολυκριτηριακού μοντέλου για την εύρεση των ασφαλέστερων διαδρόμων Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σοφοκλής Χ. Κονόμης

Καθηγητής : Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Οκτώβριο του 2012.

.....

.....  
Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....

Σοφοκλής Χ. Κονόμης

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

Copyright © Σοφοκλής Χ. Κονόμης, 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

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

---

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η σε βάθος ανάλυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, η διερεύνηση όλων των κρίσιμων παραγόντων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την ικανοποίηση του στόχου αυτού καθώς και η εφαρμογή πολυκριτηριακού μοντέλου για την εύρεση των ασφαλέστερων διαδρόμων Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές και ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Ιωάννη Ψαρρά για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Διδάκτορα της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Χάρη Δούκα για τη συνεχή παρακολούθηση της πορείας της διπλωματικής μου εργασίας, την καθοδήγησή του, τις πολύτιμες συμβουλές και το ενδιαφέρον που έδειξε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Σοφοκλής Κονόμης  
Οκτώβριος 2012

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Η επένδυση σε προϊόντα που ο χώρος δεδομένων τους χαρακτηρίζεται από μεταβλητότητα είναι μια επικίνδυνη αποστολή. Η επένδυση έχει μεγαλύτερο ρίσκο στην περίπτωση των μη κανονικών δυναμικών χώρων δεδομένων (IDDS), όπου τα δεδομένα αλλάζουν μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο με άγνωστο τρόπο. Δυστυχώς σήμερα όλοι οι χώροι δεδομένων είναι ή τείνουν να γίνουν μη κανονικοί. Συνεπώς μια βέλτιστη λύση βασισμένη στα σημερινά δεδομένα είναι πιθανόν να αποδειχτεί μια πλήρης καταστροφή μέσα στο δικό μας χρονικό πλαίσιο σχεδιασμού. Όχι μόνο δεν θα πάρουμε το μέγιστο κέρδος αλλά μπορεί να χάσουμε ακόμα και το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσης. Η παρούσα εργασία προσπαθεί να εντοπίσει την βέλτιστη λύση στο πρόβλημα του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας βασισμένη σε ένα νέο πολυκριτηριακό μοντέλο προκειμένου να αποφευχθούν οι μαύρες τρύπες των επενδύσεων στον τομέα της ενέργειας.

Με αφορμή τα πρόσφατα γεγονότα στη Βόρεια Αφρική ,τις εντάσεις που προέκυψαν στις Τουρκό-Εβραϊκές σχέσεις μετά την εύρεση φυσικού αερίου στα ανοιχτά της Κύπρου, τις εντάσεις στις σχέσεις Ε.Ε-Ιράν και γενικά τις οικονομικές πιέσεις που δέχεται η χώρα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ,καθώς και την μεταβλητότητα και την ρευστότητα που χαρακτηρίζουν τον χώρο της ενέργειας η ανάγκη για μεγαλύτερη ασφάλεια και διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών εφοδιασμού της χώρας καθώς και η διερεύνηση όλων των κρίσιμων παραγόντων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την ικανοποίηση του στόχου αυτού γίνεται επιτακτική.

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας έγινε προσπάθεια προσδιορισμού του προβλήματος της ασφάλειας και κατηγοριοποίησης ρίσκων ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού και σχετιζόμενων γεγονότων. Κατόπιν διεξοδικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης αναζητήθηκαν όλοι οι παράγοντες εκείνοι που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο τον ενεργειακό εφοδιασμό και να καταστήσουν αβέβαιη την ασφάλειά του. Στη συνέχεια κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με το είδος τους ώστε να είναι όσο το δυνατόν ευδιάκριτοι και μη αλληλοσυνδεδεμένοι. Ακολούθως κατεγράφησαν τα σημαντικότερα γεγονότα του τελευταίου μισού αιώνα που σχετίζονται με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και κατηγοριοποιήθηκαν με τη σειρά τους. Έγινε προσπάθεια ποσοτικοποίησης του ρίσκου που συνδέεται με τα καταγεγραμμένα γεγονότα ανάλογα με τη συχνότητα εμφάνισής τους και την απώλεια καυσίμου στην οποία οδήγησαν. Έγινε μια εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθόδου καταστροφής που βασίζεται στο “ Some Considerations on Investments in Irregular Dynamic Data Spaces “ των Κ.Καθηγητών Παναγιωτόπουλου ,Πετραντώνη και Χατζηντέμα πάνω στον ενεργειακό εφοδιασμό για την εύρεση των βέλτιστων διαδρομών Φυσικού Αερίου και Πετρελαίου

**Λέξεις κλειδιά:** Ενεργειακός διάδρομος ,Πετρέλαιο, Φυσικό Αέριο, Ανάλυση Ρίσκου, Ασφάλεια.

## **ABSTRACT**

---

Investing in new products without history is a dangerous task. The investment is even more risky in the case of Irregular Dynamic Data Space (IDDS), where data changes within a given planning horizon in an unknown way. Unfortunately, today all data spaces are or tend to become IDDS. Consequently, an optimal solution based on present data is possible to become a complete disaster within our planning horizon. We will not only get a maximum profit, but we will lose our initial budget too. This thesis attempts to identify the optimal solution to the problem of energy supply in the country based on a new multicriteria model to avoid the black hole of investment in the energy sector.

In light of recent events in North Africa, the tensions that emerged in the Turkish-Jewish relations after finding gas off Cyprus, tensions in EU-Iran relations, and general economic pressures on the country to meet its energy needs as well as the volatility and liquidity characterizing the area of energy, the need for greater security and diversification of energy supply sources in the country, and to explore all the critical factors that must be considered to meet this goal is imperative.

In the context of this thesis was an attempt to determine the security problem and security risk categorization energy supply and related events. After a thorough literature review searched for all the factors that might compromise the security of energy supply and to cast doubt on the safety. Then categorized according to their type to be as visible as possible and not interconnected. Then recorded the most significant events of the last half century related to the security of energy supply and category in turn. An attempt was made to quantify the risk associated with the recorded facts depending on their frequency and loss of fuel which resulted. There was an application of multicriteria method based on "Some Considerations on Investments in Irregular Dynamic Data Spaces" of Professors Panagiotopoulos, Petrantonakis and Chatzintemas over energy supply for finding the best routes for natural gas and oil.

### **Key Words**

Corridor energy, Oil, Gas, Risk Analysis, Safety

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>4</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>10</b>
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	<b>11</b>
1.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	<b>11</b>
1.3 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	<b>13</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ</b> .....	<b>15</b>
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	<b>16</b>
<b>2.1 ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2 ΧΩΡΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.1 ΡΩΣΙΑ</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.2 ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.3 ΙΡΑΝ</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.4 ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.5 ΑΖΕΡΜΠΑΙΤΖΑΝ</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.2 ΑΓΩΓΟΣ ΜΠΟΥΡΓΚΑΣ –ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3.3 ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ</b> .....	<b>27</b>
<b>2.4 ΚΥΡΙΑ ΣΗΜΕΙΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ (CHOKEROINTS)</b> .....	<b>28</b>
<b>2.4.1 ΣΤΕΝΑ ΤΟΥ ΗΟRΜΥΖ</b> .....	<b>29</b>
<b>2.4.2 ΚΑΝΑΛΙ ΤΟΥ SUEZ</b> .....	<b>30</b>
<b>2.4.3 ΣΤΕΝΑ ΒΑΒ ΕL-MΑΝDΑΒ</b> .....	<b>32</b>
<b>2.4.4 ΤΟΥΡΚΙΚΑ ΣΤΕΝΑ</b> .....	<b>33</b>
<b>2.5 2000-2020 ΑΓΟΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ</b> .....	<b>34</b>
<b>2.6 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ</b> .....	<b>35</b>
<b>2.6.1 ΠΗΓΕΣ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ</b> .....	<b>41</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΦΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>43</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΙΣΚΟΥ</b> .....	<b>44</b>
<b>3.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΡΙΣΚΑ</b> .....	<b>45</b>
<b>3.1.1 ΜΗ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	<b>45</b>
<b>3.1.2 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΕ ΥΠΟΔΟΜΕΣ</b> .....	<b>48</b>
<b>3.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΡΙΣΚΑ</b> .....	<b>48</b>
<b>3.2.1 ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΑΠΟ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	<b>48</b>
<b>3.2.2 ΑΛΛΗΛΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟΥ</b> .....	<b>50</b>
<b>3.2.3 ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟ ΜΕ ΚΑΥΣΙΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	<b>51</b>
<b>3.2.4 ΜΕΓΑΛΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ</b> .....	<b>51</b>
<b>3.2.5 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	<b>52</b>

<b>3.3 ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΑ ΡΙΣΚΑ.....</b>	<b>53</b>
<b>3.3.1 ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ.....</b>	<b>53</b>
<b>3.3.2 ΠΟΛΕΜΙΚΕΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΧΩΡΕΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΛΟΓΩ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΑΣΤΑΘΕΙΑΣ.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3.3 ΤΡΟΜΟΚΡΑΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΣΗ ΣΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΟΠΩΛΙΑΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ (ΚΑΡΤΕΛ) ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΧΩΡΕΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3.5 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΜΠΑΡΓΚΟ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟ.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.6 ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.7 ΔΙΑΜΑΧΗ ΜΕ ΧΩΡΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....</b>	<b>58</b>
<b>3.4 ΝΟΜΙΚΑ ΡΙΣΚΑ.....</b>	<b>58</b>
<b>3.4.1 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΕ ΥΠΟΔΟΜΕΣ.....</b>	<b>58</b>
<b>3.4.2 ΜΕΤΑΡΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΜΕ ΕΠΙΡΡΟΗ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟ.....</b>	<b>59</b>
<b>3.4.3 ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ.....</b>	<b>60</b>
<b>3.4.4 ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΝΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ .....</b>	<b>61</b>
<b>3.5 ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΜΕ ΕΠΙΡΡΟΗ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟ.....</b>	<b>61</b>
<b>3.5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ.....</b>	<b>61</b>
<b>3.6 ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ.....</b>	<b>62</b>
<b>3.6.1 ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΙΣ.....</b>	<b>62</b>
<b>3.6.2 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΑΣΤΑΘΕΙΑ.....</b>	<b>64</b>
<b>3.6.3 ΤΡΟΜΟΚΡΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΘΕΣΕΙΣ.....</b>	<b>67</b>
<b>3.6.4 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΞΑΓΩΓΩΝ.....</b>	<b>68</b>
<b>3.6.5 ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>69</b>
<b>3.6.6 ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....</b>	<b>72</b>
<b>3.6.7 ΜΟΝΟΠΩΛΙΑΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ – ΚΑΡΤΕΛ.....</b>	<b>74</b>
<b>3.7 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΡΙΣΚΟΥ.....</b>	<b>76</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>78</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΡΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΣΕ ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΥΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....</b>	<b>80</b>
<b>4.1 ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΡΙΣΚΟ.....</b>	<b>82</b>
<b>4.2 ΧΩΡΟΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΗ.....</b>	<b>83</b>
<b>4.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ.....</b>	<b>84</b>
<b>4.4 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΤΡΥΠΕΣ .....</b>	<b>85</b>
<b>4.5 ΣΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>87</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>89</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ.....</b>	<b>90</b>
<b>5.1 ΣΤΑΔΙΟ1:ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....</b>	<b>91</b>
<b>5.1.1 ΣΤΑΔΙΟ 2:ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΑΠΕΙΛΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....</b>	<b>92</b>
<b>5.1.2 ΣΤΑΔΙΟ3:ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....</b>	<b>93</b>
<b>5.2 ΣΤΑΔΙΟ4: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....</b>	<b>95</b>
<b>5.2.1 ΣΤΑΔΙΟ5:ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΑΠΕΙΛΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....</b>	<b>96</b>
<b>5.2.2 ΣΤΑΔΙΟ6:ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....</b>	<b>97</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>100</b>



<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....</b>	<b>101</b>
<b>6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>102</b>
<b>6.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....</b>	<b>103</b>

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>0</sup>**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

---

## **1.1 ΣΚΟΠΟΣ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

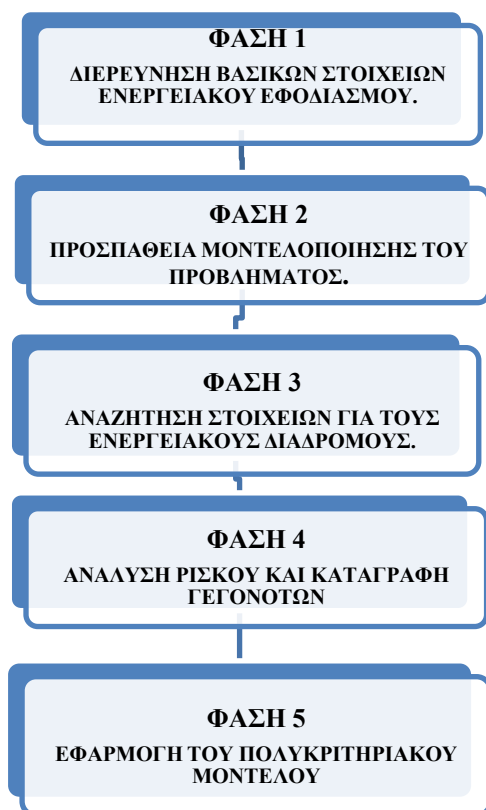
Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας στο εργαστήριο «Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η ανάθεση του θέματος έγινε από τον κ. Ι. Ψαρρά, Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η σε βάθος ανάλυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού. Η μεγάλη εξάρτηση της χώρας από εισαγωγές καυσίμων καθιστά τον ενεργειακό εφοδιασμό υψίστης σημασίας γεγονός για την οικονομία και γενικά για την ασφάλεια της χώρας. Η συνεχής αύξηση της ζήτησης σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο παγκοσμίως έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών και γενικά του ενδιαφέροντος για νέες μορφές ενέργειας για την κάλυψη των ολοένα και μεγαλύτερων αναγκών που προκύπτουν, αυτό καθιστά τον χώρο αυτό μη κανονικό χώρο δεδομένων όπου τα δεδομένα αλλάζουν συνεχώς, και το περιβάλλον μεταβάλλεται σε μικρά χρονικά διαστήματα. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας γίνεται μια προσπάθεια για την διερεύνηση όλων των κρίσιμων παραγόντων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την ικανοποίηση του στόχου αυτού και η εύρεση των ασφαλέστερων διαδρόμων εφοδιασμού.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση όλων των πιθανών ρίσκων και κινδύνων για την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας, η κατηγοριοποίησή τους, η καταγραφή των σχετιζόμενων γεγονότων με αντίκτυπο στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και μια πρώτη προσπάθεια ποσοτικοποίησης τους, με βάση αυτή την ανάλυση γίνεται μια εφαρμογή του πολυκριτηριακού καταστροφικού μοντέλου για την εύρεση των ασφαλέστερων διαδρόμων εφοδιασμού, με σκοπό τον προσανατολισμό των μελλοντικών επενδύσεων στην αύξηση της χωρητικότητάς τους ή την υπογραφή μεγαλύτερων συμβολαίων.

## **1.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Για να ολοκληρωθεί η συγκεκριμένη Διπλωματική εργασία, η οποία πραγματοποιήθηκε την περίοδο Απρίλιος - Οκτώβριος 2012 ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία που αποτελείται από τις εξής φάσεις:



**Φάση 1 :** Διερεύνηση βασικών στοιχείων ενεργειακού εφοδιασμού. Έγινε προσπάθεια προσδιορισμού του προβλήματος της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού με αφορμή τα πρόσφατα γεγονότα την αλλαγή καθεστώτων στη Βορεια Αφρική , τις εντάσεις που προέκυψαν στις Τουρκό-Εβραϊκές σχέσεις μετά την εύρεση φυσικού αερίου στα ανοιχτά της Κύπρου τις εντάσεις στις σχέσεις Ε.Ε- Ιράν και γενικά τις οικονομικές πιέσεις που δέχεται η χώρα σε σχέση με την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της καθώς και την μεταβλητότητα και την ρευστότητα που χαρακτηρίζουν το αντικείμενο αυτό. Επιπλέον εξετάστηκε ήδη υπάρχουσα γνώση που μπορεί να αποτελέσει αφετηρία σε μια τέτοια προσπάθεια.

**Φάση 2 :** Προσπάθεια μοντελοποίησης του προβλήματος του ενεργειακού εφοδιασμού με τις γνωστές μεθοδολογίες πολυκριτηριακών μοντέλων που υπάρχουν στη βιβλιογραφία .

**Φάση 3 :** Αναζητήθηκαν στοιχεία για τους ενεργειακούς διαδρόμους εφοδιασμού της χώρας σε Πετρέλαιο και σε Φυσικό Αέριο , τους τρόπους μεταφοράς , τα κύρια κρίσιμα σημεία τις διαδρομές , τις ποσότητες που μεταφέρονται , τις χωρητικότητες των αγωγών , τα συμβόλαια με τις χώρες παραγωγής και τους χώρους αποθήκευσης και επεξεργασίας καυσίμων.

**Φάση 4 :** Προσπάθεια κατηγοριοποίησης ρίσκων ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού και σχετιζόμενων γεγονότων. Κατόπιν διεξοδικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης αναζητήθηκαν όλοι οι παράγοντες εκείνοι που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο τον ενεργειακό εφοδιασμό και

να καταστήσουν αβέβαιη την ασφάλειά του. Στη συνέχεια κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με το είδος τους ώστε να είναι όσο το δυνατόν ευδιάκριτοι και μη αλληλοσυνδεόμενοι. Ακολούθως κατεγράφησαν τα σημαντικότερα γεγονότα του τελευταίου μισού αιώνα που σχετίζονται με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και κατηγοριοποιήθηκαν με τη σειρά τους. Τέλος έγινε προσπάθεια ποσοτικοποίησης του ρίσκου που συνδέεται με τα καταγεγραμμένα γεγονότα ανάλογα με τη συχνότητα εμφάνισής τους και την απώλεια καυσίμου στην οποία οδήγησαν.

**Φάση 5 :** Έγινε μια εφαρμογή τις πολυκριτηριακής μεθόδου που βασίζεται στο “ Some Considerations on Investments in Irregular Dynamic Data Spaces “ των Καθηγητών Παναγιωτόπουλου ,Πετραντωνάκη και Χατζηντέμα πάνω στον ενεργειακό εφοδιασμό για την εύρεση των βέλτιστων διαδρομών Φυσικού Αερίου και Πετρελαίου .

### 1.3 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η δομή της παρούσας Διπλωματικής εργασίας έχει ως εξής:

Αρχικά υπάρχει η **Περίληψη** της εργασίας, στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα, όπου παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά σημεία της εργασίας.

Στο **Κεφάλαιο 1**, το οποίο αποτελεί την εισαγωγή, αναφέρονται ο σκοπός και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, καθώς και η διαδικασία πραγματοποίησής της.

Στο **Κεφάλαιο 2** Παρουσιάζονται οι πηγές τροφοδοσίας οι χώρες που παράγουν και τροφοδοτούν την Ελλάδα σε Πετρέλαιο και Φυσικό Αέριο ,οι τρόποι μεταφοράς , οι διάδρομοι μεταφοράς ,οι ποσότητες που εισάγονται καθώς και τα πιο κρίσιμα σημεία της διαδρομής (chokepoints).

Στο **Κεφάλαιο 3** γίνεται προσπάθεια καταγραφής των ρίσκων για την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού και κατηγοριοποίησής τους σε τέσσερις βασικές κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές περιλαμβάνουν τα οικονομικά, τα τεχνικά, τα γεωπολιτικά και τα νομικά ρίσκα. Τα ρίσκα συνδέονται με τον εφοδιασμό πετρελαίου, φυσικού αερίου, αλλά και άλλων ενεργειακών πηγών. Σε κάθε γενική κατηγορία αντιστοιχούνται βασικά ρίσκα τα οποία συμπληρώνονται από επιμέρους ρίσκα-παράγοντες με τους οποίους και παρουσιάζουν αλληλεξάρτηση.

Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία για την εύρεση τις βέλτιστης λύσης για επενδύσεις σε μη κανονικούς χώρους δεδομένων.Η επένδυση έχει μεγαλύτερο ρίσκο στην περίπτωση των μη κανονικών δυναμικών χώρων δεδομένων (IDDS), όπου τα δεδομένα αλλάζουν μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο με άγνωστο τρόπο. Δυστυχώς σήμερα όλοι οι χώροι δεδομένων είναι ή τείνουν να γίνουν μη κανονικοί. Συνεπώς μια βέλτιστη λύση βασισμένη στα σημερινά δεδομένα είναι πιθανόν να αποδειχτεί μια πλήρης καταστροφή μέσα στο δικό μας χρονικό πλαίσιο σχεδιασμού. Όχι μόνο δεν θα πάρουμε το μέγιστο κέρδος αλλά

μπορεί να χάσουμε ακόμα και το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσης. Η παρούσα μεθοδολογία προτείνει κάποιες νέες εκτιμήσεις για την Θεωρία των Επενδύσεων βασισμένες σε ένα πολυκριτηριακό μοντέλο προκειμένου να αποφευχθούν οι μαύρες τρύπες των επενδύσεων.

Στο **Κεφάλαιο 5** γίνεται μια εφαρμογή της προαναφερθείσας μεθοδολογίας πολυκριτηριακού καταστροφικού μοντέλου, για την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας στους διαδρόμους φυσικού αερίου και πετρελαίου . Συγκεκριμένα στόχος της παρακάτω ανάλυσης είναι η εύρεση των βέλτιστων διαδρόμων εφοδιασμού Φυσικού Αερίου και Πετρελαίου που θα εξασφαλίσουν τις απαιτούμενες ποσότητες σε λογικές τιμές .Η διερεύνηση των ρίσκων(κινδύνων) έγινε στο κεφάλαιο 3 ,και η αναλυτική παρουσίαση των διαδρόμων έγινε στο κεφάλαιο 2. Έχοντας ως οδηγό την μεθοδολογία “Some Considerations on Investments in Irregular Dynamic Data Spaces “ των κ.καθηγητών Παναγιωτόπουλου,Πετραντωνάκη και Χατζηντέμα που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 4 κάνουμε την εφαρμογή, θεωρώντας την επένδυση σε διαδρόμους ενέργειας εναν μη κανονικό δυναμικό χώρο δεδομένων όπου τα δεδομένα αλλάζουν συνεχώς σε ένα χρονικό δεδομένο διάστημα .Στην προσπάθεια πρόβλεψης όλων των πιθανών απειλών που ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο την επάρκεια καυσίμων της χώρας έχουμε λάβει υπόψιν στατιστικά στοιχεία και γεγονότα που έχουν συμβεί στο παρελθόν και ενδεχόμενους μελλοντικούς κινδύνους ,επίσης έχουμε κάνει την παραδοχή ότι η ενεργοποίηση μιας δύναμης καταστροφής θέτει εκτός τον διάδρομο και καταστρέφει σε ποσοστό 100% την αντίστοιχη ποσότητα καυσίμου.

Στο **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την παρούσα μελέτη καθώς και οι προοπτικές για περαιτέρω μελέτη και έρευνα .

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

### **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ**

---

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενεργειακή πολιτική στην Ελλάδα αφορά προς το παρόν κυρίως στη διαμόρφωση του ρυθμιστικού και νομικού καθεστώτος της ενεργειακής αγοράς, στην εκπλήρωση των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων της χώρας μέσω της προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και της εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς επίσης και στα μεγάλα έργα διεθνών ενεργειακών διασυνδέσεων.

Οι κύριοι άξονες ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα εναρμονίζονται με τον ευρωπαϊκό στόχο και συνοψίζονται ως εξής : στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, τη διαφοροποίηση ενεργειακών πηγών, την προστασία του περιβάλλοντος, την προώθηση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας μέσω ενεργειακών επενδύσεων καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών εξασφαλίζοντας παράλληλα την περιφερειακή ανάπτυξη.

Στην κατεύθυνση αυτή, τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται στη χώρα μας μια ενεργειακή πολιτική με σαφείς στόχους:

- Τη διασφάλιση της ασφαλούς ενεργειακής τροφοδοσίας της ενεργειακής αγοράς, με υψηλής ποιότητας προϊόντα στις καλύτερες δυνατές τιμές.
- Τη μείωση της πετρελαϊκής εξάρτησης της χώρας και σταδιακή υποκατάσταση του πετρελαίου από το Φυσικό Αέριο.
- Την ενίσχυση του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Την αύξηση της συμμετοχής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό σύστημα.
- Την επέκταση της χρήσης Φυσικού Αερίου με την ανάπτυξη νέων δικτύων μεταφοράς και διανομής.
- Την απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου.
- Την ενίσχυση των διεθνών διασυνδέσεων της χώρας, στους τομείς του φυσικού αερίου, του πετρελαίου και του ηλεκτρισμού, με σκοπό να καταστεί η Ελλάδα σύγχρονο διεθνές διαμετακομιστικό κέντρο ενέργειας.
- Την επέκταση των ελέγχων σε όλους τους κρίκους της αλυσίδας της αγοράς πετρελαιοειδών, με σκοπό την ενίσχυση του ανταγωνισμού.
- Την υλοποίηση των ενεργειακών υποδομών και των ιδιωτικών ενεργειακών επενδύσεων μέσω χρηματοδοτικών εργαλείων.

Σημαντικό ρόλο θα παίζει και η κατάρτιση Μακροχρόνιου Ενεργειακού Σχεδιασμού με ορίζοντα το 2020. Ο ρόλος του Μακροχρόνιου Ενεργειακού Σχεδιασμού αποσκοπεί: στην ασφάλεια του



ενεργειακού εφοδιασμού της Χώρας, στην προστασία του περιβάλλοντος, στο πλαίσιο και των διεθνών υποχρεώσεων της χώρας, στην ισόρροπη περιφερειακή ανάπτυξη και στην παραγωγικότητα και ανταγωνιστικότητα της εθνικής οικονομίας και την επίτευξη υγιούς ανταγωνισμού με στόχο τη μείωση του κόστους ενέργειας για το σύνολο των χρηστών και καταναλωτών.

## **2.1 ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ**

Αναμένεται αύξηση στην ζήτηση πετρελαίου αλλά η παραγωγή του δεν προβλέπεται να φτάνει στο αποκορύφωμά της πριν το 2020. Οι περισσότερες περιοχές συμπεριλαμβανομένου και της Μέσης Ανατολής (αναμένεται διπλασιασμός της σημερινής παραγωγής) θα παράγουν κοντά στα όριά τους γύρω στο 2020 . Όλο και μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής θα προέρχεται από ανακαλύψεις σε βαθειά νερά μακριά από την ακτή, θα έχουμε αύξηση της παραγωγικότητας των ήδη υπαρχουσών πετρελαιοπηγών, ανάπτυξη γνωστών αλλά μη αξιοποιημένων κοιτασμάτων στη Ρωσία και το Ιράκ και αυξανόμενη εξόρυξη από τα μεγάλα κοιτάσματα αργού πετρελαίου του Καναδά και της Βενεζουέλας. Αναμένεται επίσης αύξηση στην εξαγωγή πετρελαίου από non-OPEC χώρες .Τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου επαρκούν να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση μεσοβραχυπρόθεσμα. Μακροπρόθεσμα η επάρκεια των αποθεμάτων, κυρίως για τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες που δεν ανήκουν στην OPEC, είναι αβέβαιη. Παρόλα αυτά υπάρχουν τόσο αισιόδοξα όσο και απαισιόδοξα σενάρια ειδικών του είδους. Έτσι οι απαισιόδοξοι πιστεύουν πως ο κόσμος μπορεί να αντιμετωπίσει σοβαρότατο πρόβλημα μείωσης των αποθεμάτων μέσα στην επόμενη δεκαετία (Campbell) οφειλόμενο κυρίως στην έλλειψη τάσης για νέες ανακαλύψεις και στη ραγδαία μείωση της παραγωγής όταν τα αποθέματα θα αρχίσουν να πλησιάζουν την εξάντληση. Πιστεύουν επίσης ότι τα αποθέματα είναι λίγο πολύ σταθερά και η πρόοδος της τεχνολογίας δεν θα βοηθήσει παρά μόνο στην ταχύτερη εξόρυξή τους. Αντιθέτως οι αισιόδοξοι ισχυρίζονται πως τα εμπόδια ανάπτυξης δεν είναι γεωλογικά αλλά πολιτικά και νομικά και άρα προσπελάσιμα. Πιστεύουν επίσης πως η πρόοδος της τεχνολογίας και η αύξηση των τιμών θα οδηγήσουν σε αύξηση των ποσοτήτων που είναι οικονομικά δυνατό να εξορυχτούν από τα γεωλογικά αποθέματα (Adelman) με αποτέλεσμα ο ρυθμός παραγωγής να παραμείνει σταθερός μέχρι την εξάντληση των αποθεμάτων .

### **2.1.1 Εισαγωγές πετρελαίου στην Ελλάδα**

Επί του παρόντος, η πετρελαϊκή τροφοδοσία της Ελλάδας πραγματοποιείται μέσω θαλάσσης, καθώς ο πετρελαιοαγωγός Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολη δεν είναι ακόμα έτοιμος να λειτουργήσει. Οι θαλάσσιες διαδρομές πετρελαίου καταλήγουν σε ένα από τα 4 συνολικά διωλιστήρια που βρίσκονται στο Βορρά και τον Νότο της ελληνικής επικράτειας: στον

Ασπρόπυργο, στην Θεσσαλονίκη, στους Αγίους Θεόδωρους και στην Ελευσίνα. Τα παραπάνω διυλιστήρια λειτουργούν από κυρίαρχες εταιρείες της Ελληνικής αγοράς και οι ποσότητες που παράγουν παρατίθενται στον -παρακάτω πίνακα.

Τοποθεσία	Ασπρόπυργος	Θεσσαλονίκη	Άγιοι Θεόδωροι	Ελευσίνα
Έτος κατασκευής	1958	1966	1972	1972
Ποσότητα που παράγεται (εκατομμύρια τόνοι ετησίως)	6,0	3,3	5,0	5,4

Πηγή:Ελληνικά Πετρέλαια.

**Πίνακας 2.1:**Ελληνικά διυλιστήρια

Οι Βασικοί προμηθευτές πετρελαίου της Ελλάδος είναι η Ρωσία, το Ιράν, η Σαουδική Αραβία, το Καζακστάν και το Ιράκ. Συνεπώς, είναι σημαντική η γνώση των θαλάσσιων διαδρομών που ακολουθούν τα τάνκερ έτσι ώστε να προσδιοριστούν τα όποια στενά-κανάλια ή άλλα πιθανά κρίσιμα σημεία κατά τη θαλάσσια μεταφορά του πετρελαίου.Το αργό πετρέλαιο, ρωσικής προέλευσης, έχει αφετηρία τα λιμάνια της Μαύρης Θάλασσας. Τα τάνκερ προσεγγίζουν την Ελλάδα διερχόμενα τα τουρκικά στενά .Την ίδια διαδρομή ακολουθούν και τα πετρέλαια καζακικής και αζερικής προέλευσης.

Η Ελλάδα τροφοδοτείται με πετρέλαιο και από το Ιράν και τη Λιβύη. Αυτές οι χώρες συγκεντρώνουν το πετρέλαιό τους στην Αίγυπτο και συνεπώς η διαδρομή μεταφοράς πετρελαίου ξεκινάει από εκεί. Τα τάνκερ φτάνουν στην Αίγυπτο διασχίζοντας το κανάλι του Σουέζ και τελικά προσεγγίζουν είτε τα διυλιστήρια του Ασπρόπυργου είτε της Θεσσαλονίκης. Το παραπάνω εξαρτάται από τη χωρητικότητα του τάνκερ καθώς στον Ασπρόπυργο μπορούν να ξεφορτώσουν τάνκερ μέχρι 120.000 τόνων ενώ στη Θεσσαλονίκη τάνκερ με χωρητικότητα μέχρι 80.000 τόνους.

Ακόμη, το πετρέλαιο που προέρχεται από τη Σαουδική Αραβία εξέρχεται από τον Περσικό Κόλπο δια μέσου των στενών του Hormuz και εισέρχεται στην Ερυθρά Θάλασσα από όπου ακολουθείται η ίδια διαδρομή με αυτή που περιγράφηκε παραπάνω.Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί και η εγχώρια παραγωγή πετρελαίου στην περιοχή της Καβάλας. Η πετρελαϊκή εγκατάσταση του Πρίνου καλύπτει μια περιοχή 4 τετραγωνικών χιλιομέτρων και βρίσκεται στον Κόλπο της Καβάλας, 8 χιλιόμετρα δυτικά από το νησί Θάσος



Πηγή: econews.gr

**Εικόνα 2.1:** Πετρελαϊκή εγκατάσταση Πρίνου στον Κόλπο της Καβάλας

## 2.2 ΧΩΡΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

### 2.2.1 Ρωσία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση καλύπτει το 30%(περίπου) των πετρελαϊκών της αναγκών με εισαγωγές πετρελαίου από τη Ρωσία.

Ωστόσο, η Ρωσία αποσκοπεί στην περαιτέρω αύξηση της ενεργειακής της επιρροής προς την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η θέση της Ρωσίας σε σχέση με το μερίδιο που έχει ως πάροχος ενεργειακών προϊόντων προς την Ευρωπαϊκή Ένωση ισχυροποιείται συνεχώς καθώς όλο και περισσότερα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχεδιάζουν από κοινού με τη Ρωσία την δημιουργία αγωγών με σκοπό την προμήθεια είτε πετρελαίου είτε φυσικού αερίου. Η δημιουργία νέων αγωγών θα ισχυροποιήσει ακόμα περισσότερο τη θέση ως προμηθευτή ενέργειας προς την Ευρώπη. Ήδη, η Ρωσία είναι ο κυρίως προμηθευτής πετρελαίου πολλών ευρωπαϊκών χωρών. Χαρακτηριστικά αναφέρονται ορισμένες χώρες που εμφανίζουν σημαντικό βαθμό εξάρτησης στις εισαγωγές πετρελαίου από τη Ρωσία. Η Γερμανία πραγματοποιεί το 34% των πετρελαϊκών της εισαγωγών από τη Ρωσία ενώ η ενεργειακή της εξάρτηση είναι 100% στο φυσικό αέριο. Είναι συνεπώς αντιληπτό η επίδραση που έχει η Ρωσία στην ενεργειακή τροφοδοσία της Ευρώπης. Η Ιταλία καλύπτει το 23% των πετρελαϊκών της αναγκών από τη Ρωσία, ενώ, η Ελλάδα το 32%. Χώρες όπως η Κροατία, Σερβία, Ουγγαρία, Σλοβακία, Τσεχία εισάγουν πετρέλαιο σχεδόν αποκλειστικά από τη Ρωσία.

Μέχρι σήμερα, υπάρχουν 48 αγωγοί από την Ρωσία προς την Ευρώπη, οι οποίοι ποικίλλουν σε μέγεθος και χωρητικότητα



Πηγή: EIA.gov

Εικόνα 2.2: Δίκτυο αγωγών πετρελαίου Ρωσίας

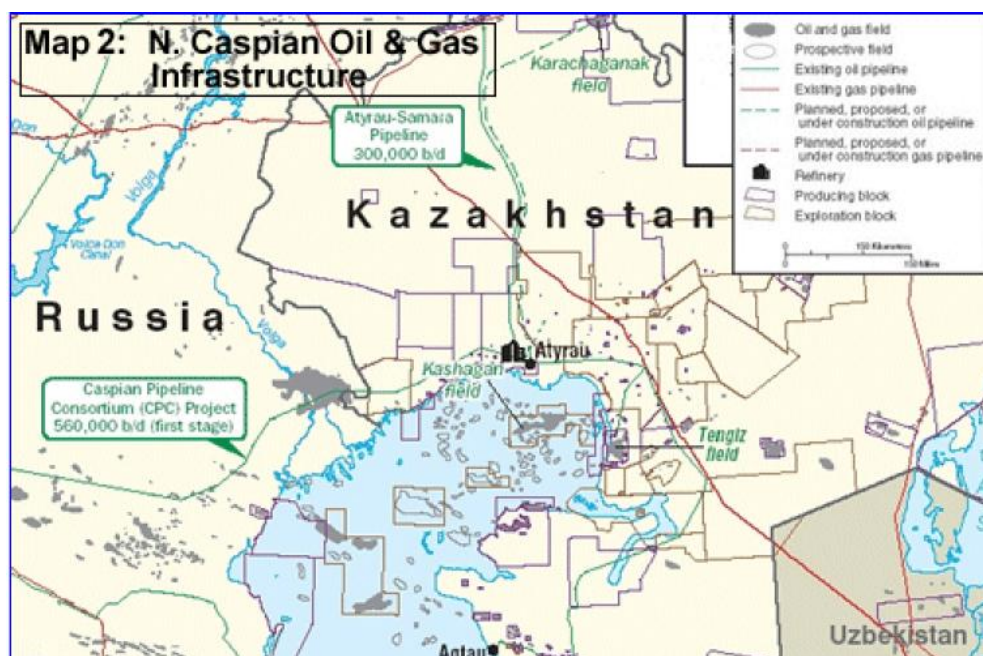


Πηγή: EIA.gov

Εικόνα 2.3: Δίκτυο αγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου που ξεκινούν από τη Ρωσία και καταλήγουν στην Ευρώπη

## 2.2.2 Καζακστάν

Το Καζακστάν έχει τα μεγαλύτερα αποθέματα πετρελαίου στην περιοχή της Κασπίας Θάλασσας ενώ η παραγωγή πετρελαίου αγγίζει τα 2.8 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως. Οι εξαγωγές πετρελαίου αποτελούν τη βάση της οικονομίας του. Εκτιμάται ότι το Καζακστάν θα ισχυροποιήσει ακόμη περισσότερο τη θέση του στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου την επόμενη δεκαετία. Η πετρελαϊκή βιομηχανία του Καζακστάν ευθύνεται για το 30% του συνολικού εγχώριου ΑΕΠ. Το Καζακστάν αναμένεται να γίνει η τέταρτη μεγαλύτερη χώρα εξαγωγέας πετρελαίου μετά από τη Σαουδική Αραβία, τη Ρωσία και τη Νορβηγία. Σύμφωνα με στοιχεία του CIS (Commonwealth of Independent States), το 7% των εισαγωγών πετρελαίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης προέρχεται από το Καζακστάν και το Αζερμπαϊτζάν.



Πηγή: EIA.gov

**Εικόνα 2.4:** Χάρτης καζάκικων αγωγών πετρελαίου.

Το Καζακστάν κατέχει αποθέματα πετρελαίου που εκτιμώνται μεταξύ 9 και 29 δισεκατομμυρίων βαρελιών (ή 1.2 με 3.9 δισεκατομμύρια τόνους). Αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγό χώρα πετρελαίου, των πρώην Σοβιετικών Δημοκρατιών, μετά τη Ρωσία. Η συνολική παραγωγή το 2006 ανήλθε σε 64,8 εκατομμύρια τόνους, των οποίων οι 57,1 εκατομμύρια τόνοι εξήχθησαν. Το 2010 το σύνολο της παραγωγής ήταν 628 δισεκατομμύρια βαρέλια ενώ ο σκοπός της είναι το 2015 το Καζακστάν να βρίσκεται εντός της δεκάδας των χωρών με τις μεγαλύτερες εξαγωγές.

Η ανακάλυψη των κοιτασμάτων του Καζακστάν το 2000 ήταν η μεγαλύτερη ανακάλυψη των τελευταίων 30 χρόνων και πιστεύεται ότι θα είναι η μεγαλύτερη πηγή πετρελαίου μετά τη Μέση Ανατολή. Η περιοχή της Κασπίας αποτελεί μια από τις πιο διάσημες περιοχές ενδιαφέροντος, και συγκεκριμένα η περιοχή του Tengiz με απόθεμα 6 – 9 δισεκατομμύρια βαρέλια , του Kashagan με απόθεμα που εκτιμώνται σε 38 δισεκατομμύρια βαρέλια και του Karachaganak με 2 δισεκατομμύρια βαρέλια [1]

### **2.2.3 Ιραν**

Το γεγονός ότι αυτή η χώρα κατέχει τα δεύτερα μεγαλύτερα αποθέματα ακατέργαστου πετρελαίου και φυσικού αερίου στον κόσμο, κάνει το Ιράν έναν ενεργειακό γίγαντα και το δεύτερο πλέον σημαντικό εξαγωγέα του ΟΠΕΚ. Η ανάπτυξη της εσωτερικής δυναμικής της χώρας, οι δυσμενείς διπλωματικές σχέσεις της με άλλες χώρες στο δυτικό ημισφαίριο και την επιμονή της στην εκτέλεση του πυρηνικού προγράμματός της έχει διαφοροποιήσει την αντιμετώπισή της με τη διεθνή κοινότητα.

Οι σχέσεις μεταξύ του Ιράν και της ΕΕ έχουν αλλάξει και είναι μάλλον ανακριβείς, αλλά φαίνεται ότι το Ιράν μπορεί περισσότερο να πειστεί από τη στάση της ΕΕ σε σχέση με τη αυτή των ΗΠΑ, αν και, κρίνοντας από αυτό που είναι γνωστό μέχρι τώρα, η νέα κυβέρνηση των ΗΠΑ έχει την πρόθεση να αλλάξει τις σχέσεις της με το Ιράν. Εντούτοις, στην Κίνα και την Ινδία το Ιράν έχει βρει σημαντικούς εμπορικούς συνεργάτες που απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας, και που είναι συγχρόνως καταλληλότεροι να ασχοληθούν και οι όποιες διαφωνίες είναι λιγότερο πιθανές (αν και η Ινδία αντέταξε το πυρηνικό πρόγραμμά της). Αυτή η ανάπτυξη αφήνει την ΕΕ σε μια σχετικά χειρότερη θέση, αν και το Ιράν έχει σημαντικές ενεργειακές σχέσεις με μερικές ευρωπαϊκές χώρες. Εν περιλήψει, η σημαντική δυνατότητα για συμπληρωματικότητα σε ενεργειακά θέματα μεταξύ του Ιράν και της ΕΕ διατρέχει τον κίνδυνο προηγούμενης εύνοιας της Ασίας υπέρ της Ευρώπης .[2]

### **2.2.4 Σαουδική Αραβία**

Η σημασία της Σαουδικής Αραβίας για την ασφάλεια του ανεφοδιασμού παγκόσμιας ενέργειας είναι ουσιαστική, δεδομένου ότι κρατά τα μεγαλύτερα αποδεδειγμένα αποθέματα ακατέργαστου πετρελαίου στον κόσμο (21.3% των συνολικών αποθεμάτων) και είναι ο παγκόσμιος μεγαλύτερος εξαγωγέας επίσης. Για αυτόν τον λόγο, έχει διατηρήσει παραδοσιακά έντονες στρατηγικές σχέσεις με το δυτικό κόσμο γενικά, και συγκεκριμένα με τις Ηνωμένες Πολιτείες. Αυτή η προνομιούχος θέση στην αγορά ενέργειας, και η ακατάπαυστη αύξηση στις τιμές ενέργειας μέχρι το τέλος του 2008, έχουν επιτρέψει στη Σαουδική Αραβία να συλλέξει ένα θεαματικό απόθεμα οικονομικών πόρων.

Η ΕΕ διατηρεί επίσημες σχέσεις με τη Σαουδική Αραβία μέσω της Συμφωνίας Συνεργασίας που υπογράφεται με το GCC (Gulf Cooperation Council). Η Σαουδική Αραβία είναι η μόνη χώρα του GCC που έχει μια αντιπροσωπεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Από την άλλη πλευρά, είναι ένας από τους δεκαπέντε κύριους εμπορικούς συνεργάτες με την ΕΕ και, από την άποψη των εξαγωγών στην ΕΕ, οι συναλλαγές στρέφονται σχεδόν εξ ολοκλήρου στην ενέργεια, η οποία απεικονίζεται σε έναν ενεργειακό λογαριασμό για την ΕΕ των 27 14.744 εκατομμύρια ευρώ το 2007 και έναν αριθμό αρκετά παραπάνω από αυτόν το 2008 [2].

### 2.2.5 Αζερμπαϊτζάν

Το 2010 η παραγωγή πετρελαίου του Αζερμπαϊτζάν ανήλθε στα 860.000 βαρέλια ημερησίως. Οι καθαρές εξαγωγές πετρελαίου ανήλθαν σε 700.000 βαρέλια ημερησίως οι περισσότερες εκ των οποίων ήταν προς τη Ρωσία, Ιταλία, Τουρκία και Γερμανία. Οι ΗΠΑ εισήγαγαν 50.000 βαρέλια ημερησίως αζερικού πετρελαίου το 2010. Τα μεγαλύτερα πετρελαϊκά αποθέματα βρίσκονται στην Κασπία Θάλασσα. Το μεγαλύτερο μέρος των αζερικών εξαγωγών γίνεται μέσω του αγωγού BTC. Ακόμη, εξαγωγές πετρελαίου πραγματοποιούνται με τη βοήθεια του αγωγού Baku-Novorossiysk με τον οποίο το αζερικό πετρέλαιο οδηγείται στην Μαύρη Θάλασσα μέσω Ρωσίας.



Πηγή: EIA.gov

**Εικόνα 2.5:** Αγωγοί Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου που διέρχονται από το Αζερμπαϊτζάν

## 2.3 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται μια καταγραφή των θαλάσσιων διαδρόμων πετρελαίου .

Κωδικός διαδρομής	Χώραπροέλευσης	Τοποθεσία προελεύσεως/κατεύθυνση	Μεταφορά	Χώρα διέλευσης/ Πέρασμα01	Χώρα διέλευσης/ Πέρασμα02	Προορισμός
OIL01	Αζερμπαϊτζάν	Μαύρη Θάλασσα	Πλοίο	Βόσπορος	Δαρδανέλια	Ελλάδα
OIL02	Αίγυπτος (Ιράν-Λιβύη)	Ερυθρά Θάλασσα	Πλοίο	Κανάλι του Σουέζ		Ελλάδα
OIL03	Καζακστάν	Μαύρη Θάλασσα	Πλοίο	Βόσπορος	Δαρδανέλια	Ελλάδα
OIL04	Ρωσία	Μαύρη Θάλασσα	Πλοίο	Βόσπορος	Δαρδανέλια	Ελλάδα
OIL05	Σαουδική Αραβία	Περσικός Κόλπος	Πλοίο	Hormuz	Κανάλι του Σουέζ	Ελλάδα

Πηγή: Web tool for the quantification of oil and gas corridors socio-economic risks: The case of Greece

**Πίνακας 2.2:** Θαλάσσιες διαδρομές πετρελαίου προς την Ελλάδα

### 2.3.1 Μελλοντική πετρελαϊκή τροφοδοσία μέσω αγωγών

Μολονότι, η τροφοδοσία με πετρέλαιο από το εξωτερικό πραγματοποιείται μέσω θαλάσσης από τη Μέση Ανατολή ή μέσω των τουρκικών στενών τα οποία εμφανίζουν κυκλοφοριακή συμφόρηση, έχουν επέλθει συμφωνίες για την κατασκευή αγωγών και για τη συνεργασία στην πετρελαϊκή τροφοδοσία μέσω επίγειας μεταφοράς όπως φαίνεται και στον πίνακα 3. Το παραπάνω γεγονός καθιστά αποφασιστική την παρακάτω μελέτη για το μέλλον στην τροφοδοσία με πετρέλαιο. Ο αγωγός Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολη είναι ο αγωγός πετρελαίου που θα μεταφέρει ρωσικό και από την περιοχή της Κασπίας πετρέλαιο.

Κωδικός διαδρομής	Χώρα προέλευσης	Τοποθεσία προελεύσεως/κατεύθυνση	Κατάσταση	Τρόπος μεταφοράς	Χώρα διέλευσης/ Πέρασμα 01	Χώρα διέλευσης/ Πέρασμα 02	Προορισμός
OIL01	Αζερμπαϊτζάν	Μαύρη Θάλασσα	Σε λειτουργία	Πλοίο	Βόσπορος	Δαρδανέλια	Ελλάδα
OIL02	Βουλγαρία (ρωσικό πετρέλαιο)	Μαύρη Θάλασσα	Υπό κατασκευή	Αγωγός			Ελλάδα
OIL03	Αίγυπτος (Ιράν-Λιβύη)	Red Sea	Σε λειτουργία	Πλοίο	Κανάλι του Σουέζ		Ελλάδα
OIL04	Καζακστάν	Μαύρη Θάλασσα	Σε λειτουργία	Πλοίο	Βόσπορος	Δαρδανέλια	Ελλάδα
OIL05	Ρωσία	Μαύρη Θάλασσα	Σε λειτουργία	Πλοίο	Βόσπορος	Δαρδανέλια	Ελλάδα



<b>ΟΠ06</b>	Σαουδική Αραβία	Περσικός Κόλπος	Σε λειτουργία	Πλοίο	Hormuz	Κανάλι του Σουέζ	Ελλάδα
-------------	-----------------	-----------------	---------------	-------	--------	------------------	--------

Πηγή: Web tool for the quantification of oil and gas corridors socio-economic risks: The case of Greece

**Πίνακας 2.3:** Υπάρχουσες και μελλοντικές διαδρομές πετρελαίου προς την Ελλάδα.

### 2.3.2 Αγωγός Μπουργκάς – Αλεξανδρούπολη

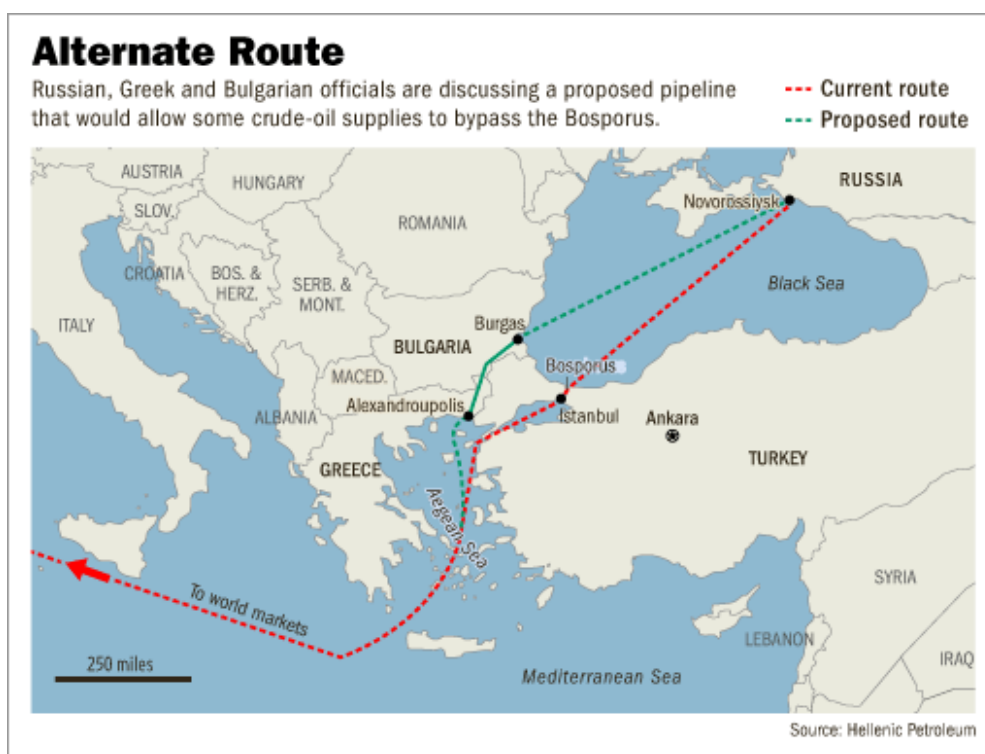
Πρόκειται για ένα αγωγό ο οποίος θα μεταφέρει πετρέλαιο ρωσικής προέλευσης αλλά και από την ευρύτερη περιοχή της Κασπίας Θάλασσας. Στόχος του εγχειρήματος αυτού είναι η παράκαμψη των τουρκικών στενών του Βοσπόρου. Ο αγωγός έχει αφετηρία το λιμάνι του Μπουργκάς της Βουλγαρίας στη Μαύρη Θάλασσα και καταλήγει στο λιμάνι της Αλεξανδρούπολης στην Ελλάδα. Η κατασκευή του αγωγού ξεκίνησε τον Ιούνιο του 2009 και θα έπρεπε να είχε ολοκληρωθεί στις αρχές του 2011. Ο αγωγός θα έχει διάμετρο 36 ίντσες και μήκος 280 km εκ των οποίων περίπου 135 km θα εκτείνονται επί ελληνικού εδάφους και 145 km επί βουλγαρικού εδάφους. Σε πρώτη φάση θα μεταφέρονται μέσω του αγωγού 15-23 εκατομμύρια τόνοι πετρελαίου το χρόνο (ή 700.000 βαρέλια ημερησίως) και σε δεύτερη φάση, δηλαδή από το 2016 και μετά θα μεταφέρει 35 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου το χρόνο (1.000.000 βαρέλια ημερησίως). Ο αγωγός προβλέπεται να έχει τρεις σταθμούς ανεφοδιασμού, δύο εκ των οποίων στη Βουλγαρία (στο Μπουργκάς και στο Νεφτοχίμ) και ένας στην Αλεξανδρούπολη. Οι εταιρείες Transneft, Rosneft και Gazpromneft θα έχουν υπό την κυριότητα τους το 51% του αγωγού σε ίσα μερίδια, ενώ το υπόλοιπο 49% θα ανήκει από κοινού στην Ελλάδα και την Βουλγαρία. Ακόμη, το σχέδιο κατασκευής του αγωγού περιλαμβάνει την κατασκευή δύο δεξαμενών χωρητικότητας 600.000 τόνους στο Μπουργκάς και 1.200.000 τόνους στην Αλεξανδρούπολη. Το κόστος κατασκευής του αγωγού υπολογίζεται να ανέλθει στο ένα δισεκατομμύριο ευρώ.

Ωστόσο, υπάρχουν περιβαλλοντικές ανησυχίες γύρω από το παραπάνω εγχείρημα, καθώς η κατασκευή του αγωγού θα αυξήσει την κυκλοφορία των δεξαμενόπλοιων στο Αιγαίο. Συνέπεια του παραπάνω γεγονότος είναι η αύξηση των πιθανοτήτων ενός ατυχήματος με καταστροφικές περιβαλλοντικές συνέπειες αλλά και με σημαντικές συνέπειες για τον ελληνικό τουρισμό. Υπάρχουν ανταγωνιστικά προγράμματα όπως η κατασκευή του αγωγού AMBO, ο αγωγός Pan-European από την Κωσταντζα στην Trieste, ο αγωγός Odessa-Brody-Plotsk, ο αγωγός Kiykoy-Ibrice, και ο αγωγός Samsun-Ceyhan. Ωστόσο, ο αγωγός Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολη είναι ο πιο μικρός σε μήκος, διασχίζει ασφαλή εδάφη και για αυτό και από άποψη κόστους είναι ο πιο αποδοτικός [9-10].



Πηγή:Ελληνικά Πετρέλαια

Εικόνα 2.6:Χάρτης αγωγού πετρελαίου Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολης



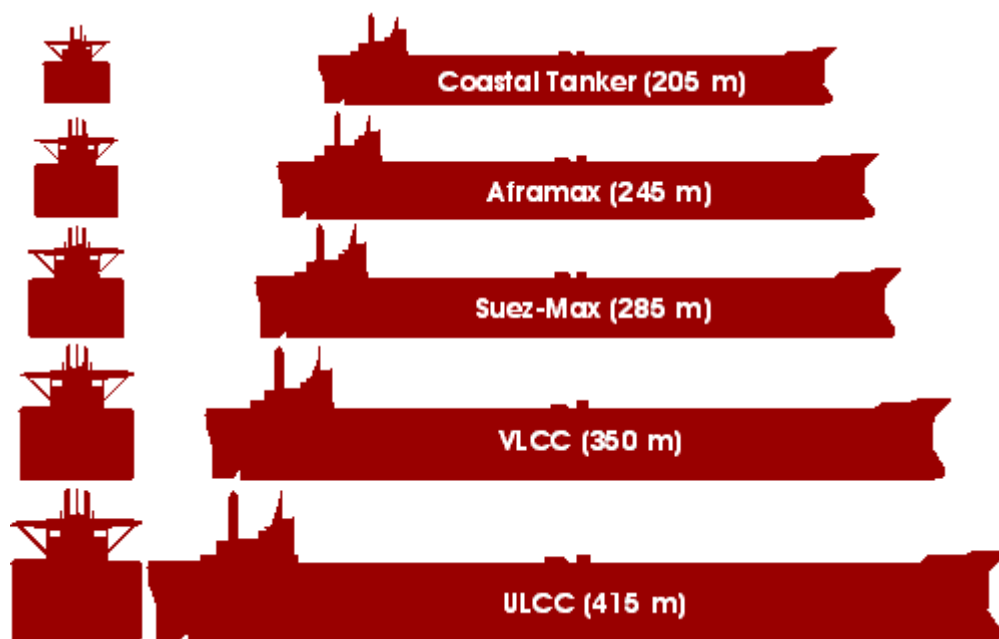
Πηγή:Ελληνικά Πετρέλαια

Εικόνα 2.7:Χάρτης εναλλακτικής διαδρομής μεταφοράς πετρελαίου του αγωγού Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολη.

### 2.3.3 Θαλάσσιες μεταφορές

Το μεγαλύτερο μέρος του πετρελαίου μεταφέρεται παγκοσμίως μέσω θαλάσσης με τη χρήση δεξαμενόπλοιων. Το 2010 περισσότερα από 43 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου ημερησίως μεταφέρονταν μέσω θαλάσσης ενώ η συνολική παραγωγή πετρελαίου ανήλθε στα 85 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως. Αυτό συνεπάγεται ότι το 50% της συνολικής ποσότητας πετρελαίου παγκοσμίως μεταφέρεται μέσω θαλάσσης. Η υπόλοιπη ποσότητα πετρελαίου μεταφέρεται μέσω αγωγών και τρένων ή φορτηγών όταν πρόκειται για μικρές αποστάσεις. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως το κόστος μεταφοράς του πετρελαίου επιβαρύνει κατά 5-10% την τελική τιμή του. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι περίπου 5% των τάνκερ παγκοσμίως χρησιμοποιούνται ως μέσα αποθήκευσης του πετρελαίου[11].

Υπάρχουν διάφοροι τύποι πετρελαιοφόρων που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τη θαλάσσια διαδρομή(σχετίζεται με το μήκος της διαδρομής και περιορισμούς που έχουν να κάνουν με το βάθος συγκεκριμένων περασμάτων και λιμανιών) που ακολουθείται. Έτσι, πετρελαιοφόρα τύπου VLCC (χωρητικότητα άνω των 2 εκατομμυρίων βαρελιών) χρησιμοποιούνται κατά τη μεταφορά πετρελαίου προς Ευρώπη και προς Άπω Ανατολή. Για μικρότερες διαδρομές όπως μεταφορά πετρελαίου από τον Κόλπο του Μεξικού προς τις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται τάνκερ μικρότερου τύπου.

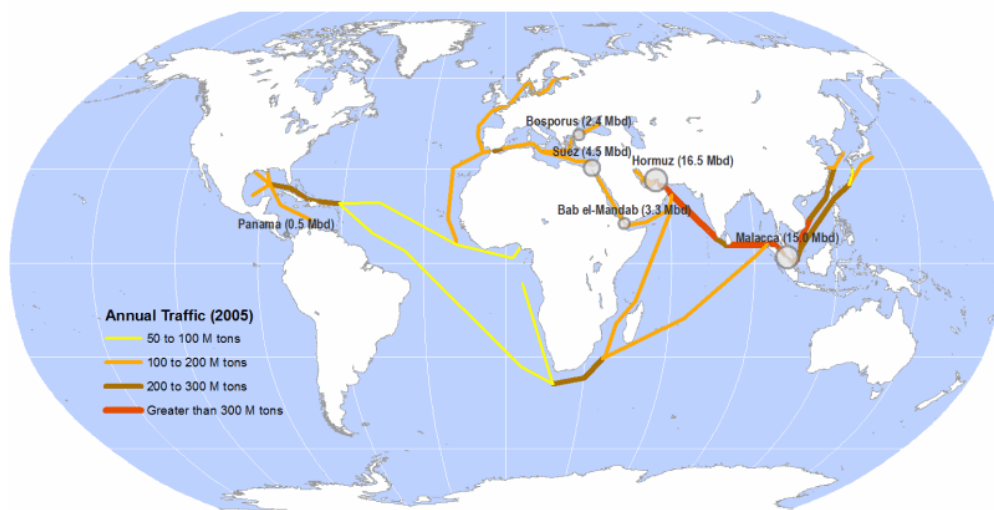


Πηγή:hofstra.edu

**Εικόνα 2.8:** Τύποι δεξαμενόπλοιων μεταφοράς πετρελαίου

Η θαλάσσια μεταφορά πετρελαίου συνίσταται από συγκεκριμένες διαδρομές όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Κατά τη μελέτη των θαλάσσιων δρόμων μεταφοράς πετρελαίου ενδιαφέρον παρουσιάζουν ορισμένα στενά και ορισμένα κανάλια τα οποία είναι καθοριστικοί παράγοντες

για την ομαλή μεταφορά του “μαύρου χρυσού”. Αυτές οι τοποθεσίες αποτελούν ένα κρίσιμο κομμάτι για την παγκόσμια ενεργειακή ασφάλεια και χαρακτηρίζονται από περιορισμένη χωρητικότητα κυκλοφορίας των τάνκερ. Ακόμη, αυτά τα σημεία δεν είναι εύκολο να παρακαμφθούν, καθώς οι εναλλακτικές διαδρομές συνεπάγονται χιλιάδες μίλια επιπλέον ταξιδιού. Το παραπάνω συνεπάγεται αύξηση του κόστους μεταφοράς, καθώς και αύξηση του χρόνου παράδοσης του πετρελαίου. Τα συγκεκριμένα περάσματα έχουν ορισμένα φυσικά χαρακτηριστικά όπως τιμές πλάτους και βάθους συντελεστές που αποτελούν περιορισμούς για την ομαλή διέλευση των πλοίων. Ένα πιθανό κλείσιμο των στενών έστω και για μικρό χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αυξήσεις στο συνολικό κόστος στην αγορά της ενέργειας. Επιπλέον, τα παραπάνω περάσματα αφήνουν τα δεξαμενόπλοια εκτεθειμένα σε σύγχρονους πειρατές, φαινόμενο το οποίο τείνει να εξελιχθεί σε μάλιστα στο χώρο των θαλάσσιων μεταφορών, αλλά και σε τρομοκρατικές επιθέσεις. Ακόμη, πολιτικές αναταραχές με τη μορφή πολέμων ή ομηριών καθώς και ναυτικά ατυχήματα τα οποία οδηγούν σε πετρελαιοκηλίδες καθιστούν τα περάσματα αυτά σε σημεία κινδύνου για τις θαλάσσιες μεταφορές πετρελαίου.



Πηγή: EIA.gov

**Εικόνα 2.9:** Χάρτης κύριων θαλάσσιων διαδρομών μεταφοράς πετρελαίου.

## 2.4 ΚΥΡΙΑ ΣΗΜΕΙΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ (CHOKEPOINTS)

Τα σημεία ελέγχου (chokepoints) του εφοδιασμού αργού πετρελαίου είναι ένα σημαντικό ζήτημα για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πάνω από 35 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα περνούν από στενά θαλάσσια περάσματα ή αγωγούς. Ναυτικά ατυχήματα μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στη μεταφορά σε αυτά τα σημεία αλλά και γειτονικές χώρες ή ένοπλες επιθέσεις μπορούν σχετικά εύκολα να επηρεάσουν τη μεταφορά. Αυτός είναι και ο λόγος που αυτά τα γεωγραφικά σημεία και οι αγωγοί καλούνται chokepoints. Διακοπές της

τροφοδοσίας μέσω αυτών των σημείων μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικά προβλήματα στην παγκόσμια αγορά και επηρεάζουν σημαντικά την παγκόσμια αγορά των τιμών του πετρελαίου. Όταν μια διαδρομή έχει παρεμποδιστεί με οποιοδήποτε τρόπο, το φορτίο του πετρελαίου πρέπει να αλλάξει διαδρομή, οδηγώντας σε σημαντικές καθυστερήσεις και προκαλώντας ελλείψεις στις περιοχές οι οποίες τροφοδοτούνται μέσω των συγκεκριμένων διαδρομών. Για την τροφοδοσία της Ευρώπης με αργό πετρέλαιο (και τα προϊόντα του) το στενό του Βοσπόρου στην Τουρκία και η διώρυγα του Σουέζ μαζί με τους αγωγούς είναι τα σημαντικότερα γεωγραφικά chokepoints [3].

#### **2.4.1 Στενά του Hormuz**

Βρίσκονται μεταξύ του Ομάν και του Ιράν και συνδέουν τον Περσικό Κόλπο με τον Κόλπο του Ομάν και την Αραβική Θάλασσα. Είναι το πιο σημαντικό θαλάσσιο πέρασμα παγκοσμίως στον τομέα της μεταφοράς πετρελαίου καθώς από εκεί διέρχονται 16,5-17 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως ποσότητα που αντιστοιχεί στο 40% του πετρελαίου που μεταφέρεται μέσω θαλάσσης παγκοσμίως (20% του πετρελαίου παγκοσμίως). Ακόμη, από το πέρασμα αυτό διέρχεται το 88% του πετρελαίου του Περσικού Κόλπου[12]. Το στενότερο σημείο του περάσματος έχει άνοιγμα 21 μιλίων και οι θαλάσσιοι οδοί έχουν πλάτος 2 μιλίων για εξερχόμενα και εισερχόμενα δεξαμενόπλοια καθώς και άνοιγμα 2 μιλίων ως ζώνη ασφαλείας. Το μεγαλύτερο μέρος του πετρελαίου που εξάγεται μέσω των στενών της Hormuz κατευθύνεται προς την Ασία, τις ΗΠΑ και τη Δυτική Ευρώπη. Τη δεδομένη χρονική περίοδο τα τρία τέταρτα του συνόλου των πετρελαϊκών αναγκών της Ιαπωνίας διέρχονται από τα παραπάνω στενά. Κατά μέσο όρο για το 2010 από τα στενά της Hormuz διέρχονταν 15 πετρελαιοφόρα ημερησίως.

Πιθανό κλείσιμο των στενών της Hormuz συνεπάγεται τη χρήση μακρινότερων εναλλακτικών διαδρομών καθώς και την αύξηση του κόστους μεταφοράς. Στις εναλλακτικές διαδρομές συμπεριλαμβάνεται και η μήκους 745 μιλίων (1198 km) διαδρομή Petroline γνωστή και ως αγωγός Ανατολής-Δύσης, ο οποίος διασχίζει τη Σαουδική Αραβία από το Abqaiq μέχρι την Ερυθρά Θάλασσα. Ο αγωγός αυτός έχει χωρητικότητα 290.000 βαρέλια ημερησίως. Άλλη εναλλακτική διαδρομή περιλαμβάνει το ανενεργό επί του παρόντος ιρακινό αγωγό μέσω της Σαουδικής Αραβίας (IPSA) και τον αγωγό Tapline χωρητικότητας 0,5 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως προς το Λίβανο. Τέλος, το πετρέλαιο μπορεί να οδηγηθεί βόρεια στο Ceyhan της Τουρκίας μέσω Ιράκ.



Πηγή: EIA

Εικόνα 2.10: Χάρτης στενών της Hormuz.

Στον παραπάνω χάρτη φαίνονται τα στενά της Hormuz και οι εναλλακτικές διαδρομές για τη μεταφορά του πετρελαίου σε περίπτωση κλεισίματος του περάσματος [4-5-6].

#### 2.4.2 Κανάλι του Σουέζ

Το κανάλι του Σουέζ βρίσκεται στην Αίγυπτο και συνδέει την Ερυθρά Θάλασσα και τον Κόλπο του Σουέζ με τη Μεσόγειο Θάλασσα. Το Κανάλι είναι ένα από τα μεγαλύτερα κατασκευαστικά επιτεύγματα καλύπτοντας 193 χιλιόμετρα. Πετρελαιοφόρα τα οποία ξεκινούν από τον Περσικό Κόλπο διασχίζουν το Κανάλι προκειμένου να προσεγγίσουν τα ευρωπαϊκά λιμάνια αλλά και τις ΗΠΑ.

Υπολογίζεται ότι το 2010 έρρεαν προς Βορρά 3,9 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου ημερησίως και 0,6 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου προς Νότο, μέσω της Ερυθράς Θάλασσας. Πάνω από 3000 πετρελαιοφόρα διασχίζουν το Κανάλι του Σουέζ ετησίως, και αντιστοιχούν στο 25% το συνολικών εισοδημάτων του Καναλιού. Το στενότερο σημείο του Καναλιού έχει πλάτος 300 μέτρα γεγονός που καθιστά το κανάλι αφιλόξενο για τάνκερ μεγάλου τύπου (VLCC). Ωστόσο, μελετάται από τις αρχές του καναλιού του Σουέζ η διαπλάτυνση και εκβάθυνση του, προκειμένου να μπορεί να διασχισθεί από δεξαμενόπλοια τύπου όπως τα VLCC και τα ultra large crude carriers.

Το κανάλι του Σουέζ μπορεί να παρακαμφθεί μέσω του αγωγού Sumed, μήκους 200 μιλίων. Ο εν λόγω αγωγός διασχίζει τη βόρεια περιοχή της Αιγύπτου από το Ain Sukhna μέχρι το Sidi Kerir. Ο αγωγός αποτελεί εναλλακτική διαδρομή του καναλιού του Σουέζ και έχει ονομαστική

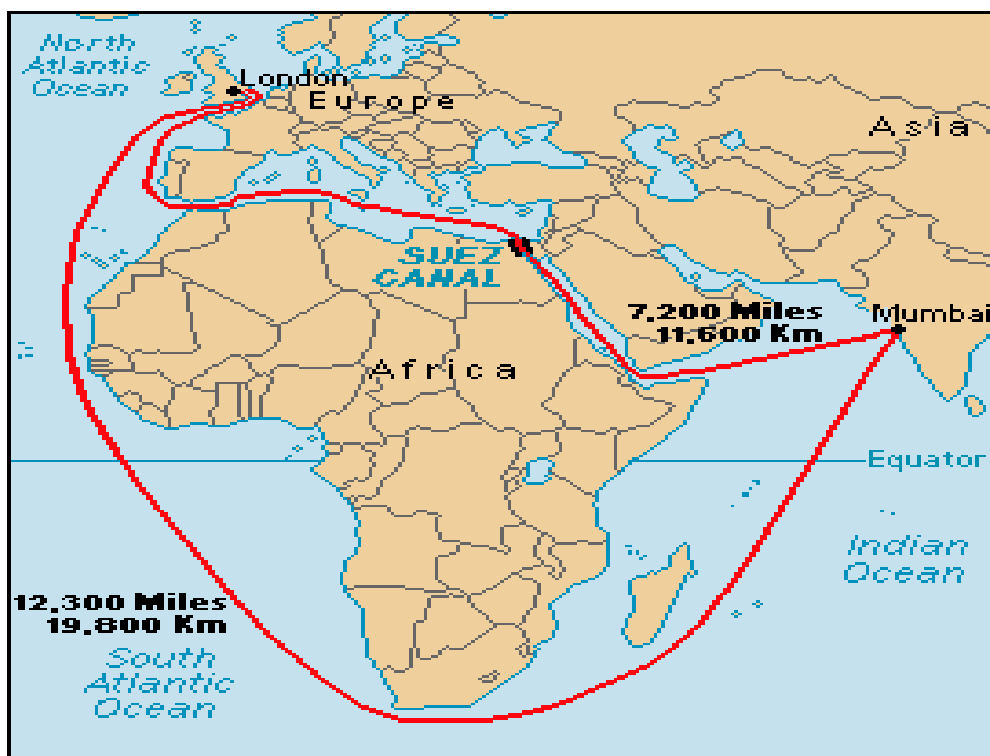
χωρητικότητα 3,1 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως. Το 2006, σχεδόν όλες (ήτοι 2,3 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως) οι εξαγωγές προς βορά της Σαουδικής Αραβίας πραγματοποιούνταν μέσω του αγωγού Sumed[4].

Ενδεχόμενο κλείσιμο του καναλιού του Σουέζ και του αγωγού Sumed συνεπάγεται το γύρω της Βόρειας Αφρικής, περνώντας από το ακρωτήριο της Καλής Ελπίδας. Το παραπάνω ενδεχόμενο συνεπάγεται 6.000 επιπλέον μίλια, μεγαλύτερο χρόνο διαδρομής και μεγαλύτερο κόστος μεταφοράς.



Πηγή:ΕΙΑ

**Εικόνα 2.11:**Χάρτης που απεικονίζει το κανάλι του Σουέζ.



Πηγή: EIA

**Εικόνα 2.12:** Χάρτης εναλλακτικής θαλάσσιας διαδρομής του καναλιού του Σουέζ.

### 2.4.3 Στενά Bab el-Mandab

Τα στενά του Bab el-Mandab είναι ένα πέρασμα μεταξύ της Αφρικής και της Μέσης Ανατολής, καθώς και ένας στρατηγικός σύνδεσμος της Μεσογείου Θάλασσας με τον Ινδικό Ωκεανό. Βρίσκονται μεταξύ Υεμένης, Τζιμπουτί και Ερυθραίας, και συνδέουν την Ερυθρά Θάλασσα με τον κόλπο του Aden και την Αραβική Θάλασσα. Οι εξαγωγές πετρελαίου από τον Περσικό Κόλπο διέρχονται από το Bab el-Mandab πριν από την είσοδο στο Κανάλι του Σουέζ.

Το 2006 υπολογίζεται πως από το Bab el-Mandab διέρχονταν 3,3 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου ημερησίως προς την Ευρώπη, τις ΗΠΑ και την Ασία. Το μεγαλύτερο κομμάτι της κυκλοφορίας ήτοι 2,1 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου ημερησίως, διέρχονται προς βόρεια μέσω του Bab el-Mandab προς το σύστημα Σουέζ/Sumed.

Τα στενά του Bab el-Mandab έχουν πλάτος 18 μίλια στο στενότερο σημείο τους, περιορίζοντας την κυκλοφορία για τα δεξαμενόπλοια σε κανάλια πλάτους 2 μιλίων. Ενδεχόμενο κλείσιμο των στενών θα αποτρέψει τα τάνκερ που προέρχονται από τον Περσικό Κόλπο να προσεγγίσουν τόσο το Κανάλι του Σουέζ όσο και τον αγωγό Sumed. Τα στενά Bab el-Mandab μπορούν να παρακαμφθούν μέσω του αγωγού Ανατολής-Δύσης ο οποίος διασχίζει τη Σαουδική Αραβία έχοντας χωρητικότητα 4,8 εκ. βαρέλια πετρελαίου. Ωστόσο η κυκλοφορία προς τα νότια είναι μεγάλη. [4]



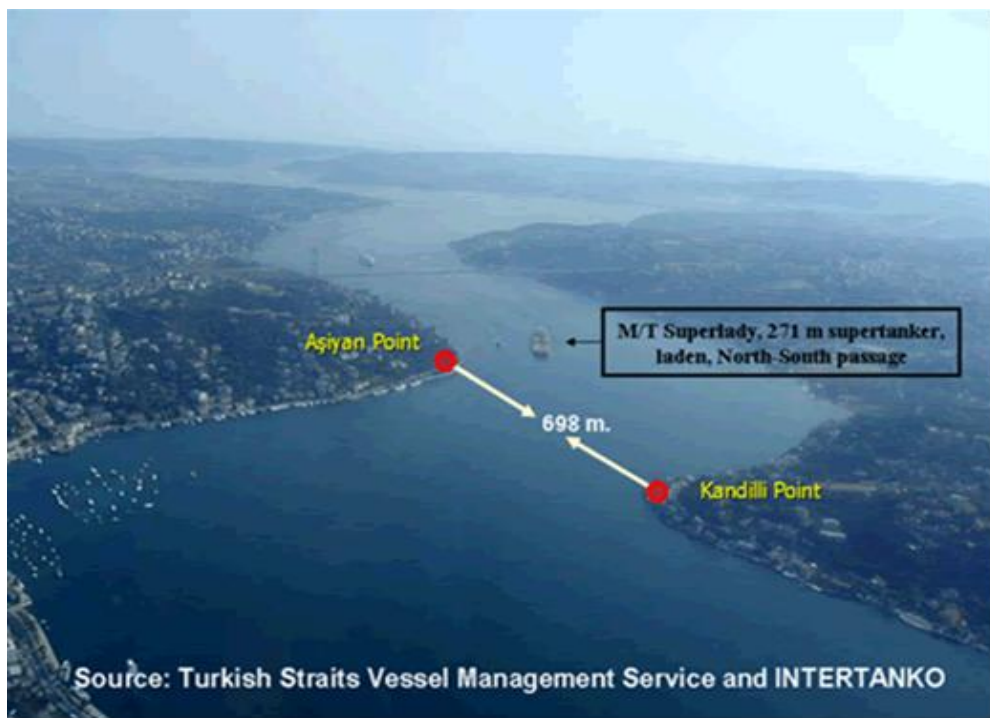


Πηγή: EIA.gov

**Εικόνα 2.13:** Χάρτης στενών Bab el-Mandab

#### 2.4.4 Τουρκικά στενά

Ο Βόσπορος μαζί με τα Δαρδανέλια συνθέτουν τα τουρκικά στενά και αποτελούν τα σύνορα της Ευρώπης με την Ασία. Ο Βόσπορος συνδέει τη Μαύρη Θάλασσα με τη Θάλασσα του Μαρμαρά και τα Δαρδανέλια συνδέουν τη Θάλασσα του Μαρμαρά με το Αιγαίο πέλαγος και με τη Μεσόγειο. Έχουν μήκος 17 μίλια και μέσω αυτού του περάσματος τροφοδοτείται η δυτική και η βόρεια Ευρώπη με πετρέλαιο προερχόμενο από την Κασπία Θάλασσα. Υπολογίζεται ότι το 2010 διέρχονταν από τα τουρκικά στενά 2,4 εκατομμύρια βαρέλια αργού πετρελαίου ημερησίως. Όμως, η ποσότητα πετρελαίου που μεταφέρεται μέσω των τουρκικών στενών έχει μειωθεί σε σχέση με το πρόσφατο παρελθόν καθώς η Ρωσία εξάγει πετρέλαιο μέσω των λιμανιών της Βαλτικής. Ωστόσο, αναμένεται να αυξηθεί εκ νέου η κίνηση στα στενά εξ αιτίας της αύξησης της παραγωγής και των εξαγωγών αργού πετρελαίου από το Αζερμπαϊτζάν και το Καζακστάν. Το στενότερο τμήμα του παραπάνω περάσματος έχει μήκος μόλις μισό μίλι. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την κακή μορφολογία του περάσματος καθιστούν τα τουρκικά στενά ως ένα από τους πιο δύσκολους θαλάσσιους δρόμους.



Πηγή: Turkish Straits Vessel Management Service and Intertanko .

**Εικόνα 2.14:** Φωτογραφία στενότερου σημείου των τουρκικών στενών.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι τα λιμάνια της Βαλτικής και της Μαύρης Θάλασσας είναι τα βασικά σημεία από όπου εξάγεται το πετρέλαιο από τη Ρωσία και από τις υπόλοιπες χώρες πρώην μέλη της τέως Σοβιετικής Ένωσης. Οι εξαγωγές πετρελαίου έχουν αυξηθεί τα τελευταία 15 χρόνια και η Τουρκία έχει διατυπώσει τις ανησυχίες της σχετικά με την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας στην περιοχή αλλά και για τις πιθανές περιβαλλοντικές συνέπειες που μπορεί να δημιουργηθούν. Οι καθυστερήσεις και η μεγάλη κυκλοφορία δημιουργεί προβλήματα στα τάνκερ που διέρχονται από τα στενά του Βοσπόρου. Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν εναλλακτικές θαλάσσιες διαδρομές προς τα δυτικά για πετρέλαιο που προέρχεται από τις περιοχές της Μαύρης και της Κασπίας Θάλασσας. Ωστόσο, υπάρχουν σχέδια για τη δημιουργία αγωγών με τους οποίους θα παρακάμπτονται τα τουρκικά στενά.

## 2.5 2000-2020: ΑΓΟΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η συνεχής αύξηση της ενεργειακής ζήτησης στην Ευρώπη έχει ως αποτέλεσμα την παράλληλη αύξηση της ευρωπαϊκής ενεργειακής εξάρτησης από άλλες χώρες. Υπολογίζεται ότι 9 από τις 33 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) έχουν ενεργειακή εξάρτηση σε εισαγωγές πάνω από 95% και ότι μόνο 5 χώρες έχουν επαρκή παραγωγή ικανή για την κάλυψη των αναγκών τους και για την εξαγωγή ενεργειακών προϊόντων. Σύμφωνα με στοιχεία του

IEA(International Energy Agency) το 2020 η εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε εισαγωγές αναμένεται να είναι 90% σε πετρέλαιο και 63% σε φυσικό αέριο σε σύγκριση με το 2000 που η εξάρτηση ήταν 50% για πετρέλαιο και 36% για φυσικό αέριο. Ακόμη, το έτος 2030 η ΕΕ θα καλύπτει το 70% των ενεργειακών της αναγκών από εισαγόμενα ενεργειακά προϊόντα. Η εν λόγω εξωτερική ενεργειακή εξάρτηση ενέχει οικονομικούς, κοινωνικούς, οικολογικούς και φυσικούς κινδύνους για την ΕΕ. Το παραπάνω προκύπτει από το γεγονός του ότι το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών προϊόντων εισάγεται από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οποίες βρίσκονται μακριά από την Ευρώπη και εμφανίζουν γεωπολιτική αστάθεια. Το 90% της πετρελαϊκής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση καλύπτεται από εισαγωγές. Πιο συγκεκριμένα το 45% των εισαγωγών πετρελαίου προέρχεται από χώρες της Μέσης Ανατολής και το 30% από τη Ρωσία. Η ΕΕ εξακολουθεί όμως να μην διαθέτει ακόμη όλα εκείνα τα μέσα που θα της επιτρέψουν να κάνει τη διεθνή αγορά να μεταβληθεί. Η ενεργειακή πολιτική έχει προσλάβει στις ημέρες μας κοινοτικές διαστάσεις. Τα κράτη μέλη αλληλεξαρτώνται τόσο στα θέματα της καταπολέμησης των κλιματικών μεταβολών, όσο και στα θέματα της δημιουργίας της εσωτερικής αγοράς. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με τη ραγδαία αύξηση της τιμής του πετρελαίου που παρατηρείται από το 2000 καθιστούν απαραίτητη την ανάλυση κινδύνου του ενεργειακού εφοδιασμού πετρελαίου στην Ευρώπη[8].

## **2.6 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ**

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου στο Ελληνικό ενεργειακό σύστημα, ήταν το μεγαλύτερο ενεργειακό έργο μετά τον εξηλεκτρισμό της χώρας. Το έργο συμπεριλάμβανε τον αγωγό υψηλής πίεσης (70 bar) μήκους 512 χλμ με σωλήνα 28 ιντζών, το δίκτυο διανομής μέσης πίεσης (19 bar) στις πόλεις και στους σημειακούς καταναλωτές και τέλος το δίκτυο διανομής χαμηλής πίεσης (4 bar). Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της ΔΕΠΑ θα κατασκευαστούν περίπου 7000 χλμ, αγωγού χαμηλής πίεσης στις μεγάλες πόλεις μέχρι το 2010.Ένας τερματικός σταθμός υγροποιημένου φυσικού αερίου αποτελεί επίσης μέρος των υποδομών και βρίσκεται στη νήσο Ρεβυθούσα.



Πηγή: ΔΕΣΦΑ

**Εικόνα 2.15:** Σταθμός Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου στη νήσο Ρεβυθούσα.

Επιπλέον, στην Κρήτη θα κατασκευαστεί σταθμός υποδοχής LNG προκειμένου το φυσικό αέριο να ενταχθεί στο ενεργειακό της σύστημα. Πέρα από την κατανάλωσή του ως τελικού προϊόντος, θα κατασκευαστούν και μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από φυσικό αέριο για να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες του νησιού. Η χρήση του αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή θα επεκταθεί και στην ηπειρωτική Ελλάδα.

Ακόμα, η ολοκλήρωση της κατασκευής του αγωγού μεταφοράς φυσικού αερίου SouthStream που συνδέει την Ελλάδα με την Τουρκία σε συνδυασμό με την ολοκλήρωση του αγωγού πετρελαίου Μπουργκάς – Αλεξανδρούπολη και του αγωγού που θα συνδέει την Ελλάδα με την Ιταλία, ισχυροποίησε τη θέση της χώρας στον ενεργειακό χάρτη καθώς θα αποτελεί σημαντικό ενεργειακό κόμβο. Ο ελληνικός κλάδος του αγωγού South Stream θα ξεκινά από τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα και θα μεταφέρει φυσικό αέριο στην Ιταλία μέσω Ελλάδας. Προβλέπεται ότι η συμφωνία θα έχει ισχύ για 30 χρόνια και μέσω του αγωγού θα διέρχονται 10 δισ. κυβικά μέτρα αερίου ετησίως. Μέρος της ποσότητας αυτής θα διοχετεύεται στη χώρα μας, ενώ η Ελλάδα θα εισπράττει και τέλη διέλευσης.



Πηγή: ΔΕΣΦΑ

**Εικόνα 2.16:** Μεθοριακός σταθμός Σιδηροκάστρου: Μέτρηση και Ρύθμιση ροής αερίου.

Στην ελληνική αγορά φυσικού αερίου κυρίαρχη θέση κατέχει η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Α.Ε. (ΔΕΠΑ). Η ψήφιση του Νόμου 3428/2005 τον Δεκέμβριο του 2005, για την απελευθέρωση της αγοράς του φυσικού αερίου, αναπροσαρμόζει την δομή της αγοράς και προβλέπει την δημιουργία ενός Διαχειριστή του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ) που θα είναι ξεχωριστός από την ΔΕΠΑ.

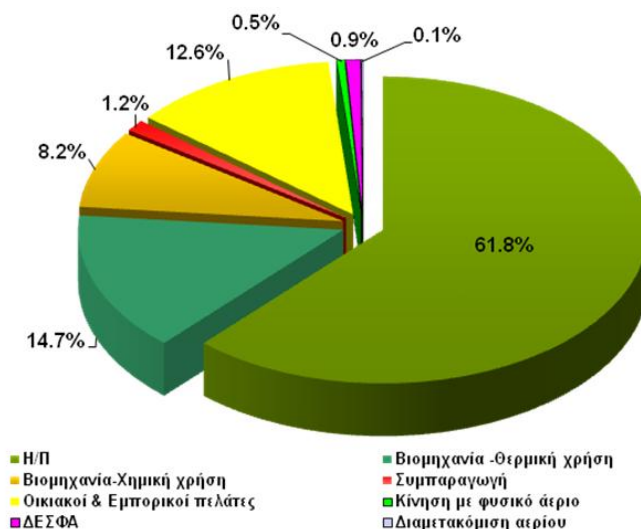
Από την πλευρά της, η κυβέρνηση προωθεί την ίδρυση τριών νέων Εταιριών Παροχής Αερίου (ΕΠΑ) στις περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Κεντρικής Μακεδονίας και Ανατολικής Στερεάς και Εύβοιας, με σκοπό την περαιτέρω διείσδυση του φυσικού αερίου με δίκτυα μέσης και χαμηλής πίεσης, σε όσο το δυνατό περισσότερες περιοχές της χώρας.



Πηγή: ΔΕΣΦΑ

**Εικόνα 2.17:** Τοποθέτηση αγωγού Υ.Π

Η χρήση του φυσικού αερίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (τομέας μετατροπής) απορροφά περισσότερο από τα 2/3 της συνολικής πρωτογενούς διαθέσιμης ποσότητας φυσικού αερίου. Σε επίπεδο τελικής κατανάλωσης, ο βιομηχανικός τομέας είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής, με ποσοστό συμμετοχής κατά μέσο όρο 81% στην τελική συνολική ζήτηση την πενταετία 2001-2006, και ακολουθούν ο τομέας των υπηρεσιών με 8,6%, τα νοικοκυριά με 8,2% και ο τομέας των μεταφορών με 2,3%. Ο αριθμός των νέων συνδέσεων φυσικού αερίου στις περιοχές των ΕΠΑ, σε όλους τους τομείς (βιομηχανικό, εμπορικό, οικιακό), κατά την περίοδο 2004-2007 σημείωσε σημαντική αύξηση. Συνολικά το 2007 οι νέες συνδέσεις εκτιμάται ότι ανήλθαν σε 34.876 έναντι 31.095 το προηγούμενο έτος (αύξηση κατά 12%). Κατά τη διάρκεια του 2007 οι περισσότερες νέες συνδέσεις (20.000) πραγματοποιήθηκαν στην Θεσσαλονίκη, και ειδικότερα στον οικιακό τομέα (19.715). Στη δεύτερη θέση βρίσκεται η Αττική, με τον ρυθμό αύξησης των νέων συνδέσεων φυσικού αερίου να κινείται σε αρκετά υψηλότερα επίπεδα από αυτά του αντίστοιχου της Θεσσαλίας (30% έναντι 13%) [15]. Η ζήτηση φυσικού αερίου προσδιορίζεται κυρίως από την τιμή του, και τα κίνητρα που παρέχονται από την πολιτεία μέσω φορολογικής και τιμολογιακής πολιτικής. Η πληροφόρηση για το φυσικό αέριο σε συνδυασμό με την επέκταση του δικτύου συμβάλλουν επίσης στην αύξηση της ζήτησης. Κρίσιμος παράγοντας είναι και η ελάχιστη ποσότητα εισαγωγών φυσικού αερίου που καταγράφεται στις συμβάσεις με τους βασικούς προμηθευτές. Για τη διαμόρφωση της τιμής του φυσικού αερίου ως βάση λαμβάνεται η μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης, σύμφωνα με την ελεύθερα διαμορφούμενη τιμή διυλιστηρίου, όπως αυτή γνωστοποιείται από το Υπουργείο Ανάπτυξης.



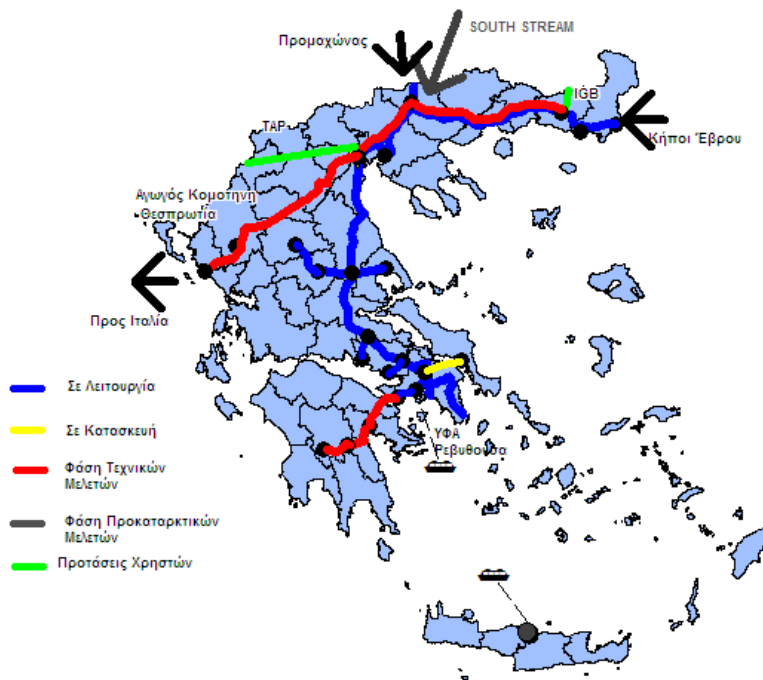
Πηγή: ΔΕΣΦΑ

**Εικόνα 2.18:** Πραγματοποιηθείσα κατανάλωση Φυσικού Αερίου ,έτος 2009

Η τιμή του στη βιομηχανία ήταν περίπου κατά 50% χαμηλότερη από την τιμή του πετρελαίου εσωτερικής καύσεως την περίοδο 1997-2005, και στον οικιακό τομέα κατά 20% και 60% χαμηλότερη από την τιμή του πετρελαίου θέρμανσης και αυτή της ηλεκτρικής ενέργειας.

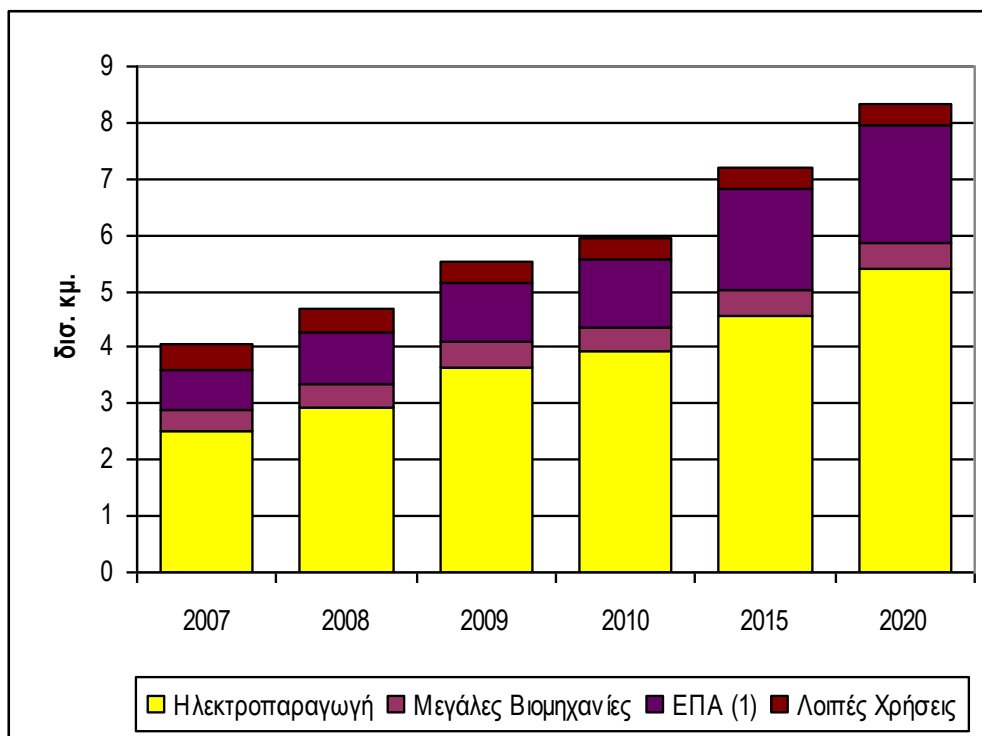
Αναμένεται πως το φυσικό αέριο θα διεισδύσει στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής αλλά και στην τελική κατανάλωση. Ταυτόχρονα, θα συνεισφέρει στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, με τη σταδιακή αντικατάσταση του λιγνίτη και του πετρελαίου, ενώ στον τομέα της κατανάλωσης υποκαθιστώντας πετρελαϊκά προϊόντα και ηλεκτρική ενέργεια, οδηγώντας σε αυξημένη διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας της εγχώριας αγοράς.

Το φυσικό αέριο κάλυψε το 7,5% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης το 2005 και αναμένεται να ξεπεράσει το 13% το 2010, λόγω αφενός μεν της κατανάλωσής του σε όλους τους οικονομικούς κλάδους, αφετέρου δε της μεγάλης χρήσης του στην ηλεκτροπαραγωγή (περίπου το 70% της συνολικής κατανάλωσης αερίου)[16].



Πηγή: ΔΕΣΦΑ

Εικόνα 2.19: Δίκτυο φυσικού αερίου με τις μελλοντικές επεκτάσεις του



Πηγή: 1η έκθεση ΜΕΣ

Εικόνα 2.20: Πρόβλεψη Ζήτησης Φυσικού Αερίου 2007 – 2020



### 2.6.1 Πηγές Προμήθειας Φυσικού Αερίου

Οι εισαγωγές του φυσικού αερίου στη χώρα πραγματοποιούνται από τη Ρωσία (85%), μέσω αγωγού από τη Βουλγαρία, και σε μορφή υγροποιημένου φυσικού αερίου από τη Αλγερία (15%) όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες 4 και 5. Η συνολική εισαγωγή φυσικού αερίου το 2005 ανήλθε σε 2,8 δισ. κμ και το 2006 σε 3,1 δισ. κμ. Η ΔΕΠΑ Α.Ε., ως μοναδικός σήμερα εισαγωγέας και προμηθευτής φυσικού αερίου στην Ελλάδα, έχει συμβάσεις με τη Ρωσική Gazexport, την Αλγερινή Sonatrach και την Τουρκική BOTAS. Οι όγκοι των συμβάσεων είναι σε βάση take – or – pay[13] για συγκεκριμένο εύρος εισαγόμενης ποσότητας. Ένας νέος αγωγός μεταφοράς φυσικού αερίου, συνολικής χωρητικότητας μέχρι 11,6 δισ. κμ., ετησίως, ολοκληρώθηκε τον Αύγουστο του 2007 γεγονός που θα συμβάλει στην περαιτέρω διαφοροποίηση των πηγών και των οδών προμήθειας φυσικού αερίου στη χώρα. Παράλληλα, σύντομα θα ξεκινήσει και η κατασκευή τόσο του χερσαίου, όσο και του υποθαλάσσιου τμήματος του αγωγού με την Ιταλία που θα επιτρέψει, την διαμετακόμιση 8,6 δισ. κμ. φυσικού αερίου, ετησίως, από την Τουρκία στην Ιταλία, μέσω της Ελλάδας, καθιστώντας έτσι τη χώρα μας σε σύγχρονο ενεργειακό κόμβο. Το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί στα τέλη του 2012.

Κωδικός διαδρόμου	Κατάσταση	Χώρα προέλευσης	Περιοχή	Τρόπος μεταφοράς	Προορισμός
Gas 01	Ενεργός	Αλγερία	Μεσόγειος Θάλασσα	Τάνκερ	Ρεβυθούσα
Gas 02	Ενεργός	Αζερμπαϊτζάν	Κασπία Θάλασσα	Αγωγός	Κομοτηνή
Gas 03	Ενεργός	Ρωσία	Κασπία Θάλασσα	Αγωγός	Σιδηρόκαστρο
Gas 04	Υπό Κατασκευή	Ρωσία	Μαύρη Θάλασσα	Αγωγός	Αλεξανδρούπολη

Πηγή: Web tool for the quantification of oil and gas corridors socio-economic risks: The case of Greece

**Πίνακας 2.4 :** Υπάρχουσες και μελλοντικές Διαδρομές Φυσικού Αερίου

Κωδικός διαδρόμου	Χωρητικότητα σε (bcm/yr)	Ποσότητες Συμβολαίων σε (bcm/yr)
<b>Gas 01</b>	3.0	0.7
<b>Gas 02</b>	7.0	0.75
<b>Gas 03</b>	6.7	3.0
<b>Gas 04</b>	10.0	3.0

Πηγή: Web tool for the quantification of oil and gas corridors socio-economic risks: The case of Greece

**Πίνακας 2.5:** Ποσότητες συμβολαίων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Earst & Young, “Kazakhstan Oil and gas Tax Guide”, 2007 Edition
2. J.M. Marin - Quemada, C. Velasco – Murviedro, B. Munoz – Delgado, “Competitive and complementary relations of the EU with the main energy consuming and producing countries”, April 2009, Project Reaccess
3. R. Willenborg, C. Tonjes, W. Perlot, “Europe’s oil defences: An analysis of Europe’s oil supply vulnerability and its emergency oil stockholding systems”, CIEP 01/2004
4. J. P. Rodrigue, “Straits, Passages and Chokepoints a Maritime Geostrategy of Petroleum Distribution”, December 2004, vol. 48, no. 135, 357 – 374
5. A. H. Cordesman, “Iran, Oil and the Strait of Hormuz”, March 23 2007, CSIS
6. M. Matsuyama, Y. Kitade, T. Senjyu, Y. Koike, T. Ishimaru, “Vertical structure of a current and density front of the strait of Hormuz”, TERRAPUB, Tokyo 1998, 23 – 34
7. G. J. Mangone, “The Persian Gulf and the Strait of Hormuz”, vol. 3
8. J. Bielecki. The Quarterly Review of Economics and Finance Energy. Security: is the wolf at the door?, 2002.
9. [Transneft. Burgas-Alexandroupolis Pipeline Project](#)
10. *Downstream Today*, [Burgas-Alexandroupolis Construction Set To Start Next Year](#), June 9, 2008.
11. Dr. Oliver Meixner. University of Wien. Analytic Hierarchy Process
12. Eshita Gupta. Oil vulnerability index of oil-importing countries
13. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ενημερωτική ημερίδα ΥΠΑΝ, Αθήνα, 22 Ιουνίου 2007, [www.cres.gr/kape/publications/pdf/pdfs/09\\_CRES\\_Giannakidis.pdf](http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/pdfs/09_CRES_Giannakidis.pdf)
14. BP energy statistical review 2008
15. Δημόσια επιχείρηση αερίου, [www.depa.gr](http://www.depa.gr)
16. Πύλη ενημέρωσης για ενεργειακά ζητήματα, <http://www.energia.gr/>

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΙΣΚΟΥ**

---

### 3.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΡΙΣΚΑ

#### 3.1.1 Μη αναμενόμενη αύξηση στην τιμή της ενέργειας

##### *ΚΑΥΣΙΜΑ*

##### *Πετρέλαιο.*

Μεγάλη ανοδική τάση παρατηρείται στην τιμή του πετρελαίου τα τελευταία χρόνια. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στην αυξημένη ζήτηση από την Άπω Ανατολή, και ιδιαιτέρως την Κίνα, σε συνδυασμό με περιορισμό στην ικανότητα της παγκόσμιας παραγωγικής διαδικασίας. Επιπλέον οι συνεπαγόμενες μειώσεις στον εφοδιασμό εντείνουν την ευμεταβλητότητα της αγοράς καθώς πιθανές κρίσεις είναι δύσκολο να απορροφηθούν. Η EIA (Energy Information Administration) της κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, προβλέπει πως η τιμή του πετρελαίου θα πέσει αρκετά μετά από ένα ανώτατο σημείο το 2007 αλλά στη συνέχεια θα ακολουθήσει μακροχρόνια ανοδική τάση μέχρι το 2030.

##### *Φυσικό αέριο.*

Οι εθνικές και τοπικές αγορές φυσικού αερίου σε αντίθεση με αυτές του πετρελαίου δεν είναι ούτε ρευστές αλλά ούτε διασυνδεδεμένες. Η δομή όμως των σημερινών τιμών του φυσικού αερίου ακολουθεί τις τιμές του πετρελαίου (IEA) και επιπλέον εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από μεταφορικά έξοδα. Παρουσιάζεται δηλαδή αύξηση της αλληλεξάρτησης της τιμής του φυσικού αερίου και του πετρελαίου με τη μία να περιορίζει την άλλη καθώς στους περισσότερους τομείς το πετρέλαιο είναι δυνατό να αντικατασταθεί από το φυσικό αέριο ακόμη σε κάποιο βαθμό και στις μεταφορές με τη χρησιμοποίηση υγροποιημένου αερίου [12]. Βέβαια το ρίσκο που συνδέεται με την τιμή του πετρελαίου είναι μεγαλύτερο καθώς τα πετρελαϊκά προϊόντα χρησιμοποιούνται κατά βάση στις μεταφορές, κλάδο που δεν προσφέρει λύσεις για εναλλακτικούς ενεργειακούς μεταφορείς ενώ αντίθετα σε ότι αφορά το φυσικό αέριο το ρίσκο είναι μικρότερο επειδή η αγορά παρουσιάζει μεγαλύτερο ανταγωνισμό με δυνατότητα επιλογής του ενεργειακού μεταφορέα [1].

- Διακοπή ή μείωση στον διεθνή ενεργειακό εφοδιασμό.

Ακόμη και μικρές διακοπές της ενεργειακής παροχής προκαλούν δυσανάλογες αιχμές στις ενεργειακές τιμές [5]. Οι ενεργειακές διακοπές έχουν σημαντικές επιπτώσεις στους εθνικούς λογαριασμούς, μεγαλύτερες από ότι στους επιμέρους συμμετέχοντες στην αγορά. Μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση του πληθωρισμού, εμπορικές και μισθολογικές ανισορροπίες, υψηλή

ανεργία, μικρή καταναλωτική εμπιστοσύνη. Το φυσικό αέριο ανταγωνίζεται με το πετρέλαιο για το ποια θα είναι η επικρατούσα πηγή ενέργειας. Η παροχή φυσικού αερίου συνδέεται ολόενα και περισσότερο με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπως το πετρέλαιο συνδέεται αναπόσπαστα με τις μεταφορές. Μια πιθανή μείωση στην παροχή του μπορεί να οδηγήσει σε μια γενικότερη κρίση σε ολόκληρο τον ενεργειακό τομέα οφειλόμενη σε αλυσιδωτές αλληλεπιδράσεις [6]. Τα τελευταία 20 χρόνια έχουν αναφερθεί πολύ λίγα περιστατικά, οποιουδήποτε είδους, που είχαν να κάνουν με την ασφάλεια του εμπορίου φυσικού αερίου [13]. Δεν έχουν σημειωθεί μεγάλες διακοπές στην παροχή φυσικού αερίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

- Διακοπή στον εγχώριο και τοπικό εφοδιασμό ενέργειας.

Εκτός από την εισαγόμενη ενέργεια ανασφάλεια κρύβεται και στον εγχώριο εφοδιασμό. Υπάρχει μάλιστα μεγάλη πιθανότητα διακοπής του εφοδιασμού προς τους τελικούς καταναλωτές οφειλόμενη σε τοπικά και προσωρινά προβλήματα που μπορεί να είναι δυσμενή καιρικά φαινόμενα, απεργίες ή και ατυχήματα (π.χ. η απεργία των μεταλλωρύχων στο Ηνωμένο βασίλειο το 1974, οι διαμαρτυρίες για τη φορολογία στα καύσιμα κίνησης στην Ευρώπη, το ιταλικό μπλακάουτ το 2003). Τα γεγονότα αυτά μπορούν να δημιουργήσουν αιχμές στην τιμή επηρεάζοντας τη ζήτηση ή τη διανομή [12].

- Περιορισμός των ενεργειακών πόρων και εξόρυξη από απρόσιτα αποθέματα.

### *Πετρέλαιο.*

Αναμένεται αύξηση στην ζήτηση πετρελαίου αλλά η παραγωγή του δεν προβλέπεται να φτάνει στο αποκορύφωμά της πριν το 2020. Οι περισσότερες περιοχές συμπεριλαμβανομένου και της Μέσης Ανατολής (αναμένεται διπλασιασμός της σημερινής παραγωγής) θα παράγουν κοντά στα όριά τους γύρω στο 2020 [15]. Όλο και μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής θα προέρχεται από ανακαλύψεις σε βαθιά νερά μακριά από την ακτή, θα έχουμε αύξηση της παραγωγικότητας των ήδη υπάρχουσών πετρελαιοπηγών, ανάπτυξη γνωστών αλλά μη αξιοποιημένων κοιτασμάτων στη Ρωσία και το Ιράκ και αυξανόμενη εξόρυξη από τα μεγάλα κοιτάσματα αργού πετρελαίου του Καναδά και της Βενεζουέλας. Αναμένεται επίσης αύξηση στην εξαγωγή πετρελαίου από non-OPEC χώρες [14]. Τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου επαρκούν να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση μεσοβραχυπρόθεσμα. Μακροπρόθεσμα η επάρκεια των αποθεμάτων, κυρίως για τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες που δεν ανήκουν στην OPEC, είναι αβέβαιη. Παρόλα αυτά υπάρχουν τόσο αισιόδοξα όσο και απαισιόδοξα σενάρια ειδικών του είδους. Έτσι οι απαισιόδοξοι πιστεύουν πως ο κόσμος μπορεί να αντιμετωπίσει σοβαρότατο πρόβλημα μείωσης των αποθεμάτων μέσα στην επόμενη δεκαετία (Campbell) οφειλόμενο κυρίως στην έλλειψη τάσης για νέες ανακαλύψεις και στη ραγδαία μείωση της παραγωγής όταν τα αποθέματα θα αρχίσουν να πλησιάζουν την εξάντληση. Πιστεύουν επίσης ότι τα αποθέματα είναι λίγο πολύ σταθερά και η πρόοδος της τεχνολογίας δεν θα βοηθήσει παρά μόνο στην ταχύτερη εξόρυξη τους. Αντιθέτως οι αισιόδοξοι ισχυρίζονται πως τα εμπόδια

ανάπτυξης δεν είναι γεωλογικά αλλά πολιτικά και νομικά και άρα προσπελάσιμα. Πιστεύουν επίσης πως η πρόοδος της τεχνολογίας και η αύξηση των τιμών θα οδηγήσουν σε αύξηση των ποσοτήτων που είναι οικονομικά δυνατό να εξορυχτούν από τα γεωλογικά αποθέματα (Adelman) με αποτέλεσμα ο ρυθμός παραγωγής να παραμείνει σταθερός μέχρι την εξάντληση των αποθεμάτων[10].

#### *Φυσικό αέριο.*

Η παγκόσμια διαθεσιμότητα φυσικού αερίου δεν αποτελεί λόγο ανησυχίας καθώς τα κοιτάσματα φυσικού αερίου είναι άφθονα. Η ραγδαία ανάπτυξη όμως των τοπικών αγορών φυσικού αερίου απαιτεί την εκμετάλλευση όλο και πιο απομακρυσμένων κοιτασμάτων και τη μεταφορά τους για όλο και μεγαλύτερες αποστάσεις. Περίπου το ένα τρίτο των αποθεμάτων φυσικού αερίου βρίσκονται σε μακρινές και δύσβατες περιοχές ή σε ιδιαίτερα βαθειά νερά (IEA) πράγμα που συνεπάγεται υψηλά κόστη παραγωγής και αβεβαιότητα στον τρόπο και της συνθήκες μεταφοράς του [10].

- Σταδιακή μείωση των αποθεμάτων ασφαλείας.

Οικονομικές πιέσεις δημιουργούν τάσεις ελαχιστοποίησης στα εμπορικά αποθέματα καυσίμων (τόσο στην αλυσίδα διανομής όσο και στον τόπο χρήσης) και στην ικανότητα αποθήκευσης στις μονάδες παραγωγής και στα συστήματα μεταφοράς. Σε μια ενδεχόμενη τοπική και προσωρινή μείωση στην παροχή ενέργειας δημιουργείται η επιτακτική ανάγκη οριακού εφοδιασμού με αποτέλεσμα οι τιμές που προκύπτουν σε μια τέτοια κατάσταση να μεταδίδονται αμέσως στην αγορά. Έτσι αναφερόμενοι στο πετρέλαιο, το πιο ελαστικό καύσιμο σε όλες τις αγορές και σε όλους τους τομείς, καταλαβαίνουμε πως τοπικά προβλήματα μπορούν να μεταδοθούν στις διεθνείς τιμές του πετρελαίου και μέσω αυτών στις τιμές του φυσικού αερίου και σε άλλες αγορές [12]. Τα τελευταία 20 χρόνια παρατηρείται μία σταδιακή μείωση στα αποθέματα ασφαλείας στις χώρες εισαγωγής πετρελαίου που ανήκουν στο δίκτυο της IEA, από 160 μέρες (για καθαρές εισαγωγές) το 1986 σε 110 μέρες το 2001. Η μείωση αυτή μαρτυρά μια τάση στην βιομηχανία να διατηρεί προοδευτικά χαμηλότερα κατώτερα όρια αποθεμάτων από τις αρχές της δεκαετίας του 80 συνδυαζόμενη με στασιμότητα στα δημόσια αποθέματα ασφαλείας από το 1986 και μετά. Στις μέρες μας η μείωση αυτή επιταχύνθηκε αντανακλώντας ορθολογιστικές τάσεις, περιορισμούς κόστους και την αυξημένη εμπιστοσύνη για το ακατέργαστο πετρέλαιο. Η καθοδική τάση των αποθεμάτων ασφαλείας περιορίζει την ικανότητα αποτελεσματικής αντιμετώπισης μιας ενδεχόμενης διακοπής στον εφοδιασμό. Η αγορά γίνεται έτσι ευάλωτη σε κρίσεις στον εφοδιασμό [10].

### 3.1.2 Καθυστέρηση νέων επενδύσεων σε υποδομές

Η καθυστέρηση αυτή αναφέρεται τόσο στις Ευρωπαϊκές όσο και στις μη Ευρωπαϊκές χώρες (π.χ. ‘περιμένω και βλέπω’ πολιτικές των πετρελαιοπαραγωγών κυβερνήσεων). Η ικανότητα παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι πολύ πιθανό να φτάσει σε ένα ανώτατο σημείο προτού γίνουν επαρκείς επενδύσεις σε μακροχρόνια έργα σε αργό πετρέλαιο, υποδομές φυσικού αερίου, εναλλακτικές πηγές ενέργειας, περιορισμό της μελλοντικής έντασης της ζήτησης. Αυτό θα οδηγήσει σε περίοδο με ιδιαίτερα υψηλές τιμές και οικονομική φθορά πριν την δημιουργία νέων δυνατοτήτων, θα οδηγήσει δηλαδή σε ένα υπερβάλλοντα κύκλο επενδύσεων. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η καθυστέρηση τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το κόστος της [12].

- Απελευθέρωση της αγοράς φυσικού αερίου.

Επενδύσεις μέχρι 2 δισεκατομμύρια δολάρια θα συνεχίσουν να χρηματοδοτούνται από νέα μακροχρόνια συμβόλαια. Προκύπτει όμως ένα μεγάλο ζήτημα στο κατά πόσον επενδύσεις μεγαλύτερες από 2 δισεκατομμύρια δολάρια, και πιο συγκεκριμένα μεγαλύτερες από 5 δισεκατομμύρια δολάρια, σε απομακρυσμένες περιοχές εκτός Ευρωπαϊκού εδάφους, με μηδενικές προηγούμενες υποδομές, όπου η επένδυση δεν μπορεί προφανώς να γίνει σε στάδια καθότι πρέπει να ολοκληρωθεί γρήγορα και να μπορέσει να λειτουργήσει σε πλήρη απόδοση ώστε να εξασφαλιστεί η εμπορική βιωσιμότητά του έργου, μπορούν να αποκτήσουν χρηματοδότηση όταν πωλούν σε απελευθερωμένες και ανταγωνιστικές αγορές. Τέτοιου είδους επενδύσεις θα είναι απαραίτητες κυρίως μετά το 2015 για την κάλυψη της ζήτησης. Παράδειγμα τέτοιων επενδύσεων αποτελεί η σύνδεση της περιοχής Shtokmanovskoye στην Ρωσία-Barents Sea με τον αγωγό Transgas κάτω από την Βαλτική Θάλασσα καθώς και μικρότερα έργα όπως από την Κεντρική Ασία και την περιοχή της Κασπίας-Τουρκμενιστάν, Καζακστάν, Αζερμπαϊτζάν ή και αγωγοί από τον Περσικό Κόλπο στην Ευρώπη[13].

## 3.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΡΙΣΚΑ

### 3.2.1 Εξάρτηση από συγκεκριμένες πηγές ενέργειας - αναπόφευκτες εισαγωγές

Τα καύσιμα που προέρχονται από φυσικούς πόρους βρίσκονται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και δεν είναι δυνατόν να παραχθούν με τη χρήση διεργασιών και κεφαλαίου σε διαφορετικές περιοχές. Οι περισσότερες και μεγαλύτερες καταναλωτικές χώρες και περιοχές επωφελούνται από αναλογικά μεγάλες εισαγωγές στον ενεργειακό τους εφοδιασμό [12]. Δημιουργείται έτσι το ερώτημα κατά πόσον μπορούν τα μεγάλα ποσοστά εισαγωγών των Ευρωπαϊκών χωρών από μη Ευρωπαϊκές χώρες, αναγκαία για την κάλυψη της ζήτησης, να εναρμονιστούν με τους λογικούς στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης για ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού [4]. Όπως αναφέρεται



στο EU Green Paper, η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού δεν στοχεύει στην μεγιστοποίηση της αυτάρκειας ή στην ελαχιστοποίηση της εξάρτησης αλλά στον περιορισμό των ρίσκων που σχετίζονται με αυτήν την εξάρτηση.

#### *Πετρέλαιο.*

Οι εισαγωγές πετρελαίου των OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) χωρών αναμένεται να αυξηθεί ραγδαία από 54% το 1997 σε 70% το 2020. Αυτή η εξάρτηση αναμένεται να σταθεροποιηθεί το 2020 όπου τα μη συμβατικά καύσιμα (πετρελαϊκή άμμος, βιομάζα, αέριο) θα αρχίσουν να παίζουν καθοριστικό ρόλο. Παρά το γεγονός πως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα αρχίσουν να γίνονται ολοένα και πιο ανταγωνιστικές, η κυριότερη επίδρασή τους αναμένεται μετά το 2020. Βέβαιο είναι πως η παραγωγή στις χώρες που δεν ανήκουν στην OPEC θα κορεστεί πολύ νωρίτερα από ότι στις OPEC χώρες (θα αυξηθεί κατά 5 Mb/μέρα μέχρι το 2015 και στη συνέχεια θα αρχίσει να παρακμάζει) [14]. Αυτό θα έχει σαν συνέπεια μια μεγαλύτερη εξάρτηση από τις OPEC χώρες και ιδιαίτερα τη Μέση ανατολή μετά το 2015 με ανάγκη αύξησης της παραγωγής τους για να είναι σε θέση να καλύψουν την παγκόσμια ζήτηση [10].

#### *Φυσικό αέριο.*

Η κατανάλωση φυσικού αερίου αναμένεται να αυξηθεί αισθητά σε όλους τους τομείς λόγω της ολοένα και μεγαλύτερης χρησιμοποίησης του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις βιομηχανικές χώρες αλλά και λόγω της χρησιμοποίησης του για την αντικατάσταση των ρυπογόνων καυσίμων στις μεγαλουπόλεις των αναπτυσσόμενων χωρών. Η γεωγραφική συγκέντρωσή των κοιτασμάτων φυσικού αερίου αποτελεί ένα θέμα καθώς πάνω από το 70% των γνωστών κοιτασμάτων τοποθετούνται στην πρώην Σοβιετική Ένωση και τη Μέση Ανατολή με δύο χώρες, τη Ρωσία και το Ιράν, να κατέχουν τα μισά από το σύνολο των κοιτασμάτων [11]. Η εξάρτηση των ευρωπαϊκών κρατών που συμμετέχουν στην OECD αναμένεται να αυξηθεί από 36% το 2002 σε 69% το 2030 [5]. Το μεγαλύτερο μέρος του εφοδιασμού θα προέρχεται από τη Ρωσία (33%), τη Βόρειο Αφρική (27%) και την Μέση Ανατολή (17%)[16]. Η εξάρτηση για εισαγωγή φυσικού αερίου από μη Ευρωπαϊκές χώρες αναμένεται έτσι να αυξηθεί από το ένα τρίτο της ζήτησης το 2000 σε δύο τρίτα τις επόμενες δεκαετίες. Σε διεθνή βάση η εξάρτηση αυτή είναι γεγονός αφού 9 από τις 33 Ευρωπαϊκές χώρες εξαρτώνται πάνω από 95% από εισαγωγές φυσικού αερίου ενώ μόνο 5 είναι αυτάρκειες ή και καθαρά εξαγωγές χώρες. Τα πράγματα είναι καλύτερα για την Ευρώπη με 7 χώρες να εξαρτώνται πάνω από 95% και 3 να είναι αυτάρκειες ή και καθαρά εξαγωγές [18]. Η Βόρεια Ευρώπη είναι πλήρως εξαρτημένη από εισαγωγές φυσικού αερίου, χωρίς να έχει εναλλακτικές επιλογές εισαγωγής, με το φυσικό αέριο από τη Ρωσία να είναι η κύρια πηγή εφοδιασμού. Παρόμοια κατάσταση παρατηρείται και στην Κεντρική και Νοτιοανατολική Ευρώπη με εξαιρέσεις τη Ρουμανία με την Κροατία που παρουσιάζουν σχετικά μικρή εξάρτηση και την Ουγγαρία με την Ελβετία που έχουν περισσότερες δυνατότητες επιλογών. Η Νότια Ευρώπη είναι επίσης εξαρτημένη σε μεγάλο βαθμό, με την Ιταλία τη

μοναδική αξιοσημείωτη παραγωγό. Εξαρτάται από Ρώσικους και Αλγερινούς αγωγούς φυσικού αερίου και υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) με μικρή δυνατότητα επιλογών εξαιρουμένων των Ισπανία και Ιταλία. Η δυτική Ευρώπη (κατέχει το 2% των παγκοσμίων κοιτασμάτων) εισάγει το 40% των αναγκών της κυρίως από την Ρωσία και την Αλγερία. Πάρα το γεγονός ότι η Βορειοδυτική Ευρώπη παρουσιάζει μεγάλη εξάρτηση, η εξάρτησή της αυτή δεν στηρίζεται αποκλειστικά σε χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθότι εισαγωγές γίνονται και από την Αγγλία μέσω του αγωγού Interconnector προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη ευελιξία. Η Ελλάδα εισάγει το 75% του φυσικού αερίου από τη Ρωσία και το 25% από την Αλγερία [18]. Τα επόμενα χρόνια και μέχρι το 2020 δεν αναμένεται κάποια αλλαγή στην εξάρτηση από τις εισαγωγές. Η Ρωσία, Αλγερία και Νορβηγία θα αυξήσουν σημαντικά της παραδόσεις τους με πιθανότητα ενός Βαλτικού δρόμου για το Ρώσικο αέριο και ενός Μεσογειακού για το Αλγερινό. Επιπλέον υπάρχει πιθανότητα και νέων, μεγάλης κλίμακας, ενεργειακών διαδρομών με την Τουρκία να παίζει σημαντικό ρόλο στην μεταφορά του. Νέος εφοδιασμός από την Κεντρική Ασία (Τουρκμενιστάν, Καζακστάν) αναμένεται να αυξήσει την εξάρτηση από τη Ρωσία [13].

### **3.2.2 Αλληλεξάρτηση των διαφόρων εγκαταστάσεων κατά μήκος της ενεργειακής διαδρομής του φυσικού αερίου**

Η συντριπτική πλειοψηφία του εφοδιασμού φυσικού αερίου γίνεται μέσω δικτύου αγωγών και συγκεντρώνεται σε ολιγάριθμες γραμμές (αγωγούς)[2] οι οποίες λειτουργούν σε πλήρες φορτίο και σε μεγάλο βαθμό δεν είναι ούτε διασυνδεδεμένες αλλά ούτε είναι δυνατή η αντιστροφή της ροής του αερίου [7]. Η λογιστική του εφοδιασμού αερίου στην Ευρώπη προσφέρει επομένως μικρή ευελιξία σε ότι αφορά τις εγκαταστάσεις. Αν ένα κομμάτι στην αλυσίδα μπλοκαριστεί, για τον οποιονδήποτε λόγο, η επίπτωση σε ολόκληρο το σύστημα είναι σοβαρή. Αυτό είναι γεγονός τόσο στο φυσικό αέριο όσο και στην αναδυόμενη αγορά του LNG (υγροποιημένου φυσικού αερίου) [3]. Ίσως το μεγαλύτερο ρίσκο μιας παρατεταμένης διακοπής έγκειται είτε σε μια ενδεχόμενη καταστροφή βασικής παραγωγικής μονάδας ή μονάδας προώθησης φυσικού αερίου, είτε ενός αγωγού που βρίσκεται σε μεγάλο θαλάσσιο βάθος, η αντικατάσταση και επισκευή του οποίου μπορεί να διαρκέσει αρκετούς μήνες (IEA). Ο Ευρωπαϊκός εφοδιασμός φυσικού αερίου είναι ευάλωτος σε πιθανά ατυχήματα σε εγκαταστάσεις κλειδιά για την εισαγωγή και διανομή του αερίου. Ορισμένες από τις εγκαταστάσεις αυτές είναι απομακρυσμένες από τα Ευρωπαϊκά εδάφη. Οι πιο σημαντικές από αυτές τις εγκαταστάσεις είναι ο αγωγός Yamal - Nenets που μεταφέρει το 90% περίπου της Ρωσικής παραγωγής, το δίκτυο αγωγών της Ουκρανίας που μεταφέρει το 90% των Ρωσικών εξαγωγών, οι Trans-Mediterranean και GME αγωγοί από την Αλγερία στην Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία, οι υποδομές αγωγών στην περιοχή Troll που μεταφέρουν πάνω από το μισό της Νορβηγικής παραγωγής και εξαγωγής. Παρόλο που είναι απίθανο οποιαδήποτε από αυτές τις εγκαταστάσεις, ιδίως εκείνες που σχετίζονται με πολλαπλούς αγωγούς ή τρένα μεταφοράς LNG, να υποφέρουν από σημαντική αστοχία - βλάβη, για μία αξιοσημείωτη χρονική περίοδο, τέτοια γεγονότα μικρής πιθανότητας μπορεί να έχουν πολύ μεγάλες συνέπειες για μια συγκεκριμένη ενεργειακή διαδρομή και επομένως για μια ευρεία Ευρωπαϊκή περιοχή [13].

### 3.2.3 Αβεβαιότητα στον εφοδιασμό με καύσιμο μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Η επάρκεια σε καύσιμο σε μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να παρουσιάζει αναξιοπιστία οδηγώντας σε ανικανότητα παραγωγής με προβλέψιμο και εξαρτημένο τρόπο. Η αξιοπιστία του εφοδιασμού μιας μονάδας παραγωγής με φυσικό αέριο εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα τόσο του ίδιου του καύσιμου όσο και του μέσου μεταφοράς του στη μονάδα. Ο εφοδιασμός με φυσικό αέριο μπορεί να διακοπεί λόγω κανονικών περιορισμών, στο διαθέσιμο καύσιμο και τη μεταφορά του (π.χ. πρόβλημα σε κάποιο αγωγό), αλλά και λόγω καταστροφών (π.χ. τρομοκρατική επίθεση σε αγωγό). Προφανώς ένα καταστροφικό γεγονός είναι πολύ σοβαρότερο καθώς είναι απρόβλεπτο και επηρεάζει ταυτόχρονα περισσότερες μονάδες παραγωγής με πιθανότητα μιας γενικότερης διακοπής στο ηλεκτρικό δίκτυο. Όσον αφορά τώρα τον εφοδιασμό των ανανεώσιμων καυσίμων, αυτός είναι πιο ευάλωτος σε ωριαία και ημερήσια βάση από τον εφοδιασμό με φυσικό αέριο. Η αιολική και ηλιακή ενέργεια παρουσιάζουν ωριαία, ημερήσια και εποχική διακύμανση καθιστώντας δύσκολη μια ακριβή πρόβλεψη της διαθεσιμότητας τους, παρά το ότι βελτιώσεις στις μεθόδους προβλέψεων τους μειώνουν την αβεβαιότητα. Η βιομάζα από χωματερές και η γεωθερμική ενέργεια παρουσιάζουν μικρότερη ημερήσια διακύμανση αλλά η διακύμανση αυτή παραμένει μη προβλέψιμη για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους. Για τη βιομάζα πρέπει να εξασφαλιστεί τόσο η διαθεσιμότητα όσο και η μεταφορά. Ενώ η διακύμανση όσον αφορά τον εφοδιασμό για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι συστηματική (π.χ. μια περίοδος συννεφιάς μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μειωμένη παραγωγή), η αβεβαιότητα στην παραγωγή παραμένει μη συστηματική καθώς αν επηρεαστεί μια συγκεκριμένη μονάδα, δεν θα έχουμε ταυτόχρονο επήρεια και στις υπόλοιπες (π.χ. η διακύμανση του ανέμου σε μια ευρύτερη γεωγραφική περιοχή εξομαλύνει τις έντονες τοπικές διακυμάνσεις)[9].

### 3.2.4 Μεγάλη καταστροφή με επιπτώσεις στις υποδομές του ενεργειακού εφοδιασμού

- Γήρανση συστήματος φυσικού αερίου.

Μεγάλο μέρος του Ευρωπαϊκού δικτύου αγωγών φυσικού αερίου, όπως επίσης και οι αγωγοί των εξαγωγών χωρών προς την Ευρωπαϊκή Ήπειρο κατασκευάστηκαν τις δεκαετίες του 1970 και 1980. Παρόλο που δεν υπάρχει λόγος να πιστεύεται πως η συντήρησή τους αμελήθηκε στις διάφορες χώρες, ένα σύστημα που γερνά μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μεγάλου ρίσκου τεχνικής βλάβης και κατά συνέπεια διακοπής στην παροχή [13].

- Απελευθέρωση της αγοράς φυσικού αερίου.

Η αρχή της απελευθέρωσης της αγοράς φυσικού αερίου δημιουργεί αβεβαιότητα στην αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης καθώς καταργεί τον πάντων συμπεριλαμβανομένων (από προβλήματα εφοδιασμού λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων

μέχρι παρατεταμένες διακοπές οφειλόμενες σε τεχνικούς ή πολιτικούς λόγους), αλλά ιδιαιτέρως ακριβό, ανεφοδιασμό από τον κυρίαρχο εμπορικό προμηθευτή-εταιρεία που κάλυπτε ακόμη και γεγονότα μικρής πιθανότητας αλλά με μεγάλο αντίκτυπο (π.χ. αποτυχία βασικού τερματικού που δέχεται το εισαχθέν φυσικό αέριο). Η αντιμετώπιση ενός τέτοιου γεγονότος από τους παίκτες της αγοράς όπως και οι ακριβείς επιδράσεις του στους καταναλωτές είναι αβέβαιες. Βέβαια σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες το θέμα αυτό δεν επείγει καθώς απομένουν μεγάλα αποθέματα ασφαλείας και δυνατότητα διασύνδεσης, που προϋπήρχε από την εποχή της μη απελευθερωμένης αγοράς [13].

### **3.2.5 Καθυστέρηση στην ανάπτυξη εναλλακτικών πηγών ενέργειας που θα αντικαταστήσουν τις συμβατικές και περιορισμένες πηγές**

#### *Πυρηνικά.*

Σε ότι αφορά την πυρηνική ενέργεια ανασταλτικός παράγοντας είναι επιπλέον κόστη απόρριψης αποβλήτων και άλλα κόστη που σχετίζονται με την ιδιαιτερότητα τις συγκεκριμένης πηγής σε σχέση με τις κλασικές πηγές ενέργειας. Αναμένεται έτσι μία είτε απόλυτη είτε σχετική μείωση της χρησιμοποίηση τους στο μέλλον(IEA) που θα εξαρτάται από την πολιτική της εκάστοτε χώρας. Παρά το γεγονός ότι η πυρηνική βιομηχανία συνεχίζει να προσφέρει νέους και ασφαλέστερους σχεδιασμούς αντιδραστήρων με μικρότερες απαιτήσεις σε χώρο, η έλλειψη ενδιαφέροντος για νέες πυρηνικές εγκαταστάσεις περιορίζει την ανάπτυξη εκπαιδευμένου προσωπικού σε αριθμό επαρκή που να αφήνει περιθώρια μελλοντικής εξάπλωσης της χρησιμοποίησης της πυρηνικής ενέργειας. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα πιθανώς να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στις κλασικές πηγές ενέργειας [12].

#### *Ανανεώσιμες πηγές.*

Η ανανεώσιμη ενέργεια αναμένεται να κατέχει ένα μικρότερο ποσοστό της συνολικής παγκόσμιας ενέργειας απ' ότι σήμερα. Αυτό οφείλεται στην πολύ μικρή της ανάπτυξη, 2% της παγκόσμιας ενεργειακής χρήσης για τα υδροηλεκτρικά (καταλαμβάνουν το 90% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές) και 3% για τις υπόλοιπες πηγές [12].

- Αυξανόμενη ζήτηση πετρελαίου στον μεταφορικό τομέα.

Αξιοσημείωτη και ταχεία είναι η αύξηση της ζήτησης πετρελαίου στις μεταφορές που οδηγεί και σε έντονη συγκέντρωση της χρήσης του στον συγκεκριμένο τομέα. Καθώς η ζήτηση για καύσιμα στις μεταφορές είναι λιγότερο ελαστική όσον αφορά την τιμή, οι τιμές του πετρελαίου θα πρέπει να αυξηθούν περισσότερο από ότι σε παλαιότερες διακοπές στον εφοδιασμό για να εμποδίσουν μια σχετικά μέτρια ζήτηση σε μελλοντικές διακοπές. Περίπου το μισό του εφοδιασμού πετρελαίου χρησιμοποιείται σήμερα στον τομέα των μεταφορών[10]. Αυτό το ποσοστό αναμένεται να αυξηθεί στο μέλλον [14] διότι κανένα από τα συνήθη διαθέσιμα εναλλακτικά

καύσιμα δεν θα έχει τη δυνατότητα για τα επόμενα 10 με 15 χρόνια να αντικαταστήσει μέρος του πετρελαίου στις μεταφορές.

- Ανταγωνιστικότητα νέων μορφών ενεργειακού εφοδιασμού.

Οι επενδύσεις σε νέες μορφές ενεργειακού εφοδιασμού παρουσιάζουν μεγάλο τεχνικό κόστος. Το τεχνικό αυτό κόστος σε συνδυασμό με την εξάρτηση της αγοράς από την πολιτική των κυβερνήσεων αποτελούν παράγοντες που θα έχουν επιρροή στην τιμή τους. Ανανεώσιμες και νέες πηγές ενέργειας θα πρέπει να είναι ανταγωνιστικές όσον αφορά την τιμή τους σε σχέση με την τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου που ευρέως χρησιμοποιούνται. Το πόσο μακριά πρέπει να φτάσουν οι επενδυτές για να αντιμετωπίσουν αυτό το ρίσκο είναι ένα ερώτημα (π.χ. έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογιών καθαρού άνθρακα) [12].

### 3.3 ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΑ ΡΙΣΚΑ

#### 3.3.1 Εξάρτηση για μεταφορά του φυσικού αερίου μέσω συγκεκριμένων ενεργειακών διαδρομών

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα για πολλούς του εφοδιασμού φυσικού αερίου, η δομή του μέσω δικτύου αγωγών (φιλικό προς το περιβάλλον, δεν υπάρχει ο κίνδυνος ναυσιπλοΐας, τεχνικά υψηλή αξιοπιστία, δεν επηρεάζεται από καιρικά φαινόμενα) μπορεί ταυτόχρονα να αποτελέσει και την Αχίλλειον πτέρνα του καθώς αφήνει το σύστημα χωρίς ευελιξία λόγω της εξάρτησής του από την εισαγωγή και την έλλειψη εναλλακτικών επιλογών. Οι εναλλακτικές επιλογές είναι εκείνες που ορίζουν την ασφάλεια στην αλυσίδα του εφοδιασμού [3], [5]. Το 90% των Ευρωπαϊκών εισαγωγών φυσικού αερίου παραδίδεται μέσω δικτύου αγωγών. Το φυσικό αέριο μεταφέρεται έτσι διαμέσου πολλών εδαφών διαφορετικών κυριαρχικών δικαιωμάτων αυξάνοντας την ανησυχία για ασφάλεια εφοδιασμού κυρίως λόγω εμπορικών και πολιτικών παραγόντων. Αν και μέχρι το 2015 όλες οι χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης είναι πιθανό να έχουν γίνει μέλη μιας διευρυμένης Ευρωπαϊκής Ένωσης, κάθε σύνορο που διαπερνάται στην ενεργειακή διαδρομή προσθέτει ένα επιπλέον ρίσκο για την ασφάλεια του εφοδιασμού οφειλόμενο σε πιθανές διαμάχες μεταξύ των χωρών που διαπερνούνται ανάμεσα στην τελευταία και την παραγωγό χώρα. Το 2000, περίπου το 90% των εξαγωγών φυσικού αερίου από τη Ρωσία διαπερνούσαν την Ουκρανία ή τη Λευκορωσία και τουλάχιστον δύο ακόμα χώρες πριν φτάσουν σε οποιοδήποτε σύνορο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επιπλέον η ενεργειακή διαδρομή του φυσικού αερίου από την Αλγερία περνά από την Τυνησία ή το Μαρόκο. Δεν έχουν αναφερθεί προβλήματα με τις τελευταίες χώρες αν και θα πρέπει να σημειώσουμε ότι και τα δύο αυτά έργα έγιναν λόγω των δυσκολιών στην εσωτερική πολιτική και ασφάλεια της Αλγερίας όπως επίσης και λόγω δυσκολιών στις σχέσεις της με τους Βορειοαφρικανούς γείτονές της.

Αντιθέτως η μεταφορά φυσικού αερίου διαμέσου της Ουκρανίας έχει συναντήσει ιδιαίτερα προβλήματα όσον αφορά τη διανομή του Ρωσικού αερίου στην Ευρώπη της μετασοβιετικής εποχής. Η αιτία του προβλήματος ήταν η έλλειψη χρημάτων της Ουκρανίας ώστε να ανταπεξέλθει οικονομικά στον εφοδιασμό από την Ρωσία. Οι δυσκολίες αυτές ανάγκασαν τη Ρώσικη εταιρία Gazprom να ακολουθήσει μια εντελώς νέα στρατηγική εξαγωγών όσον αφορά την ενεργειακή διαδρομή αποφεύγοντας στο μέτρο του δυνατού τη μεταφορά μέσω άλλων χωρών και συγκεκριμένα μειώνοντας τον όγκο του φυσικού αερίου που διαπερνά την Ουκρανία. Όσον αφορά το LNG (αποτελεί το 6% του Ευρωπαϊκού εφοδιασμού σε αέριο), αποφεύγονται προβλήματα εξάρτησης για τη μεταφορά του καθώς ο αυξανόμενος αριθμός και η ελαστικότητα της μεταφοράς με πλοία που μπορούν να παραδίδουν σε εναλλακτικούς προορισμούς μειώνει την εξάρτηση εισαγωγών από συγκεκριμένες χώρες, συγκριτικά τουλάχιστον με τη μεταφορά μέσω δικτύου αγωγών [13].

### **3.3.2 Πολεμικές συγκρούσεις στις κύριες χώρες εξαγωγής ενεργειακών προϊόντων λόγω πολιτικής αστάθειας**

Το πετρέλαιο είναι μακράν η μεγαλύτερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας κατέχοντας το 40% της κατανάλωσης ενέργειας. Αποτελεί την πιο ογκώδη εμπορεύσιμη πηγή πρωτογενούς ενέργειας αντιπροσωπεύοντας τα δύο τρίτα του διεθνούς εμπορίου ενέργειας (IEA). Περιοχές στη Μέση Ανατολή παραμένουν πολιτικά και οικονομικά ασταθείς. Διακοπή ή μείωση στην παροχή πετρελαίου μπορεί να είναι αποτέλεσμα πολιτικών και στρατιωτικών προβλημάτων στις κύριες πετρελαιοπαραγωγές χώρες. Η πιθανότητα μιας τέτοιας διακοπής είναι μικρή αλλά όχι μηδενική. Η εμπειρία των περασμένων κρίσεων στο πετρέλαιο μαρτυρούν πως παροδικές διακοπές στον εφοδιασμό μπορούν ακόμη και σήμερα να εμφανίζονται στις αγορές πετρελαίου. Τον περασμένο μισό αιώνα είχαμε τουλάχιστον 14 αξιοσημείωτες διακοπές, διάρκειας 3 μέχρι 18 μηνών, με απώλεια 0.5 Mb/μέρα ή μεγαλύτερη, αργού πετρελαίου. Σχεδόν όλες αυτές οι διακοπές συνδέονταν με πολιτικά ή στρατιωτικά προβλήματα στη Μέση Ανατολή. Ορισμένες από αυτές θα μπορούσαν να θεωρηθούν εκούσιες προερχόμενες από εσωτερικές διαταραχές ή πολέμους στους οποίους εμπλέκονταν κύριες πετρελαιοπαραγωγές χώρες. Δεν έχουν αναφερθεί παρόμοιες διακοπές για τον άνθρακα και το φυσικό αέριο [12].

### **3.3.3 Τρομοκρατική επίθεση στις υποδομές του ενεργειακού εφοδιασμού**

- Εντός συνόρων Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι ανατολικότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξαρτώνται από μία και αποκλειστική γραμμή (αγωγή) για τον εφοδιασμό τους με φυσικό αέριο, και κατά συνέπεια ολόενα και

περισσότερο για την κάλυψη των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια, πράγμα που αποτελεί πιθανό στόχο [17].

- Εκτός ορίων Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Για παράδειγμα τρομοκρατικές επιθέσεις σε αγωγούς φυσικού αερίου σε περιοχές με εμφύλιες διαμάχες όπως στην Αλγερία και την Κολομβία[13].

### **3.3.4 Δημιουργία μονοπωλιακών πρακτικών (καρτέλ) από τις κύριες χώρες εξαγωγής ενεργειακών προϊόντων**

*Για το πετρέλαιο.*

Τα κοιτάσματα πετρελαίου είναι λιγότερο άφθονα και λιγότερο ισομοιρασμένα από εκείνα του άνθρακα και του φυσικού αερίου. Επιπλέον η ζήτηση πετρελαίου είναι συγκεντρωμένη στις ανεπτυγμένες χώρες ενώ αντιθέτως η παραγωγή συγκεντρώνεται σε ένα μικρό αριθμό αναπτυσσόμενων χωρών. Ο OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) κατέχει το 40% της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου και το 80% των γνωστών κοιτασμάτων του. Έξι χώρες της Μέσης Ανατολής, που ανήκουν στον OPEC, ελέγχουν τα δύο τρίτα των παγκοσμίως γνωστών κοιτασμάτων πετρελαίου [11]. Οι OPEC παραγωγοί της Μέσης Ανατολής είναι υπεύθυνοι για το 27% του παγκοσμίου εφοδιασμού πετρελαίου, το ποσοστό όμως αυτό αναμένεται να διπλασιαστεί τις επόμενες δύο δεκαετίες καθώς η παραγωγή σε άλλες περιοχές οδηγείται σιγά σιγά στον κορεσμό με αποτέλεσμα να αρχίσει να μειώνεται. Η Μέση Ανατολή είναι υπεύθυνη επίσης και για το 40% του παγκοσμίου εμπορίου αργού πετρελαίου. Οι περιοχές αυτές δεν θα αποτελούσαν παράγοντα αβεβαιότητας για τον ενεργειακό εφοδιασμό αν ήταν πολιτικά και οικονομικά σταθερές και ακολουθούσαν πολιτικές οριοθετούμενες από την αγορά[10]. Τα έσοδα από την εκμετάλλευση του πετρελαίου είναι ζωτικής σημασίας για τις οικονομίες των OPEC χωρών αλλά και ιδιαίτερα σημαντικά για τις non-OPEC χώρες που εξαγωγή πετρέλαιο όπως η Ρωσία, το Μεξικό και η Νορβηγία. Περιόδους έντονου ανταγωνισμού (με μεταβολές στα μερίδια στην αγορά) διαδέχονται περίοδοι συνεργασίας ανάμεσα στις OPEC χώρες προσπαθώντας να επηρεάσουν τις αγορές πετρελαίου. Συμπαιγνίες μεταξύ των πετρελαιοπαραγωγών χωρών είναι αναμενόμενες για την εξασφάλιση ενός κατώτατου ορίου στην τιμή του πετρελαίου (π.χ. 1999-2000). Για να λειτουργήσει ένα καρτέλ χρειάζεται κάποιους κανόνες. Σε κρίσης υπερεπάρκειας στον εφοδιασμό και πολύ χαμηλών τιμών (π.χ. 1985-1986, συμφωνία 1998-1999 να περιορίσουν την παραγωγή, [25]) τα μέλη της OPEC μείωσαν την παραγωγή στα επίπεδα που βρισκόταν πριν από την κρίση. Βέβαια μία επιθετική συμπαιγνία είναι απίθανη να συμβεί καθώς τα κοιτάσματα δεν είναι ισομοιρασμένα. Οι πετρελαιοπαραγωγές χώρες έχουν μεταξύ τους διαφορετικές δυναμικές όσον αφορά την ικανότητα παραγωγής και κάλυψης της αγοράς. Έτσι τα ενδιαφέροντα τους στην αύξηση των εσόδων τους είναι αλληλοσυγκρουόμενα, καθώς χώρες με μικρότερες δυνατότητες παραγωγής (π.χ. Ιράν) προτιμούν μικρότερη αύξηση στη ζήτηση και υψηλότερες τιμές όταν η αγορά το επιτρέπει ενώ

χώρες με δυνατότητα εξαγωγής μεγαλύτερων ποσοτήτων (π.χ. Ιράκ, Σαουδική Αραβία) μπορούν να αυξήσουν τα έσοδά τους αυξάνοντας την παραγωγή τους στις υπάρχουσες τιμές. Επιπλέον τα μέλη της OPEC δεν έχουν κάποιο προηγούμενο κατανομής, ανάμεσά τους, της αύξησης της παραγωγής μετά το 2005 πράγμα που κάνει αναπόφευκτο τον μεταξύ τους ανταγωνισμό [12].

*Για το φυσικό αέριο.*

➤ Δημιουργία καρτέλ.

Η έννοια ενός καρτέλ φυσικού αερίου στην Ευρώπη βασίζεται στην ιδέα τρεις ή τέσσερις εξαγωγές χώρες να συνασπιστούν και συγκεντρώνοντας μια σημαντική αναλογία (ποσοστό) του Ευρωπαϊκού εφοδιασμού να αποκτήσουν μέσο ελέγχου του συνολικού εφοδιασμού (ποσοτήτων) και των τιμών φυσικού αερίου. Η εγκαθίδρυση βέβαια ενός ευρωπαϊκού καρτέλ είναι προς το παρόν σχετικά αδύνατη καθώς θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει τη Ρωσία, την Αλγερία, τη Νορβηγία και την Ολλανδία και είναι πρακτικά δύσκολο να φανταστούμε τους Νορβηγούς και Ολλανδούς πωλητές ως αναπόσπαστο μέρος ενός καρτέλ τιμών, μόνο και μόνο λόγω του ανταγωνισμού στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Σε ότι αφορά ένα πιθανό καρτέλ από μη Ευρωπαϊκές χώρες, οι θεσμικές δομές απομακρύνονται από τις κυβερνήσεις με τις εξαγωγές να διαχειρίζονται από εταιρίες στις οποίες αυξάνει η ιδιωτική πρωτοβουλία (εξαιρέση αποτελεί η Αλγερινή Sonatrach που παραμένει 100% κρατική). Βέβαια εξαιτίας των απολαβών του ξένου συναλλάγματος, η επήρεια των κυβερνήσεων στις εταιρίες εξαγωγής και στην εξαγωγική πολιτική θα παραμένει πάντοτε ζωτικής σημασίας. Οι χώρες εξαγωγής ενεργειακών προϊόντων (Ρωσία, Βόρειος Αφρική, Μέση Ανατολή) χαρακτηρίζονται και από μονοπωλιακές, μη κατευθυνόμενες από τους κανόνες της αγοράς δομές [16]. Αναλογιζόμενοι τη Ρωσία, την μακράν μεγαλύτερη πάροχο φυσικού αερίου, πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι η ενεργειακή της πολιτική δεν ορίζεται μόνο από οικονομικά ενδιαφέροντα αλλά εξίσου και από γεωπολιτικά θέματα, εξωτερικής πολιτικής και ασφαλείας[8]. Από το Μάιο του 2001 και μετά, ένας νέος παράγοντας ανησυχίας ήρθε στην επιφάνεια με τη δημιουργία της GECF (Gas Exporting Countries Forum). Αποτελείται από 11 χώρες παραγωγούς φυσικού αερίου μέσα στις οποίες βρίσκονται τόσο η Ρωσία με την Αλγερία όσο και η Νορβηγία (ως παρατηρήτρια χώρα) και αντιπροσωπεύει το 53% του παγκοσμίου εμπορίου φυσικού αερίου. Η GECF παρουσιάζεται σαν τεχνικός σύλλογος (κλαμπ) παρόμοιος με τον OPEC και δεν έχει εκφράσει ενδιαφέρον στο να δημιουργήσει καρτέλ και να πάρει τον έλεγχο του εφοδιασμού και των τιμών του φυσικού αερίου στην Ευρώπη. Εν τούτοις ατομικές εταιρείες εξαγωγής φυσικού αερίου και οι κυβερνήσεις στις οποίες αυτές υπόκεινται είχαν ηχηρές ενστάσεις και δεν πήραν στα σοβαρά προτροπές θεσμών και ιδρυμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης με σεβασμό στην απελευθέρωση της αγοράς και τον ανταγωνισμό. Έτσι υπό συζήτηση μπορεί να τεθεί το κατά πόσον αυτές οι χώρες εξαρτώνται από τις εξαγωγές φυσικού αερίου και συνδεδεμένες με μακροχρόνια συμβόλαια δεν θα θελήσουν να παρέμβουν στις υποχρεώσεις τους για διανομή του αερίου αν αναλογιστούμε και μία παρόμοια κατάσταση με το πετρέλαιο μέχρι το 1973. Το γεγονός αυτό μπορεί να περιπλέξει τις σχέσεις παραγωγών-καταναλωτών [13].



- Μονοπωλιακές πρακτικές από μεμονωμένες κυρίαρχες εξαγωγές μη Ευρωπαϊκές χώρες.

Υπάρχουν πολύ λίγες περιπτώσεις τα τελευταία 20 χρόνια που τέτοιες περιπτώσεις δημιούργησαν προβλήματα στη λειτουργία του εμπορίου φυσικού αερίου. Συζητήσεις για το κατά πόσον θα πρέπει να αυξηθεί η εισαγωγή από τέτοιες χώρες έχουν γίνει ανάμεσα στα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και ανάμεσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τις Ηνωμένες πολιτείες περισσότερο για τη Ρωσία και λιγότερο για την Αλγερία. Επιπλέον πιθανές μελλοντικές εισαγωγές μέσω αγωγών από την Κεντρική Ασία, Κασπία, Μέση Ανατολή και Βόρειο Αφρική και LNG από διάφορες πηγές, παρότι θα είναι διαθέσιμες σε μεγάλες ποσότητες και θα αυξήσουν τη δυνατότητα εναλλακτικών επιλογών αφήνουν ερωτηματικά για το κατά πόσον θα είναι εμπορικά και πολιτικά ασφαλέστερες από τις ήδη υπάρχουσες (Ρωσία, Αλγερία). Στην μετασοβιετική εποχή είναι μάλλον δύσκολο να φανταστούμε ένα σενάριο στο οποίο η Ρωσία θα απειλεί την Ευρώπη, ατομικά ή συνολικά, εμπορικά ή πολιτικά, με διακοπή του φυσικού αερίου. Οι εξαγωγές χώρες φυσικού αερίου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα εισοδήματα που προέρχονται από τις εξαγωγές. Δεδομένου και των εύθραυστων οικονομιών τους, το ρίσκο να χάσουν αυτά τα εισοδήματα θα ήταν παρατραβηγμένο. Επιπλέον οι εξαγωγές φυσικού αερίου, συγκριτικά με αυτές του πετρελαίου, γίνονται στην συντριπτική τους πλειοψηφία μέσω αγωγών και δεν είναι εύκολο να αναπροσανατολιστούν προς νέους προορισμούς. Ένας εκβιασμός διακοπής της παροχής θα έθετε σε κίνδυνο τις μελλοντικές εξαγωγές τους. Τέλος η απελευθέρωση της αγοράς συμβάλλει στην κατεύθυνση της ασφάλειας [13].

### 3.3.5 Δημιουργία εμπάργκο στον ενεργειακό εφοδιασμό

Δημιουργία εμπάργκο από πετρελαιοεξαγωγείς χώρες σε συγκεκριμένες χώρες-εισαγωγείς δημιουργεί ανακατανομή στον εφοδιασμό στην διεθνή αγορά. Αναστάτωση του διεθνούς εμπορίου μπορεί επίσης να προκύψει και από εμπάργκο στον εφοδιασμό από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών σε επιλεγμένες χώρες-εξαγωγείς ή εμπάργκο σε ξένες επενδύσεις κεφαλαίου ή τεχνολογίας στην πετρελαϊκή βιομηχανία των χωρών αυτών. Μάλιστα βάσει των ιστορικών δεδομένων η πιθανότητα της επιβολής εμπάργκο από τον ΟΗΕ στους εξαγωγείς είναι μεγαλύτερη από αυτή των εξαγωγέων στους εισαγωγείς (η τελευταία σημειώνεται το 1973). Αναπόφευκτη είναι η ανάμειξη σε τέτοιο διεθνές πολιτικό σκηνικό και χωρών που δεν εισάγουν από τη χώρα που τελεί υπό τον περιορισμό [12].

### 3.3.6 Αύξηση του ανταγωνισμού στην προμήθεια ενέργειας

Ο ρυθμός και η διάρθρωση της μελλοντικής ζήτησης ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες αποτελεί παράγοντα αβεβαιότητας για τις προβλέψεις παγκοσμίως. Η παγκόσμια ανά χρόνο χρήση πρωταρχικής ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 60% το 2020, διπλασιαζόμενη στις αναπτυσσόμενες χώρες και αυξανόμενη κατά ένα τρίτο στις OECD χώρες. Μετά το 2020 η

χρήση ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες θα εξισωθεί με αυτήν στις αναπτυγμένες χώρες [12].

- Αναπτυσσόμενες ασιατικές οικονομίες.

Οι ασιατικές χώρες χάρη στην ανάπτυξή τους και την πολιτική τους βαρύτητα ανέβηκαν στο ενεργειακό προσκήνιο. Ιδιαίτερως η Κίνα η οποία επωφελήθηκε από οικονομικές ρυθμίσεις και εξελίσσεται σε κυρίαρχο ενεργειακό εισαγωγέα. Η Κίνα έχει αυξημένο ενδιαφέρον στο να περιορίσει την εξάρτησή της από το πετρέλαιο της Μέσης Ανατολής και μπορεί να προκαλέσει ακόμη μεγαλύτερη πολιτική αστάθεια αν διεκδικήσει τα κυριαρχικά της δικαιώματα στη Βόρεια Θάλασσα [10]. Επιπλέον η αναμενόμενη αύξηση στην κατανάλωση πετρελαίου από 77Mb/μέρα το 2000 σε 95-100 Mb/μέρα το 2010 και σε 110-115 Mb/μέρα το 2020 [14] οφείλεται κυρίως στην αύξηση της ζήτησης, κατά βάση στον τομέα των μεταφορών, στις γρήγορα αναπτυσσόμενες ασιατικές χώρες.

### 3.3.7 Διαμάχη με χώρα εξαγωγής φυσικού αερίου

- Απελευθέρωση της αγοράς φυσικού αερίου.

Η απελευθέρωση της Ευρωπαϊκής αγοράς φυσικού αερίου μπορεί να θεωρηθεί ότι θίγει τα συμφέροντα των παραγωγών και εξαγωγών φυσικού αερίου χωρών, ιδίως εκείνων που δεν ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αποτυχία επίλυσης τέτοιων θεμάτων θα έθετε σε κίνδυνο τις σχέσεις μεταξύ των παραγωγών χωρών και της Ευρωπαϊκής Commission. Το γεγονός αυτό θα ήταν πραγματικά ατυχές στην προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού που απαιτεί εξάλειψη της πιθανότητας πιθανής διαμάχης με χώρα εξαγωγής φυσικού αερίου. Στα βήματά τους προς την απελευθέρωση της αγοράς φυσικού αερίου, οι Ευρωπαϊκές κυβερνήσεις και οι ρυθμιστικές αρχές δεν δείχνουν ευαισθησία στις πιθανές συνέπειες που αυτή έχει στις εξαγωγές χώρες εκτός Ευρώπης. Η έλλειψη ευαισθησίας μπορεί να προκαλέσει μία σχεδιασμένη απάντηση, ακόμη και αντίποινα, εναντίον της απελευθέρωσης της αγοράς [13].

## 3.4 ΝΟΜΙΚΑ ΡΙΣΚΑ

### 3.4.1 Καθυστέρηση νέων επενδύσεων σε υποδομές ενεργειακού εφοδιασμού οφειλόμενη σε νομικές διαμάχες

- Ανησυχία πολιτών λόγω ατυχήματος με σοβαρή επίπτωση στο περιβάλλον, κατά τον ενεργειακό εφοδιασμό.

### *Πετρέλαιο.*

Αρκετά ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται δεξαμενόπλοια πετρελαιοφόρα και κατά συνέπεια προκαλείται προσωρινή έλλειψη πετρελαίου έχουν συμβεί στα Ευρωπαϊκά ύδατα [24]. Τέτοια ατυχήματα, ιδίως εάν προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον μπορούν να αποτελέσουν αιτία για επιπλέον παρακάλυψη του ενεργειακού εφοδιασμού.

### *LNG.*

Παρά το τέλειο ρεκόρ ασφαλείας του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) τις περασμένες τρεις δεκαετίες, οποιοδήποτε σημαντικό ατύχημα, ακόμη κι αν συνέβαινε εκτός Ευρώπης, θα όξυνε τις περιβαλλοντικές ανησυχίες και τη δημόσια αντίσταση σε νέους ή και ήδη υπάρχοντες τερματικούς σταθμούς [13].

### **3.4.2 Μεταρρυθμίσεις στην περιβαλλοντική νομοθεσία με επιρροή στον ενεργειακό εφοδιασμό**

- Ήδη υπάρχουσες ρυθμίσεις για την προστασία του περιβάλλοντος.

Το πρωτόκολλο του Kyoto υποχρεώνει τις βιομηχανοποιημένες χώρες να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 1990 με προθεσμία από το 2008 μέχρι το 2012.

- Μελλοντική επιτακτική και πραγματική περιβαλλοντική πολιτική.

Υπάρχει πιθανότητα μεσοπρόθεσμα ή ακόμη και βραχυπρόθεσμα οι απειλητικές και καταστροφικές επιδράσεις της κλιματολογικής αλλαγής να οδηγήσει πολλές χώρες να εφαρμόσουν βεβιασμένες πολιτικές ώστε να καλυφθεί ο χαμένος χρόνος. Ο περιορισμός της ζήτησης θα είναι αυστηρός και θα βασίζεται σε σκληρές αποφάσεις και έλεγχο στην επιβολή τους. Οι τιμές του πετρελαίου, φυσικού αερίου και άνθρακα ενδέχεται να πέσουν λόγω της αναγκαστικής μείωσης στην ζήτηση και για να περιοριστεί η χρήση των απαρχαιωμένων ρυπογόνων καυσίμων. Αυτό θα δημιουργήσει την ανάγκη για ισχυρότερη παρέμβαση ώστε να αποφευχθούν οι συνέπειες των χαμηλών τιμών στη συγκεκριμένη ζήτηση και να στηριχθεί η οικονομία των εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Αν οι πολιτικές αυτές οδηγήσουν σε νέες φορολογίες, θα πρέπει αυτό το επιπλέον κυβερνητικό εισόδημα να κατανεμηθεί με κάποιο τρόπο (πιθανώς σε νέες επενδύσεις με περιβαλλοντικό στόχο). Αν οι πολιτικές αυτές οδηγήσουν σε νέες ρυθμίσεις (π.χ. περιβαλλοντικά στάνταρ στα οχήματα) το βάρος θα πέσει στους καταναλωτές. Χωρίς σωστό συντονισμό στα πλαίσια τουλάχιστον της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα υπάρξει αντίκτυπο στο γενικότερο εμπόριο, τις επενδύσεις και την πολύπλευρη ευρωπαϊκή ανοικτή αγορά (προσάραξη της παλιάς ενεργειακής τεχνολογίας κατανάλωσης και απόσπαση πόρων από την κατανάλωση σε νέες επενδύσεις) [12].

### 3.4.3 Διάσπαση συμβολαίων ενεργειακού εφοδιασμού

- Απελευθέρωση της αγοράς φυσικού αερίου.

#### *Συμβόλαια φυσικού αερίου.*

Ανησυχίες για θέματα ασφαλείας έχουν εκφραστεί σε σχέση με πιθανά συμβολαιογραφικά και χρηματοδοτικά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν στα μακροχρόνια συμβόλαια φυσικού αερίου από τη μετάβαση σε απελευθερωμένες και ανταγωνιστικές αγορές [13]. Στα παλιά μονοπωλιακά συστήματα η ασφάλεια εφοδιασμού ήταν αντικείμενο του μονοπωλητή και της κυβέρνησης που τον υποστήριζε ενώ στις προσφάτως απελευθερωμένες αγορές φυσικού αερίου η πρωταρχική ευθύνη για ασφάλεια εφοδιασμού ξέφυγε από τις κυβερνήσεις και πέρασε στα χέρια των παικτών της αγοράς [3]. Η προσήλωση στα παραδοσιακά μακροχρόνια συμβόλαια δεν είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση της ασφαλείας του ενεργειακού εφοδιασμού. Η απελευθέρωση της αγοράς δεν σημαίνει βέβαια ότι τα μακροχρόνια συμβόλαια θα εξαφανιστούν. Θα συνεχίσουν να επικρατούν πιθανότατα για τα επόμενα 20 χρόνια. Βέβαια η απελευθερωμένη αγορά δίνει μεγαλύτερη έμφαση σε βραχυχρόνιους παρά μακροχρόνιους ορίζοντες. Επομένως εκείνο που αναμένεται είναι μια βαθμιαία μείωση σε δεσμεύσεις στον όγκο και στη διάρκεια των συμβολαίων με παράλληλες αλλαγές στη φύση τους, δηλαδή αλλαγές στους όρους επί των τιμών και στα περιοριστικά στοιχεία. Δημιουργία και εξάπλωση εμπορικών αγορών θα εξαλείψουν προβλήματα τύπου πάρε-ή-πλήρωσε επιτρέποντας στους παίκτες της αγοράς να πωλούν ποσότητες που θα υπερκαλύπτουν τις ανάγκες. Το κατά πόσον όμως η απελευθερωμένη αγορά συμβάλλει στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού είναι σχετικό (ένδειξη αποτελούν τα μειωμένα αποθέματα ασφαλείας στο Ηνωμένο βασίλειο όπου η αγορά είναι πλήρως απελευθερωμένη, σε σύγκριση με τα αποθέματα των υπολοίπων Ευρωπαϊκών κρατών)[13].

- Αβεβαιότητα απόδοσης μονάδας παραγωγής.

#### *Συμβόλαια ηλεκτρικής ενέργειας.*

Η παραγωγική μονάδα ενδέχεται να μην καταφέρει να πιάσει τις συμφωνημένες αποδόσεις στην ποσότητα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο μακροχρόνιο συμβόλαιο. Η απόδοση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαχείριση της παραγωγικής μονάδας. Ο πωλητής μπορεί να μην θέλει ή να μην είναι ικανός να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σύμφωνα με τις απαιτήσεις του συμβολαίου. Έτσι αβεβαιότητα κρύβει το πόσο καλά θα διαχειριστεί ο πωλητής την παραγωγική μονάδα καθώς και η αξιοπιστία για την παραγωγή της συμφωνημένης ποσότητας. Όπως είναι κατανοητό οι απαιτήσεις σε απόδοση από ανανεώσιμες πηγές δεν μπορεί να είναι ίδιες με αυτές του φυσικού αερίου[9].

### 3.4.4 Διάσπαση συμβολαίων νέων επενδύσεων σε έργα υποδομής

*Συμβόλαια ηλεκτρικής ενέργειας.*

Κατά την κατασκευή νέας παραγωγικής μονάδας οι μεγαλύτερες αβεβαιότητες έγκειται στο κατά πόσο θα τηρηθούν τα χρονοδιαγράμματα και ο προϋπολογισμός του έργου που ορίζει το μακροχρόνιο συμβόλαιο [9].

## 3.5 ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΜΕ ΕΠΙΡΡΟΗ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟ

Η μελέτη αυτή έχει στόχο να παρουσιάσει μια συνολική προσέγγιση του ενεργειακού εφοδιασμού, σε ότι αφορά τους διαδρόμους και τις διαδικασίες του για την Ευρωπαϊκή Ένωση, κυρίως για το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, προκειμένου να δοθεί έμφαση στην ανάλυση ρίσκου και την πρόληψη σε θέματα ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού. Πιο συγκεκριμένα η έρευνα επικεντρώνεται στην παρουσίαση ιστορικών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένου και γεγονότων που οδήγησαν στην διακοπή του εφοδιασμού, καθώς και την εκτίμηση και αξιολόγησή τους.

Αρχικά παρουσιάζεται μια κατηγοριοποίηση των γεγονότων αυτών που προτείνεται ως η καλύτερη και πιο πρακτική για την συγκέντρωσή τους. Στη συνέχεια τα γεγονότα που εντάχθηκαν στην κάθε κατηγορία παρουσιάζονται κι ύστερα ακολουθεί η εκτίμηση και αξιολόγηση τους. Τέλος συζητούνται τα κύρια αποτελέσματα που προκύπτουν και παρουσιάζεται μια σύνοψη των κυριότερων στοιχείων.

### 3.5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές μελέτες που προτείνουν συγκεκριμένες κατηγοριοποιήσεις των πιθανών ρίσκων που παρουσιάζει ο ενεργειακός εφοδιασμός. Σύμφωνα με μία από αυτές, η κατηγοριοποίηση περιλαμβάνει εξάρτηση από την πηγή του εφοδιασμού, εξάρτηση από τη μεταφορά, εξάρτηση από τις εγκαταστάσεις και δομικά ρίσκα που οφείλονται σε φυσικές καταστροφές, πολιτικούς εκβιασμούς, τρομοκρατία, πολέμους, πολιτικές ταραχές [2]. Άλλη προτείνει εξάρτηση από τις εισαγωγές, εξάρτηση από την πηγή του εφοδιασμού, εξάρτηση από την μεταφορά καθώς και συμβάντα ασφαλείας[13] . Επιπλέον συναντούμε και κατηγοριοποίηση βασιζόμενη στο χρονικό διάστημα και περιλαμβάνει έτσι γεγονότα βραχυπρόθεσμα (12-18 μήνες) όπως διακοπές στον διεθνή εφοδιασμό, μεσοπρόθεσμα (3-5 χρόνια) όπως καρτέλ εξαγωγών, βραχυμεσοπρόθεσμα όπως πολιτικά θέματα, μεσομακροπρόθεσμα όπως πραγματική πολιτική για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής[12]και τέλος μακροπρόθεσμα (10-15 χρόνια) όπως κρίση στις υπάρχουσες πηγές ενέργειας. Τέλος μια άλλη κατηγοριοποίηση που συναντάται περιλαμβάνει πολεμικές και εμφύλιες συγκρούσεις, πολιτική αστάθεια, αλλαγή καθεστώτος, επαναστάσεις, εύστοχες

τρομοκρατικές επιθέσεις σε πετρελαϊκές εγκαταστάσεις, περιορισμό εξαγωγών, κλείσιμο εμπορικών οδών και κυρώσεις[27].

Με σεβασμό στις παραπάνω κατηγοριοποιήσεις, μια πρώτη κατηγοριοποίηση των γεγονότων που σχετίζονται με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού πετρελαίου και φυσικού αερίου μπορεί να οριστεί ως εξής:

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>
<b>F1:</b> Συγκρούσεις	Πόλεμοι κι εμφύλιες διαμάχες
<b>F2:</b> Πολιτική αστάθεια	Πολιτικές διαταραχές, αλλαγή καθεστώτος, επαναστάσεις, απεργίες, σαμποτάζ, διαμαρτυρίες
<b>F3:</b> Τρομοκρατικές επιθέσεις	Προσπάθεια ή εύστοχη τρομοκρατική επίθεση σε εγκαταστάσεις καυσίμων
<b>F4:</b> Περιορισμός εξαγωγών	Εμπάργκο, κλείσιμο εμπορικών δρόμων, διακοπή εξαγωγών
<b>F5:</b> Ατυχήματα	Εκρήξεις, βύθιση πετρελαιοφόρου, πυρκαγιά, διαρροή και κάθε μορφή ακούσιας διακοπής
<b>F6:</b> Ακατάλληλες καιρικές- συνθήκες	Διακοπή στον εφοδιασμό οφειλόμενη σε τυφώνες, σεισμούς, θερμοκρασία και άλλα φυσικά φαινόμενα
<b>F7:</b> Μονοπωλιακές πρακτικές- Καρτέλ	Προσπάθεια χώρας για δημιουργία μονοπωλίου και για μερική η ολική εξάρτηση άλλων χωρών από αυτήν

Πηγή: Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions[31]

**Πίνακας 3.1:** Κατηγοριοποίηση γεγονότων που σχετίζονται με την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού.

### 3.6 ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ

Μετά την ολοκλήρωση μιας σε βάθος βιβλιογραφικής έρευνας σε επιστημονικά άρθρα, τον τύπο και το διαδίκτυο, τα περιστατικά που αφορούν την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού καταγράφηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με τον πιο πάνω πίνακα.

#### 3.6.1 Συγκρούσεις (F1)

Προηγούμενη εμπειρία από τις διάφορες κρίσεις αποδεικνύει πως προσωρινές διακοπές στον εφοδιασμό των αγορών πετρελαίου μπορούν ακόμη να συμβούν. Τα τελευταία 50 χρόνια,

τουλάχιστον 14 διακοπές έλαβαν χώρα, που διήρκησαν από 3 μέχρι 18 μήνες, και οδήγησαν σε απώλειες αργού πετρελαίου 0.5 Mb/μέρα ή περισσότερο. Σχεδόν όλες αυτές οι διακοπές συνδέονταν με πολιτικές ή στρατιωτικές διαταραχές στη Μέση Ανατολή. Μερικές από τις πιο σημαντικές κρίσεις από το 1950 και μετά είναι η κρίση του Σουέζ (Νοέμβριος 1956 - Μάρτιος 1957), ο εξαήμερος πόλεμος (Ιανουάριος 1967 - Αύγουστος 1967), ο Αραβοϊσραηλινός πόλεμος (Οκτώβριος 1973 - Μάρτιος 1974), η Ιρανική επανάσταση (Νοέμβριος 1978 - Απρίλιος 1979), ο πόλεμος μεταξύ Ιράν και Ιράκ (Οκτώβριος 1980 - Ιανουάριος 1981), η εισβολή του Ιράκ στο Κουβέιτ το 1990-πόλεμος του Κόλπου (Αύγουστος 1990 - Ιανουάριος 1991).



Πηγή: Bloomberg.com

**Εικόνα 3.1:** Φλεγόμενες πετρελαιοπηγές: Κουβέιτ κρίση του Κόλπου 1991.

Επιπλέον κρούσματα βίας μεταξύ στρατιωτών και μαχητών διαφόρων εθνολογικών ομάδων σημειώθηκαν το Μάρτιο του 2004 στο Δέλτα του Νίγηρα στην περιοχή της Νιγηρίας αναγκάζοντας τρεις μεγάλες πετρελαϊκές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην περιοχή να αναστείλουν τη λειτουργία τους προκαλώντας απώλειες της τάξης των 800.000 βαρελιών/μέρα. Το Δεκέμβριο του 2005 μαχητές βομβάρδισαν, στην ίδια περιοχή, σε δύο διαφορετικά σημεία έναν αγωγό αργού πετρελαίου. Ο βομβαρδισμός προκάλεσε το θάνατο 16 ανθρώπων και προκάλεσε πυρκαγιά. Ως αποτέλεσμα η Royal Dutch Shell σταμάτησε παραγωγή 180.000 βαρελιών/μέρα αργού πετρελαίου κι επικαλέστηκε «ανωτέρα βία» για τις εξαγωγές της. Η ίδια εταιρεία επικαλέστηκε «ανωτέρα βία» και το Φεβρουάριο του 2006 και σταμάτησε την παραγωγή 455.000 βαρελιών/μέρα αργού πετρελαίου στη χώρα λόγω συγκρούσεων στην πετρελαιοπαραγωγό περιοχή του Δέλτα του Νίγηρα.

Επιπλέον τον Ιούλιο του 2006, οι επιθέσεις κατά του βορείου αγωγού του Ιράκ προκάλεσαν την διακοπή στις εξαγωγές αργού πετρελαίου της χώρας από την περιοχή του Κιρκούκ που δρομολογούνταν μέσω του Σεϋχάν της Τουρκίας. Τέλος το Νοέμβριο του 2006 επίθεση όλμου

έπληξε ένα από τα δύο εργοστάσια επεξεργασίας πετρελαίου της περιοχής Κιρκούκ του Ιράκ μειώνοντας την παραγωγή από 300.000 βαρέλια/μέρα σε 100.000 βαρέλια/μέρα.

<b>ΠΕΡΙΟΔΟΣ</b>	<b>ΓΕΓΟΝΟΣ</b>	<b>ΑΠΩΛΕΙΑ</b>
Νοε 1956 - Μαρ 1957	Η κρίση του Σουέζ	940 εκατ.βαρ/μέρα
Ιουν 1967 -Αυγ 1967	Ο εξαήμερος πόλεμος	120 εκατ. βαρ/μέρα
Οκτ 1973 -Μαρ 1974	Ο Αραβοϊσραηλινός πόλεμος	Μη διαθέσιμο
Νοε 1978 -Απρ 1979	Η Ιρανική επανάσταση	640 (1008) εκατ. βαρ/μέρα
Οκτ 1980 - Δεκ 1980	Ο πόλεμος Ιράν - Ιράκ	300 (360) εκατ. βαρ/μέρα
Αυγ 1990 -Ιαν 1991	Η κρίση του Κόλπου	420 (378) εκατ. βαρ/μέρα
Μάρτιος 2004	Ξεσπάσματα βίας στη Νιγηρία	800.000 βαρ/μέρα
Δεκέμβριος 2005	Βομβιστικές επιθέσεις στη Νιγηρία	180.000 βαρ/μέρα
Φεβρουάριος 2006	Συνεχείς διαμάχες στη Νιγηρία	455.000 βαρ/μέρα
Ιούλιος 2006	Επιθέσεις στο βόρειο αγωγό του Ιράκ	Μη διαθέσιμο
Νοέμβριος 2006	Επίθεση με όλμο στη Κιρκούκ περιοχή του Ιράκ	200.000 βαρ/μέρα

**Πηγή:** Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions [31]

**Πίνακας 3.2:**Γεγονότα που σχετίζονται με συγκρούσεις.

### 3.6.2 Πολιτική αστάθεια (F2)

Πολιτικές διαταραχές, αλλαγές καθεστώτος, επαναστάσεις, απεργίες, και άλλες μορφές διαμαρτυρίας έχουν συχνά αναφερθεί τα τελευταία χρόνια. Μερικά παραδείγματα αναφέρονται παρακάτω.



Η εθνικοποίηση της πετρελαϊκής βιομηχανίας του Ιράν, η οποία πραγματοποιήθηκε από το 1951 ως το 1954, οδήγησαν στο πάγωμα του κεφαλαίου στερλίνας από τη Μεγάλη Βρετανία καθώς επίσης και σε επικείμενο εμπάργκο για το Ιράν αμφισβητώντας με αυτό τον τρόπο την εθνικοποίηση αυτή και παραπέμποντας την υπόθεση αυτή στο δικαστήριο της Χάγης.

Ένα άλλο παρόμοιο περιστατικό, σχετιζόμενο βέβαια με την διακοπή του εφοδιασμού πετρελαίου και φυσικού αερίου γενικότερα, είναι η απεργία των Νορβηγών εργατών στο Ηνωμένο Βασίλειο (δίπλα στην περιοχή Frigg) τον Απρίλιο του 1986 που διήρκησε αρκετές μέρες και είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια σχεδόν του ενός τετάρτου (1/4) των συνολικών αποθεμάτων ασφαλείας φυσικού αερίου της χώρας [20].

Επιπλέον τον Απρίλιο του 2002 χιλιάδες εργαζόμενοι στην κρατική εταιρεία πετρελαίου της Βενεζουέλας PdVSA διαμαρτυρήθηκαν κλείνοντας τις πύλες των εγκαταστάσεων. Μερικές μέρες αργότερα, μια γενικευμένη απεργία άρχισε στη Βενεζουέλα προκαλώντας το κλείσιμο πολλών εργοστασίων και αποθηκευτικών εγκαταστάσεων σχεδόν σταματώντας την παραγωγή, διύλιση και εξαγωγή πετρελαίου. Το Δεκέμβριο του 2003, οι επιχειρήσεις και τα εργατικά συνδικάτα, συμπεριλαμβανομένων και των εργαζομένων στην PdVSA απέργησαν προκειμένου να διεκδικήσουν ένα πρώιμο δημοψήφισμα σχετικά με το νόμο του Προέδρου της Βενεζουέλας Ούγκο Τσάβες. Η εκτιμηθείσα απώλεια παραγωγής υπολογίστηκε σε 3 εκατομμύρια βαρέλια ανά μέρα απεργίας.

Τον Ιούνιο του 2004, δύο εκρήξεις προκάλεσαν ζημιές στον αγωγό πετρελαίου Κιρκούκ - Σεϋχαν κάτι που αργότερα αποδόθηκε σε πράξη δολιοφθοράς. Αρκετοί άλλοι αγωγοί του Ιράκ υπέστησαν ζημιές επίσης λόγω σαμποτάζ τον ίδιο μήνα. Τον Αύγουστο του 2004 ο Ιρακινός βόρειος αγωγός ζωτικής σημασίας από το Κιρκούκ στο τουρκικό λιμάνι Σεϋχαν δέχθηκε επίθεση δύο μόλις ημέρες αφότου τέθηκε και πάλι σε λειτουργία για πρώτη φορά μετά τον πόλεμο με αποτέλεσμα τη διακοπή της ροής του πετρελαίου. Τέλος, το Μάρτιο του 2005, το Ιράκ ανέστειλε τη λειτουργία επ' αόριστον του βορείου αγωγού εξαγωγής λόγω ανησυχιών για σαμποτάζ. Ο αγωγός αυτός που μεταφέρει 600.000 βαρέλια την ημέρα αποτέλεσε στόχο για πάνω από 15 επιθέσεις από τον Ιανουάριο του 2005.

Επίσης, τον Δεκέμβριο του 2004, περίπου 300 άοπλοι Νιγηριανοί χωρικοί, ανάμεσά τους γυναίκες και παιδιά, από την Κοινότητα Kula στο νότιο μέρος του Δέλτα του Νίγηρα, απέκλεισαν τρεις πετρελαϊκούς σταθμούς, τους οποίους εκμεταλλεύονται οι πολυεθνικές πετρελαϊκές εταιρίες Shell και Chevron Texaco προκαλώντας απώλεια 100.000 βαρελιών/μέρα για μία εβδομάδα.

Επιπλέον, απεργία που πραγματοποιήθηκε στη Γαλλία το Μάιο του 2005 προκάλεσε το κλείσιμο των πέντε από τα έξι διυλιστήρια πετρελαίου της μεγάλης διεθνούς πετρελαϊκής εταιρίας Total. Μια άλλη απεργία τον Ιούλιο του 2005, αυτή τη φορά στα υποθαλάσσια έργα κοιτασμάτων πετρελαίου στην Ανγκόλα οδήγησε σε παύση σχεδόν ολόκληρης της παραγωγής του έργου. Το Σεπτέμβριο του 2005, μια απεργία στο μεγαλύτερο διυλιστήριο της Γαλλίας, εγκατάσταση της Total στην Gonfreville, είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας διύλισης της χώρας κατά 343.000 βαρελιών/μέρα. Κατά τη διάρκεια του Οκτωβρίου 2005, σε μια άλλη ήπειρο, στον τερματικό σταθμό εξαγωγής αργού πετρελαίου της περιοχής Brass River της Νιγηρίας, η απεργία

των εργατών ανέστειλε την λειτουργία των εγκαταστάσεων για δύο μέρες. Τον ίδιο μήνα, εργάτες στην Royal Dutch Shell στο διυλιστήριο του Pernis ξεκίνησαν μια κλιμακούμενη παύση λειτουργίας ως μέρος των διαφωνιών που είχαν με την εταιρία. Τον Αύγουστο του 2005, διαμαρτυρίες στις Βορειοανατολικές πετρελαιοπαραγωγές επαρχίες του Εκουαδόρ σταμάτησαν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής αργού πετρελαίου της χώρας. Τέλος το Φεβρουάριο του 2006, διαδηλωτές στο Εκουαδόρ διέκοψαν τη συνολική παραγωγή αργού πετρελαίου της κρατικής Petroecuador

<b>ΠΕΡΙΟΔΟΣ</b>	<b>ΓΕΓΟΝΟΣ</b>	<b>ΑΠΩΛΕΙΑ</b>
Μαρ 1951 - Οκτ 1954	Εθνικοποίηση της πετρελαϊκής βιομηχανίας του Ιράν	940 εκατ.βαρ/μέρα
Απρ 1971 - Αυγ 1971	Εθνικοποίηση της πετρελαϊκής βιομηχανίας της Αλγερίας	90 εκατ.βαρ/μέρα
Απρίλιος 1986	Απεργία στις εγκαταστάσεις παραγωγής φυσικού αερίου στην περιοχή Φριγκ του Ηνωμένου Βασιλείου	Μη διαθέσιμο
Απρίλιος 2002	Απεργία στην εταιρία PdVSA της Βενεζουέλας που γενικεύθηκε σε ολόκληρη τη χώρα	Μη διαθέσιμο
Δεκέμβριος 2003	Απεργία στη Βενεζουέλα	3 εκατ.βαρ/μέρα
Ιουν 2004 - Αυγ 2004	Επιθέσεις στον αγωγό πετρελαίου Kirkuk-Ceyhan	Μη διαθέσιμο
Δεκέμβριος 2004	Αναστολή λειτουργίας 3 πετρελαϊκών σταθμών στη Νιγηρία	100.000 βαρ/μέρα
Μάρτιος 2005	Αναστολή επ' αόριστον της λειτουργίας του πετρελαϊκού αγωγού Kirkuk-Ceyhan	600.000 βαρ/μέρα
Μάιος 2005	Απεργία σε διυλιστήριο πετρελαίου της Γαλλίας	Μη διαθέσιμο
Ιούλιος 2005	Απεργία στα έργα κοιτασμάτων πετρελαίου στην Ανγκόλα	Μη διαθέσιμο
Αύγουστος 2005	Διαμαρτυρίες σε πετρελαιοπαραγωγές επαρχίες του Εκουαδόρ	Μη διαθέσιμο
Σεπτέμβριος 2005	Απεργία στις εγκαταστάσεις της	343.000

	εταιρίας Totalστη Γαλλία	βαρ/μέρα
Οκτώβριος 2005	Απεργία στον τερματικό σταθμό εξαγωγής αργού πετρελαίου στη Νιγηρία	Μη διαθέσιμο
Οκτώβριος 2005	Απεργία στο διυλιστήριο του Pernis της RoyalDutchShell	Μη διαθέσιμο
Φεβρουάριος 2006	Διαμαρτυρίες στο Εκουαδόρ σταματούν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής αργού πετρελαίου της χώρας	Μη διαθέσιμο

Πηγή: Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions [31]

**Πίνακας 3.3:Γεγονότα που σχετίζονται με πολιτική αστάθεια.**

### 3.6.3 Τρομοκρατικές επιθέσεις (F3)

Οι τρομοκρατικές επιθέσεις, παρόλο που δεν αποτελούν συχνό φαινόμενο, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες σε όλες τις διαδικασίες του ενεργειακού εφοδιασμού λόγω είτε πραγματικών καταστροφών και ζημιών είτε λόγω του τρόμου που μπορεί να προκαλέσει το ενδεχόμενο και μόνο ενός τέτοιου γεγονότος. Οι σημαντικότερες τρομοκρατικές επιθέσεις στις εγκαταστάσεις του ενεργειακού εφοδιασμού περιλαμβάνουν δύο γεγονότα που αναφέρονται και περιγράφονται παρακάτω.

Τον Νοέμβριο του 1997, τρομοκρατική επίθεση σημειώθηκε όταν βόμβα εξερράγη στις ακτές της Αλγερίας στον Trans-Mediterranean αγωγό μεταξύ Τυνησίας και Ιταλίας. Ο εφοδιασμός ενισχύθηκε με αποθέματα ασφαλείας καθώς και με πρόσθετες εισαγωγές από εναλλακτικούς προμηθευτές περιορίζοντας έτσι περαιτέρω προβλήματα. Το γεγονός αυτό δημιούργησε φόβο για παρόμοιες επιθέσεις λόγω των εμφύλιων διαταραχών που λάβαιναν χώρα τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο στην Αλγερία [21].

Τέλος, τον Οκτώβριο του 2002, ένα γαλλικό δεξαμενόπλοιο που ναυλωνόταν από την κρατική πετρελαϊκή εταιρία της Μαλαισίας Petronas δέχθηκε επίθεση στα ανοικτά των ακτών της Υεμένης. Το δεξαμενόπλοιο το οποίο μετέφερε περίπου 400.000 βαρέλια πετρελαίου υπέστη σοβαρές ζημιές (εκδηλώθηκε πυρκαγιά) με αποτέλεσμα ένα μέλος του πληρώματος να σκοτωθεί.

<b>ΠΕΡΙΟΔΟΣ</b>	<b>ΓΕΓΟΝΟΣ</b>	<b>ΑΠΩΛΕΙΑ</b>
Νοέμβριος 1997	Έκρηξηβόμβαςστον Trans-Mediterranean αγωγό	Μη Διαθέσιμο
Οκτώβριος 2002	Επίθεση σε γαλλικό πετρελαιοφόρο	400.000 βαρέλια

Πηγή: Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions [31]

**Πίνακας 3.4:**Γεγονότα που σχετίζονται με τρομοκρατικές επιθέσεις.

### 3.6.4 Περιορισμός εξαγωγών (F4)

Εμπάργκο στο πετρέλαιο από χώρες εξαγωγής προς συγκεκριμένες χώρες εισαγωγής όπως για παράδειγμα το εμπάργκο του αραβικού πετρελαίου το 1973, έχουν ως συνέπεια την ανακατανομή της διεθνούς αγοράς ενεργειακού εφοδιασμού. Αλλοίωση του διεθνούς εμπορίου μπορεί επίσης να προκληθεί και από εμπάργκο του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών εναντίον συγκεκριμένων εξαγωγών χωρών ή από εμπάργκο εναντίον ξένων επενδυτικών κεφαλαίων και τεχνολογίας από τις πετρελαϊκές τους βιομηχανίες, όπως για παράδειγμα οι κυρώσεις του Ο.Η.Ε. για το Ιράκ. Σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα, η πιθανότητα εμπάργκο από τον Ο.Η.Ε εναντίον των εξαγωγέων είναι μεγαλύτερη από εκείνη εμπάργκο ενός εξαγωγέα εναντίον των εισαγωγέων. Αναπόφευκτη είναι η εμπλοκή και χωρών,στη σημερινή διεθνή και πολιτική σκηνή, που δεν εισάγουν από την υπό περιορισμό χώρα [12].

Αποστολές αργού πετρελαίου μέσω του αγωγού της IPC (Iraq Petroleum Company) στη Συρία, σταμάτησαν για τρεις μήνες το 1966 και 1967 εξαιτίας κάποιας διαφοράς μεταξύ της IPC και της Συρίας πάνω στα τέλη διέλευσης. Επίσης, από τον Ιούλιο του 1991 ως τον Ιούνιο του 2001, είχε επιβληθεί διακοπή των εξαγωγών πετρελαίου από το Ιράκ. Τέλος τον Απρίλιο του 2002, το Ιράκ ανακοίνωσε την επικείμενη διακοπή των εξαγωγών, του «πετρελαίου για τρόφιμα», για 30 μέρες ως χειρονομία υποστήριξης στην Παλαιστινιακή διαμάχη με το Ισραήλ.

<b>ΠΕΡΙΟΔΟΣ</b>	<b>ΓΕΓΟΝΟΣ</b>	<b>ΑΠΩΛΕΙΑ</b>
Δεκ 1966 - Μαρ 1967	Διαφορά κατά τη μεταφορά πετρελαίου στη Συρία	65 εκατ.βαρ/μέρα
Οκτ 1973 - Μαρ 1974	Εμπάργκο αραβικού πετρελαίου	Μη Διαθέσιμο
1991 - 2001	Διακοπή των εξαγωγών πετρελαίου του Ιράκ	Μη Διαθέσιμο
Απρίλιος 2002	Το Ιράκ διακόπτει τις «Oilforfood» εξαγωγές του	Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions [31]

Πίνακας 3.5:Γεγονότα που σχετίζονται με περιορισμούς εξαγωγών.

### 3.6.5 Ατυχήματα(F5)

Ανάμεσα σε όλους τους άλλους παράγοντες που εμπεριέχουν ρίσκο για την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, τα ατυχήματα παίζουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο. Για παράδειγμα η έκρηξη που έλαβε χώρα το 1998, σε ένα εργοστάσιο παραγωγής στην ξηρά της πολιτείας Βικτώρια της Αυστραλίας προκάλεσε την διακοπή της παροχής φυσικού αερίου σε όλους τους πελάτες σε ολόκληρη την πολιτεία για δύο εβδομάδες [19].

Τον Ιούλιο του 2000, ο υποθαλάσσιος αγωγός φυσικού αερίου UK Interconnector καθώς και οι τερματικοί σταθμοί που παρέχουν μια στρατηγική και αμφίδρομη διασύνδεση μεταξύ του Ηνωμένου Βασιλείου και της Ηπειρωτικής Ευρώπης διέκοψαν την λειτουργία τους για ένα μήνα λόγω βλάβης. Φημολογείται πως η διακοπή αυτή ήταν εκούσια και μέσα στα πλαίσια της προσπάθειας για μεταβολή των τιμών λαμβάνοντας υπόψη πως ακόμη και μικρές διακοπές στον ενεργειακό εφοδιασμό προκαλούν δυσανάλογες αιχμές στις ενεργειακές τιμές[5].

Ακόμη η διακοπή του φυσικού αερίου στο Ελ Πάσο του Νέου Μεξικού αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα για τον τρόπο με τον οποίο τα ατυχήματα μπορούν να επηρεάσουν τις διαδικασίες του ενεργειακού εφοδιασμού. Τον Αύγουστο του 2000 ένας από τους τρεις παράλληλους διαπολιτειακούς αγωγούς ανατινάχτηκε αναγκάζοντας και τους άλλους δύο σε προσωρινό κλείσιμο. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση κατά 60% της συνήθους ροής των 2 δισεκατομμυρίων κυβικών ποδιών ανά μέρα από το Ελ Πάσο στις αγορές φυσικού αερίου της Αριζόνας και Καλιφόρνιας για αρκετές εβδομάδες. Ωστόσο μελέτη της ΙΕΑ για τις συνέπειες αυτής της αναστάτωσης κατέληξε στο συμπέρασμα πως αυτές οι αγορές κατάφεραν με ανεξάρτητο τρόπο να κάνουν τις κατάλληλες προσαρμογές προκειμένου να αποφευχθούν σοβαρές ελλείψεις φυσικού αερίου [14]. Αυτό συνοδεύτηκε από προσωρινή άνοδο των τιμών

του φυσικού αερίου. Σύμφωνα με την IEA, το σύστημα στηρίχθηκε σε εναλλακτικούς μεταφορείς, αποθέματα ασφαλείας ή και άλλες λύσεις που δεν βασίζονταν στο φυσικό αέριο όπως για παράδειγμα η εναλλαγή σε άλλα καύσιμα για την κάλυψη των ελλείψεων που προκάλεσε η μειωμένη παροχή φυσικού αερίου [30].

Επίσης, το Μάρτιο του 2005 έκρηξη σημειώθηκε σε διυλιστήριο πετρελαίου της BP στην πόλη του Τέξας προκαλώντας το θάνατο 15 ατόμων και τον τραυματισμό περισσότερων από 70. Τον Αύγουστο του 2005 διεκόπη η παραγωγή των 120.000 βαρελιών/μέρα στην πετρελαιοπαραγωγό περιοχή Shiehallion της Βόρειας Θάλασσας του Ηνωμένου Βασιλείου λόγω πυρκαγιάς στις εγκαταστάσεις του προσωπικού. Η πυρκαγιά αυτή ήταν αντιπροσωπευτική των προβλημάτων που υπήρχαν τη δεδομένη χρονική στιγμή στην περιοχή, όπως μη προγραμματισμένες διακοπές λειτουργίας, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής περισσότερο από 250.000 βαρέλια/μέρα[12].

Επιπλέον, το Μάρτιο του 2006, οι εργαζόμενοι στην πετρελαιοπαραγωγό περιοχή Prudhoe Bay στην Αλάσκα ανακάλυψαν διαρροή σε έναν αγωγό γεγονός που ανάγκασε την διαχειρίστρια της περιοχής BP να διακόψει την παραγωγή 100.000 βαρελιών αργού πετρελαίου ημερησίως. Μια πυρκαγιά επίσης στο διυλιστήριο Impianti Nord της Σικελίας στην Ιταλία, προκάλεσε τη διακοπή λειτουργίας της εγκατάστασης και την απώλεια 160.000 βαρελιών/μέρα τον Απρίλιο του 2006. Άλλη πυρκαγιά στον τερματικό σταθμό εξαγωγής πετρελαίου Khoral-Amayatou Ιράκ προκάλεσε ζημιές με αποτέλεσμα το κλείσιμο του σταθμού τον Ιούνιο του 2006. Τον Ιούλιο του 2006 μια διαρροή στον αγωγό που διαχειρίζεται η Royal Dutch Shell στη Νιγηρία οδήγησε σε απώλεια παραγωγής 180.000 βαρελιών/μέρα αργού πετρελαίου αναγκάζοντας την εταιρία να επικαλεστεί «ανωτέρα βία» στις φορτώσεις Bonny Light πετρελαίου για τον Αύγουστο. Τέλος, τον Αύγουστο του 2006 η BP ανακοίνωσε ότι θα διακόψει την παραγωγή 400.000 βαρελιών/μέρα της περιοχής Prudhoe Bay στην Αλάσκα μετά τον εντοπισμό διαρροής σε αγωγό μεταφοράς που τροφοδοτεί το κύριο σύστημα αγωγών Trans-Alaska (TAPS)[12].

Επίσης, αρκετά ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται δεξαμενόπλοια πετρελαιοφόρα και κατά συνέπεια προκαλείται έλλειψη πετρελαίου έχουν συμβεί στα Ευρωπαϊκά ύδατα[24]. Το Δεκέμβριο του 1999, το Μαλτέζικο πετρελαιοφόρο ERIKA έσπασε σε δύο κομμάτια λόγω θαλασσοταραχής, κατά τη διάρκεια ταξιδιού από το Dunkirk στο Livorno και τα δύο κομμάτια του βυθίστηκαν στον κόλπο του Biscay. Περίπου 10.000 τόνοι αργού πετρελαίου χύθηκαν στα νερά του Ατλαντικού και παρασύρθηκαν δυτικά προς τις Γαλλικές ακτές όπου προκάλεσαν σοβαρές επιπτώσεις σε 550 km της ακτογραμμής. Επιπλέον το Δεκέμβριο του 1999, το Ρωσικό πετρελαιοφόρο VOLGONEFT βυθίστηκε στη θάλασσα του Μαρμαρά λόγω σφοδρής καταιγίδας και μέρος του φορτίου των 4.300 τόνων καύσιμου πετρελαίου μόλυνε τη περιοχή και τις ακτές της Τουρκίας. Ακόμη, το Μάρτιο του 2001, το πετρελαιοφόρο BALTIC CARRIER δηλωμένο στα νησιά Marshall, ταξιδεύοντας από την Εσθονία στη Σουηδία με 30.000 τόνους αργού πετρελαίου συγκρούστηκε με μεταφορικό πλοίο, 16 μίλια νότια από τα Δανέζικα νησιά Falster-Mohn. Περίπου 2.600 τόνοι αργού πετρελαίου παρασύρθηκαν κοντά στις ακτές της Δανίας

προκαλώντας έντονη μόλυνση. Τέλος το Νοέμβριο του 2002, το πετρελαιοφόρο PRESTIGE, δηλωμένο στις Μπαχάμες, αντιμετώπισε πρόβλημα ταξιδεύοντας από τη Λετονία στη Σιγκαπούρη και περιπλανήθηκε ακυβέρνητο πριν ρυμουλκηθεί για 6 ημέρες σε θαλασσοταραχή και τελικά βυθιστεί κοντά στην ακτή Galicia της Ισπανίας. Περίπου το μισό του φορτίου των 76.000 τόνων χύθηκε στον Ατλαντικό πριν και μετά τη βύθιση του. Λόγω των ισχυρών ανέμων που επικράτησαν στην περιοχή η μόλυνση εξαπλώθηκε σε μεγάλες αποστάσεις επηρεάζοντας τις Ισπανικές και Γαλλικές ακτές για περισσότερους μήνες.



Πηγή: econews.gr

Εικόνα 3.2: Ναυάγιο πετρελαιοφόρου PRESTIGE ,Νοέμβριος 2002.

<i>ΠΕΡΙΟΔΟΣ</i>	<i>ΓΕΓΟΝΟΣ</i>	<i>ΑΠΩΛΕΙΑ</i>
1998	Έκρηξη σε εργοστάσιο παραγωγής φυσικού αερίου στην πολιτεία Βικτώρια της Αυστραλίας	Μη Διαθέσιμο
Δεκέμβριος 1999	Ατύχημα πετρελαιοφόρου ERIKA	10.000 τόνοι αργού πετρελαίου
Δεκέμβριος 1999	Ατύχημα πετρελαιοφόρου VOLGONEFT	Μη Διαθέσιμο
Ιούλιος 2000	Διακοπή του αγωγού φυσικού αερίου UK Interconnector	Μη Διαθέσιμο

Αύγουστος 2000	Ανατίναξη ενός διαπολιτειακού αγωγού φυσικού αερίου στο Νέο Μεξικό	1,2 δισεκατομμυρίων κυβικών ποδιών/μέρα φυσικού αερίου
Μάρτιος 2001	Ατύχημα πετρελαιοφόρου BAL TIC CARRIER	2.700τόνοι αργού πετρελαίου
Νοέμβριος 2002	Ατύχημα πετρελαιοφόρου PRESTIGE	38.000 τόνοι αργού πετρελαίου
Μάρτιος 2005	Έκρηξη σε διυλιστήριο πετρελαίου της BPστην πόλη του Τέξας	Μη Διαθέσιμο
Αύγουστος 2005	Πυρκαγιά στην πετρελαϊκή περιοχή Shiehallion της BP	120.000 – 250.000 βαρ/μέρα
Μάρτιος 2006	Διαρροή σε αγωγό στην Αλάσκα	100.000 βαρ/μέρα
Απρίλιος 2006	Πυρκαγιά σε Ιταλικό διυλιστήριο	160.000 βαρ/μέρα
Ιούνιος 2006	Πυρκαγιά σε τερματικό σταθμό εξαγωγής πετρελαίου του Ιράκ	Μη Διαθέσιμο
Ιούλιος 2006	Διαρροή σε αγωγό πετρελαίου στη Νιγηρία	180.000 βαρ/μέρα
Αύγουστος 2006	Διαρροή σε αγωγό μεταφοράς που τροφοδοτεί το κύριο σύστημα αγωγών Trans-Alaska (TAPS)	400.000 βαρ/μέρα

Πηγή: Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions [31]

**Πίνακας 3.6:**Γεγονότα που σχετίζονται με ατυχήματα.

### 3.6.6 Ακατάλληλες καιρικές συνθήκες (F6)

Όσον αφορά τώρα τον καιρό, τα ατυχήματα που έχουν συμβεί και οφείλονται σε ακραίες καιρικές συνθήκες δεν είναι και λίγα. Σε ότι αφορά την αγορά φυσικού αερίου, η IEA αναφέρει το παράδειγμα του Καναδά κατά τη διάρκεια του χειμώνα 1992-1993 καθώς και τις Η.Π.Α. τον Ιανουάριο του 1994[31] . Πρόσφατα, ψύχος απείλησε το Ολλανδικό σύστημα μεταφοράς και χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης ώστε να μην διακοπούν οι παραδόσεις φυσικού αερίου.



Τον Οκτώβριο του 2002, ο τυφώνας Lili έπληξε την ακτή του Αμερικανικού Κόλπου αφού πρώτα διέσχισε παράκτιες περιοχές παραγωγής υδρογονάνθρακα καθώς και το λιμάνι πετρελαίου της πολιτείας της Λουιζιάνα (LOOP). Σχεδόν όλη η παράκτια παραγωγή, περίπου 15 εκατομμύρια βαρέλια/μέρα, σταμάτησε καθώς και ορισμένα υπεράκτια διυλιστήρια έκλεισαν.

Τον Σεπτέμβριο του 2004, ο τυφώνας Ivan ανάγκασε τις εταιρίες Shell Oil, Chevron Texaco, Exxon Mobil και Total να σταματήσουν παραγωγή εκατοντάδων χιλιάδων βαρελιών την ημέρα από τον Κόλπο του Μεξικού καθώς οι εταιρίες αυτές προχώρησαν στην εκκένωση περισσότερων από 3000 εργάτες από την παράκτια πλατφόρμα.

Επίσης, τον Ιούλιο του 2005, η τροπική καταιγίδα Cindy ήταν υπαίτια για την διακοπή της παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου στην περιοχή του Αμερικανικού Κόλπου του Μεξικό. Η θύελλα προκάλεσε το κλείσιμο των πλατφόρμων πετρελαίου και φυσικού αερίου και απέκλεισε το λιμάνι πετρελαίου στα ανοικτά της Λουιζιάνα (LOOP), το μεγαλύτερο τερματικό σταθμό εισαγωγής πετρελαίου των Η.Π.Α. Η καταιγίδα ανάγκασε επίσης ορισμένα διυλιστήρια πετρελαίου της περιοχής να αναστείλουν τη λειτουργία τους. Επιπλέον, τον Ιούλιο του 2005, ο τυφώνας Denis προκάλεσε σοβαρές ζημιές στο έργο Thunder Horse, μίας ημικαταδυτικής πλατφόρμας αναπτυσσόμενη από την BP. Τον ίδιο μήνα ο τυφώνας Emily σταμάτησε ολόκληρη την παράκτια παραγωγή στην περιοχή του Κόλπου του Μεξικού. Επιπροσθέτως, τον Αύγουστο του 2005, ο τυφώνας Katrina χτύπησε τον Αμερικανικό Κόλπο του Μεξικού (GOM), περιοχή δίπλα στη Νέα Ορλεάνη, πλήττοντας σοβαρά την τοπική παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου. Ένα μήνα αργότερα, τον Σεπτέμβριο του 2005, ο τυφώνας Rita χτύπησε την Αμερικανική Ακτή του Κόλπου. Όλες οι ενεργειακές εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην περιοχή σταμάτησαν σχεδόν ολόκληρη την παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου εν αναμονή της καταιγίδας. Διυλιστήρια διέκοψαν επίσης ικανότητα διύλισης μεγαλύτερη από 3,9 εκατομμύρια βαρέλια/μέρα που μαζί με την επιπλέον διακοπή της ικανότητας διύλισης λόγω των ζημιών που προκάλεσε ο τυφώνας Katrina, η συνολική διακοπή της διύλισης ανήλθε σε πάνω από το ένα τέταρτο της συνολικής ικανότητας των Η.Π.Α.

Τέλος, τον Δεκέμβριο του 2005, τα πετρελαιοφόρα που διέρχονταν από τα Στενά του Βοσπόρου αντιμετώπισαν καθυστερήσεις 19 ημερών, δύο φορές μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες καθυστερήσεις της προηγούμενης χρονιάς λόγω κακών καιρικών συνθηκών και αυξημένης κυκλοφορίας δεξαμενόπλοιων.

<b>ΠΕΡΙΟΔΟΣ</b>	<b>ΓΕΓΟΝΟΣ</b>	<b>ΑΠΩΛΕΙΑ</b>
1992 - 1993	Κακές καιρικές συνθήκες το χειμώνα στον Καναδά	Μη Διαθέσιμο
Ιανουάριος 1994	Κακές καιρικές συνθήκες στις Η.Π.Α.	Μη Διαθέσιμο
Οκτώβριος 2002	Τυφώνας Lili	1,5 εκατ.βαρ/μέρα
Σεπτέμβριος 2004	Τυφώνας Ivan	Μη Διαθέσιμο
Ιούλιος 2005	Τροπική καταιγίδα Cindy	Μη Διαθέσιμο
Ιούλιος 2005	Τυφώνας Emily	Μη Διαθέσιμο
Αύγουστος 2005	Τυφώνας Katrina	Μη Διαθέσιμο
Σεπτέμβριος 2005	Τυφώνας Rita	3,9 εκατ.βαρ/μέρα
Δεκέμβριος 2005	Κακοκαιρία στα Στενά του Βοσπόρου	Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions [31]

**Πίνακας 3.7:** Γεγονότα που σχετίζονται με ακατάλληλες καιρικές συνθήκες.

### 3.6.7 Μονοπωλιακές πρακτικές – Καρτέλ (F7)

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το 70% των εντοπισμένων αποθεμάτων φυσικού αερίου βρίσκονται στην πρώην Σοβιετική Ένωση και τη Μέση Ανατολή και πως μονάχα δύο χώρες, το Ιράν και η Ρωσία, κατέχουν τα μισά από αυτά, είναι κοινή λογική, μονοπωλιακές πρακτικές, παρότι παράνομες, να μπορούν να εμφανιστούν αρκετά εύκολα.

Η μεταφορά φυσικού αερίου διαμέσου της Ουκρανίας έχει συναντήσει ιδιαίτερα προβλήματα όσον αφορά τη διανομή του Ρωσικού αερίου στην Ευρώπη της μετασοβιετικής εποχής. Η αιτία των προβλημάτων ήταν η έλλειψη χρημάτων της Ουκρανίας ώστε να ανταπεξέλθει οικονομικά στον εφοδιασμό από την Ρωσία. Το γεγονός αυτό οδήγησε τις Ουκρανικές εταιρείες αερίου σε μια δεκαετία «μη εξουσιοδοτημένων αποκλίσεων» στη μεταφορά του φυσικού αερίου προς τους ευρωπαϊούς πελάτες. Με λίγες εξαιρέσεις οι δυσκολίες μεταφοράς από την Ουκρανία διαρκούσαν μονάχα λίγες μέρες και συνέβαιναν κυρίως σε περιόδους μη αυξημένης ζήτησης στην Ευρώπη, έτσι οι ευρωπαϊκές εταιρίες τις διαχειρίστηκαν με σχετική ευκολία[13]. Μόνο σε δύο περιπτώσεις, και οι δύο στην Τουρκία, δημιούργησαν προβλήματα μείωσης της παροχής προς τους τελικούς ευρωπαϊούς καταναλωτές, κυρίως στις προμήθειες των εγκαταστάσεων

εισαγωγής LNG. Η πρώτη στις αρχές του 1994 όπου οι ημερήσιες παραδόσεις Ρωσικού φυσικού αερίου μειώθηκαν στο 50% και η δεύτερη το Μάρτιο του 1995 όπου μία από τις υπάρχουσες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας φυσικού αερίου έπρεπε να αλλάξει και να δέχεται πετρέλαιο καύσιμο, με δύο άλλες μονάδες να τίθενται σε κατάσταση αναμονής[22].

Αναλογιζόμενοι τη Ρωσία, την μακράν μεγαλύτερη πάροχο φυσικού αερίου, πρέπει να λάβουμε υπόψη πως η ενεργειακή της πολιτική δεν ορίζεται μόνο από οικονομικά ενδιαφέροντα αλλά εξίσου και από γεωπολιτικά θέματα, εξωτερικής πολιτικής και ασφαλείας [8]. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδειχθεί με το παράδειγμα της σημαντικής μείωσης από την Gazprom, της παροχής φυσικού αερίου για 30 ώρες στην Λευκορωσία το 2004.

Τα τελευταία 20 χρόνια έχουν σημειωθεί πολύ λίγες περιπτώσεις όπου μονοπωλιακές πρακτικές δημιούργησαν προβλήματα στη λειτουργία του εμπορίου φυσικού αερίου. Μία από αυτές συνέβη τη δύσκολη περίοδο του 1980 όπου οι πιέσεις της Αλγερίας για υψηλότερες τιμές οδήγησαν σε δυσλειτουργίες του εμπορίου LNG με συνέπεια την προσωρινή απώλεια της Αλγερινής αγοράς στην Ευρώπη. Ένα άλλο ιδιαίτερα πρόσφατο παράδειγμα είχαμε στις 7 Ιανουαρίου 2007 όταν ο εφοδιασμός σε αργό πετρέλαιο μέσω του αγωγού Brotherhood Pipeline (Druzhba) στην Πολωνία και τη Γερμανία διεκόπη. Τότε η Πολωνική εταιρεία PERN “Przyjazn” SA, υπεύθυνη για τη μεταφορά του αργού πετρελαίου στα διυλιστήρια της Πολωνίας και της Γερμανίας, απευθύνθηκε στην Λευκορωσική εταιρεία αγωγών Gomeltransneft για εξηγήσεις και θέλησε να μάθει την ημερομηνία που ο εφοδιασμός θα αποκατασταθεί. Στις 8 Ιανουαρίου 2007 ο εφοδιασμός σε αργό πετρέλαιο μέσω της νότιας διακλάδωσης του αγωγού Druzhba στην κατεύθυνση Ουκρανίας, Σλοβακίας, Τσεχίας και Ουγγαρίας διεκόπη επίσης. Το πρωί της 9<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 2007 η PERN “Przyjazn” SA δέχτηκε γράμμα από την Λευκορωσική Gomeltransneft που την πληροφορούσε πως ο λόγος της διακοπής του εφοδιασμού σε αργό πετρέλαιο από την Λευκορωσία ήταν η διακοπή του από την Ρωσική μεριά και πως θα τον αποκαθιστούσε αμέσως μόλις δεχόταν το αργό πετρέλαιο από την Ρωσία. Στις 11 Ιανουαρίου 2007 το πρόβλημα λύθηκε αλλά η Πολωνία χρειάστηκε να χρησιμοποιήσει αποθέματα ασφαλείας [23].

<b>ΠΕΡΙΟΔΟΣ</b>	<b>ΓΕΓΟΝΟΣ</b>	<b>ΑΠΩΛΕΙΑ</b>
Μάιος 1970 - Ιαν 1971	Διαμάχη Λιβυκών τιμών	360 εκατ.βαρ/μέρα
1980	Απώλεια της Αλγερινής αγοράς LNG	Μη Διαθέσιμο
1994	Μείωση ημερήσιας παροχής Ρωσικού φυσικού αερίου	50% μείωση
1995	Μείωση ημερήσιας παροχής Ρωσικού φυσικού αερίου	Μη Διαθέσιμο
2004	Μειωμένη παροχή Ρώσικου φυσικού αερίου	Μη Διαθέσιμο

Ιανουάριος 2007	Διακοπή εφοδιασμού σε αργό πετρέλαιο μέσω του αγωγού Brotherhood Pipeline (Druzhba)	Μη Διαθέσιμο
Ιανουάριος 2007	Διακοπή εφοδιασμού σε αργό πετρέλαιο μέσω της νότιας διακλάδωσης του αγωγού Brotherhood Pipeline (Druzhba)	Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions [31]

Πίνακας 3.8:Γεγονότα που σχετίζονται με μονοπωλιακές πρακτικές – Καρτέλ.

### 3.7 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΡΙΣΚΟΥ

Σύμφωνα με τα παραπάνω, μια θεωρητική κατηγοριοποίηση των γεγονότων, που συνέβησαν τα τελευταία 50 χρόνια παγκοσμίως και σχετίζονται με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, μπορεί να μας οδηγήσει σε συμπεράσματα αναφορικά με μία ποιοτική αξιολόγηση του ρίσκου που κρύβεται πίσω από κάθε κατηγορία.

Καταλήγουμε έτσι στον παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία	Πιθανότητα		Επιπτώσεις	
	Πετρέλαιο	Φ.Α.	Πετρέλαιο	Φ.Α.
<b>F1:</b> Συγκρούσεις	++	-	++	++
<b>F2:</b> Πολιτική αστάθεια	++	-	++	++
<b>F3:</b> Τρομοκρατικές επιθέσεις	-	-	-	-
<b>F4:</b> Περιορισμός εξαγωγών	+	-	+	+
<b>F5:</b> Ατυχήματα	+	+	+	+
<b>F6:</b> Ακατάλληλες καιρικές συνθήκες	+	+	-	-
<b>F7:</b> Μονοπωλιακές πρακτικές – Καρτέλ	++	++	++	++

++:Υψηλή, +:Μέτρια, -:Χαμηλή.

Πηγή: Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions [31]

Πίνακας 3.9:Ποιοτική αξιολόγηση ρίσκου που κρύβεται πίσω από κάθε κατηγορία γεγονότος.

Βασιζόμενοι στον παραπάνω πίνακα μπορούμε να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις:

- Τα γεγονότα που αφορούν τον εφοδιασμό πετρελαίου είναι περισσότερα από εκείνα που αφορούν τον εφοδιασμό φυσικού αερίου.
- Η πιθανότητα εκδήλωσης γεγονότος που σχετίζεται με τη διακοπή του ενεργειακού εφοδιασμού είναι μεγαλύτερη για το πετρέλαιο συγκριτικά με εκείνη για το φυσικό αέριο.
- Παρά το γεγονός πως η πιθανότητα διακοπής στον εφοδιασμό πετρελαίου είναι αρκετά υψηλότερη από την αντίστοιχη του φυσικού αερίου, οι επιπτώσεις τους είναι ίδιες. Αυτό είναι απολύτως λογικό λαμβανομένου υπόψη πως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι τα δύο πιο κοινά και ευρέως διαδεδομένα καύσιμα.
- Γεγονότα που συνέβησαν πριν από 50 χρόνια, αν και σπάνια, πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη καθώς υπάρχει πάντα η πιθανότητα να ξανασυμβούν ιδίως αναλογιζόμενοι τη ρευστή κατάσταση που επικρατεί στην Μέση Ανατολή.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η προσπάθεια καταγραφής όλων των γεγονότων που σχετίζονται με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού από το 1950 μέχρι σήμερα τόσο για την αγορά του πετρελαίου όσο και για την αγορά του φυσικού αερίου συμβάλλει στο να αντιληφθούμε τη σημασία της ανάλυσης ρίσκου καθώς και της πρόβλεψης αυτών. Ιδιαίτερα στην σημερινή πραγματικότητα όπου τόσο η ζήτηση όσο και η εξάρτηση από τις εισαγωγές κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα και όπου μια πιθανή διακοπή ή μικρή αναστάτωση μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες στην διαδικασία του εφοδιασμού.

Έχοντας τώρα μια γενική εικόνα της αγοράς πετρελαίου και φυσικού αερίου καθώς επίσης και των ρίσκων που αυτές κρύβουν μπορούμε να ισχυριστούμε γενικά, πως ακόμη και σήμερα οι κίνδυνοι είναι πολλοί. Πόλεμοι και εμφύλιες συγκρούσεις μπορεί να αντικαταστάθηκαν σε κάποιο βαθμό από τις ακατάλληλες καιρικές συνθήκες και τις μονοπωλιακές πρακτικές εξακολουθούν όμως να αποτελούν καθοριστικό παράγοντα στον ενεργειακό εφοδιασμό. Έτσι λαμβάνοντας υπόψη την ιστορική αναδρομή, μπορούμε να παρατηρήσουμε πως η φύση των κινδύνων μπορεί να έχει μεταβληθεί με την πάροδο των δεκαετιών, το αντίκτυπό τους όμως στις διεθνείς αγορές και τον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό παραμένει μεγάλης σημασίας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

---

1. Volker Krey, Dag Martinsen, Hermann-Josef Wagner. ScienceDirect. Effects of stochastic energy prices on long-term energy-economic scenarios, November 2006.
2. Hellmuth Weisser. Energy Policy. The security of gas supply-a critical issue for Europe?, December 2005.
3. Egenhofer C., Gialoglou K., Luciani G., Boots M., Scheepers M., Constantini V., Gracceva F., Mankandya A., Vicini G.. IEM Working Paper No 117.04. Market-based Options for Security of Energy Supply, 2004.
4. European Commission. Towards a European Energy Strategy for the Security of Energy Supply, Com 2000-769 final. Brussels, November 2000.
5. INDES study. Executive Summary, Insurance against Disruptions of Energy Supply, IEA, 2004.
6. IEA-International Energy Agency. Security of Gas Supply in Open Markets, 2004.
7. Luciani G. FEEM Working Paper no 119.04. Security of Supply for Natural Gas Markets: What is it and what is it not?, 2004.
8. Notzold A., Konrad Adenauer Stiftung. Die europäische Strategie zur Energieversorgungssicherheit, 2004.
9. Ryan Wisser, Devra Bachrach, Mark Bolinger, William Golove. ScienceDirect. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Comparing the risk profiles of renewable and natural gas-fired electricity contracts, November 2003.
10. J.Bielecki. The Quarterly Review of Economics and Finance. Energy security: is the wolf at the door?, January 2002.
11. BP Amoco. Statistical Review of World Energy, London, 1999.
12. John V. Mitchell. The Royal Institute of International Affairs, Sustainable Development Programme. Renewing Energy Security, July 2002.
13. Jonathan Stern. The Royal Institute of International Affairs, Sustainable Development Programme. Security of European Natural Gas Supplies. The impact of import dependence and liberalization, July 2002.
14. IEA-International Energy Agency, World Energy Outlook 2000, Paris: OECD 2000.
15. U.S. Geological Survey. World Petroleum Assessment, WashingtonD.C., 2000.
16. IEA-International Energy Agency, Interview quoted in Reuters, December 3, 2002.
17. Petroleum Intelligence Weekly, December 6, 2004.
18. Rueil Malmaison. Cedigaz, Major Trends for the Gas Industry in 2000, July 2001.
19. The Longford Royal Commission. The Esso Longford Gas Plant Accident, Government Printer for the State of Victoria, June 1999.
20. Norwegian gas customers unruffled by production shutdown, World Gas Report, April 1986.
21. Bomb disrupts Algerian gas supplies, Energy Compass, November 1997.
22. IEA, Energy Policies of IEA Countries, Turkey, 1997, Paris: OECD 1997.

- 23.** Malgorzata Palinska. Deliverable No 3.2-RS3b, Proceedings of the Second Forum, NEEDS. Security of oil and gas supplies to Poland.
- 24.** Andrea Bigano, Mariaester Cassinelli, Anil Markandya, Fabio Sfera. Technical Paper No 1.7a-RS1c, NEEDS. The role of risk aversion and lay risk in the probabilistic externality assessment for oil tanker routes to Europe: A methodological Note, 2004.
- 25.** Harks 2003, Constantini and Gracceva, 2004.
- 26.** Electricity Production from Oil in the EU. IEA, 2004.
- 27.** Bassam Fattouh. Oxford Institute for Energy Studies, WPM 33. How Secure are Middle East Oil Supplies, 2007.
- 28.** Horsnell P.. The Probability of Oil Market Disruption with an Emphasis on the Middle East. Working Paper published by James A. Baker Institute for Public Policy, 2000.
- 29.** Energy Information Administration. International Energy Outlook, 2007.
  
- 30.** De Joode J., Kingma D., Lijesen M., Mulder M., Shestalova V.. Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. Energy Policies and Risks on Energy Markets, A Cost-Benefit Analysis, 2004
- 31.** Review&Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions. Maria Flouri MBA, Chara Karakosta M Sc, Haris Doukas PhD, John Psarras Prof. National Technical University of Athens – NTUA Management and Decision Support Systems Lab (EPU-NTUA).

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### **ΜΕΡΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΣΕ ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΥΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

---



## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το κεφάλαιο αυτό βασίζεται εξ ολοκλήρου στην εργασία “ Some Considerations on Investments in Irregular Dynamic Data Spaces “ των Κ.Καθηγητών Παναγιωτόπουλου, Πετραντωνάκη και Χατζηντέμα .

Οι επενδύσεις υπόκεινται σε αβέβαιες μελλοντικές συνθήκες οι οποίες αντιμετωπίζονται ως εξωτερικοί παράγοντες ρίσκου, πάνω στις οποίες ο επενδυτής δεν έχει κανένα έλεγχο. Στον κόσμο των επενδύσεων το ρίσκο είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την απόδοση, είτε μας αρέσει είτε όχι αυτό είναι μια αναγκαιότητα. Ένας κοινός ορισμός για τις επενδύσεις με ρίσκο είναι η απόκλιση από την αναμενόμενη έκβαση. Η απόκλιση μπορεί να είναι θετική ή αρνητική και είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ιδέα του “no pain no gain”.

Προκειμένου να επιτύχουμε υψηλότερες μακροπρόθεσμες αποδόσεις πρέπει να δεχτούμε μεγαλύτερες βραχυπρόθεσμες μεταβλητότητες. Το μέγεθος της μεταβλητότητας εξαρτάται από την ανεκτικότητα του ρίσκου, η οποία είναι μια έκφραση ικανότητας να αναλάβουμε μεταβλητότητα βασισμένη σε συγκεκριμένες χρηματοοικονομικές συνθήκες και την τάση να το πράξουμε, λαμβάνοντας υπόψιν την ψυχολογική άνεση με την αβεβαιότητα και την πιθανότητα να υποστούμε μεγάλες απώλειες.

Στη σημερινή εποχή οι επενδυτές αντιμετωπίζουν την αβεβαιότητα η οποία προκύπτει από την αλλαγή των δεδομένων μέσα σε ένα χρονικό ορίζοντα σχεδιασμού. Η αλλαγή των δεδομένων θεωρείται σήμερα ως το μεγαλύτερο ρίσκο των επενδυτών του 21<sup>ου</sup> αιώνα, και οι πολιτικοί αποτυγχάνουν στο να δώσουν μακροπρόθεσμες λύσεις όσο αφορά τις επενδυτικές τους επιλογές. Μία στέρεα κατανόηση του ρίσκου στις διάφορες μορφές του μπορεί να βοηθήσει τους επενδυτές να κατανοήσουν καλύτερα τις ευκαιρίες ,τους συμβιβασμούς και τα κόστη που σχετίζονται με τις διαφορετικές προσεγγίσεις των επενδύσεων με σκοπό την επιλογή της βέλτιστης ή καλύτερα μιας ευρηματικής επένδυσης.

Αυτή η εργασία προτείνει νέες εκτιμήσεις στη Θεωρία των Επενδύσεων, προκειμένου να αποφευχθούν οι μαύρες τρύπες. Παρουσιάζεται ένα νέο μοντέλο πολλαπλών κριτηρίων το οποίο θα μπορούσε να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στην μελέτη της αβεβαιότητας από την αλλαγή δεδομένων βοηθώντας έτσι στην απόφαση της βέλτιστης επενδυτικής επιλογής .

#### 4.1 ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΡΙΣΚΟ

Η τυπική απόκλιση είναι η συνηθέστερη μέθοδος υπολογισμού του απόλυτου ρίσκου, η οποία εξηγεί το τι συνέβη στη συνολική διάρκεια της επένδυσης αλλά δεν εξηγεί τι συνέβη στη πορεία. Αν και είναι μια πολύ χρήσιμη πληροφορία, δεν αντιμετωπίζει πλήρως τις ανησυχίες του επενδυτή σχετικά με το ρίσκο[1].

Αυτό που πραγματικά θέλουν να γνωρίζουν οι επενδυτές δεν είναι μόνο το πόσο ένα στοιχείο αποκλίνει από το αναμενόμενο αποτέλεσμα, αλλά πόσο άσχημα μπορεί να δείχνουν τα πράγματα στην αριστερή ουρά της καμπύλης κατανομής. Η αξία του ρίσκου (Value at risk) επιχειρεί να δώσει μια απάντηση σ' αυτό το ερώτημα. Η ιδέα πίσω από το VAR είναι να ποσοτικοποιήσει το πόσο άσχημα θα μπορούσε να είναι μια απώλεια για μια επένδυση, με ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης κατά τη διάρκεια μιας καθορισμένης χρονικής περιόδου. Φυσικά ακόμα και ένα τέτοιο μέτρο δεν εγγυάται ότι τα πράγματα δεν θα εξελιχθούν χειρότερα. Θεαματικές καταστροφές όπως το Hedge Fund Long Term Capital Management (LTCM) το 1998 μας θυμίζει ότι τα λεγόμενα “ ακραία γεγονότα” μπορούν να συμβούν[17]. Μετά απ' όλα 95% εμπιστοσύνη επιτρέπει στο 5% των αποτελεσμάτων του χρόνου να είναι χειρότερα απ' ό,τι η (VAR) υπολογίζει. Στην περίπτωση της (LTCM) το ακραίο γεγονός ήταν η αδυναμία της Ρωσικής κυβέρνησης να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις της ως προς το εξωτερικό χρέος, γεγονός που προκάλεσε μείωση της απόδοσης των Hedgefund's μεγαλύτερη από την αναμενόμενη από τον υπολογισμό με (VAR)[2]. Άλλα μέτρα του ρίσκου προσανατολισμένα στις τάσεις της συμπεριφοράς προσπαθούν να αντιμετωπίσουν τρία πράγματα: το μέγεθος κάθε αρνητικής περιόδου (πόσο άσχημα), την διάρκεια (πόσο καιρό), και την συχνότητα (πόσες φορές), επίσης πόσο συγκριτικά επικίνδυνη είναι μια επένδυση. Το πεδίο των (behavioral finance) έχει συνεισφέρει ένα σημαντικό στοιχείο στην εξίσωση του ρίσκου αποδεικνύοντας την ασυμμετρία ανάμεσα στον τρόπο που οι άνθρωποι βλέπουν τα κέρδη και τις απώλειες. Στη γλώσσα της Prospect Theory μια περιοχή των Behavioral Finance που θεσπίστηκε από τους Amos Tversky και Daniel Kahneman το 1979 οι επενδυτές παρουσιάζουν απώλεια αποστροφής που σημαίνει ότι δίνουν μεγαλύτερο βάρος στον πόνο που προκαλεί μια απώλεια από το καλό συναίσθημα που προκαλείται από το κέρδος[4]. Πιο συγκεκριμένα, η Θεωρία Προοπτικής είναι μια συμπεριφορική οικονομική θεωρία που περιγράφει τις αποφάσεις μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων που ενέχουν κινδύνους, όπου είναι γνωστές οι πιθανότητες των αποτελεσμάτων[3]. Η θεωρία λέει ότι οι άνθρωποι παίρνουν αποφάσεις με βάση την πιθανή αξία των ζημιών και κερδών παρά την τελική έκβαση, και ότι οι άνθρωποι αξιολογούν αυτές τις απώλειες και τα κέρδη χρησιμοποιώντας ενδιαφέροντα ευρετικά μοντέλα. Αν το μέγεθος της αγοράς ή το συστηματικό ρίσκο ήταν οι μοναδικοί παράγοντες, τότε η απόδοση του χαρτοφυλακίου θα ήταν εύκολο να εκτιμηθεί. Ωστόσο αυτή δεν είναι μια συνηθισμένη περίπτωση. Η απόδοση του χαρτοφυλακίου διαφέρει ως αποτέλεσμα πολλών παραγόντων που δεν σχετίζονται με το ρίσκο της αγοράς. Διαχειριστές επενδύσεων που ακολουθούν μια ενεργή στρατηγική λαμβάνουν υπ' όψιν και άλλους κινδύνους για να επιτύχουν μια καλύτερη επίδοση από την απόδοση της αγοράς.

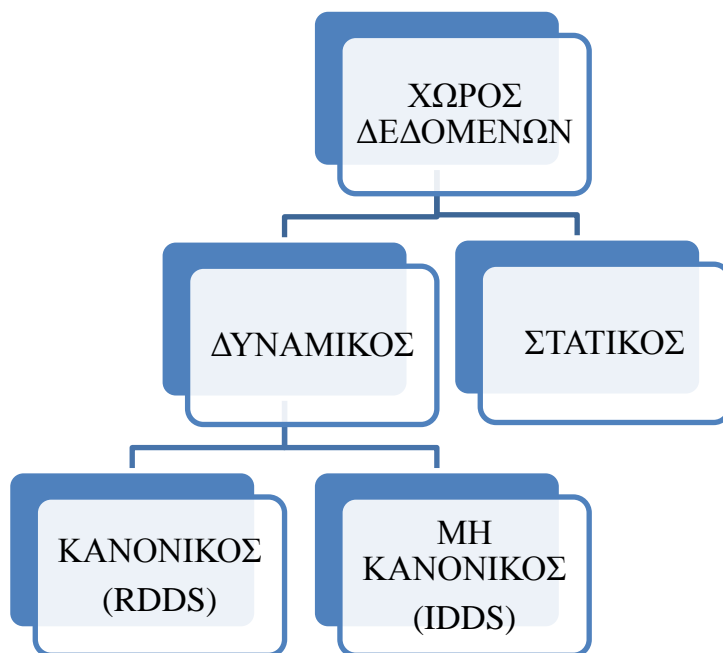
Ο προγραμματισμός των επενδύσεων είναι βασισμένος σε δοσμένα στοιχεία και κανόνες που ισχύουν στον παρόντα χρόνο, ενώ η ανταπόκριση της εξόδου πρέπει να είναι αξιόπιστη μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα. Εδώ πρέπει να επισημάνουμε ότι μόνο σε μη πραγματικά συστήματα όπως τα ηλεκτρονικά παιχνίδια η ακραία περίπτωση του μηδενικού χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού είναι έγκυρη. Σε άλλα συστήματα αν τα δεδομένα αλλάζουν μέσα σε ένα δοσμένο χρονικό ορίζοντα (π.χ επενδύσεις στην περιοχή των Βαλκανίων, ανατολικής Μεσογείου, κτλ) μια βέλτιστη λύση στο παρόν μπορεί να μην είναι βέλτιστη στο μέλλον ή ακόμα χειρότερα μπορεί να αποδειχτεί καταστροφική με αποτέλεσμα όχι μόνο να χάσουμε τα αναμενόμενα κέρδη αλλά μπορεί να υποστεί μεγάλες ζημιές το αρχικό μας κεφάλαιο .

Στη παρούσα μελέτη παρουσιάζεται μια βέλτιστη ή ακόμα μια καλή λύση βασισμένη σε σημερινά δεδομένα , η οποία θα παραμείνει μια καλή λύση κατά την διάρκεια ολόκληρης της χρονικής περιόδου της επένδυσης , διευκολύνοντας έτσι τις αποφάσεις για βέλτιστες επενδυτικές επιλογές .

## 4.2 ΧΩΡΟΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Εαν  $\Delta t = t_2 - t_1$  είναι ο συνολικός χρονικός ορίζοντας με  $t_2$  το τέλος του  $\Delta t$  και  $t_1$  τον παρόντα χρόνο , τότε έχουμε δύο είδη χώρων δεδομένων , τους στατικούς (SDS) ,και τους δυναμικούς χώρους (DDS) . Οι στατικοί χώροι δεδομένων δεν αλλάζουν μέσα στο  $\Delta t$  . Βέλτιστες ή κάλες αποφάσεις στους (SDS) υπολογίζονται από γνωστά κλασσικά μαθηματικά μοντέλα. Οι χώροι αυτοί αργά η γρήγορα μεταλλάσσονται, εκτός αν είναι τεχνητοί μη πραγματικοί χώροι. Στην περίπτωση των (DDS) ένα τουλάχιστον στοιχείο των δεδομένων τείνει να αλλάξει μέσα στο  $\Delta t$  ως εκ τούτου μια κρίση μπορεί να συμβεί.

Οι δυναμικοί χώροι δεδομένων μπορεί να είναι κανονικοί (RDDS) ή μη κανονικοί (IDDS) . Στους κανονικούς δυναμικούς χώρους δεδομένων τα δεδομένα αλλάζουν μέσα στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$  σύμφωνα με γνωστούς μαθηματικούς κανόνες (πχ. επενδύσεις σε παραδοσιακές χρηματιστηριακές αγορές ). Μπορεί να έχουμε κρίση μόνο σε περιπτώσεις αμέλειας ή ανικανότητας .Ωστόσο, στην περίπτωση των μη κανονικών δυναμικών χώρων δεδομένων (IDDS) δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε πως αλλάζουν τα δεδομένα μέσα σε ένα δοσμένο χρονικό διάστημα σχεδιασμού  $\Delta t$ . Σε τέτοιες περιπτώσεις για τον έλεγχο των απειλών που προκαλούν κρίση απαιτείται η χρήση του Mutative Oriented Programming[7]. Η πρωταρχική έννοια των μη κανονικών δυναμικών χώρων δεδομένων είναι το γεγονός ότι δεν γνωρίζουμε πως αλλάζουν τα δεδομένα μέσα σε ένα χρονικό διάστημα σχεδιασμού , αλλά είναι δυνατόν να γνωρίζουμε την αιτία της αλλαγής. Μια ομάδα μη ενεργών απειλών στο παρόν μπορεί μέσα στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$  να ενεργοποιήσει μια ή και περισσότερες καταστροφικές δυνάμεις με αποτέλεσμα να αλλάξουν οι όροι του παιχνιδιού. Στην πραγματικότητα όταν μια απειλή ενεργοποιείται στο  $\Delta t$  τότε λαμβάνουμε μια καταστροφική δύναμη η οποία μπορεί να προκαλέσει μερική ή ακόμα και ολική καταστροφή του αρχικού συστήματος . Η προσπάθεια να ελαχιστοποιήσουμε το κόστος της καταστροφής και να επαναφέρουμε το σύστημα στην αρχική του μορφή, είναι ο πυρήνας του γνωστού “Crisis Management”[9-11]



Πράγματι ο κανονικός δυναμικός χώρος δεδομένων (RDDS) είναι ένα πεδίο όπου υπάρχει πάντα δυναμική. Αν η ανταπόκριση της δυναμικής συνάρτησης είναι γνωστή τότε ο χώρος είναι (RDDS) αλλιώς έχουμε (IDDS). Πρέπει να έχουμε πάντοτε κατά νου ότι διαφορετικές πτυχές της ανάλυσης μπορεί να θέσουν τον σχεδιασμό σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Μια πλευρά θα μπορούσε να προτείνει μια δομή ενώ μια άλλη μια διαφορετική, με άλλα λόγια μοντέλα τα οποία αποδίδουν σε (RDDS) μπορεί να αποδειχτούν μη επαρκή σε (IDDS)[5-7].

#### 4.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

Το βασικό ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί είναι πως είναι δυνατόν να βρούμε μια βέλτιστη ή καλή λύση την χρονική στιγμή  $t_1$  η οποία θα εξακολουθεί να είναι βέλτιστη ή καλή λύση για ολόκληρη την χρονική περίοδο  $\Delta t = t_2 - t_1$ , όπου  $t_2 > t_1$ ; Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω σε (IDDS) μια βέλτιστη ή καλή λύση την χρονική στιγμή  $t_1$  μπορεί να μην είναι καθόλου καλή την χρονική στιγμή  $t_2$ , ή ακόμα χειρότερα μπορεί να αποδειχτεί καταστροφική. Σε αυτούς τους χώρους δεν ξέρουμε πως αλλάζουν τα δεδομένα, αλλά μπορούμε να γνωρίζουμε τι τα αλλάζει στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$ . Η αιτία αυτών των αλλαγών είναι ένα σύνολο απειλών και παραγόντων τα οποία είναι παθητικά την χρονική στιγμή  $t_1$ , αυτό σημαίνει ότι δεν ενεργούν αυτή την χρονική στιγμή, αλλά κατά την διάρκεια  $\Delta t$  μερικά από αυτά μπορεί να μεταμορφωθούν σε καταστροφικές δυνάμεις:

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_m\}, \text{ όπου } j = 1, 2, \dots, m$$

Ένα ενεργό στοιχείο  $f_j$  (πχ, απεργία, οικονομική κρίση, ακραία καιρικά φαινόμενα, φυσικές καταστροφές, τοπικοί πόλεμοι, κτλ) μπορεί να αλλάξει τουλάχιστον ένα από τα στοιχεία του διαστήματος δεδομένων  $A$  (μονάδες επένδυσης, διάφορα κεφάλαια, κτλ)

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}, \text{ όπου } i = 1, 2, \dots, n$$

Έτσι μια παθητική απειλή όταν ενεργοποιείται γίνεται μια καταστροφική δύναμη η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε κρίση, με αποτέλεσμα αντί του αρχικού στατικού επενδυτικού συστήματος να αποκτήσουμε ένα νέο υπό (IDDS) συνθήκες σύστημα.  $S = (A, F, \Delta t)$

Η μέση τιμή της πιθανότητας  $P(S)$  του συστήματος επένδυσης  $S$  είναι:

$$P(S) = (\sum \sum (p_{ij}) / m) / n \text{ όπου } i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$$

Και  $p_{ij} \in [0, 1]$  είναι η πιθανότητα που σχετίζεται με τις αλλαγές του  $a_i$  που οφείλονται στη δύναμη  $f_j$ .

Στην ανάλυση που ακολουθεί εξετάζουμε τις περιπτώσεις όπου η πιθανότητα του ρίσκου παίρνει τις τιμές 0 ή 1. Σε πραγματικά προβλήματα είναι σχεδόν αδύνατον να γνωρίζουμε με ακρίβεια την τιμή των  $p_{ij}$  [10].

#### 4.4. OPERATIONAL HOLES (ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΤΡΥΠΕΣ)

Ορίζουμε ως εναλλακτικό σημείο ένα στοιχείο  $a_i$  του χώρου δεδομένων  $A$  το οποίο αλλάζει τα δεδομένα του μέσα στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$  εξαιτίας κάποιας κρίσης του επενδυτικού συστήματος  $S$ . Κατά συνέπεια ορίζουμε ως εναλλακτικό σύνολο  $G(S)$  ένα υποσύνολο του  $A$  το οποίο περιέχει όλα τα εναλλακτικά σημεία του  $A$ .

Ο απώτερος στόχος της ανάλυσής μας είναι να πάρουμε μια απόφαση  $d$  λαμβάνοντας υπόψη μόνο ένα υποσύνολο  $A(d)$  του χώρου δεδομένων  $A$  με σκοπό να μεγιστοποιήσουμε το κέρδος υπό συγκεκριμένους περιορισμούς και τυτόχρονα να ελαχιστοποιήσουμε τον αριθμό του υποσυνόλου  $G(A(d))$ .

Άρα το πολυκριτηριακό καταστροφικό μοντέλο περιγράφεται ως εξής :

1. Μεγιστοποίηση  $R(X, A(d)) = \sum r(a_i) * x_i, a_i \in A(d)$
2. <συνηθησμένοι περιορισμοί (αν υπάρχουν)>
3.  $R(X, A(d)) + B(X) \geq R(X0, A) + B - e$
4. Ελαχιστοποίηση  $|G(A(d), F, \Delta t)|$

Όπου :

- $B$  είναι το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσης
- $B(X)$  είναι το υπόλοιπο του κεφαλαίου της απόφασης  $d$
- $X = (x_i)$ , 0-1 είναι μεταβλητή απόφασης έτσι ώστε  $x_i = 1$  αν  $a_i \in A(d)$ ,
- $r(a_i)$  είναι το κέρδος της επένδυσης  $a_i$  την στιγμή  $t1$ ,
- $R(X^0, A)$  είναι το κέρδος του στατικού μοντέλου,
- $e$  είναι το μέγιστο ποσό κεφαλαίου το οποίο επιτρέπεται να χαθεί

➤  $R(X, A(d)) + B(X)$  είναι η μικτή χρηματοοικονομική απόδοση (MFP)

Το πολυκριτηριακό μοντέλο τρέχει σε εκθετικό χρόνο  $O(t \cdot 2^{(n-1)})$ , όπου  $t$  είναι ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση ενός απλού στατικού προβλήματος επένδυσης. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι το ακέραιο μοντέλο [1]-[4] δεν μπορεί να λυθεί με κάποια γνωστή μαθηματική μέθοδο. Ωστόσο για μικρές τιμές του  $n$  μπορούμε να εφαρμόσουμε μια ολοκληρωμένη τεχνική απαρίθμησης βρίσκοντας την επόμενη βέλτιστη λύση του υπομοντέλου [1]-[2], μέχρι να βρούμε μια εφικτή λύση του [3]-[4]. Από την άλλη πλευρά είναι δυνατόν να βρεθεί μια καλή ευρηματική λύση. Παρ' όλα αυτά πρέπει να βρούμε ένα καινούριο τρόπο μοντελοποίησης ώστε να λύσουμε το (IDDS) [1]-[4] μοντέλο [6-14].

Έτσι κατασκευάζουμε τον εναλλακτικό πίνακα  $C$ , ο οποίος είναι ο χάρτης με τις πληροφορίες κινδύνου του συστήματος  $S$ . Η εκτίμηση του πίνακα  $C$  μπορεί να επιτευχθεί μελετώντας προσεκτικά το IDDS μοντέλο, με σκοπό να βρούμε όλες τις απειλές και όλες τις ανταποκρινόμενες δυνάμεις καταστροφής:

$C = (c_{ij})$ ,  $i=1, 2, \dots, n$  και  $j=1, 2, \dots, m$

$C_{ij} = 1$ , εάν η δύναμη  $f_j$  μέσα στο  $\Delta t$  μπορεί να εξουδετερώσει το κέρδος  $r(a_i)$ ; Και στη χειρότερη περίπτωση να εξαλείψει ακόμα και το αρχικό κεφάλαιο.

$C_{ij} = 0$ , αλλιώς.

Μια απόφαση  $d$  τέτοια ώστε για κάθε  $a_i \in A(d)$  ισχύει η σχέση  $a_i \in G(S)$  στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$  ή ισοδύναμα για κάθε  $a_i \in A(d)$  υπάρχει τουλάχιστον μια καταστροφική δύναμη  $f_j$  έτσι ώστε  $c_{ij} = 1$ , ονομάζεται Black Operational Hole (BOH). Το αντίθετο του (BOH) ονομάζεται White Operational Hole (WHO), ενώ οποιαδήποτε άλλη υβριδική κατάσταση ονομάζεται Gray Operational Hole (GOH) [13].

Σ' αυτό το σημείο πιστεύουμε ένα απλό παράδειγμα θα διευκρινίσει τις λεπτομέρειες του προτεινόμενου μοντέλου επένδυσης:

“Επιλέξτε 3 μεταξύ 9 νέων επενδυτικών προϊόντων για ορίζοντα σχεδιασμού ενός έτους σε περιβάλλον IDDS στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου με βάση τα ακόλουθα δεδομένα.”

$S = (A, F, \Delta t)$ ,  $m=7$ ,  $n=9$ ,

$\Delta t = t_2 - t_1 = 1$  έτος,

$e = 11$  χρηματικές μονάδες,

budget = χρηματικές μονάδες / κεφάλαιο,  $B = 9$

$r(a_i) = \{3, 4, 5, 2, 5, 3, 2, 2, 5\}$

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΥ:

	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7
<b>a1</b>	1	0	0	1	0	0	1
<b>a2</b>	0	0	1	0	0	1	0
<b>a3</b>	0	1	0	0	1	0	0
<b>a4</b>	0	0	1	0	0	1	1
<b>a5</b>	1	1	0	0	0	0	1
<b>a6</b>	0	0	1	0	0	1	0
<b>a7</b>	1	0	0	0	0	0	1
<b>a8</b>	0	0	0	1	1	0	0
<b>a9</b>	1	1	0	0	0	1	0

Είναι προφανές ότι η στατική βέλτιστη λύση είναι  $A(d^0) = \{a_3, a_5, a_9\}$  και ως εκ τούτου:  $R(X^0, A) + B = 15+9 = 24$ , το ελάχιστο αποδεκτό  $MFP = 24 - e = 13$

Στην περίπτωση αυτή λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα σενάρια στο πλαίσιο  $\Delta t$ :

- $f_2$  ενεργοποιείται  $MFP = 0+0+0+0 = 0$  (BOH: το κέρδος και το κεφάλαιο χάνονται...)
- $f_3$  ενεργοποιείται  $MFP = 5+5+5+9 \geq 24$  (WOH: έχουμε κερδίσει τον ανταγωνισμό!)
- $f_7$  ενεργοποιείται  $MFP = 5+0+5+6 = 16$  (GOH)
- $f_1$  ενεργοποιείται  $MFP = 5+0+0+3 = 8$  (GOH)

Συνεπώς, είναι απαραίτητο να βρούμε την επόμενη καλύτερη λύση μέχρι να βρεθεί μια με χειρότερη απόδοση των μικτών χρηματοοικονομικών επιδόσεων  $MFP \geq 13$ .

Στο παράδειγμά μας, η δυναμική βέλτιστη λύση είναι  $A(d) = \{a_1, a_2, a_3\}$  με ελάχιστο  $MFP = 3+4+0+6 = 13$  και μέγιστο  $MFP = 3+4+5+9 = 21$ .

## 4.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΕΣ

Στην παραπάνω ανάλυση, θεωρήθηκε ότι μόνο μία δύναμη καταστροφής  $F_j$  εμφανίζεται μέσα στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$ . Αυτό ονομάζεται “κρίση πρώτης τάξης” γενικά στην περίπτωση των  $K$  ενεργών δυνάμεων στο διάστημα  $\Delta t$  τότε θα έχουμε “κρίση  $K$  τάξης”. Στο παράδειγμά μας η βέλτιστη δυναμική λύση  $A(d) = \{a_1, a_2, a_3\}$  θα γίνει (BOH) στην περίπτωση “κρίση τρίτης τάξης” όταν από κάποιες απειλές ενεργοποιούνται οι δυνάμεις καταστροφής  $f_1, f_2, f_3$  μέσα στο  $\Delta t$  [13]. Σήμερα οι περισσότεροι οικονομικοί χώροι είναι ή τείνουν να γίνουν μη κανονικοί, πράγμα που σημαίνει ότι οι αλλαγές των δεδομένων μέσα σε ένα χρονικό διάστημα σχεδιασμού γίνονται με άγνωστο τρόπο. Φαίνεται ότι η φράση «η ύπαρξη του απροσδόκητου για κάθε σύστημα είναι βεβαιότητα» είναι αλήθεια. Αυτό δεν είναι μια απαισιόδοξη άποψη. Εμείς απλά πιστεύουμε ότι πολλές κλασικές έννοιες της μικρο-οικονομίας και της Επιχειρησιακής Έρευνας θα πρέπει να αντικατασταθούν λόγω του ασαφούς χαρακτήρα των IDDS.

Μια καλή λύση είναι να αποφευχθούν οι επενδύσεις που μπορούν να οδηγήσουν προς ΒΟΗ ή GOH[5]. Το μυστικό είναι να ληφθούν υπόψη τα αντίμετρα πριν από κάθε κρίση. Ως εκ τούτου, για να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι των επενδύσεων, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να στοχεύουν σε μία καλή τεχνική, που είναι να επιλέγουν προϊόντα τα οποία είναι διαφορετικά μεταξύ τους λαμβάνοντας υπόψη το καταστροφικό σύστημα S. Θα πρέπει να επιλέγονται προϊόντα τα οποία η μέση πιθανότητα να είναι καταστροφικά σημεία να είναι ελάχιστη. Παρά το γεγονός ότι, αυτό φαίνεται να είναι μια «καλή λύση» για βέλτιστη λήψη αποφάσεων, επενδύοντας σε IDDS παραμένει ένα ανοιχτό ερώτημα.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Benaroch, M. (2002) "Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 19(2), pp. 43-84.
2. Crouhy, M., Galai, D., Mark, R. (2000) "A comparative analysis of current credit risk models", *Journal of Banking and Finance*, Vol. 24(1-2), pp. 59-117.
3. Hacura, A., Jadamus-Hacura, M., Kocot, A. (2000) "Risk analysis in investment appraisal based on the Monte Carlo simulation technique", *The European Physical Journal*, Vol. 20(4), pp. 551-553.
4. Kahneman, D., Tversky, A. (1979) "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk", *Econometrica*, Vol. 47(2), p. 263.
5. Panayiotopoulos, J-C., Petrantonakis, P. (2004) "Black Operating Holes and Land Warrior Information Systems", 20th European Conference on Operational Research, Rhodes.
6. Panayiotopoulos, J-C., Petrantonakis, P. (2005) "Using assignment Model as an Automated Recovery System", *The International Journal of Disaster Prevention and Management*, Vol. 14(1), pp. 89-97.
7. Panayiotopoulos, J-C., Mavrommatis, G. and Kalligatsis, J. (2005) "MOP: Mutation-Oriented Programming", *Foundations of Computing and Decision Sciences*, Vol. 30(3), pp. 215-226.
8. Panayiotopoulos, J-C., Petrantonakis, P. (2005) "Minimizing Recovery Costs in Military Information Systems: the Land Warrior case", *Defensor Pacis*, Vol. 17, pp. 189-200.
9. Panayiotopoulos, J-C., Petrantonakis, P. (2006) "Some considerations on Crisis Management", *Defensor Pacis*, Vol. 18, pp. 7-14.
10. Panayiotopoulos, J-C. (2007) "Information Operations / Crisis Management in Cyberspace: Mutative Oriented Programming", Crisis Management International Conference, 4-7 July 2007, Athens.
11. Panayiotopoulos, J-C. (2010) "Expert Systems in Crisis Management", *Defensor Pacis*, Vol. 23, special issue. 9
12. Panayiotopoulos, J-C. (2011) "Expert System Personalized Knowledge Retrieval", *Operational Research*, Vol. 11(2), pp. 215-227.
13. Panayiotopoulos, J-C. (1992) "White, Gray and Black Operational Holes: An Artificial Intelligence Approach", *Information and Optimization Sciences*, Vol. 13(3), pp. 407-425.
14. Sarkar, S. (2000) "On the investment-uncertainty relationship in a real options model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 24(2), pp. 219-225.
15. Serguieva, A., Hunter, J. (2004) "Fuzzy interval methods in investment risk appraisal", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 142(3), pp. 443-466.
16. Stulz, R. (1996) "Rethinking Risk Management", *Applied Corporate Finance*, Vol. 9(3), pp. 8-25.
17. Yin, R., Newman, D. (1996) "The Effect of Catastrophic Risk on Forest Investment Decisions", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 31(2), pp. 186-197.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>**

### **ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ**

---

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια εφαρμογή της προαναφερθείσας μεθοδολογίας πολυκριτηριακού καταστροφικού μοντέλου, για την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας στους διαδρόμους φυσικού αερίου και πετρελαίου. Συγκεκριμένα στόχος της παρακάτω ανάλυσης είναι η εύρεση των βέλτιστων διαδρόμων εφοδιασμού Φυσικού Αερίου και Πετρελαίου που θα εξασφαλίσουν τις απαιτούμενες ποσότητες. Η διερεύνηση των ρίσκων(κινδύνων) έγινε στο κεφάλαιο 3, και η αναλυτική παρουσίαση των διαδρόμων έγινε στο κεφάλαιο 2. Έχοντας ως οδηγό την μεθοδολογία “Some Considerations on Investments in Irregular Dynamic Data Spaces” των κ.καθηγητών Παναγιωτόπουλου, Πετραντωνάκη και Χατζηντέμα που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 4, κάνουμε την παρακάτω εφαρμογή, θεωρώντας την επένδυση σε διαδρόμους ενέργειας εναν μη κανονικό δυναμικό χώρο δεδομένων όπου τα δεδομένα αλλάζουν συνεχώς σε ένα χρονικό δεδομένο διάστημα. Στην προσπάθεια πρόβλεψης όλων των πιθανών δυνάμεων που ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο την επάρκεια καυσίμων της χώρας έχουμε λάβει υπόψην στατιστικά στοιχεία και γεγονότα που έχουν συμβεί στο παρελθόν και ενδεχόμενους μελλοντικούς κινδύνους, επίσης έχουμε κάνει την παραδοχή ότι η ενεργοποίηση μιας δύναμης καταστροφής θέτει εκτός τον διάδρομο και καταστρέφει σε ποσοστό 100% την αντίστοιχη ποσότητα καυσίμου. Αναλυτικά τα στάδια φαίνονται παρακάτω.

### 5.1 ΣΤΑΔΙΟ 1: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Σε αυτό το στάδιο γίνεται μια καταγραφή και παρουσίαση των διαδρόμων φυσικού αερίου που τροφοδοτούν την χώρα όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Κωδικός διαδρόμου	Κατάσταση	Χώρα προέλευσης	Περιοχή	Τρόπος μεταφοράς	Προορισμός
Gas 01	Ενεργός	Αλγερία	Μεσόγειος Θάλασσα	Τάνκερ	Ρεβυθούσα
Gas 02	Ενεργός	Αζερμπαϊτζάν	Κασπία Θάλασσα	Αγωγός	Κομοτηνή
Gas 03	Ενεργός	Ρωσία	Κασπία Θάλασσα	Αγωγός	Σιδηρόκαστρο
Gas 04	Υπό Κατασκευή	Ρωσία	Μαύρη Θάλασσα	Αγωγός	Αλεξανδρούπολη

Πηγή: Web tool for the quantification of oil and gas corridors socio-economic risks: The case of Greece.[1]

**Πίνακας 5.1.** Μελλοντικοί και υπάρχοντες διάδρομοι Φυσικού Αερίου.

### 5.1.1 Στάδιο 2 : Πιθανές απειλές εφοδιασμού Φυσικού Αερίου

Στο στάδιο αυτό γίνεται μια παρουσίαση των πιθανών παθητικών απειλών που αν ενεργοποιηθούν μέσα στο χρονικό διάστημα ενός έτους καταστρέφουν την τροφοδοσία του φυσικού αερίου. Οι δυνάμεις καταστροφής φαίνονται στον πίνακα 2.

<b>F1</b>	Αλλαγή καθεστώτος στην Αλγερία ,κίνδυνος εμφύλιου πολέμου
<b>F2</b>	Πολιτική αστάθεια στην Ουκρανία
<b>F3</b>	Τοπικός πόλεμος ,ένοπλες συγκρούσεις στα σύνορα Ν.Οσετίας –Γεωργίας
<b>F4</b>	Ατύχημα σε τάνκερ στην περιοχή της Μεσογείου
<b>F5</b>	Εμπάργκο από Ρωσία
<b>F6</b>	Τρομοκρατική ενέργεια στην περιοχή της Κασπίας θάλασσας
<b>F7</b>	Μονοπωλιακή πολιτική από Gazprom
<b>F8</b>	Αναταραχές στις Ελληνοτουρκικές σχέσεις ,ένταση στο Αιγαίο
<b>F9</b>	Πολιτικές πιέσεις Ρωσίας προς Ουκρανία που οδηγούν σε εμπάργκο
<b>F10</b>	Απεργιακές κινητοποιήσεις στη Ρουμανία
<b>F11</b>	Σεισμός στην Αττική θέτει εκτός τον σταθμό της Ρεβυθούσας

**Πίνακας 5.2.**Δυνάμεις Καταστροφής

Κωδικός διαδρόμου	Χωρητικότητα σε (bcm/yr)	Ποσότητες Συμβολαίων σε (bcm/yr)
<b>Gas 01</b>	3.0	0.7
<b>Gas 02</b>	7.0	0.75
<b>Gas 03</b>	6.7	3.0
<b>Gas 04</b>	10.0	3.0

**Πηγή:** Web tool for the quantification of oil and gas corridors socio-economic risks:The case of Greece[1]

**Πίνακας 5.3.**Χωρητικότητες και ποσότητες συμβολαίων Φ.Α.

### 5.1.2. Στάδιο 3: Πολυκριτηριακό Μοντέλο Φυσικού Αερίου.

Στο στάδιο αυτό καταστρώνουμε το πολυκριτηριακό καταστροφικό μοντέλο λαμβάνοντας υπόψιν τους περιορισμούς του προβλήματός μας. Ο απώτερος στόχος της ανάλυσης που κάνουμε είναι να πάρουμε μια απόφαση ως προς την επιλογή των δύο πιο ασφαλών διαδρόμων τροφοδοσίας φυσικού αερίου της χώρας στρέφοντας προς αυτούς μελλοντικές επενδύσεις στην αύξηση της χωρητικότητας των αγωγών ή στην επαναδιαπραγμάτευση των συμφωνημένων ποσοτήτων. Παρουσιάζονται στον πίνακα 3 οι χωρητικότητες και οι ποσότητες συμβολαίου για τους τέσσερις διαδρόμους φυσικού αερίου[3].

Η συνολική εγχώρια απαίτηση είναι 3.7bcm/yr (σύμφωνα με το ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας) Άρα το πολυκριτηριακό καταστροφικό μοντέλο περιγράφεται ως εξής:

1.Μεγιστοποίηση της χωρητικότητας

2.Ελαχιστοποίηση των κινδύνων  $F$

3.Χωρητικότητα > Κατανάλωση(απαίτηση της χώρας σε  $\Phi.A$ )

Όπου 1,2,3 ουσιαστικά είναι οι περιορισμοί του προβλήματος .

Για να βρούμε μια βέλτιστη λύση του προβλήματός μας κατασκευάζουμε τον εναλλακτικό πίνακα C. Ο πίνακας αυτός είναι ο χάρτης με τις πληροφορίες κινδύνου του συστήματός μας. Η εκτίμηση του πίνακα C έγινε μελετώντας προσεκτικά ιστορικά και στατιστικά στοιχεία της κάθε απειλής ξεχωριστά για την πιθανότητα ενεργοποίησής της στο χρονικό διάστημα  $\Delta t=1$  έτος ,όπου ένας χρόνος είναι το διάστημα στο οποίο μελετάμε το σύστημά μας . Μελετώντας προσεκτικά το IDDS μοντέλο [4] βρίσκουμε όλες τις απειλές και τις ανταποκρινόμενες δυνάμεις καταστροφής :

$C=C_{ij}$  (  $i=1,2,3,\dots,n$  και  $j=1,2,3,\dots,m$ ),

$C_{ij}=1$  , εαν η απειλή  $F_j$  ενεργοποιείται στο διάστημα  $\Delta t$  και μπορεί να εξουδετερώσει τον αγωγό  $C_i$ .

$C_{ij}=0$  σε κάθε άλλη περίπτωση,

Σύμφωνα με τα παραπάνω αναλύοντας τους κινδύνους που απειλούν τους διαδρόμους έχουμε :

Για τον διάδρομο GAS 1 : Η ενεργοποίηση των δυνάμεων  $F_1, F_4,$  και  $F_{11}$  θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του διαδρόμου, σε αυτές τις περιπτώσεις οι  $C_{11}, C_{14}$  και  $C_{1,11}$  θα ισούνται με 1.

Για τον διάδρομο GAS 2: Η ενεργοποίηση των δυνάμεων  $F_3, F_6,$  και  $F_8$  θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του διαδρόμου , σε αυτές τις περιπτώσεις οι αντίστοιχες θέσεις του πίνακα C θα είναι 1.

➤ Για τον διάδρομο GAS 3: Η ενεργοποίηση των δυνάμεων  $F_2, F_5, F_7$  και  $F_9$  θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του διαδρόμου ,οπότε οι αντίστοιχες θέσεις του πίνακα C θα πάρουν την τιμή 1.

➤ Για τον διάδρομο GAS 4: Η ενεργοποίηση των δυνάμεων  $F_5, F_7$  και  $F_{10}$  θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του διαδρόμου ,οπότε οι αντίστοιχες θέσεις του πίνακα C θα πάρουν την τιμή 1.

Από τα παραπάνω κατασκευάζουμε τον πίνακα C[4].

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	<b>F7</b>	<b>F8</b>	<b>F9</b>	<b>F10</b>	<b>F11</b>
<b>GAS1</b>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>GAS2</b>	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
<b>GAS3</b>	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
<b>GAS4</b>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0

**Πίνακας 5.4.** Πίνακας Πληροφοριών Κινδύνου.

Από πίνακα 3 παρατηρούμε ότι για τους διαδρόμους GAS 2 , GAS 4 έχουμε τις μεγαλύτερες χωρητικότητες (σύνολο 17bcm/yr) και τις μεγαλύτερες ποσότητες συμβολαίου(σύνολο 3.75bcm/yr)και στις δύο περιπτώσεις οι ποσότητες είναι μεγαλύτερες από την εγχώρια απαίτηση σε Φ.Α. Άρα ο συνδυασμός GAS 2, GAS 4 είναι η βέλτιστη στατική λύση .  
Τώρα λαμβάνοντας υπόψη την ενεργοποίηση των κινδύνων στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$ , θα έχουμε την παρακάτω ανάλυση:

- Ενεργοποίηση της F1 ,από πίνακα 3 βλέπουμε ότι η δύναμη αυτή δεν επηρεάζει τους διαδρόμους GAS 2 και GAS 4.
- Ενεργοποίηση της F2 ,από πίνακα 3 βλέπουμε ότι η δύναμη αυτή δεν επηρεάζει τους διαδρόμους GAS 2 και GAS4.
- Ενεργοποίηση της F3, η δύναμη αυτή καταστρέφει τον διάδρομο 2,στην περίπτωση αυτή μόνο ο αγωγός 4 με χωρητικότητα 10.0bcm/yr και ποσότητες συμβολαίου 3.0bcm/yr ικανοποιεί τους περιορισμούς του προβλήματος.
- Ενεργοποίηση της F4,από πίνακα 3 βλέπουμε ότι η δύναμη αυτή δεν επηρεάζει τους διαδρόμους 2 και 4.
- Ενεργοποίηση της F5,από πίνακα 3 βλέπουμε ότι η δύναμη αυτή καταστρέφει τον διάδρομο 4,στην περίπτωση αυτή ο διάδρομος 2 με χωρητικότητα 7.0bcm/yr ικανοποιεί τους περιορισμούς του προβλήματος
- Ενεργοποίηση της F6, η δύναμη αυτή καταστρέφει τον διάδρομο 2 ,άρα έχουμε πάλι την περίπτωση 3).

- Ενεργοποίηση της F7, η δύναμη αυτή καταστρέφει τον διάδρομο 4, άρα έχουμε εδώ την περίπτωση 5).
- Ενεργοποίηση της F8, από πίνακα 3 βλέπουμε ότι η δύναμη αυτή δεν επηρεάζει τους διαδρόμους 2 και 4.
- Ενεργοποίηση της F9, από πίνακα 3 βλέπουμε ότι η δύναμη αυτή δεν επηρεάζει τους διαδρόμους 2 και 4.
- Ενεργοποίηση της F10, από πίνακα 3 βλέπουμε ότι η δύναμη αυτή δεν επηρεάζει τους διαδρόμους 2 και 4.
- Ενεργοποίηση της F11, από πίνακα 3 βλέπουμε ότι η δύναμη αυτή δεν επηρεάζει τους διαδρόμους 2 και 4.

Από την παραπάνω ανάλυση παρατηρούμε ότι η βέλτιστη στατική λύση (GAS2 ,GAS4) εξακολουθεί να είναι η βέλτιστη λύση και μετά το χρονικό διάστημα  $\Delta t$  αφού έχουν ενεργοποιηθεί οι δυνάμεις καταστροφής  $C_j$ .

## 5.2 ΣΤΑΔΙΟ4: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.

Στο στάδιο αυτό γίνεται καταγραφή και παρουσίαση των διαδρόμων πετρελαίου που τροφοδοτούν την χώρα όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα .

Κωδικός διαδρόμου	Χώρα προέλευσης	Περιοχή	Κύρια σημεία διέλευσης	Τρόπος μεταφοράς
OIL1	Αζερμπαϊτζάν	Κασπία θάλασσα	Γεωργία, Βόσπορος, Δαρδανέλια .	Αγωγός /τάνκερ
OIL2	Ιράν	Περσικός κόλπος	Χορμούζ ,Μπαμπ ελ Μαντέμπ, Σουέζ.	Τάνκερ
OIL3	Καζακστάν	Μαύρη θάλασσα	Ρωσία ,Βόσπορος , Δαρδανέλια.	Αγωγός /τάνκερ
OIL4	Λιβύη	Μεσόγειος	Αίγυπτος	Τάνκερ
OIL5	Ρωσία	Ρωσική ομοσπονδία	Βόσπορος, Δαρδανέλια	Τάνκερ
OIL6	Σαουδική Αραβία	Περσικός κόλπος	Χορμούζ ,Μπαμπ ελ Μαντέμπ, Σουέζ.	Τάνκερ
OIL7	Ρωσία	Ρωσική ομοσπονδία	Μαύρη θάλασσα, Βουλγαρία .	Αγωγός

Πηγή: Web tool for the quantification of oil and gas corridors socio-economic risks: The case of Greece[1]

Πίνακας 5.5. Διάδρομοι Πετρελαίου.

### 5.2.1 Στάδιο 5:Πιθανές απειλές διαδρόμων πετρελαίου.

Στο στάδιο αυτό γίνεται μια παρουσίαση των πιθανών παθητικών απειλών που αν ενεργοποιηθούν μέσα στο χρονικό διάστημα ενός έτους καταστρέφουν την τροφοδοσία των διαδρόμων πετρελαίου.Οι δυνάμεις καταστροφής φαίνονται στον πίνακα 5.

<b>F1</b>	Πολιτική αστάθεια στη βόρεια Αφρική
<b>F2</b>	Μονοπωλιακή τακτική από Ρωσία
<b>F3</b>	Επιθέσεις πειρατίας στα ανοικτά της Σομαλίας
<b>F4</b>	Εμπάργκο αραβικών χωρών
<b>F5</b>	Εμπάργκο Ε.Ε στο Ιράν
<b>F6</b>	Αποκλεισμός Δαρδανελλίων
<b>F7</b>	Ναυάγιο στη Μεσόγειο
<b>F8</b>	Ατύχημα στον αγωγό Tengiz στο Καζακστάν
<b>F9</b>	Ένοπλες συγκρούσεις στη Γεωργία
<b>F10</b>	Αλλαγή καθεστώτος στο Ιράν
<b>F11</b>	Τρομοκρατική ενέργεια σε αγωγό στη Κασπία θάλασσα
<b>F12</b>	Πολεμικές συγκρούσεις στο Περσικό κόλπο
<b>F13</b>	Ένταση στις σχέσεις Ιράν-Ισραήλ

**Πίνακας 5.6** Δυνάμεις Καταστροφής



### 5.2.2 Στάδιο 6: Πολυκριτηριακό μοντέλο πετρελαίου.

Στο στάδιο αυτό καταστρώνουμε το πολυκριτηριακό καταστροφικό μοντέλο λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που προκύπτουν από την ανάλυση δεδομένων από βιβλιογραφία και το ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Απώτερος στόχος της ανάλυσης είναι να πάρουμε μια απόφαση ως προς την επιλογή τριών διαδρόμων με βασικό κριτήριο την ασφάλεια και την επάρκεια των καθημερινών ποσοτήτων αργού πετρελαίου που χρειάζεται η χώρα.

Από πίνακα 7 βλέπουμε τις ποσότητες που εισάγονται από κάθε διάδρομο ξεχωριστά.

Κωδικός διαδρόμου	Ποσότητες εισαγωγής (bbl/d)
<b>OIL1</b>	4.150
<b>OIL2</b>	133.400
<b>OIL3</b>	4.650
<b>OIL4</b>	94.500
<b>OIL5</b>	264.000
<b>OIL6</b>	52.500
<b>OIL7</b>	700.000*

Πηγή: Graph theory-based approach for energy corridors network to Greece[2]

\*max χωρητικότητα αγωγού

**Πίνακας 5.7.** Ποσότητες Πετρελαίου

Για το πετρέλαιο έχουμε τα εξής στοιχεία για τις εισαγωγές και την κατανάλωση.

Σύνολο εισαγωγών: 552.950 bbl/d.

Σύνολο κατανάλωσης : 438.000 bbl/d (peek 2007)

Σύνολο αποθεμάτων : 10.000.000 bbl (εκτίμηση για το 2009)

Σύνολο εγχώριας παραγωγής : 1.250 bbl/d.

Εάν από το σύνολο των εισαγωγών αφαιρέσουμε την εγχώρια παραγωγή, την ημερήσια ποσότητα από τα αποθέματα ενός χρόνου, και την ποσότητα που μπορούμε να εξοικονομήσουμε σαν χώρα από την ηλεκτροπαραγωγή αν αντικαταστήσουμε την παραγωγή από πετρέλαιο με Φ.Α, και Α.Π.Ε, βρίσκουμε μια οριακή ημερήσια ποσότητα που πρέπει να εισάγουμε για την κάλυψη των βασικών αναγκών της χώρας.

Ποσότητα Εισαγωγών - Εγχώρια Παραγωγή – Αποθέματα – Ηλεκτροπαραγωγή = Ελάχιστη Ποσότητα Εισαγωγής

Άρα θα έχουμε :  $\min Q = 438.000 - 1.250 - 27.397 - 189.353 = 220.000 \text{ bbl/d}$ .

Τώρα το πολυκριτηριακό μοντέλο περιγράφεται από τους εξής περιορισμούς :

1. *Μεγιστοποίηση Ποσοτήτων Q.*
2. *Ελαχιστοποίηση Κινδύνων F.*
3.  $MinQ \geq 220.000 \text{ bbl/d.}$

Για να βρούμε μια βέλτιστη λύση του προβλήματός μας κατασκευάζουμε τον εναλλακτικό πίνακα C[4]. Ο πίνακας αυτός είναι ο χάρτης με τις πληροφορίες κινδύνου του συστήματός μας. Η εκτίμηση του πίνακα C έγινε μελετώντας προσεκτικά ιστορικά και στατιστικά στοιχεία της κάθε απειλής ξεχωριστά για την πιθανότητα ενεργοποίησής της [3],[1] στο χρονικό διάστημα  $\Delta t=1$  έτος, όπου ένας χρόνος είναι το διάστημα στο οποίο μελετάμε το συστήμα μας. Μελετώντας προσεκτικά το IDDS μοντέλο βρίσκουμε όλες τις απειλές και τις ανταποκρινόμενες δυνάμεις καταστροφής:

$$C=C_{ij} \quad (i=1,2,3,\dots,n \text{ και } j=1,2,3,\dots,m),$$

$C_{ij}=1$ , εαν η απειλή  $F_j$  ενεργοποιηθεί στο διάστημα  $\Delta t$  και μπορεί να εξουδετερώσει τον διάδρομο  $C_i$ .

$C_{ij}=0$  σε κάθε άλλη περίπτωση.

Αναλύοντας τους κινδύνους ξεχωριστά για το κάθε διάδρομο έχουμε:

- Για τον OIL1 καταστροφικές δυνάμεις είναι οι F6,F9 και F11.
- Για τον OIL2 καταστροφικές δυνάμεις είναι οι F3,F5,F10,F12 και F13.
- Για τον OIL3 καταστροφικές δυνάμεις είναι οι F6,F8 και F11.
- Για τον OIL4 καταστροφικές δυνάμεις είναι οι F1,F4 και F7.
- Για τον OIL5 καταστροφικές δυνάμεις είναι οι F2 και F6.
- Για τον OIL6 καταστροφικές δυνάμεις είναι οι F3 και F12.
- Για τον OIL7 καταστροφικές δυνάμεις είναι η F2.

Από τα παραπάνω στοιχεία κατασκευάζουμε τον πίνακα C.

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	<b>F7</b>	<b>F8</b>	<b>F9</b>	<b>F10</b>	<b>F11</b>	<b>F12</b>	<b>F13</b>
<b>OIL1</b>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<b>OIL2</b>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
<b>OIL3</b>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
<b>OIL4</b>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>OIL5</b>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>OIL6</b>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>OIL7</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Πίνακας 5.8.** Πίνακας Πληροφοριών Κινδύνου

Από πίνακα 7 βλέπουμε ότι τις μεγαλύτερες ποσότητες τις παίρνουμε από τους διαδρόμους OIL2, OIL5, και OIL7 άρα αυτή είναι και η βέλτιστη στατική λύση.  $Q_{max}=133.400+264.000+700.000=1.097.400\text{bbl/d}>Q_{min} 220.000\text{bbl/d}$ .

Εξετάζουμε την βέλτιστη στατική λύση μέσα στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$  αφού ενεργοποιηθούν οι δυνάμεις  $F_j$ .

- F1on : Δεν επιρεάζει τους διαδρόμους , άρα εξακολουθεί να είναι η βέλτιστη λύση.
- F2on: OIL5 και OIL7 εκτός άρα  $Q=133.400\text{bbl/d}<220.000\text{bbl/d}$ . δεν ικανοποιούνται οι περιορισμοί μας οπότε η στατική βέλτιστη λύση δεν παραμένει βέλτιστη μετά την ενεργοποίηση των δυνάμεων καταστροφής , έτσι αναζητούμε την επόμενη καλύτερη λύση.

Μετά από ανάλυση του συστήματος και πολλές πράξεις καταλήγουμε στην λύση OIL2,OIL4 και OIL7 η οποία ικανοποιεί τους περιορισμούς που θέσαμε αρχικά και είναι η βέλτιστη λύση του προβλήματος .Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

OIL2, OIL4, OIL7  $Q_{max}=133.400+94.500+700.000=927.900\text{bbl/d}$ ,  $Q_{min}=220.000\text{bbl/d}$ .

- F1 ON  $Q=133.400+0+700.000=833.400\text{bbl/d} >220.000\text{bbl/d}$ .
- F2 ON  $Q=133.400+94.500+0=227.900\text{bbl/d}>220.000\text{bbl/d}$ .
- F3 ON  $Q=0+94.500+700.000=794.500\text{bbl/d}>220.000\text{bbl/d}$ .
- F4 ON  $Q=133.400+0+700.000=833.400\text{bbl/d}>220.000\text{bbl/d}$ .
- F5 ON  $Q=0+94.500+700.000=794.500\text{bbl/d}>220.000\text{bbl/d}$ .
- F6 ON  $Q=Q_{max}=927.900\text{bbl/d}$  (W.O.H)
- F7 ON  $Q=133.400+0+700.000=833.400\text{bbl/d}>220.000\text{bbl/d}$ .
- F8 ON  $Q=Q_{max}=927.900\text{bbl/d}$  (W.O.H)
- F9 ON  $Q=Q_{max}=927.900\text{bbl/d}$ (W.O.H)
- F10 ON  $Q=0+94.500+700.000=794.500> Q_{min}$
- F11 ON  $Q=Q_{max}=927.900\text{bbl/d}$ (W.O.H)
- F12 ON  $Q=0+94.500+700.000=794.500>Q_{min}$ .
- F13 ON  $Q=0+94.500+700.000=794.500>Q_{min}$ .

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

---

1. Haris Doukas, Alexandros Flamos, Charikleia Karakosta, Maria Flouri, John Psarras, (2010), "Web tool for the quantification of oil and gas corridors' socio-economic risks: The case of Greece", International Journal of Energy Sector Management, Vol. 4 Iss: 2 pp. 213 – 235
2. Haris Doukas, Charikleia Karakosta, Alexandros Flamos, Maria Flouri, John Psarras, (2011), "Graph theory-based approach for energy corridors network to Greece", International Journal of Energy Sector Management, Vol. 5 Iss: 1 pp. 60 – 80
3. Review & Analysis of Oil & Gas Incidents related to the Supply Interruptions. Maria Flouri MBA, Chara Karakosta M Sc, Haris Doukas PhD, John Psarras Prof. National Technical University of Athens – NTUA Management and Decision Support Systems Lab (EPU-NTUA).
4. Panayiotopoulos, J-C., Petrantonakis, P.M. and Hadjidema, S. (2012) "Investments in Irregular Dynamic Data Space (ID2S)", Int. J. Multicriteria Decision.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>**

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

---

## 6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παραπάνω ανάλυση που κάναμε στο κεφάλαιο 5, καταλήξαμε ότι η βέλτιστη λύση στην περίπτωση του Φυσικού Αερίου είναι οι διάδρομοι GAS02, GAS04 προερχόμενοι από Αζερμπαϊτζάν και Ρωσία αντίστοιχα, και στην περίπτωση του Πετρελαίου οι διάδρομοι OIL02,OIL04 και OIL07 από Ιράν, Λιβύη και Ρωσία, και στις δύο περιπτώσεις έχουμε διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών. Στην περίπτωση του Φυσικού Αερίου οι εισαγωγές που προτείνουμε γίνονται από δύο διαφορετικές περιοχές ,Κασπία θάλασσα και Ρωσική ομοσπονδία, πλούσιες και οι δύο σε κοιτάσματα , επίσης και οι διαδρομές είναι διαφορετικές και γίνονται και στις δύο περιπτώσεις με αγωγούς οι οποίοι περνούν από σχετικά ασφαλή εδάφη ενισχύοντας έτσι την ασφάλεια εφοδιασμού και την προστασία του περιβάλλοντος .

Η προμήθεια από διαφορετικούς προμηθευτές αποσκοπεί στην καλύτερη εξυπηρέτηση των ενεργειακών αναγκών της χώρας και την αποφυγή μεγάλων εξαρτήσεων από συγκεκριμένη χώρα παραγωγό, επίσης ο τρόπος μεταφοράς παίζει σημαντικό ρόλο στον ασφαλή εφοδιασμό,λαμβάνοντας υπόψιν τα πλεονεκτήματα των αγωγών έναντι της θαλάσσιας μεταφοράς κυρίως για λόγους περιβαλλοντικούς αλλά και οικονομικούς. Τα παραπάνω αποτελέσματα του πολυκριτηριακού μοντέλου ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις της Ελλάδας αλλά και της Ευρωπαϊκής Ένωσης .Οι τρεις στόχοι πυλώνες της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, η καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και η οικονομική ανάπτυξη. Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο στόχο και συνδέεται στενά με τους άλλους δύο. Η ενεργειακή ασφάλεια ορίζεται συνήθως ως αξιόπιστος και επαρκής εφοδιασμός ενέργειας σε λογικές τιμές. Ο αξιόπιστος και επαρκής εφοδιασμός σημαίνει απλά αδιάκοπο εφοδιασμό που ανταπεξέρχεται πλήρως στις ανάγκες της οικονομίας.

Στην περίπτωση του Πετρελαίου οι κίνδυνοι είναι μεγαλύτεροι από το Φυσικό Αέριο καθώς οι χώρες παραγωγής κυρίως στη Μέση Ανατολή χαρακτηρίζονται από πολιτική και οικονομική αστάθεια και οι διαδρομές που ακολουθούν τα τάνκερς επικίνδυνες και χρονοβόρες .Η λύση που προτείνει το πολυκριτηριακό μοντέλο καλύπτει την ανάγκη για διαφοροποίηση των πηγών , οι τρεις χώρες παραγωγής Ιράν, Ρωσία και Λιβύη καλύπτουν τρεις διαφορετικές περιοχές εξίσου πλούσιες σε κοιτάσματα, επίσης η μεταφορά μέσω τάνκερς πέρα από τα πολλά μειονεκτήματα προσφέρει ένα σημαντικό πλεονέκτημα ,την ευελιξία καθώς τα τάνκερς εύκολα αλλάζουν διαδρομή σε σχέση με τους αγωγούς σε μια περίοδο κρίσης .Η προτεινόμενη λύση καλύπτει τις απαιτήσεις της χώρας σε ασφάλεια και επάρκεια εφοδιασμού.

## 6.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Τα ρίσκα για την ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού καθώς και η ανάλυσή τους αποτελούν μια πολύ σημαντική πτυχή του ενεργειακού τομέα. Ιδιαίτερα στις μέρες μας όπου τόσο η ζήτηση όσο και η εξάρτηση από τις εισαγωγές κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα και όπου μια πιθανή διακοπή ή μικρή αναστάτωση μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες στην διαδικασία του εφοδιασμού. Λαμβάνοντας υπόψη τα διάφορα ρίσκα που κρύβει ο ενεργειακός εφοδιασμός, ένας μεγάλος αριθμός από μελλοντικούς τομείς έρευνας αποκαλύπτεται για την επίτευξη μιας ολοκληρωμένης εξέτασης του θέματος. Η ποσοτικοποίηση και αξιολόγηση με πραγματικούς αριθμούς της πιθανότητας κάθε ρίσκου είναι ένα πραγματικά σημαντικό και απαιτητικό έργο που ποτέ δεν έχει έρθει εις πέρας. Το ίδιο και για τις επιπτώσεις κάθε ρίσκου.

Στην παραπάνω ανάλυση, θεωρήθηκε ότι μόνο μία δύναμη καταστροφής  $F_j$  εμφανίζεται μέσα στο χρονικό διάστημα  $\Delta t$ . Αυτό ονομάζεται “κρίση πρώτης τάξης” γενικά στην περίπτωση των  $K$  ενεργών δυνάμεων στο διάστημα  $\Delta t$  τότε θα έχουμε “κρίση  $K$  τάξης”. Στο παράδειγμά μας η βέλτιστη δυναμική λύση για το Φυσικό Αέριο GAS 02, GAS 04 θα γίνει (BOH) στην περίπτωση “κρίση τρίτης τάξης” όταν από κάποιες απειλές ενεργοποιούνται οι δυνάμεις καταστροφής  $f_3, f_5, f_6$  μέσα στο  $\Delta t$  και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την διακοπή τροφοδοσίας για ένα χρονικό διάστημα όσο οι δυνάμεις αυτές παραμένουν ενεργές. Αντίστοιχο πρόβλημα προκύπτει και στο Πετρέλαιο στην περίπτωση ενεργοποίησης περισσότερων δυνάμεων.

Σήμερα οι περισσότεροι χώροι δεδομένων είναι ή τείνουν να γίνουν μη κανονικοί, πράγμα που σημαίνει ότι οι αλλαγές των δεδομένων μέσα σε ένα χρονικό διάστημα σχεδιασμού γίνονται με άγνωστο τρόπο. Αυτό δεν είναι μια απαισιόδοξη άποψη αλλά πολλές κλασικές έννοιες της μικρο-οικονομίας και της Επιχειρησιακής Έρευνας θα πρέπει να αντικατασταθούν λόγω του ασαφούς χαρακτήρα των IDDS.

Μια καλή λύση είναι να αποφευχθούν οι επενδύσεις σε διαδρόμους που μπορούν να οδηγήσουν προς BOH ή GOH. Το μυστικό είναι να ληφθούν υπόψη τα αντίμετρα πριν από κάθε κρίση. Ως εκ τούτου, για να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι του εφοδιασμού, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να στοχεύουν σε μία καλή τεχνική, που είναι να επιλέγουν διαδρόμους οι οποίοι είναι διαφορετικοί μεταξύ τους λαμβάνοντας υπόψη το καταστροφικό σύστημα. Παρά το γεγονός ότι, αυτό φαίνεται να είναι μια «καλή λύση», η λήψη αποφάσεων σε IDDS παραμένει ένα ανοιχτό ερώτημα.