



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ**

**‘Επισκόπηση Πληροφοριακών Συστημάτων Μεταφοράς και  
Διαχείρισης Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα’**

**ΓΕΩΡΓΙΑ ΝΤΕΚΟΥ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Επιβλέπων:**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ**

**Λαμία, 2019**



**UNIVERSITY OF THESSALY**

**SCHOOL OF SCIENCE**

**INFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOMEDICINE**

**“Overview of Transmission and Transfer Systems  
For Natural Gas Management in Greece”**

**GEORGIA NTEKOU**

**Master thesis**

**Supervisor**

**Georgios Stamoulis**

**Lamia, 2019**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ:**

**«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ,  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»**

**‘Επισκόπηση Πληροφοριακών Συστημάτων Μεταφοράς  
και Διαχείρισης Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα’**

**ΓΕΩΡΓΙΑ ΝΤΕΚΟΥ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Επιβλέπων**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ**

**Λαμία, 2019**

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Επισκόπηση Πληροφοριακών Συστημάτων Μεταφοράς και Διαχείρισης Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η ΔΗΛΩΝ/-ΟΥΣΑ

Ημερομηνία

Υπογραφή

# **‘Επισκόπηση Πληροφοριακών Συστημάτων Μεταφοράς και Διαχείρισης Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα’**

**ΓΕΩΡΓΙΑ ΝΤΕΚΟΥ**

## **Τριμελής Επιτροπή:**

Σταμούλης Γεώργιος (επιβλέπων)

Βαβουγιός Διονύσιος

Κοζύρη Μαρία

## **Επιστημονικός Σύμβουλος:**

Σταμούλης Γεώργιος

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια προσπάθεια γνωριμίας και λεπτομερούς αποσαφήνισης των ιδιοτήτων και των χρήσεων του φυσικού αερίου αλλά και της γνωριμίας με το πληροφοριακό σύστημα ASPEN Hysys, το οποίο αποτελεί πολύ σημαντικό συστατικό της διαδικασίας διαχείρισης του προϊόντος του φυσικού αερίου. Η επιλογή του θέματος έγινε με γνώμονα το πόσο σύγχρονο ζήτημα αποτελεί η σωστή διαχείριση του φυσικού αερίου και βέβαια, έχοντας πάντα υπόψη ότι οι παγκόσμιες ανάγκες για εναλλακτικά καύσιμα αλλά και η αγωνία για το κατά πόσο θα αρκούν τα καύσιμα στο μέλλον για τη βιομηχανία αλλά και τους οικιακούς πελάτες, στάθηκε επίσης σημαντική αφορμή για να εκπονηθεί η παρούσα εργασία.

Η εργασία χωρίζεται σε κεφάλια με ξεχωριστές θεματικές. Αρχικά επιχειρείται μια γνωριμία με τον κόσμο του φυσικού αερίου. Για αυτό το λόγο, γίνεται ιστορική αναδρομή στο πώς ανακαλύφθηκε το φυσικό αέριο μέχρι το πώς έφτασε να διανέμεται και να επεξεργάζεται. Ακόμη, γίνεται αναφορά στη σύσταση και την προέλευση του ως προϊόν της γης αλλά και το πόσο χρήσιμο μπορεί ακόμη να γίνει στην υγρή μορφή του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, η εργασία εστιάζει στην Ελλάδα και στο πώς διατίθεται και διανέμεται το φυσικό αέριο σε κάποιες περιοχές. Όπως είναι γνωστό, το φυσικό αέριο δεν είναι διαθέσιμο σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας ακόμη. Έτσι, το δεύτερο κεφάλαιο εξηγείται η δομή των αγωγών αλλά και αναφέρονται λεπτομέρειες σχετικά με το πώς οργανώνεται η δομή των εταιρειών που διαθέτουν το φυσικό αέριο στους πελάτες, μιας και μέρος της διαχείρισης αποτελεί το Ελληνικό Δημόσιο.

Τέλος, στο κύριο μέρος της εργασίας, εξηγείται με λεπτομέρειες η χρήση πληροφοριακών συστημάτων στον τομέα του φυσικού αερίου και της ενέργειας. Μετά από σύντομη αναφορά στη δομή και τους ορισμούς των πληροφοριακών συστημάτων και μετά από μια χρήσιμη βιβλιογραφική ανασκόπηση των σχετικών ερευνών, εστιάζουμε στο πρόγραμμα που σήμερα χρησιμοποιείται στον τομέα του φυσικού αερίου. Πιο συγκεκριμένα, εξηγείται η χρήση του λογισμικού ASPEN Hysys και η συμβολή του στις διαδικασίες διαχείρισης του καυσίμου. Τέλος, τονίζονται τα οφέλη που έχει για το περιβάλλον.

## **ABSTRACT**

The present work is an attempt to acquaint and explain in detail the properties and uses of natural gas as well as an acquaintance with the information system ASPEN Hysys, which is a very important component of the natural gas product management process. The choice of the subject was based on how modern the natural gas management issue is. Of course, we are always bearing in mind that the global needs for alternative fuels and the anxiety about whether fuel will be sufficient in the future for industry, but also household customers. The work is divided into heads. Initially, we are trying to get to know the world of natural gas. For this reason, there is a historical review of how the gas was discovered until the era when it was ready to be distributed and processed. In addition, there is a reference its composition and origin as a product of the earth. Moreover, it is mentioned how useful it may still be in its liquid form.

In the second chapter, the work focuses on Greece and on how natural gas is distributed and distributed in some areas. As we already know, natural gas is not available in all parts of Greece yet. Thus, the second chapter explains the structure of pipelines, but also details of how the structure of gas companies is organized, as part of the management of the Greek State.

Finally, the main part of the paper explains in detail the use of information systems in the field of gas and energy. Following a brief reference to the structure and definitions of information systems and after a useful bibliographic review of the relevant research, we focus on the program currently used in the gas sector. More specifically, we make an attempt to explain the use of ASPEN Hysys software and its contribution to fuel management processes. Finally, the benefits for the environment are highlighted.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Γνωριμία με το φυσικό αέριο
  - 1.1 Ιστορικά στοιχεία
  - 1.2 Σύσταση και προέλευση
  - 1.3 Τρόποι διανομής φυσικού αερίου
  - 1.4 Υγροποιημένο φυσικό αέριο
  - 1.5 Επεξεργασία Φυσικού αερίου
  
2. Διάθεση και διανομή φυσικού Αερίου στην Ελλάδα
  - 2.1 Η Δημόσια Επιχείρηση Παροχής Αερίου
    - 2.1.1 Δομή του Ομίλου
    - 2.1.2 Δραστηριότητες και προφίλ του Ομίλου
  - 2.2 Ο Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ)
  - 2.3 Εταιρεία Διανομής Αερίου Αττικής και Θεσσαλονίκης – Θεσσαλίας
  - 2.4 Πρόγραμμα ΥΦΑ Ποσειδών 2015-2020
  - 2.5 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για το φυσικό αέριο στην Ελλάδα
  
3. Πληροφοριακά Συστήματα
  - 3.1 Έννοιες και ορισμοί
  - 3.2 Συστατικά μέρη πληροφοριακών συστημάτων
  - 3.3 Είδη Πληροφοριακών συστημάτων
  
4. Το λογισμικό Aspen HYSYS
  - 4.1 Ορισμός και βασικές έννοιες
  - 4.2 Διαδικασία προσομοίωσης
  - 4.3 Συμβολή στην πράσινη ανάπτυξη
  - 4.4 Χρήση και παγκόσμιοι ενεργειακοί κολοσοί
  - 4.5 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για την εφαρμογή του λογισμικού



## 1. Γνωριμία με το φυσικό αέριο

Χρονολογικά, το φυσικό αέριο ανακαλύφθηκε κατά την περίοδο της αρχαιότητας στην περιοχή της Μέσης Ανατολής. Χιλιάδες χρόνια πριν, είχε παρατηρηθεί ότι, το φυσικό αέριο αναδύοταν από το έδαφος και δημιούργησε κάποιες θερμές πηγές. Στην Περσία, στην Ελλάδα και στην Ινδία, οι αρχαίοι κάτοικοι των περιοχών, ξεκίνησαν να χτίζουν ναούς δίπλα σε αυτές τις θερμές περιοχές για θρησκευτικούς λόγους.

Όμως, η ενεργειακή αξία του φυσικού αερίου άργησε να αναγνωριστεί. Μόλις το 900 π.Χ. ξεκίνησε να θεωρείται αξιόλογο αγαθό. Στην Κίνα δημιουργήθηκε η περιοχή εξόρυξης φυσικού αερίου που παραμένει έως σήμερα γνωστή, το 211 π.Χ. Στον Ευρωπαϊκό χώρο, το φυσικό αέριο δεν ήταν γνωστό μέχρι την ανακάλυψη του στην Μεγάλη Βρετανία το 1659. Σε γενικές γραμμές, η εμπορική του χρήση άρχισε να εξαπλώνεται από το 1790.

Στην Fredonia των Η.Π.Α., το 1821, είχαν παρατηρηθεί φυσαλίδες ατμού να ανεβαίνουν προς την επιφάνεια σε ένα ρυάκι της περιοχής. Ο William Hart, ο οποίος θεωρείται ο πατέρας του φυσικού αερίου στην περιοχή της Βόρειας Αμερικής διαμόρφωσε την πρώτη πηγή εξόρυξης στην Βόρεια Αμερική (Πήττας, 2015). Το φυσικό αέριο είναι το μοναδικό ορυκτό καύσιμο με αυξανόμενο μερίδιο της παγκόσμιας ενέργειας και είναι σχεδόν έτοιμο να αντικαταστήσει το πετρέλαιο ως το κύριο καύσιμο στις ΗΠΑ σε ό,τι αφορά την κατανάλωση ενέργειας. Σύμφωνα με πληροφορίες του Πληρώματος Αγοραστικής Ευφυΐας και την Εμπορική Επιτροπή μελλοντικών εμπορικών συναλλαγών εμπορευμάτων (2018), στις ΗΠΑ, η παραγωγή φυσικού αερίου αυξήθηκε από 52 Bcf / ημέρα στις αρχές του 2007 σε 78 Bcf / ημέρα μέχρι το τέλος του 2017, σημειώνοντας αύξηση κατά 34%. Με την πάροδο του χρόνου, η ανάπτυξη στην παραγωγή φυσικού αερίου ήταν ανάλογη με την αύξηση των χρηματοοικονομικών συναλλαγών. Σύμφωνα με πληροφορίες της ίδιας Επιτροπής, η μεγαλύτερη αύξηση αναμένεται να πραγματοποιηθεί και να προέλθει από τις ασιατικές οικονομίες, ακολουθούμενη από την Ευρώπη. Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι, αυτή η αύξηση της ζήτησης είναι σε περιοχές με ανεπαρκή εγχώρια παραγωγή και ελλείψεις στις υποδομές θα οδηγήσει σε γενικότερες ελλείψεις.

## 1.1. Ιστορικά στοιχεία

Πρόδρομος του φυσικού αερίου στην Ελλάδα είναι το φωταέριο. Ιστορικά, το ταξίδι στο χρόνο για το συγκεκριμένο καύσιμο ξεκινά το 1857, όταν ξεκίνησε και η λειτουργία ενός εργοστασίου φωταερίου στην περιοχή Γκάζι της Αθήνας. Το εργοστάσιο είχε ως βασική δραστηριότητα τον δημόσιο φωτισμό της πρωτεύουσας του νεοσύστατου, τότε, Ελληνικού Κράτους. Έπειτα από αρκετά χρόνια, το 1887, συστήνεται η «Εταιρεία Αεριόφωτος Αθηνών και Άλλων Πόλεων». Με αυτόν τον τρόπο, ξεκινά η εποχή για την οικιακή και εμπορική χρήση του φωταερίου. Εκτός από τη φωτιστική του χρήση, το αεριόφως κρίνεται κατάλληλο και για τη χρήση της θέρμανσης και του μαγειρέματος. Το Δίκτυο φωταερίου επεκτείνεται αργά και σταθερά, ενώ η παραγωγική και αποθηκευτική ικανότητα της μονάδας του εργοστασίου αυξάνεται, καθώς το φωταέριο γινόταν όλο και περισσότερο δημοφιλές και προσιτό σε ιδιωτικές κατοικίες και στις βιομηχανίες.

Το 1938, ο δήμος Αθηναίων αναλαμβάνει την διοίκηση του εργοστασίου και έτσι, η εταιρεία μετονομάζεται προσωρινά σε «Δημοτική Εκμετάλλευση Αεριόφωτος Αθηνών» (Δ.Ε.Α.Α.). Αρκετά χρόνια αργότερα, το 1952, δημιουργείται η «Δημοτική Επιχείρηση φωταερίου Αθηνών» (Δ.Ε.Φ.Α.). Το εργοστάσιο φωταερίου επρόκειτο να λειτουργήσει μέχρι και το 1984, όταν έκλεισε για πάντα. Το 1986, το εργοστάσιο φωταερίου χαρακτηρίζεται διατηρητέο ιστορικό μνημείο από το Υπουργείο Πολιτισμού και ξεκινούν μελέτες για την αξιοποίησή του.

Το φωταέριο σιγά σιγά αντικαταστάθηκε από το ναφθαέριο. Το νέο αέριο από νάφθα εξυπηρέτησε σε πρώτη φάση -κυρίως- τους επαγγελματίες καταναλωτές φωταερίου, οι οποίοι παρέμειναν στο δίκτυο της μέχρις ότου έγινε η εισαγωγή του φυσικού αερίου στην ελληνική αγορά ενέργειας. Το 1988, εισάγεται και μεταφέρεται το φυσικό αέριο στην Ελλάδα από τη Δημόσια Επιχείρηση Παροχής Αερίου (ΔΕΠΑ) και αρχικά εξυπηρετούνται και πάλι κυρίως πελάτες με μεγάλη κατανάλωση, δηλαδή βιομηχανίες κ.α.

Σήμερα, οι επενδύσεις και οι τάσεις της κατανάλωσης στην ενέργεια υποδηλώνουν ότι το φυσικό αέριο θα βρίσκεται στο επίκεντρο μιας παγκόσμιας μεταμόρφωσης που θα έχει ως αποτέλεσμα ένα πολύ αυξημένο μερίδιο αγοράς φυσικού αερίου στο ενεργειακό κομμάτι για παραγωγή ενέργειας, τη θέρμανση χώρων, τις πετροχημικές πρώτες ύλες και τα καύσιμα μεταφοράς. Όλα αυτά

βρίσκονται στο επίκεντρο της ενεργειακής ατζέντας - τόσο για λόγους ενεργειακής απόδοσης όσο και για λόγους χαμηλότερων εκπομπών (Economides&Wood, 2009).

## 1.2. Σύσταση και προέλευση

Το φυσικό αέριο βρίσκεται στην φύση σε μορφή υπό πίεση, σε βραχώδη κοιτάσματα στο υπέδαφος της Γης. Συναντάται είτε διαλυμένο σε βαρύτερους υδρογονάνθρακες και νερό, είτε σκέτο. Ο σχηματισμός του έγινε χάρη στην υποβάθμιση οργανικής ύλης στο πέρασμα χιλιάδων χρόνων, όπως ακριβώς συνέβη και με το πετρέλαιο.(Faramawy, 2016).Οι μηχανισμοί σχηματισμού που θεωρούνται υπεύθυνοι για την υποβάθμιση της οργανικής ύλης είναι δύο:

- ο βιογενητικός και
- ο θερμογενητικός.

Ο βιογενητικός σχηματισμός αποδίδεται σε αναερόβια βακτήρια τα οποία σε χαμηλές θερμοκρασίες αποδομούν την οργανική ύλη. Ο δεύτερος γίνεται σε μεγαλύτερο βάθος από τον πρώτο με θερμική αποδόμηση (thermal cracking) της οργανικής ύλης σε υγρή φάση υδρογονάνθρακες και σε αέριο. Το βιογενητικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο σε αντίθεση με το θερμογενητικό, το οποίο εμφανίζει εξίσου σημαντική συγκέντρωση σε αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο καθώς και βαρύτερους υδρογονάνθρακες.

Ως προς τη σύσταση του φυσικού αερίου, το κύριο συστατικό του είναι το μεθάνιο. Ωστόσο, η σύσταση ενός φυσικού αερίου μπορεί να ποικίλει σημαντικά. Άλλα συστατικά που περιέχονται στο φυσικό αέριο είναι διάφοροι παραφινικοί υδρογονάνθρακες (όπως αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνια). Πολλά είδη φυσικών αερίων περιέχουν επίσης άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα ή ακόμα και υδρόθειο. Επιπλέον, στο φυσικό αέριο μπορεί να ανιχνευθούν ίχνη αργού, υδρογόνου και ήλιου(Saeid Mokhatab, 2006).Στην παρακάτω εικόνα (1) αποτυπώνεται η τυπική σύσταση του φυσικού αερίου πριν αυτό διυλιστεί:

Συστατικά	% Κατ' όγκο σύσταση
Μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	85 (min)
Αιθάνιο (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	8.6 (max)
Προπάνιο (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) και Βουτάνιο (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	5 (max)
CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, κτλ.	Μικρότερες ποσότητες

Εικόνα 1. Τυπική σύσταση του φυσικού αερίου πριν διωλιστεί

Βέβαια, το φυσικό αέριο μπορεί να περιέχει και μικρή ποσότητα κλάσματος C5+. Όταν αυτό το συστατικό απομονωθεί, τότε το κλάσμα είναι ικανό να χρησιμοποιηθεί ως ελαφριά βενζίνη. Επιπλέον, μπορεί να περιέχει όξινες προσμίξεις, όπως για παράδειγμα, μερκαπτάνες (R-SH) αλλά και άλλες θειούχες ενώσεις, όπως COS και CS<sub>2</sub> σε μικρές συγκεντρώσεις. Τέλος, υπάρχει περίπτωση να περιέχει υδράργυρο (είτε σαν μέταλλο στην αέρια φάση, είτε σαν οργανομεταλλικό συστατικό σε υγρά κλάσματα). Σε κάθε περίπτωση, οι συγκεντρώσεις τέτοιων συστατικών είναι πολύ μικρές αλλά εξαιτίας της τοξικότητας του φυσικού αερίου και των διαβρωτικών του ιδιοτήτων, εάν το φυσικό αέριο περιέχει υδράργυρο, τότε η παρουσία του κρίνεται επιβλαβής. Το φυσικό αέριο, όταν αποτελείται από καθαρό μεθάνιο, θεωρείται ξηρό, ενώ υγρό θεωρείται όταν υπάρχουν και άλλοι υδρογονάνθρακες στο μείγμα (Saeid Mokhatab, 2006).

### 1.3 Τρόποι διανομής φυσικού αερίου

Δε χωράει αμφιβολία ότι, ο Ελληνικός ενεργειακός τομέας βρίσκεται σε μία δυναμική φάση εξέλιξης. Η φάση αυτή διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από προηγούμενες χρονικές περιόδους, όπως αυτή της δεκαετίας του 1980 ή ακόμα και το πρώτο ήμισυ της δεκαετίας του 1990. Ο δυναμισμός αυτός οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι, κατά την δεκαετία του 1990 δημιουργήθηκε η αναγκαία υποδομή για το φυσικό αέριο, έτσι ώστε να υπάρχει σήμερα δίκτυο διανομής, το οποίο βεβαίως θα επεκτείνεται συνεχώς στο μέλλον. Η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα αυξάνεται με ρυθμούς ταχύτερους από αυτούς των άλλων ευρωπαϊκών χωρών (Παπαδοπούλου, 2005).

Η διαπίστωση αυτή σε συνδυασμό με το αξιόλογο μέγεθος της ελληνικής αγοράς και την γεωγραφική γειτνίαση της χώρας με τις βαλκανικές χώρες αλλά και

την Τουρκία δημιουργεί ενδιαφέρον για ξένες επενδύσεις στην ενέργεια. Η γεωφυσική διαμόρφωση της Ελλάδας αποτελεί άκρως σημαντική παράμετρο, που επηρεάζει την ανάπτυξη της ενεργειακής αγοράς. Οι γεωγραφικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες της χώρας έχουν δημιουργήσει συνθήκες που επιτρέπουν την ανάπτυξη αποκεντρωμένων σταθμών παραγωγής ενέργειας. Αυτό προβλέπεται ότι θα γίνει ιδιαίτερα αισθητό τα επόμενα χρόνια καθώς η τεχνολογία θα επιτρέψει τη δημιουργία μικρών ανταγωνιστικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες και από συνήθεις πηγές.

Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με τον τρόπο διανομής φυσικού αερίου, οι πληροφορίες από την Αμερικανική ένωση αερίου φαίνονται εξαιρετικά κατατοπιστικές. Σύμφωνα λοιπόν με αυτές, το αέριο που ρέει από την υψηλότερη σε χαμηλότερη πίεση είναι η θεμελιώδης αρχή του συστήματος παροχής φυσικού αερίου. Η ποσότητα πίεσης σε έναν αγωγό μετράται σε λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα. Από το πηγάδι, το φυσικό αέριο μπαίνει σε γραμμές "συλλογής", οι οποίες έχουν μια διαρρυθμισμό σαν κλαδιά δέντρου (διακλαδώσεις) τα οποία μεγαλώνουν όσο πλησιάζουν στο κεντρικό σημείο συλλογής<sup>1</sup>.

Το φυσικό αέριο τρέχει από το σταθμό όπου βρίσκεται σε ένα σπίτι ή μια επιχείρηση μέσα από τη λεγόμενη γραμμή εξυπηρέτησης. Συνήθως, το ωφέλιμο φυσικό αέριο είναι υπεύθυνο για τη συντήρηση και τη λειτουργία του αγωγού φυσικού αερίου και των εγκαταστάσεων μέχρι το οικιακό μετρητή αερίου.

Η Ευρώπη και η Ευρασία προβάλλουν επίσης μια ισχυρή ανάπτυξη του φυσικού αερίου με αύξηση 32% από το 2008 έως το 2035, όπου η Ρωσία είναι ο κυρίαρχος παραγωγός φυσικού αερίου, συμβάλλοντας με περισσότερο από το 75% των εκτιμήσεων της παραγωγής. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το προβλεπόμενο παγκόσμιο σταθερό κλίμα για την εξέλιξη της ζήτησης, της παραγωγής και τα επίπεδα αποθεμάτων για το φυσικό αέριο θα μπορούσαν να αυξηθούν καθώς η νομοθεσία για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή αυξάνει τη ζήτηση για καύσιμα χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπως είναι το καθαρό φυσικό αέριο.

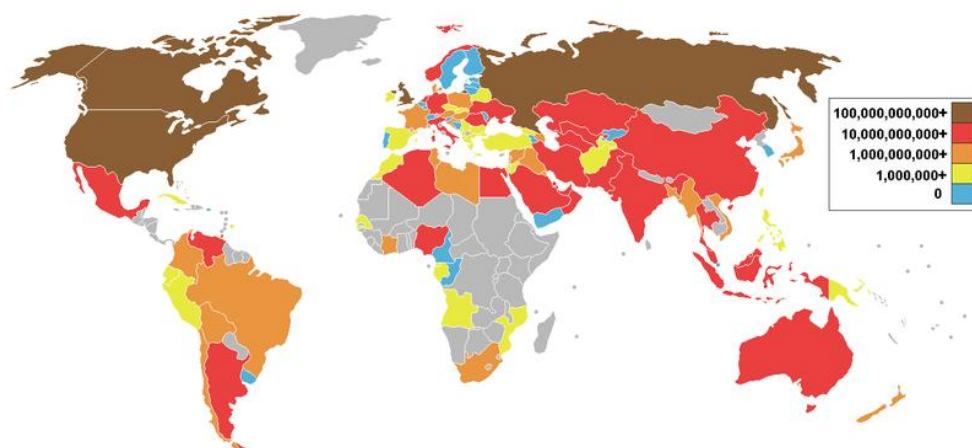
Αν και οι προβλέψεις διάφορων υπηρεσιών διαφέρουν στις ακριβείς προσδοκίες τους για το παγκόσμιο φυσικό αέριο, το αποτέλεσμα φαίνεται να παραμένει το ίδιο. Σύμφωνα με μελέτες, η κατανάλωση φυσικού αερίου, η παραγωγή και τα αποθέματα θα συνεχίσουν αυξάνονται στο μέλλον. Τα ακόλουθα στάδια εμπλέκονται στη

---

<sup>1</sup>Πληροφορίες από American Gas Association. [www.aga.org](http://www.aga.org)

διαδικασία του φυσικό αέριο από το έδαφος μέχρι αυτό να φτάσει στον τελικό του προορισμό (Ríos-Mercado and Borraz-Sánchez, 2015):

1. Εξερεύνηση: Σε αυτό το στάδιο, ανήκει το ζήτημα του πώς βρίσκεται το φυσικό αέριο και πώς οι εταιρείες αποφασίζουν για το πού θα γίνει η εξόρυξη του από πηγάδια μέσα στη γη.
2. Εξαγωγή: Αυτό το στάδιο ασχολείται με τη διαδικασία γεώτρησης, και με το πώς το φυσικό αέριο έρχεται από τις υπόγειες δεξαμενές στην επιφάνεια.
3. Παραγωγή: Σε αυτό το στάδιο το φυσικό αέριο εξάγεται από το υπέδαφος.
4. Μεταφορά: Το φυσικό αέριο μεταφέρεται από τη μονάδα επεξεργασίας σε κατά τόπους εταιρείες διανομής.
5. Αποθήκευση: Το στάδιο αυτό αφορά την αποθήκευση φυσικού αερίου.
6. Διανομή: Σε αυτό το στάδιο, το φυσικό αέριο παραδίδεται από τους μεγαλύτερους αγωγούς στους τελικούς χρήστες.
7. Εμπορία: Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει τη δραστηριότητα αγοράς / πώλησης από αγοραστές φυσικού αερίου.



Εικόνα 2. Η κατανομή της παγκόσμιας παραγωγής φυσικού αερίου ανά χώρα

Ενώ η παραγωγή φυσικού αερίου έχει αυξηθεί στη Βόρεια Θάλασσα, το μεγαλύτερο μέρος του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη εισάγεται μέσω αγωγών από τη Ρωσία, την Κεντρική Ασία, τη Μέση Ανατολή και ακόμη και

την Αφρική. Επιπλέον, υπάρχουν 16 μονάδες Υγροποίησης Φυσικού Αερίου (ΥΦΑ) που βρίσκονται στη Δυτική Ευρώπη και πάνω από 50 που εξετάζονται ή κατασκευάζονται<sup>2</sup>. Το εισαγόμενο φυσικό αέριο στη συνέχεια μεταφέρεται σε ολόκληρη την ήπειρο από ένα τεράστιο δίκτυο αγωγών αερίου προς την Ευρώπη.



Εικόνα3. Πηγή: U.S. energy Information Administration, [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov)

Αξίζει να αναφερθεί ότι, ο αγωγός του Νοτίου Καυκάσου συνδέει την Κασπία με την Ευρώπη. Ο αγωγός φυσικού αερίου Ναμπούκο θα εκτείνεται σε περίπου 3.300 χιλιόμετρα και θα συνδέει την Ευρώπη με την Ευρώπη μέσω των ανατολικών χωρών της Τουρκίας, της Βουλγαρίας, της Ουγγαρίας και της Αυστρίας με την Ευρώπη της Κασπίας, της Μέσης Ανατολής και της Βόρειας Αφρικής. Το προϊόν θα μεταφερθεί στην Κεντρική και Δυτική Ευρώπη.

Η σύνδεση της Ρωσίας με την Ευρώπη μέσω της Βαλτικής Θάλασσας επιτυγχάνεται μέσα από τον αγωγό φυσικού αερίου Nord Stream που διασχίζει περίπου 760 μίλια (1.220 χιλιόμετρα). Συνδέοντας επίσης το ρωσικό φυσικό αέριο με τις ευρωπαϊκές αγορές, ο αγωγός φυσικού αερίου Blue Stream συνδέει τη Ρωσία και την Τουρκία μέσω της Μαύρης Θάλασσας. Από τα 750 μίλια (1,207 χιλιόμετρα) του αγωγού που αποτελούν το έργο Blue Stream, τα 396 χιλιόμετρα από αυτά βρίσκονται κάτω από τη Μαύρη Θάλασσα. Από το 2003, ο αγωγός Blue Stream έχει αυξήσει την παροχή μέχρι τα μέγιστα στα 16 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (45 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα) φυσικού αερίου ετησίως.

Συνοπτικά, σε σχέση με τη μορφή των δικτύων διανομής, αυτή εξαρτάται από τη μορφή των δακτυλίων διανομής (αστική ή βιομηχανική) από τις πιέσεις

<sup>2</sup> Πηγή: [www.rigzone.com](http://www.rigzone.com)

λειτουργίας και από τη μορφή των δακτυλίων διανομής. Οι δακτύλιοι διανομής καταλήγουν σε τομείς διανομής, όπου το αέριο παρέχεται μετά από μείωση της πίεσης από τα 19 bar σε 4 bar σε σταθμούς διανομής (Φασουλίδης, 2004). Οι τομείς οριοθετούνται για παροχή αιχμής 10.000 m<sup>3</sup>/h, μπορούν να απομονωθούν ο ένας από τον άλλο και επίσης είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Τροφοδοτούνται συνήθως από δύο σταθμούς και οι αγωγοί τους είναι φτιαγμένοι από πολυαιθυλένιο. Η διανομή στους τομείς γίνεται σε δίκτυα που σχηματίζουν διακλαδώσεις. Οι καταναλωτές μπορούν να παραλαμβάνουν φυσικό αέριο στην πίεση που επιθυμούν. Οι τεχνικοί ορίζουν το σημείο πίεσης αναλόγως.

Για την οικιακή κατανάλωση προβλέπεται πίεση τροφοδοσίας 23 mbar. Τα εσωτερικά δίκτυα είναι φτιαγμένα από μέταλλο. Ανεξάρτητα από τη μορφή του, το δίκτυο διανομής καταλήγει στους σταθμούς τομέων. Εκεί πραγματοποιείται μια περαιτέρω μείωση της πίεσης. Αυτό ονομάζεται πίεση κατανομής (Φασουλίδης 2004). Κάποιοι αγωγοί μικρότερης διαμέτρου που ονομάζονται παροχετευτικοί αγωγοί ξεκινούν από συγκεκριμένα σημεία των αγωγών του δικτύου κατανομής. Αυτοί συνδέουν το δίκτυο διανομής με τις εγκαταστάσεις των καταναλωτών. Οι παροχετευτικοί αγωγοί καταλήγουν στους ρυθμιστές που κάνουν την τελική μείωση στην πίεση λειτουργίας των συσκευών κατανάλωσης.

#### **1.4 Υγροποιημένο φυσικό αέριο**

Ένα υγροποιημένο αέριο είναι η υγρή μορφή μιας ουσίας η οποία, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και σε ατμοσφαιρική πίεση, θα ήταν ένα αέριο (McGuire and White, 2000). Τα περισσότερα υγροποιημένα αέρια είναι υδρογονάνθρακες. Ο βασικός λόγος που οι υδρογονάνθρακες είναι η πρωταρχική πηγή ενέργειας στον κόσμο είναι η καύσιμη ικανότητά τους – η οποία βέβαια είναι και άκρως επικίνδυνη σε μερικές περιπτώσεις. Επειδή αυτά τα αέρια διακινούνται σε μεγάλες ποσότητες, πρέπει να υπάρχουν εξαιρετικά μεγάλα μέτρα ασφαλείας κατά τη μεταφορά τους, για την ελαχιστοποίηση της διαρροής και τον περιορισμό όλων των πηγών ανάφλεξης.

Η σημαντικότερη ιδιότητα ενός υγροποιημένου αερίου, σε σχέση με την άντληση και την αποθήκευση, είναι η κορεσμένη τάση ατμών. Με απλά λόγια, μιλάμε για την απόλυτη πίεση που ασκείται όταν το υγρό βρίσκεται σε ισορροπία με τον ατμό του σε δεδομένη θερμοκρασία (McGuire and White, 2000). Ένας



εναλλακτικός τρόπος για να περιγράψει ένα υγροποιημένο αέριο είναι να δώσει τη θερμοκρασία στην οποία το κορεσμένη τάση ατμών είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση - με άλλα λόγια το ατμοσφαιρικό σημείο βρασμού του υγρού.

Πολλοί γεωλόγοι υποστηρίζουν ότι, κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης της γης, μεγάλες ποσότητες μεθανίου παρέμειναν ως απόβλητα από το εσωτερικό της πριν ακόμα σχηματιστεί ο φλοιός της. Ο καθηγητής αστροφυσικής Thomas Gold υποστήριξε πως, σχηματίστηκε ουσιαστικά ένας μανδύας, οποίος αποτέλεσε αιτία να εγκλωβιστούν μεγάλες ποσότητες μεθανίου σε αέρια αλλά και υγρή μορφή, οι οποίες μετά από δισεκατομμύρια χρόνια ανήλθαν στα ανώτερα στρώματα του φλοιού της γης. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, είναι πιθανό να υπάρχουν κοιτάσματα, όπου το μεθάνιο και κατ' επέκταση το φυσικό αέριο δεν αποτέλεσαν προϊόν βιογενούς σχηματισμού, αλλά αβιογενούς. (Κακαρούνας & Μπραγκατζή, 2005). Στο κοίτασμα, το φυσικό αέριο μπορεί να εντοπιστεί σε μορφή μίγματος αερίων υδρογονανθράκων σε ελεύθερη μορφή ή διαλυμένων σε πετρέλαιο και νερό ή απορροφημένων από πετρώματα. Ανάλογα με την προέλευση, διακρίνεται σε δυο κατηγορίες:

- 1) Το συμβατικό φυσικό αέριο (άμεσα απολήψιμο), το οποίο, ανάλογα με την εκμετάλλευσή του διακρίνεται σε:
  - α) Στο συναρτημένο με το αργό πετρέλαιο και είναι παραπροϊόν της πρωτογενούς επεξεργασίας αυτού και
  - β) Στο μη συναρτημένο, το οποίο λαμβάνεται απ' ευθείας με γεωτρήσεις.
- 2) Το μη συμβατικό (περιέχεται σε άμμους και σχιστόλιθους ). Το μη συμβατικό φυσικό αέριο περιέχεται σε άμμους και σχιστόλιθους και δεν είναι με τα σημερινά τεχνολογικά μέσα, οικονομικά εκμεταλλεύσιμο (Κακαρούνας & Μπραγκατζή, 2005).

Οι εγκαταστάσεις για το υγροποιημένο φυσικό αέριο απαιτούν περίπλοκα μηχανολογικά συστήματα και κινούμενα μέρη αλλά και πλοία για τη μεταφορά του. Το κόστος χτισίματος μιας μονάδας LNG έχει σίγουρα μειωθεί μέσα στα τελευταία 25 χρόνια, αφού έχει βελτιστοποιηθεί η θερμοδυναμική τους αποτελεσματικότητα (Thomas and Dawe, 2002).

Περνώντας σε ακόμα μια σημαντική πτυχή της χρήσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου, αξίζει να αναφερθούμε στο πόσο ελκυστικό μοιάζει ως καύσιμο για

την αεροπορική και την ναυπηγική βιομηχανία παγκοσμίως. Πιο συγκεκριμένα, η αεροπορική βιομηχανία ερευνά εδώ και πολλά χρόνια εναλλακτικά καύσιμα για την προμήθεια καυσίμων αεροσκαφών, ώστε να έχει περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Τα περισσότερα από τα καύσιμα που εξετάστηκαν και δοκιμάστηκαν μέχρι και πρόσφατα, προέρχονταν από βιομάζα ή άλλες μορφές βιολογικής μάζας αλλά και από απόβλητα. Τα καύσιμα βιομάζας μπορούν να εναλλάσσονται με τα καύσιμα αεριωθουμένων, αλλά συνήθως δεν προσφέρουν τεχνικά πλεονεκτήματα εκτός αν τροποποιηθούν για να αντέξουν υψηλότερες θερμοκρασίες (Robertsetal., 2015).

Μια άλλη εναλλακτική λύση για καύσιμα στην αεροπορική βιομηχανία είναι το υγροποιημένο φυσικό αέριο. Εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς ότι το ΥΦΑ έχει πολλαπλά οφέλη για το περιβάλλον, την οικονομία και την ασφάλεια, ωστόσο σίγουρα παρουσιάζει τεχνικές προκλήσεις. Κάποιες από αυτές τις τεχνικές προκλήσεις είναι η χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα (MJ / m<sup>3</sup>) και η θερμική σταθερότητα σε τυπικές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Αυτά τα δεδομένα έχουν περιορίσει δυστυχώς σημαντικά τις προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης που οφείλονται σε εμπόδια που βρίσκονται στην εφαρμογή αυτής της χρήσης. Κάποια από τα εμπόδια είναι η πολυπλοκότητα στις δεξαμενές καυσίμων, η αποθήκευση, η μεταφορά και η πυκνότητα αποθήκευσης ενέργειας (Robertsetal., 2015).

Σε ό,τι αφορά μεμονωμένα το αεροσκάφος ως ένα ολόκληρο σύστημα και όχι μόνο το σύστημα διαχείρισης καυσίμων, οι έρευνες έχουν δείξει ότι το LNG μπορεί να προσφέρει πλεονεκτήματα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, το LNG έχει τουλάχιστον δέκα φορές μεγαλύτερη θερμική δυνατότητα απορροής θερμότητας σε σύγκριση με τα καύσιμα με αεριωθούμενα. Η χρήση των δυνατοτήτων θερμικής ψύξης του ΥΦΑ έχει τη δυνατότητα να αναδιαρθρώσει τον τρόπο σχεδιασμού των αεροσκαφών. Όπως απέδειξε και η έρευνα των Robertset al., το LNG προσφέρει μια συμπαγή και αποτελεσματική λύση θερμικής διαχείρισης, η οποία μπορεί να μειώσει το μέγεθος και το βάρος του υποσυστήματος, μειώνοντας παράλληλα την κατανάλωση ενέργειας. Η αύξηση των δυνατοτήτων διαχείρισης θερμότητας θα ανοίξει την πόρτα για την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών σε αεροσκάφη, όπως συστήματα υψηλής παλμικής ενέργειας.

Εξίσου σημαντική είναι η χρήση του ΥΦΑ στη ναυπηγική, μιας και τα αποθέματα πετρέλαιο παγκοσμίως τείνουν να ελαχιστοποιούνται. Επί του παρόντος, τα πλεονεκτήματα της χρήσης ΥΦΑ για την πρόωση πλοίων για ένα μεμονωμένο πλοίο φαίνεται να εξαρτώνται από το πρότυπο ιστιοπλοΐας και το αν το κανονιστικό

νομοθετικό περιβάλλον ορίζει ένα όριο εκπομπών σε περιοχές στις οποίες λειτουργεί. Βασικά, το πλεονέκτημα του ΥΦΑ εξαρτάται από το τι παρουσιάζει το μεγαλύτερο κόστος και το πόσο αποτελεσματικά είναι τα μέσα για την επίτευξη μιας κανονιστικής ρύθμισης. Δεδομένου ότι το ΥΦΑ δεν έχει ουσιαστικά περιεκτικότητα σε θείο, η απόφαση του Διεθνούς Θαλάσσιου Οργανισμού και της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (Οκτώβριος 2016) προβλέπει ότι, από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2020, η περιεκτικότητα σε θείο κάθε καυσίμου που χρησιμοποιείται, πρέπει να περιορίζεται στο 0,50% (International Transport Forum). Είναι πολύ πιθανό λοιπόν, αυτή η ρύθμιση να βοηθήσει στην επιτάχυνση της χρήσης ΥΦΑ σε όλους τους τύπους πλοίων. Η τρέχουσα διανομή και τροφοδοσία ΥΦΑ, είναι αναμενόμενο να μετασηματιστεί αρκετά στο μέλλον, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των ειδικών.

Ας μην ξεχνάμε ότι, στο πλαίσιο της ευημερίας της παγκόσμιας ναυτιλιακής βιομηχανίας, μια ποικιλία περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από τη ναυσιπλοΐα αλλά και οι όλο και πιο αυστηροί περιορισμοί εκπομπών, έχουν προσελκύσει μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το υγροποιημένο φυσικό αέριο και μια καθαρή και αποδοτική ενέργεια που συμμορφώνεται με την οικολογική συνείδηση. Όπως διαπιστώνουν έρευνες, παρά το γεγονός ότι το ΥΦΑ είναι πολύ δημοφιλές στον τομέα των ναυτικών πλοίων, υπάρχουν μόλις λιγότερα από 40 πλήρως ανεφοδιασμένα πλοία που τροφοδοτούνται με ΥΦΑ παγκοσμίως – όπως αναφέρουν τα δεδομένα που ίσχυαν μέχρι τον Ιούνιο του 2013. Επιπλέον, η ποσότητα των πλοίων που λειτουργούν με LNG είναι ακόμη πολύ χαμηλότερη στην Κίνα, όσο κι αν αυτό ακούγεται παράξενο. Πιο συγκεκριμένα, οι Chengpeng et al. τονίζουν ότι η πλειοψηφία αυτών στην Κίνα είναι πλοία εσωτερικής ναυσιπλοΐας, τα οποία κατευθύνονται κυρίως κατά μήκος του ποταμού Yangtze και των καναλιών.

Οι Chengpeng et al. χρησιμοποιώντας την ανάλυση SWOT (αντοχές, αδυναμίες, ευκαιρίες και απειλές) σε συνδυασμό με την διαδικασία αναλυτικής ιεραρχίας (AHP), ανέλυσαν την αναπτυξιακή προοπτική των πλοίων που τροφοδοτούνται με υγραέριο στην εσωτερική ναυσιπλοΐα στην Κίνα, με στόχο την κάλυψη των κενών για την ανεπαρκή κατανόηση της νέας θαλάσσιας ενέργειας. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, υπάρχουν έξι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο την ανάπτυξη των πλοίων που τροφοδοτούνται με ΥΦΑ:

- i. Η μείωση των εκπομπών ρύπων
- ii. Η κακή υποδομή

- iii. Η απουσία κυβερνητικής και πολιτικής υποστήριξης
- iv. Η δυσκολία προσαρμοστικότητας των πλοίων σε τεράστιες δεξαμενές και μηχανές
- v. Το οικονομικό κόστος λειτουργίας
- vi. Το υψηλό οικονομικό κόστος της μετατροπής κάποιων χώρων των πλοίων.

Επομένως, υπάρχουν ακόμα αδυναμίες παγκοσμίως στο να εισέλθει η χρήση υγροποιημένου φυσικού αερίου στη ναυτιλιακή βιομηχανία.

Περνώντας στο σήμερα, αμερικανικές εταιρείες έχουν εκδηλώσει ήδη ενδιαφέρον για τις τεχνικές προδιαγραφές και τις δυνατότητες του τερματικού υγροποιημένου φυσικού αερίου (ΥΦΑ) της Ρεβυθούσας. Τον Σεπτέμβριο του 2028, η Δημόσια Εταιρεία Παροχής Αερίου ανακοινώνει ότι βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο διαπραγματεύσεων με το μεγαλύτερο Αμερικανό εξαγωγέα ενέργειας, την εταιρεία Cheniere, για την προμήθεια υγροποιημένου φυσικού αερίου (capital.gr, 24/9/2018).

Ενδιαφέρον ότι τα σχέδια για εισαγωγή αμερικανικού υγροποιημένου φυσικού αερίου ενδέχεται να ευνοηθούν από τον εμπορικό πόλεμο Κίνας – ΗΠΑ που έχει ξεκινήσει από τα μέσα του 2018. Πιο συγκεκριμένα, η Κίνα επέβαλλε δασμούς 22% στις αμερικανικές εξαγωγές ενέργειας ως αντίποινα για τους αντίστοιχους αμερικανικούς δασμούς που μπήκαν σε εφαρμογή μέσα στο 2018. Αυτή η κίνηση, σύμφωνα με τους αναλυτές, αναμένεται να αυξήσει τις διαθέσιμες μεγαλύτερες ποσότητες αμερικανικού LNG για εξαγωγή σε άλλες αγορές, όπως η Ευρώπη. Αυτό συνεπάγεται καλύτερους όρους - που ανάλογα με τη ζήτηση στην ελληνική αγορά, μπορεί να συγκλίνουν και να φέρουν πιο κοντά την προμήθεια αμερικανικού αερίου.

Πρακτικά, αυτό που έχει σημασία για το άμεσο μέλλον είναι να υπάρχουν οι τεχνικές προδιαγραφές, η συμβατότητα κ.λπ. του αμερικανικού αερίου με το ελληνικό σύστημα, ώστε να ανοίξει ο δρόμος και για την μακροχρόνια σύμβαση.

## **1.5 Επεξεργασία Φυσικού αερίου**

Ο τομέας του φυσικού αερίου θεωρείται πως βρίσκεται σε πλήρη ανάπτυξη, η οποία αναμένεται να κορυφωθεί μέσα στις επόμενες δύο δεκαετίες. Μάλιστα θεωρείται ότι, το φυσικό αέριο θα ξεπεράσει σε χρήση ακόμα και το πετρέλαιο κατά την περίοδο μεταξύ 2020 και 2030. Η αυξανόμενη τάση για την επικράτηση του φυσικού αερίου ως το κύριο καύσιμο της παγκόσμιας οικονομίας είναι γεγονός και δύσκολα ανατρέπεται κάτι τέτοιο. Επομένως, η παγκόσμια ενεργειακή βιομηχανία βρίσκεται μπροστά σε νέες και απαιτητικές προκλήσεις για το πώς θα επεξεργαστεί και θα διαχειριστεί αυτόν τον πολύτιμο φυσικό πόρο.

Όλο και περισσότερους υποστηρικτές αποκτά η πεποίθηση ότι οι μη συμβατικές πηγές αερίου, όπως το φυσικό αέριο από σχιστόλιθο, το μεθάνιο του άνθρακα και το βαθύ αέριο θα αποτελέσουν μελλοντικά σημαντικό συστατικό του αερίου που θα χρησιμοποιείται παγκοσμίως. Πέρα από τις ήδη γνωστές, υπάρχουν και κάποιες άλλες τεχνολογίες μετατροπής αερίου, όπως το GTL και το CNG, οι οποίες πρόκειται να τραβήξουν εξίσου πολύ την προσοχή της βιομηχανίας. Ωστόσο, προς το παρόν, η ενεργειακή αποδοτικότητα και το κόστος αυτών των εναλλακτικών πηγών αποτελούν εμπόδιο στην επέκταση της χρήσης τους.

Οι πραγματικές και φανταστικές περιβαλλοντικές ανησυχίες και η περιορισμένη πρόσβαση των εθνών του ΟΟΣΑ σε μακροπρόθεσμα αποθέματα πετρελαίου αναμένεται να επιταχύνουν την εμφάνιση κυψελών καυσίμου υδρογόνου (Economides & Wood, 2009). Οι τεχνολογίες που διατίθενται σήμερα, δείχνουν ότι, η πιο εμπορικά βιώσιμη πηγή υδρογόνου σε μεγάλες ποσότητες είναι το φυσικό αέριο. Είναι γεγονός ότι, το φυσικό αέριο ανταγωνίζεται έντονα με άλλα ορυκτά καύσιμα από την άποψη της απόδοσης και των εκπομπών. Είναι πολύ δημοφιλές πλέον για την παραγωγή ενέργειας. Ωστόσο, η αστάθεια των τιμών του φυσικού μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, ορισμένοι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας εξακολουθούν να ευνοούν τον άνθρακα και τα πυρηνικά στοιχεία στο χαρτοφυλάκιο παραγωγής ενέργειας. Καθώς το κόστος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο σε όλο τον κόσμο, το φυσικό αέριο έχει τη δυνατότητα να αυξήσει σημαντικά το μερίδιό του στην αγορά ηλεκτροπαραγωγής σημαντικά κατά την επόμενη δεκαετία. (Economides & Wood, 2009).

Για τον καθαρισμό του ακατέργαστου φυσικού αερίου, συναντά κανείς διαφορετικές διαδικασίες, ώστε αυτό να φτάσει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του αγωγού (Gas Pipeline) και της περιβαλλοντικά καθαρής καύσης του αερίου (EIA, 2006; Speight, 2007). Η επεξεργασία του φυσικού αερίου εφαρμόζεται στο

ακατέργαστο πρωτογενές υλικό φυσικού αερίου, έτσι ώστε (EIA, 2006, Spreight, 2007):

- 1) Να καθαριστεί το ακατέργαστο αέριο από διάφορα υλικά του εμποδίζουν τη χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο οικιακής ή βιομηχανικής χρήσης
- 2) Να διαχωριστούν τα πολύτιμα συστατικά του φυσικού αερίου από τα ακατέργαστα και μη χρήσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πετροχημικές πρώτες ύλες, καύσιμα, κλπ. (π.χ. προπάνιο) ή βιομηχανικά αέρια (π.χ. αιθάνιο, ήλιο).
- 3) Υγροποίηση του φυσικού αερίου με σκοπό την αποθήκευσή του ή τη μεταφορά του.

Το φυσικό αέριο μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με την προέλευση και τη σύστασή του σε (Faramawyetal. 2016).

α) συμβατικό

β) μη συμβατικό.

Το συμβατικό αέριο (Spreight, 2007) εμφανίζεται σε βαθιά δεξαμενές που είτε συνδέονται με αργό πετρέλαιο (συναφές αέριο), είτε περιέχουν μικρές ποσότητες ακατέργαστου πετρελαίου (μη συνδεδεμένο αέριο). Το συναφές μπορεί να υπάρχει σε διάφορες μορφές ως αέριο διαλυμάτων στο αέριο ασβεστίου (πεπιεσμένο αέριο), το οποίο βρίσκεται πάνω από το πετρελαϊκό ρεζερβουάρ. Το μη συνδεδεμένο αέριο (που ονομάζεται επίσης φυσικό αέριο ή ξηρό αέριο) παράγεται από γεωλογικούς σχηματισμούς οι οποίοι συνήθως δεν περιέχουν πολύ αργό πετρέλαιο ή υδρογονάνθρακες (υγρά αέρια) υψηλότερου βρασμού από το μεθάνιο. Το μη συμβατικό φυσικό αέριο μπορεί να είναι διάφορων τύπων, όπως αεροστεγές αέριο, ανθρακογενές μεθάνιο, σχιστολιθικό αέριο και αέριο περιεχόμενο σε υδρίτες (Tsirambides, 2015).

## **2. Διάθεση και διανομή φυσικού αερίου στην Ελλάδα**

Το φυσικό αέριο μπορεί να υπάρχει διαθέσιμο στην Ελλάδα χρόνια πριν, αλλά τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι καταναλωτές το προτιμούν για οικιακή χρήση. Προτιμάται αρκετά από τους καταναλωτές που θέλουν να περιορίσουν τη χρήση πετρελαίου, καθώς η τιμή του αυξάνεται πολύ συχνά. Όμως, από το 2010 και

μετά – δηλαδή από την έξαρση της οικονομικής κρίσης και μετά - η τιμή του φυσικού αερίου έχει επίσης αυξηθεί, καθώς αυξήθηκαν οι φόροι κατανάλωσης (Katsivelis, 2013).

Η διανομή φυσικού αερίου ή το σύστημα CNG (Compressed Natural Gas – Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο) είναι ένα σύστημα αγωγών για τη μεταφορά φυσικού αερίου και τη διανομή του στους καταναλωτές. Το σύστημα διανομής περιλαμβάνει τη διανομή αερίου σε γραμμές δικτύου και στις περιοχές εξυπηρέτησης. Η πίεση (βαθμός συμπίεσης) είναι ρυθμιζόμενη στο σύστημα, το οποίο είναι συνήθως σχεδιασμένο έτσι ώστε να υπάρχουν συστήματα κλειστού δακτυλίου ή βρόχου, προκειμένου να εξασφαλίζεται η αδιάλειπτη παροχή αερίου (Sircar et al. 2017). Ο συγκεκριμένος τομέας έχει προσελκύσει πολλούς μηχανικούς, διαχειριστές και επαγγελματίες.

Οι πελάτες στην Ελλάδα μπορούν να παραλαμβάνουν με τις εταιρείες να χρησιμοποιούν ειδικό εξοπλισμό τη μεταφορά τους. Όσον αφορά το ΥΦΑ, μπορεί να μεταφερθεί από την αποθήκη σε δεξαμενές ή φορτηγά σε μικρά κρυογονικά δοχεία. Για την προμήθεια συμπιεσμένου φυσικού αερίου (CNG) ο προμηθευτής πρέπει να συμπίεσει το αεριοποιημένο φυσικό αέριο και να το αποθηκεύει σε ειδικά δοχεία αποθήκευσης (Compressed natural gas οχήματα). Η μεταφορά και αποθήκευση του CNG γίνεται με δεξαμενές υπό πίεση. Κανονικά, η πίεση υπερβαίνει τα 200 bar (Diolettas, 2015). Η διανομή CNG απαιτεί ένα καλά οργανωμένο εφοδιαστικό σύστημα. Μέσα στο ειδικό δοχείο των οχημάτων αυτών, υπάρχουν ειδικοί κύλινδροι αποθήκευσης.

Στην Ευρώπη, η μεγαλύτερη πρόκληση που καλείται να αντιμετωπίσει ο εφοδιασμός της με φυσικό αέριο, είναι οι αγωγοί από τους εξωτερικούς προμηθευτές στα σημεία κατανάλωσης. Υπάρχουν τρία ενεργειακά πακέτα στην αγορά ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, από τα μέσα της δεκαετίας του '90, βασίστηκε κυρίως στην εσωτερική αγορά για την επίτευξη των στόχων ενεργειακής πολιτικής της. Η κύρια στρατηγική για την ασφαλή διακίνηση φυσικού αερίου εφαρμόζεται μέσω της Ενεργειακής Κοινότητας και την εφαρμογή κανονισμών της Ε.Ε., όπως τον 994/2010. Η Ε.Ε. πριν από χρόνια, άνοιξε τον Νότιο Διάδρομο φυσικού αερίου για τη μεταφορά του από το Αζερμπαϊτζάν, μέσω της Γεωργίας και της Τουρκίας στην Ε.Ε. (Αλεξόπουλος & Φώτης, 2018).

Στην Ελλάδα, το φυσικό αέριο εισάγεται στο Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου (ΕΣΜΦΑ), μέσα από τρία Σημεία Εισόδου, δηλαδή το

Σιδηρόκαστρο, που βρίσκεται στα σύνορα Ελλάδας-Βουλγαρίας, την περιοχή Κήποι του Έβρου, που βρίσκεται στα σύνορα Ελλάδας-Τουρκίας, και την Αγία Τριάδα, που βρίσκεται απέναντι από τη νήσο Ρεβυθούσα (Ρ.Α.Ε., 2009).

Οι κυριότερες διατάξεις της εθνικής νομοθεσίας από τις οποίες απορρέουν οι αρμοδιότητες της ΡΑΕ σχετικά με την ασφάλεια εφοδιασμού με φυσικό αέριο είναι:

- Να εισηγείται τα κατάλληλα μέτρα και διατυπώνει συστάσεις για την ασφάλεια εφοδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία που παρέχονται από το Διαχειριστή, τους πελάτες και τις επιχειρήσεις φυσικού αερίου.
- Να συντάσσει ετησίως την παρούσα έκθεση στην οποία συνοψίζει τις σχετικές παρατηρήσεις και εισηγήσεις της.

Οι κυριότερες διατάξεις της εθνικής νομοθεσίας από τις οποίες απορρέουν οι αρμοδιότητες του ΔΕΣΦΑ ΑΕ σχετικά με την ασφάλεια εφοδιασμού με φυσικό αέριο είναι:

- Να μεριμνά για την άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών μέσα από την κατάρτιση Σχεδίου Αντιμετώπισης Εκτάκτων Αναγκών και Διαχείρισης Κρίσεων. Το σχέδιο αυτό εγκρίνεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης μετά από γνώμη της ΡΑΕ.
- Να καταρτίζει κατάλογο σειράς διακοπής της παροχής φυσικού αερίου σε καταναλωτές στην περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- Να συνάπτει σύμβαση για την, έναντι ανταλλάγματος, κατά προτεραιότητα διακοπή της παροχής φυσικού αερίου με μεγάλους πελάτες, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Η σύμβαση αυτή συνάπτεται υποχρεωτικά με τους κατόχους άδειας παραγωγής που τηρούν αποθέματα εφεδρικού καυσίμου.
- Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, να διακόπτει κατά προτεραιότητα α) την παροχή σε πελάτες με τους οποίους έχει συνάψει σύμβαση διακοπής, β) Άλλους πελάτες σύμφωνα με τον κατάλογο σειράς διακοπής.
- Να εκδίδει εντολές προς Προμηθευτές που δεν τροφοδοτούν μόνο μεγάλους πελάτες ώστε, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, να μη διακοπεί η παροχή φυσικού αερίου σε Πελάτες που συγκαταλέγονται στους Μεγάλους Πελάτες. (Ρ.Α.Ε., 2009).



Γενικότερα, το ζήτημα της διανομής φυσικού αερίου αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι στην πώληση του προϊόντος. Όπως αναφέρουν οι πηγές, υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι αγωγών κατά μήκος της μεταφοράς που κάνει το φυσικό αέριο (Ríos-Mercado and Borraz-Sánchez, 2015):

- α) το σύστημα συλλογής
- β) το διακρατικό σύστημα αγωγών και
- γ) το σύστημα διανομής.

Το σύστημα συλλογής αποτελείται από αγωγούς χαμηλής πίεσης, μικρής διαμέτρου που μεταφέρουν ακατέργαστο φυσικό αέριο από το φρεάτιο στο χώρο επεξεργασίας. Σε περίπτωση που το φυσικό αέριο, προερχόμενο από ένα συγκεκριμένο πηγάδι, έχει υψηλό θείο και διοξείδιο του άνθρακα, τότε ένας εξειδικευμένος σωλήνας συλλογής ξένων αερίων είναι απαραίτητο να έχει εγκατασταθεί. Το συγκεκριμένο αέριο είναι διαβρωτικό, για αυτό το λόγο η μεταφορά του από το φρεάτιο στο χώρο όπου θα ομαλοποιηθεί, πρέπει να γίνει προσεκτικά (Ríos-Mercado and Borraz-Sánchez, 2015). Το πεδίο της Έρευνας Εργασιών έχει παίξει σημαντικό ρόλο στη βιομηχανία φυσικού αερίου, καθώς με αυτό τον τρόπο έχουν γίνει διαχειρίσιμα πολλά σχετικά προβλήματα που αφορούν στο σχεδιασμό, στην εξωστρέφεια, στην παραγωγή, μεταφορά, αποθήκευση, διανομή και την αγορά (μάρκετινγκ).

Οι Zheng et al. (2010) δημοσίευσαν μια πολύ χρήσιμη έρευνα σχετικά με τα μοντέλα βελτιστοποίηση στη βιομηχανία του φυσικού αερίου, εστιάζοντας παράλληλα σε τρεις συγκεκριμένες σημαντικές πτυχές – την παραγωγή, τις μεταφορές και την αγορά. Οι συγγραφείς της έρευνας, ουσιαστικά επιχειρούν να δώσουν μια μαθηματική διατύπωση του προβλήματος και να αναθεωρήσουν τις υφιστάμενες τεχνικές βελτιστοποίησης που λύνουν αυτά τα προβλήματα. Η μελέτη τους καλύπτει έξι γενικά προβλήματα, δηλαδή το πρόβλημα προγραμματισμού παραγωγής, το μεγάλο πρόβλημα ανάκτησης, το πρόβλημα του σχεδιασμού του δικτύου, το πρόβλημα ελαχιστοποίησης του κόστους καυσίμων και το πρόβλημα της ρυθμιζόμενη και απελευθερωμένης αγοράς.

## 2.1 Η Δημόσια Επιχείρηση Παροχής Αερίου

Η έλευση του φυσικού αερίου στην Ελλάδα ως ενεργειακού καυσίμου, ξεκίνησε το 1988 με την ίδρυση της Δημόσιας Επιχείρησης φυσικού Αερίου. Αρχικά, οι δραστηριότητές του αφορούσαν την ανάπτυξη των απαραίτητων υποδομών για τη σύσταση της βιομηχανίας του φυσικού αερίου στην Ελλάδα. Η ΔΕΠΑ πραγματοποίησε το μεγαλύτερο κομμάτι της βασικής υποδομής για αυτό το καύσιμο, μεταφέροντας φυσικό αέριο από την Θράκη ως την Αττική και σε όλα τα μεγάλα κέντρα κατανάλωσης της ηπειρωτικής χώρας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση στήριξε και ενίσχυσε σε μεγάλο βαθμό, μέσω χρηματοδοτικών προγραμμάτων, την υλοποίηση των προγραμμάτων της ΔΕΠΑ.

Το εκτεταμένο δίκτυο αγωγών χαμηλής πίεσης που κατασκευάστηκε σε τουλάχιστον έξι ευρύτερες αστικές περιοχές, έχει μήκος πάνω από 1000 χιλιόμετρα. Πρόκειται για δίκτυο υψηλής πίεσης μεταφοράς, με πάνω από 5.000 χιλιόμετρα μέσης πίεσης διανομής σε ένα αριθμό διαφορετικών περιοχών. Αργότερα, στην περιοχή Ρεβυθούσα ολοκληρώθηκε η κατασκευή σταθμού υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), συνδεδεμένου μέσω υποθαλάσσιων αγωγών με το κεντρικό σύστημα μεταφοράς φυσικού αερίου καθώς και ο διασυνδεδημένος αγωγός μεταφοράς φυσικού αερίου από την Τουρκία (Καρατσαμπέ) στην Ελλάδα (Κομοτηνή) μήκους 295 χιλιομέτρων.

Ο διασυνδεδημένος αγωγός Τουρκίας-Ελλάδος λειτουργεί από το 2007 και μεταφέρει Κασπιακό/Αζέρικο αέριο μέσω Τουρκίας, στην Ελλάδα. Τα μελλοντικά σχέδια δείχνουν ότι ο αγωγός αυτός σχεδιάζεται να επεκταθεί μέχρι την Ιταλία, ενώ η Ελληνο-Τουρκική διασύνδεση αποτελεί βάση του, υπό ανάπτυξη, παράπλευρου ΕλληνοΒουλγαρικού διασυνδεδημένου αγωγού Κομοτηνή- Stara Zagora, μήκους 160 χιλιομέτρων με προοπτική περαιτέρω επέκτασής του. Ήδη για τις ανάγκες της επέκτασης του δικτύου, πραγματοποιήθηκαν συνεργασίες με μεγάλες διεθνείς εταιρείες.

Πλέον, στη Ελλάδα, η εσωτερική αγορά φυσικού αερίου καλύπτει όλους τους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας, με δυναμικό περαιτέρω διεξόδου. Κατά γενική ομολογία, η χώρα μας κατέχει κομβική γεωγραφική θέση στον παγκόσμιο χάρτη του φυσικού αερίου. Ο ρόλος του φυσικού αερίου στην διεθνή ενεργειακή σκηνή σε συνδυασμό με την χαρακτηριστική γεωγραφική θέση της χώρας δημιουργεί προοπτικές ευρύτερης διασύνδεσης της υφιστάμενης υποδομής με τις

υποδομές γειτονικών χωρών. Η ΔΕΠΑ αξιοποιεί αυτό το γεωστρατηγικό πλεονέκτημα μέσα από την ενεργό συμμετοχή της σε αντίστοιχα έργα.

### 2.1.1 Δομή του Ομίλου

Η Δημόσια Επιχείρηση Παροχής Αερίου βρίσκεται στην κορυφή της «πυραμίδας» του τομέα του φυσικού αερίου σε ό,τι αφορά τον ελλαδικό χώρο. Για την ακρίβεια, πρόκειται για έναν Όμιλο εταιρειών που καλύπτει το σύνολο των αναγκών της εισαγωγής, διαχείρισης και παροχής του φυσικού αερίου για μικρούς ή μεγαλύτερους καταναλωτές στην Ελλάδα. Ο Όμιλος ΔΕΠΑ διαθέτει παρουσία στον ενεργειακό τομέα που δραστηριοποιείται στη χονδρική πώληση, προμήθεια, εμπορία και διανομή φυσικού αερίου σε μεγάλους πελάτες και σε πελάτες λιανικής. Σύμφωνα με πληροφορίες από το Ταμείο Αξιοποίησης Ιδιωτικής Περιουσίας του Δημοσίου Α.Ε. (Τ.Α.Ι.Π.Ε.Δ.), αυτό κατέχει το 65% της ΔΕΠΑ και η Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε. το υπόλοιπο 35%. Με τη σειρά της, Η ΔΕΠΑ είναι μέτοχος του 100% του Διαχειριστή Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ) και του 100% της Εταιρείας Διανομής Λοιπής Ελλάδος (ΔΕΛΑ). Επίσης, κατέχει το 50% του αγωγού IGI Poseidon και συμμετέχει έμμεσα στον αγωγό ICBG. Η ΔΕΠΑ κατέχει σήμερα το 51% της ΕΠΑ Αττικής και της ΕΔΑ Αττικής και το 51% της ΕΠΑ Θεσσαλονίκης – Θεσσαλίας και ΕΔΑ Θεσσαλονίκης – Θεσσαλίας. Το υπόλοιπο 49% των εν λόγω εταιρειών ανήκει σε ιδιώτες επενδυτές.<sup>3</sup>

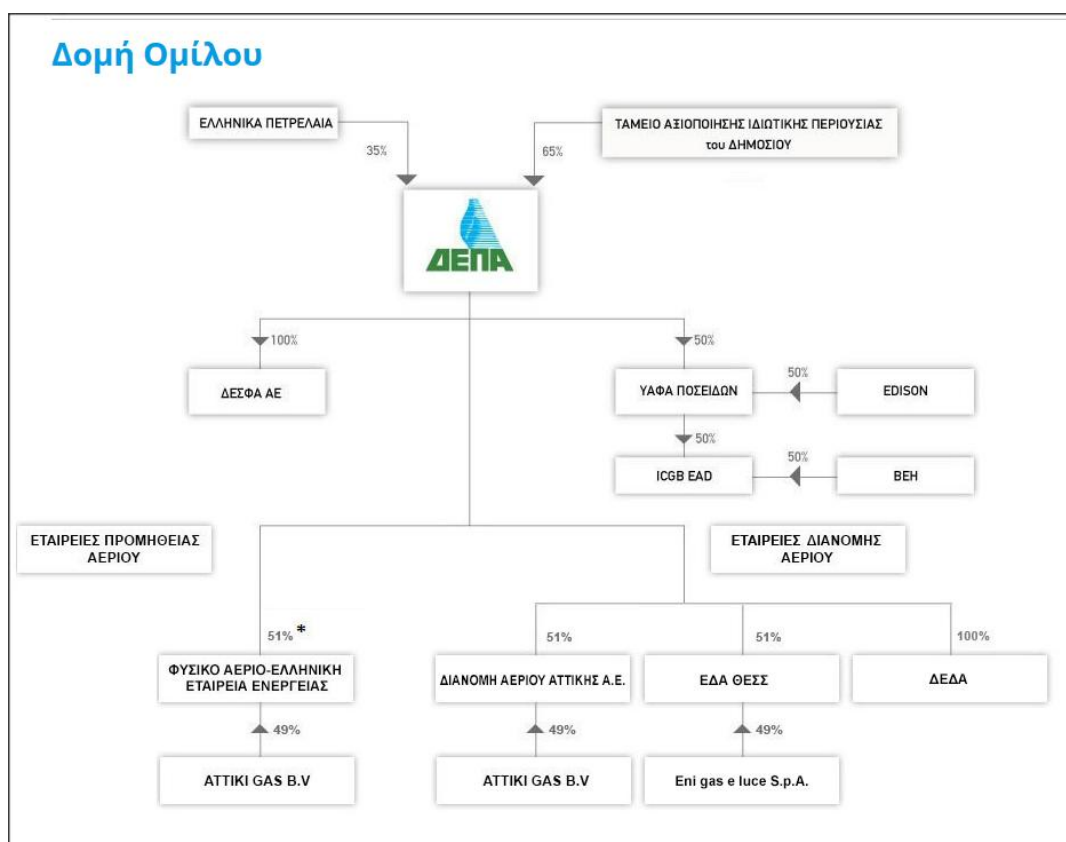
Σημειώνεται ότι, στο πλαίσιο της μεταρρύθμισης και της απελευθέρωσης της ενεργειακής αγοράς της Ελλάδας, όπως αυτή προκύπτει από τις μνημονιακές υποχρεώσεις της χώρας, προβλέπεται η ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠΑ σε ποσοστό 66%. Στη συμφωνία με τους Θεσμούς, έχει συμφωνηθεί ο διαχωρισμός της ΔΕΠΑ σε δύο εταιρείες, τη ΔΕΠΑ - Εμπορίας και τη ΔΕΠΑ - Υποδομών.<sup>4</sup> Αν και η διαδικασία της ιδιωτικοποίησης φαίνεται να καθυστερεί, στο επικαιροποιημένο σχέδιο του ΤΑΙΠΕΔ, το οποίο είναι υπεύθυνο για την ολοκλήρωση της διαδικασίας, προβλέπει

---

<sup>3</sup> Πληροφορίες από την ιστοσελίδα του ΤΑΙΠΕΔ, [www.hradf.com](http://www.hradf.com)

<sup>4</sup> Πληροφορίες από τις ειδησεογραφικές ιστοσελίδες [www.kathimerini.gr](http://www.kathimerini.gr), [www.tovima.gr](http://www.tovima.gr) και την [www.energypress.gr](http://www.energypress.gr)

εκκίνηση της διαγωνιστικής διαδικασίας αξιοποίησης του μεριδίου συμμετοχής μέσα στο 2018 και ανακοίνωση του «νικητή» ιδιώτη του διαγωνισμού μέσα στο 2019.



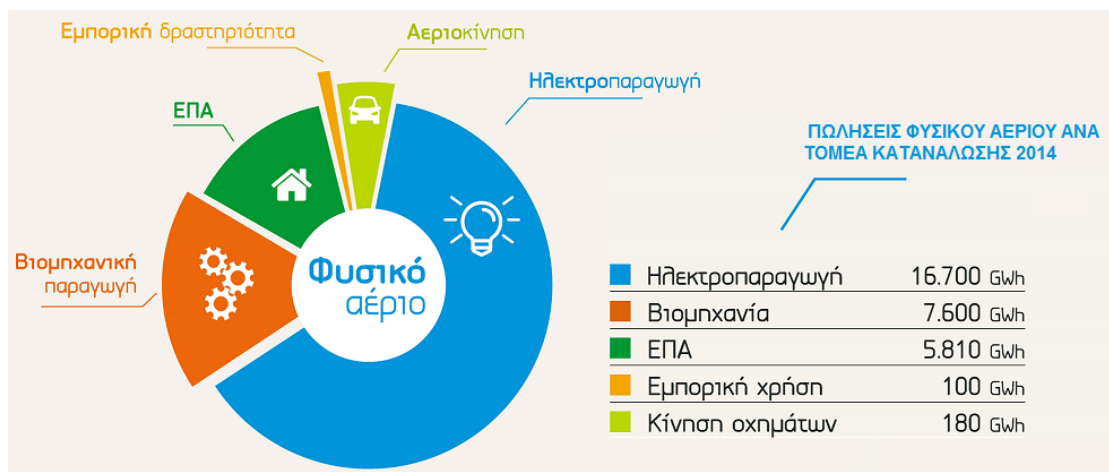
Εικόνα 4. Η δομή της ΔΕΠΑ.

Πηγή: depa.gr

### 2.1.2 Δραστηριότητες και προφίλ του Ομίλου

Ένας από τους στρατηγικούς στόχους της ΔΕΠΑ είναι η διάθεση φυσικού αερίου σε ανταγωνιστικές τιμές καθώς και η ανάπτυξη και προσφορά κάθε είδους νέων εφαρμογών και υπηρεσιών χρήσης φυσικού αερίου. Ο όμιλος δραστηριοποιείται μέσα σε ένα απελευθερωμένο απελευθερωμένο εμπορικό περιβάλλον. Η ανάπτυξη δικτύου πωλήσεων για αεριοκίνηση Ι.Χ. οχημάτων σε όλη την Ελλάδα αποτελεί μια από τις πρωτοποριακές κινήσεις του ομίλου. Η ΔΕΠΑ αυτή τη στιγμή παρέχει φυσικό αέριο σε μικρούς και μεγαλύτερους πελάτες, είτε ως αυτόνομο προϊόν, είτε μαζί με τις απαραίτητες υπηρεσίες μεταφοράς του.

Ενδεικτικά, στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τον τρόπο με τον οποίο η ΔΕΠΑ διέθεσε τα προϊόντα της στο ελληνικό εμπόριο.



Εικόνα 5. Πωλήσεις φυσικού αερίου ανά τομέα κατανάλωσης για το έτος 2014. Πηγή: depa.gr

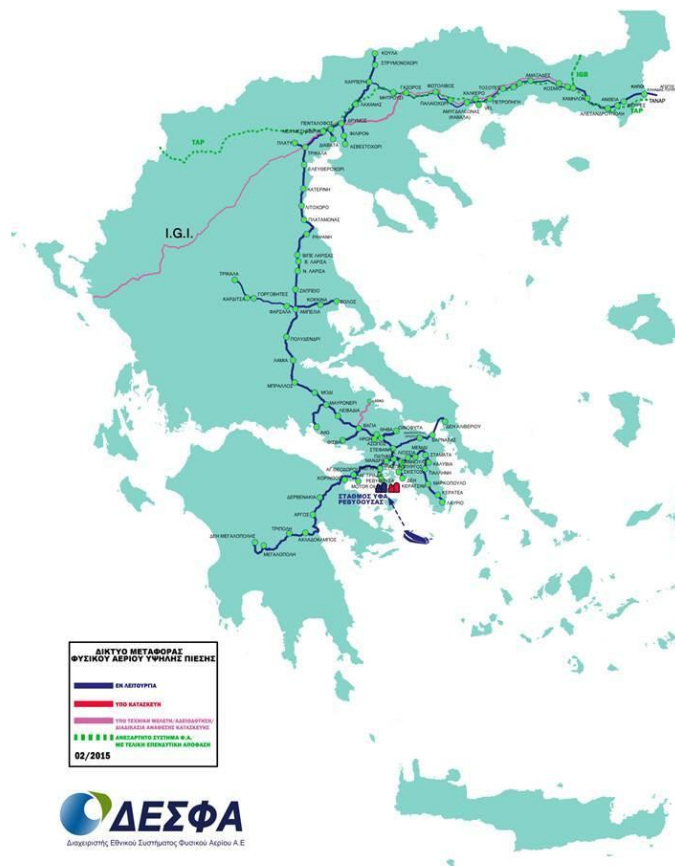
## 2.2 Ο Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου

Ο Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ) Α.Ε. είναι υπεύθυνος για τη λειτουργία, τη διαχείριση, την εκμετάλλευση και την ανάπτυξη του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΕΣΦΑ) και των διασυνδέσεών του, κατά τρόπο τεχνικά άρτιο και οικονομικά αποδοτικό και με σκοπό τη βέλτιστη εξυπηρέτηση των Χρηστών του με ασφάλεια, αξιοπιστία και επάρκεια. Σύμφωνα με πληροφορίες από την επίσημη ιστοσελίδα του Διαχειριστή, συμβάλλει καθοριστικά στην ασφάλεια εφοδιασμού και τη διαφοροποίηση των πηγών τροφοδοσίας της ευρύτερης περιοχής, διευκολύνοντας παράλληλα την ανάπτυξη ανταγωνισμού στην ελληνική αγορά ενέργειας, μεριμνώντας σταθερά για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Ο οργανισμός διαθέτει εκτεταμένη εμπειρία και άρτια καταρτισμένο ανθρώπινο δυναμικό, καθώς δεσπόζει στο χώρο του φυσικού αερίου στην Ελληνική επικράτεια και πιο συγκεκριμένα, στα μέρη όπου διατίθεται φυσικό αέριο. Ο ΔΕΣΦΑ είναι εδώ και πολλά χρόνια εταίρος στο πλαίσιο των εν εξελίξει διεθνών ενεργειακών έργων στη Νοτιοανατολική Ευρώπη.

Το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά φυσικού αερίου από τα ελληνοβουλγαρικά και ελληνοτουρκικά σύνορα σε καταναλωτές εγκατεστημένους στην ηπειρωτική Ελλάδα. Οι αντίστοιχοι διαχειριστές είναι ο BULGARTRANGAZ στη Βουλγαρία και ο BOTAS στην Τουρκία. Το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου αποτελείται από:

- τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς αερίου και τους κλάδους αυτού,
- τους Μετρητικούς Σταθμούς Συνόρων Σιδηροκάστρου Σερρών και Κήπων Έβρου,
- το Σταθμό Συμπίεσης στη Νέα Μεσήμβρια Θεσσαλονίκης,
- τους Μετρητικούς και Ρυθμιστικούς σταθμούς φυσικού αερίου,
- τα Κέντρα Ελέγχου και Κατανομής Φορτίου,
- τα Κέντρα Λειτουργίας και Συντήρησης του Μετρητικού Σταθμού Συνόρων Σιδηροκάστρου, Ανατολικής Ελλάδος, Βορείου Ελλάδος, Κεντρικής Ελλάδος και Νοτίου Ελλάδος, και
- το σύστημα Τηλεελέγχου και Τηλεπικοινωνιών.

Το Εθνικό Σύστημα Αγωγών Φυσικού Αερίου αποτυπώνεται με ακρίβεια στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6 Εθνικό Σύστημα Αγωγών Φυσικού Αερίου Πηγή: desfa.gr

Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς έχει συνολικό 512 χλμ. και η πίεση σχεδιασμού του αγγίζει τα 70 barg. Εκτείνεται από τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα (Προμαχώνας) έως την Αττική. Από τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς ξεκινούν κλάδοι μεταφοράς φυσικού αερίου, μήκους 952 χλμ. Αυτοί είναι υπεύθυνοι για την τροφοδοσία φυσικού αερίου για τις περιοχές της ανατολικής Μακεδονίας, της Θράκης, της Θεσσαλονίκης, του Πλατέος, του Βόλου, των Τρικάλων, των Οινόφυτων, των Αντικύρων, του Αλιβερίου, της Κορίνθου, της Μεγαλόπολης, της Θίβης και της Αττικής.

Ο ΔΕΣΦΑ στηρίζεται σε ένα λογισμικό που τρέχει σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και αποτυπώνει ένα καινοτόμο εσωτερικό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών με σκοπό την πλήρη καταγραφή σε ψηφιακή μορφή των περιουσιακών του στοιχείων. Η τεχνολογία GIS δίνει τη δυνατότητα ταχύτερης και καλύτερης κατανόησης της υπάρχουσας κατάστασης του δικτύου φυσικού αερίου υψηλής πίεσης. Οι πληροφορίες που δύναται να παρέχει το GIS αφορούν τα εξής:

- Δίκτυα Αγωγών
- Εγκαταστάσεις – Σταθμούς
- Καθοδική Προστασία
- Κτηματολόγιο
- Γεωλογικά ζητήματα
- Περιβαλλοντικά ζητήματα

Σε ό,τι αφορά τα τεχνικά Συστήματα Προστασίας του ΕΣΦΑ, αυτά είναι:

- Κάποιες ειδικές Μονωτικές Επικαλύψεις (Coating) για μηχανική προστασία και προστασία έναντι της διάβρωσης.
- Το Σύστημα Καθοδικής Προστασίας (Σ.Κ.Π.) που φροντίζει για την ασφαλή και οικονομική μεταφορά του φυσικού αερίου
- Και το Σύστημα Αντικεραυνικής και Αντιεκρηκτικής Προστασίας (Σ.Α.Π.) αφορά ειδικότερες προστατευτικές διατάξεις του ηλεκτρολογικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

## 2.3 Εταιρεία Διανομής Αερίου Αττικής και Θεσσαλονίκης – Θεσσαλίας

Όπως μας είναι γνωστό, το φυσικό αέριο δεν είναι ακόμη διαθέσιμο σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας. Για την ακρίβεια, δίκτυα παροχής φυσικού αερίου είναι διαθέσιμο στη Βόρεια Ελλάδα και σε ολόκληρη την κεντρική Ελλάδα αλλά και τις περισσότερες περιοχές του Νομού Αττικής. Η ΔΕΠΑ έχει κατά καιρούς προκηρύξει διαγωνισμούς για να καταφέρει να διευρύνει τις γεωγραφικές περιοχές διείσδυσης του αερίου. Οι προσπάθειες αυτές ήταν άλλοτε επιτυχημένες και άλλοτε αποτυχημένες. Η επέκταση του δικτύου φυσικού αερίου είναι μέρος της στρατηγικής που ακολουθεί η διοίκηση της ΔΕΠΑ.

Γενικά, ο επιθυμητός σκοπός της εταιρείας είναι να εξαντληθούν όλες οι δυνατότητες και οι μέθοδοι, ώστε το αέριο να φτάσει παντού όπου είναι δυνατόν στην Ελλάδα. Άλλωστε, δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι, η επέκταση του δικτύου παροχής φυσικού αερίου, συχνά αποτελεί αντικείμενο πολιτικών δεσμεύσεων. Δηλαδή, στο πλαίσιο πολιτικών εξαγγελιών για την ανάπτυξη της χώρας, συχνά οι πολιτικοί χρησιμοποιούν τις νέες διαθέσιμες περιοχές για το φυσικό αέριο, ως σχέδιο ανάπτυξης. Η ιστορία της Εταιρείας Διανομής Αερίου (ΕΔΑ) Αττικής και η ΕΔΑ Θεσσαλονίκης-Θεσσαλίας αποτελούν –προς το παρόν- τα πιο γνωστά παραδείγματα εταιρειών στον κύριο ελλαδικό κορμό, απαριθμώντας χιλιάδες πελάτες – ιδιώτες αλλά και εταιρικούς.

Η ιστορία της Εταιρείας Διανομής Αερίου (ΕΔΑ) Αττικής μετρά περίπου 160 χρόνια, από την εποχή όπου τα δίκτυα της πόλεως της Αθήνας τροφοδοτούνταν με φωταέριο και χρησιμοποιούνταν στη φωταγωγή της πόλης, όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα στα ιστορικά στοιχεία του φυσικού αερίου. Πιο συγκεκριμένα, η Αθήνα καλωσόρισε το φυσικό αέριο ουσιαστικά το 1996, όταν έγινε η εισαγωγή του από τη Ρωσία, μέσω αγωγών, και λίγο αργότερα από την Αλγερία, με ειδικά δεξαμενόπλοια. Το 2001 ιδρύεται η Εταιρεία Παροχής Αερίου (ΕΠΑ) Αττικής για την αποκλειστική διανομή και εμπορία του φυσικού αερίου στην Αττική. Το 2015 ψηφίζεται η τροποποίηση του Ν.4001/2011 που προβλέπει τη σταδιακή επιλεξιμότητα των καταναλωτών φυσικού αερίου και υπαγορεύει τον διαχωρισμό των δραστηριοτήτων διανομής και εμπορίας της ΕΠΑ Αττικής. Τον Ιανουάριο του 2017 ιδρύεται η νέα ΕΠΑ Αττικής βάσει της κείμενης νομοθεσίας και αποτελεί τη φυσική και ιστορική



συνέχεια του παρελθόντος κουβαλώντας τη μοναδική εμπειρία και τεχνογνωσία και διατηρώντας τον ρόλο του προμηθευτή αερίου στους καταναλωτές της Αττικής.<sup>5</sup>

Την ίδια χρονιά, ιδρύεται και η ΕΔΑ Θεσσαλονίκης – Θεσσαλίας Α.Ε., αναλαμβάνοντας την ευθύνη της άσκησης των δραστηριοτήτων του Διαχειριστή Δικτύου Διανομής Φυσικού Αερίου εντός των γεωγραφικών περιοχών του Νομού Θεσσαλονίκης και της περιφέρειας Θεσσαλίας. Πιο συγκεκριμένα, στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της ΕΔΑ Θεσσαλονίκης – Θεσσαλίας περιλήφθηκε εξ αρχής η κατασκευή, η συντήρηση, η λειτουργία, η διαχείριση και η εκμετάλλευση ολόκληρου του Δικτύου Διανομής Φυσικού Αερίου στις ανωτέρω γεωγραφικές περιοχές. Σημειώνεται ξανά ότι, στην Θεσσαλονίκης – Θεσσαλίας Α.Ε. συμμετέχει κατά 51% η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Α.Ε. (ΔΕΠΑ) και κατά 49%, ένας ξένος στρατηγικός επενδυτής (η Εταιρεία Eni Gas e Luce), ο οποίος ασκεί τη διοίκηση της εταιρείας.<sup>6</sup>

## **2.4 Πρόγραμμα ΥΦΑ Ποσειδών 2015-2020**

Η εταιρεία IGI Poseidon S.A. ιδρύθηκε το 2008. Πρόκειται για τον Υποθαλάσσιο Αγωγό Φυσικού Αερίου Ελλάδας – Ιταλίας (ΥΑΦΑ ΠΟΣΕΙΔΩΝ Α.Ε.). Στην Εταιρεία ΥΑΦΑ ΠΟΣΕΙΔΩΝ συμμετέχουν ισομερώς η ΔΕΠΑ και η ιταλική EDISON. Η συγκεκριμένη εταιρεία ασχολείται με τη μελέτη, την κατασκευή και τη λειτουργία του υποθαλάσσιου διασυνδεδημένου αγωγού φυσικού αερίου Ελλάδας-Ιταλίας (IGI Poseidon) καθώς και του αγωγού Eastern Mediterranean Pipeline (East Med). Επιπλέον, συμμετέχει ως μέτοχος με ποσοστό 50% στο έργο του Ελληνο-Βουλγαρικού Διασυνδεδημένου Αγωγού (IGB)<sup>7</sup>

Κατά γενική ομολογία, το έργο κατέχει εξαιρετικά στρατηγική σημασία για την ενεργειακή ασφάλεια της Ευρώπης. Οι πληροφορίες σχετικά με την υλοποίηση του έργου αναφέρουν πως η Ε.Ε. θα συνεισέφερε οικονομικά σε αυτό. Μέχρι στιγμής έχουν χρηματοδοτηθεί από την Κομισιόν οι προπαρασκευαστικές μελέτες. Ο αγωγός φυσικού αερίου EastMed, είναι σχεδιασμένος έτσι, ώστε να συνδέει τις εξής περιοχές: Κοίτασμα Ανατολικής Μεσογείου-Κύπρος-Κρήτη-Πελοπόννησος-Δυτική Ελλάδα. Διευκρινίζεται ότι, η εταιρεία IGI Poseidon S.A. έχει αναλάβει επίσης την

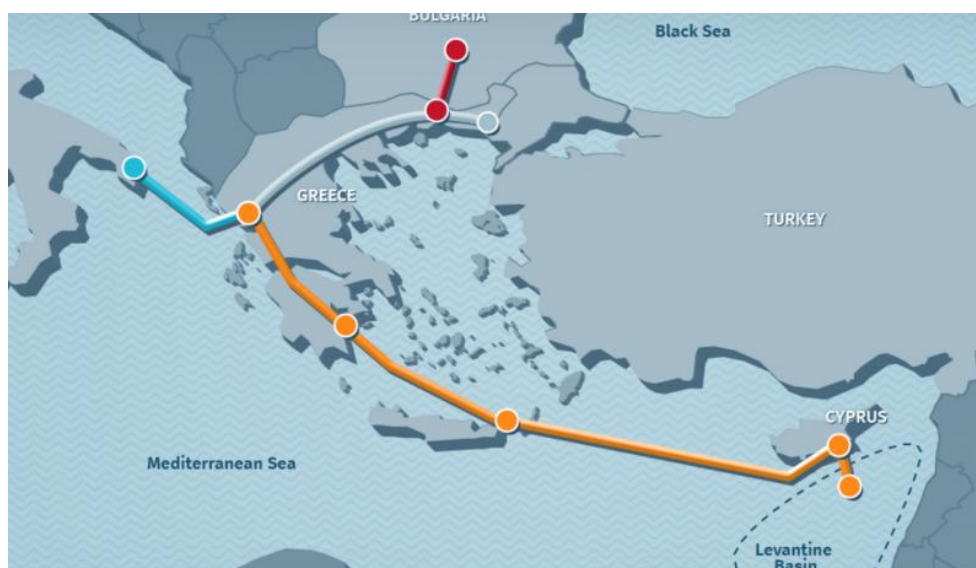
---

<sup>5</sup> Πηγή: [www.aerioattikis.gr](http://www.aerioattikis.gr)

<sup>6</sup> Πηγή: [www.edathess.gr](http://www.edathess.gr)

<sup>7</sup> Πηγή <http://www.depa.gr>

κατασκευή της απόληξης του αγωγού στην Ιταλία ως ξεχωριστό έργο (αγωγός Poseidon) με μία υποβρύχια σύνδεση περίπου 210 χλμ.



Εικόνα 7. Το σχέδιο για την κατασκευή αγωγού φυσικού αερίου από τη Μεσόγειο

Από μια άλλη σκοπιά, πολλοί είναι αυτοί που θεωρούν πως, η ολοκλήρωση του αγωγού EastMed δεν είναι εφικτή και πως θα παραμείνει ένα «άπιαστο όνειρο». Εκείνοι λοιπόν που βλέπουν την κατάσταση πιο ρεαλιστικά, πιστεύουν πως οι απαιτήσεις για παραγωγή φυσικού αερίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι πολύ πιθανό να αυξηθούν στο μέλλον. Ωστόσο, αυτό δε συνεπάγεται ότι ο συγκεκριμένος αγωγός που θα προμηθεύει την Ευρώπη με φυσικό αέριο από την «πύλη» της Δυτικής μεσογείου, θα είναι σε θέση να το εξυπηρετήσει τις ανάγκες της Ευρώπης. Δηλαδή, πολλοί θεωρούν αμφίβολο το εάν το φυσικό αέριο της Ανατολικής Μεσογείου αρκεί για να εξυπηρετήσει ολόκληρη την Ευρώπη.

Για την ακρίβεια, πιστεύουν πως μια τέτοια κατάσταση θα αυξήσει τα αιτήματα για φυσικό αέριο από τη Ρωσία. Τέλος, ένα ακόμα σημαντικό επιχείρημα που προβάλλουν οι «αμφισβητίες» του συγκεκριμένου αγωγού, είναι ότι η περιοχή της Μεσογείου, αν και μπορεί να αποτελέσει έναν πολύ σημαντικό εξαγωγέα φυσικού αερίου, ταυτόχρονα καλείται να αντιμετωπίσει πολλές προκλήσεις στη γύρω περιοχή. Εξαιτίας της γειτονικής του θέσης με το Ισραήλ και τις αναταραχές που πολλές φορές επικρατούν στην περιοχή, πολλές φορές οι επενδυτικές προτάσεις καθυστερούν. Σε ό,τι αφορά την Κύπρο, συμβαίνει κάτι ανάλογο. Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου που

βρίσκονται κάτω από την Κύπρο δεν είχαν γίνει σαφή για πολύ καιρό. Τέλος, η Αίγυπτος παρουσιάζει μεγάλες ελλείψεις σε φυσικό αέριο, γεγονός που ίσως αναστέλλει την ολοκλήρωση της κατασκευής του αγωγού.

## **2.5 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για το φυσικό αέριο στην Ελλάδα**

Την επιστημονική έρευνα έχει απασχολήσει σημαντικά ο φυσικός πόρος φυσικού αερίου που συναντάται στον Ελλαδικό χώρο και γύρω από αυτόν. Παρακάτω γίνεται μια σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον και αποσαφηνίζουν το ζήτημα της ύπαρξης φυσικού αερίου στην Ελλάδα σε πολλά επίπεδα – οικονομικό, εμπορικό, γεωλογικό, περιβαλλοντικό, κ.α.

Όπως επισημαίνεται σε έρευνα, (Tsirambides, 2015) στην Ελλάδα, η προοπτική για ανακάλυψη μη συμβατικών υδρογονανθράκων δεν είναι μεγάλη, εφόσον δεν υπάρχουν επαρκείς πόροι. Η αναζήτηση αποθεμάτων συμβατικών υδρογονανθράκων θα πρέπει να ακολουθεί την πορεία των συμβατικών υδρογονανθράκων. Ο Tsirambides (2015) υποστήριξε πως, σε αντίθεση με το μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει η χρήση μη συμβατικών πηγών ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν έχει θεσπίσει κάποιο νομικό πλαίσιο το οποίο να αφορά ζητήματα εξόρυξης ή περιβαλλοντικά ζητήματα.

Η αγορά και η τιμολόγηση φυσικού αερίου στο λιανικό εμπόριο στην Ελλάδα είναι απελευθερωμένη, μιας και οι Εταιρίες παροχής Αερίου (ΕΠΑ) απολαμβάνουν το μονοπώλιο καθώς και το δικαίωμα να καθορίζουν τις τιμές του φυσικού αερίου ελεύθερα στις αντίστοιχες αγορές τους, αλλά πάντα παραμένοντας σύμφωνες με την αρχική συμφωνία πλαίσιο με την Ελληνική κυβέρνηση. Η Ελληνική κυβέρνηση καθορίζει τα μέγιστα ετήσια επίπεδα εισοδήματος για τη λειτουργία αυτών των εταιρειών. Αυτό συμβαίνει για να εξισορροπηθεί το γεγονός ότι, οι ΕΠΑ απολαμβάνουν ένα απόλυτο μονοπώλιο. Οι τιμές λιανικής υπόκεινται σε ειδικούς φόρους κατανάλωσης και ΦΠΑ (Giamouridis, 2009).

Ο νόμος 4336/2015 και στη συνέχεια ο νόμος 4414/2016 (που ψηφίστηκε τον Αύγουστο του 2016), προβλέπουν το διαχωρισμό της διανομής από την προμήθεια φυσικού αερίου. Όσον αφορά τις βασικές εταιρείες παροχής αερίου που ξεκίνησαν τη διανομή του στην Ελλάδα, οι νόμοι αυτοί μείωσαν τα μονοπώλια των εταιρειών όσον αφορά τις υπηρεσίες εφοδιασμού. Πιο συγκεκριμένα, οι εταιρείες υποχρεώθηκαν να

ολοκληρώσουν το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό της λειτουργίας διανομής τους από τις υπόλοιπες δραστηριότητές τους μέχρι την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2017 (Symeonidis and Antoniou, 2017). Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να ρυθμίσουν την απόσχιση της λειτουργία διανομής τους σε νεοσυσταθείσες εταιρείες διανομής φυσικού αερίου, οι οποίες θα έπρεπε να αποκτήσουν δύο άδειες - μια άδεια διανομής και μια άδεια για να λειτουργούν ένα δίκτυο διανομής. Η ΔΕΠΑ έχει το δικαίωμα να δημιουργήσει μια νέα εταιρεία διανομής μέσω της απόσχισης του δικού της φυσικού αερίου στον τομέα της διανομής και μπορεί να διανείμει ενέργεια στα μέρη της Ελλάδας που δεν καλύπτονται από αυτές τις τρεις εταιρείες διανομής. Οι εγκατεστημένες εταιρείες διανομής σε Θεσσαλονίκη και Θεσσαλία μπορεί να έχει μία κοινή διανομή και μία κοινή προμήθεια.

Όσον αφορά την εφαρμοστέα διαδικασία υποβολής προσφορών, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επίσημα απαλλάσσει την εξερεύνηση πετρελαίου και φυσικού αερίου στην Ελλάδα από την εφαρμογή της οδηγίας 2004/17 / EK15 (συντονισμός των διαδικασιών σύναψης συμβάσεων στους τομείς των υδάτων, της ενέργειας, των μεταφορών και των ταχυδρομικών υπηρεσιών). Η οδηγία μπορεί να αποκλειστεί από το πεδίο εφαρμογής της, δεδομένου ότι η εν λόγω δραστηριότητα είναι άμεσα εκτεθειμένη στον ανταγωνισμό στο κράτος μέλος στο οποίο εκτελείται, καθώς η σχετική αγορά της εν λόγω δραστηριότητας δεν περιορίζεται. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή διαπίστωσε ότι οι ανωτέρω προϋποθέσεις πληρούνται και εξαιρούνται έτσι οι συμβάσεις που συνάπτονται από τις αναθέτουσες αρχές σχετικά με την έρευνα πετρελαίου και φυσικού αερίου στην Ελλάδα από την εφαρμογή της οδηγίας 2004/17 / EK. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι αυτή η εκτελεστική απόφαση της Επιτροπής θα μπορούσε να αναθεωρηθεί εάν προκύψουν σημαντικές πραγματικές ή νομικές αλλαγές στην αντίστοιχη ελληνική αγορά (Kourniotis and Tzoumas, 2016).

Τα δικαιώματα εξερεύνησης και παραγωγής του ελληνικού κράτους μπορούν να χορηγηθούν μέσα από:

- α) τη σύναψη μίας σύμβασης μίσθωσης ή
- β) τη σύναψη συμφωνίας για την κατανομή της παραγωγής.

Όπως αναλύθηκε και παραπάνω, η Ελλάδα συνδυάζει ένα εξαιρετικά πλούσιο ενεργειακό παραγωγικό δυναμικό σε σύγκριση με τις περισσότερες άλλες ευρωπαϊκές χώρες αλλά και διεθνώς. Εκτιμάται ότι, με τις κατάλληλες νομοθετικές

παρεμβάσεις, την ύπαρξη επαρκών οικονομικών κινήτρων και την δημιουργία ευρύτερου επενδυτικού ενδιαφέροντος, ο ενεργειακός τομέας κατά την επόμενη δεκαετία θα διαφοροποιηθεί σημαντικά (Παπαδοπούλου, 2005). Η Ελλάδα σίγουρα έχει τη δυνατότητα να εξελιχθεί σε ένα σημαντικό πόλο έλξης ξένων επενδύσεων για τη δημιουργία πρότυπων ενεργειακών υποδομών για τη δοκιμή, σε εμπορική βάση, νέων ενεργειακών τεχνολογιών.

Σε ότι αφορά το κόστος εγκατάστασης των σωλήνων διανομής του φυσικού αερίου, οι Bernard et al. (2002), κατέγραψαν κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με την ταχεία επέκταση της διανομής φυσικού αερίου σε παρθένες περιοχές της επαρχίας του Κεμπέκ, ώστε να καταλήξουν στην εκτίμηση των επιπτώσεων του φυσικού αερίου από τη μέγιστη ημερήσια ζήτηση και το μήκος του αγωγού για το κόστος κεφαλαίου διανομής φυσικού αερίου. Το κόστος σε σχέση με τη μέγιστη ημερήσια ζήτηση δεν είναι σημαντική, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις. Επομένως, δεν κοστίζει πολύ να γίνει επέκταση μιας γραμμής ανά χιλιόμετρο. Οι ερευνητές κατέληξαν στο ότι, οι αγωγοί που έχουν σχεδιαστεί και εγκριθεί στο πλαίσιο της κανονιστικής διαδικασίας δε δημιουργούν σχεδόν κανένα στοιχείο κόστους που συνδέεται άμεσα με τη μέγιστη ημερήσια ζήτηση.

Οι αγωγοί μεταφοράς φυσικού αερίου φαίνεται να τυγχάνουν ιδιαίτερης προσοχής μιας και μεταφέρουν πολύ μεγάλες ποσότητες αερίου προς τα δίκτυα διανομής και τα σημεία κατανάλωσης. Οι αγωγοί φυσικού αερίου ανήκουν σε δημόσιους διαχειριστές και για αυτό υπόκεινται σε αυστηρούς κανονισμούς. Πριν τη κατασκευή ενός νέου αγωγού ή πριν την επέκταση τυχόν υφιστάμενων δικτύων, πρέπει να γίνει πιστοποίηση και συμμόρφωση στην εκάστοτε νομοθεσία. Αυτές οι πιστοποιήσεις δίδονται εφόσον έχει προηγηθεί εκτεταμένη έρευνα για την επάρκεια των αποθεμάτων και την αποτελεσματικότητα σχεδιασμού, τη διαθεσιμότητα αγοράς της και βέβαια την οικονομική δυνατότητα. Ο σχεδιαστής πρέπει να προβλέπει την μελλοντική ζήτηση, κάτι που συνεπάγεται επιπλέον κόστος για τη μεταφορά του αερίου. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρήση κάποιας γραμμής χαμηλότερης πίεσης στην αρχή του έργου. Μπορεί να ακολουθήσει κάποια πρόβλεψη για πρόσθετη ισχύ των σταθμών συμπίεσης και εγκατάσταση μεγαλύτερης από την απαραίτητη σωλήνα μεταφοράς. Γενικά, ο διαχειριστής πρέπει να σχεδιάσει και να εκτιμήσει το κόστος των νέων εγκαταστάσεων πριν την πιστοποίηση (Κωστακάκη, 2013).

Ως προς το κομμάτι της Γεωπολιτικής, αξίζει να γίνει ειδική αναφορά και σε αυτό καθώς πρόκειται για μια μεθοδολογία που μας επιτρέπει να καθορίζουμε, να

αναλύουμε και να κατανοούμε τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ γεωγραφίας, δημογραφίας, οικονομικών και διεθνών σχέσεων και συσχετίσεων. Είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για κάθε χώρα, για να διερευνήσει τα πλεονεκτήματά της και μειονεκτήματα έναντι άλλων χωρών, κυρίως γειτονικών.

Είναι γνωστό ότι, στη Μέση Ανατολή οι χώρες είναι χωρισμένες σε πιο ισχυρές και πιο αδύναμες, ενώ παράλληλα κάποιες καλούνται να τελούν υπό την εποπτεία των πιο ισχυρών. Μια από τις πιο βασικές αιτίες για την αναστάτωση που επικρατεί εδώ και χρόνια στην περιοχή, είναι η ύπαρξη πολύτιμων φυσικών πόρων με μεγάλη ζήτηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι χώρες να παλεύουν και να αντιμάχονται για το ποιος θα κυριαρχήσει στην περιοχή. Υπάρχουν χώρες που εμπλέκονται στην εξόρυξη και παραγωγή ενέργειας, αλλά υπάρχουν και χώρες που χρειάζονται ενέργεια. Αυτή η εξάρτηση συνήθως δημιουργεί αναταραχή στις διεθνείς σχέσεις. Είναι επίσης γνωστό ότι, αποθέματα φυσικού αερίου έχουν βρεθεί στην παράκτια περιοχή του Ισραήλ που επιθυμεί να συνδεθεί με την Ευρώπη μέσω του αγωγού της Ανατολικής Μεσογείου (East-Med) για την παροχή φυσικού αερίου. Η διαδρομή του έργου θα περάσει από την Κύπρο και την Ελλάδα.

Σύμφωνα με τη μελέτη της Pantelidou (2017), η σημασία του East-Med για την ευρωπαϊκή ενεργειακή ασφάλεια - σε θεωρητικό επίπεδο - θα καλύψει πιθανώς παλιές εντάσεις. Σε μεγάλο βαθμό, η υλοποίηση του έργου θα πρέπει να «αποσυνδεθεί» από την εξωτερική πολιτική κάποιων χωρών και από πιθανώς παλιές στοιχειωμένες στρατηγικές που συνέβαλαν σε αμυντική χειραγώγηση και απειλές προς άλλες χώρες. Οριοθέτηση της ΑΟΖ της Ελλάδας και η συνεργασία των Ελλήνων και των Κυπρίων για κοινή εξωτερική πολιτική με μακροπρόθεσμη προοπτική είναι μερικές προτάσεις που θα φέρουν θετικά αποτελέσματα στο εγγύς μέλλον (Pantelidou, 2017).

Γενικά, η Ελλάδα συνδυάζει τη γεωστρατηγική θέση, την πολιτική βούληση, το νομικό υπόβαθρο και την τεχνική δυνατότητα να γίνει ένας κόμβος ενεργειακού αερίου.

### 3. Πληροφοριακά Συστήματα

Τα πληροφοριακά συστήματα σχετίζονται με τα συστήματα διαχείρισης βάσης δεδομένων από τη μία πλευρά και με τα συστήματα δραστηριότητας από την άλλη. Ένα πληροφοριακό σύστημα είναι μια μορφή επικοινωνίας του συστήματος στο οποίο τα δεδομένα αντιπροσωπεύουν και υποβάλλονται σε επεξεργασία ως μια μορφή κοινωνικής μνήμης. Ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως ημι-επίσημη γλώσσα που υποστηρίζει τις ανθρώπινες λήψεις αποφάσεων και δράσης. Στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούν περισσότερες λεπτομέρειες για την έννοια των πληροφοριακών συστημάτων, τη σημασία τους αλλά και τον τρόπο με τον οποίο τα αντιμετωπίζουν οι ερευνητές.

#### 3.1 Έννοιες και ορισμοί

Πληροφοριακά συστήματα (Information Systems ή IS) ονομάζεται το σύνολο διαδικασιών, αυτοματοποιημένων υπολογιστικών συστημάτων και ανθρώπινου δυναμικού που προορίζονται για τη συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση, εγγραφή, ανάκτηση, και ανάλυση πληροφοριών. Τα συστήματα αυτά να περιλαμβάνουν λογισμικό, υλικό και τηλεπικοινωνιακό σκέλος. Ως όρος, τα πληροφοριακά συστήματα μπορεί να αναφέρονται όχι μόνο στην τεχνολογία της πληροφορίας και της επικοινωνίας (ΤΠΕ), που ένας οργανισμός χρησιμοποιεί, αλλά στο τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με αυτή την τεχνολογία για την υποστήριξη των επιχειρηματικών διαδικασιών.

Στην ουσία, τα πληροφοριακά συστήματα είναι αυτά που αποτελούν το ενδιάμεσο για την αρμονική συνεργασία ανθρώπινου δυναμικού, δεδομένων, διαδικασιών και τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών. Ανακαλύφθηκαν με σκοπό να αποτελέσουν γέφυρα μεταξύ των πρακτικών εφαρμογών της επιστήμης υπολογιστών και του επιχειρηματικού κόσμου. Η σημασία των πληροφοριακών συστημάτων σήμερα στις επιχειρήσεις και του οργανισμού αυξάνεται ραγδαία (Αρσενίδου, 2010).

Οι υπολογιστές παρέχουν αποτελεσματικούς τρόπους επεξεργασίας δεδομένων και αποτελούν απαραίτητο μέρος ενός συστήματος πληροφοριών. Παρ' όλα αυτά, ένα πληροφοριακό σύστημα έχει ως κύριο κομμάτι τους υπολογιστές. Η επιτυχής εφαρμογή ενός πληροφοριακού συστήματος απαιτεί κατανόηση της

επιχείρησης ή του έργου για το οποίο και του περιβάλλοντος που υποστηρίζεται από το Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης. Για παράδειγμα, για να δημιουργηθεί ένα πληροφοριακό σύστημα που υποστηρίζει συναλλαγές που πραγματοποιείται στο χρηματιστήριο, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τις διαδικασίες που σχετίζονται με τις αγορές και τις πωλήσεις των μετοχών, των ομολόγων και ούτω καθεξής. Οι υπολογιστές είναι μόνο ένα μέρος ενός πολύπλοκου συστήματος, το οποίο πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένο σχεδιασμό, να λειτουργεί σωστά και αποτελεσματικά και να συντηρείται.

Εξετάζοντας τους ορισμούς για τα πληροφοριακά συστήματα, στη βιβλιογραφία εντοπίζουμε διαφορές μεταξύ τους. Οι Boell και Cercez-Kecmanovic (2015), μιλώντας για τους ορισμούς των πληροφοριακών συστημάτων, εντόπισαν τέσσερις ξεχωριστές αντιλήψεις για αυτά:

- 1) την τεχνολογική άποψη (συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας, της αποθήκευσης και της μετατροπής των δεδομένων)
- 2) την κοινωνική άποψη, η οποία τονίζει το γεγονός ότι τα IS είναι εγγενώς κοινωνικά συστήματα
- 3) την κοινωνικο-τεχνική άποψη, υπό την έννοια ότι τα IS περιλαμβάνουν τόσο κοινωνικά όσο και τεχνολογικά στοιχεία που αλληλοσυνδέονται
- 4) και την άποψη της διαδικασίας σχεδιασμού των πληροφοριακών συστημάτων από πλευράς δραστηριοτήτων και διαδικασιών επεξεργασίας και υποστήριξης

Οι ορισμοί που υπάγονται στην τεχνολογική άποψη τονίζουν τη σημασία της πληροφορικής σε οργανωτικό πλαίσιο (McNurlin et al., 2009) ή το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία, αποθήκευση και διανομή δεδομένων και πληροφοριών (Moisiadis et al., 2008). Οι ορισμοί που συνδέονται με αυτήν την άποψη δεν αποκλείουν γενικά τη σημασία άλλων πτυχών που αφορούν τα πληροφοριακά συστήματα, ωστόσο, είναι γεγονός ότι οι περισσότεροι ορισμοί υπογραμμίζουν τη σημασία της τεχνολογίας – και μάλιστα ιδιαίτερα τη σημασία της τεχνολογίας της πληροφορίας, με τη μορφή υλικού, δικτύων και λογισμικού σε σχέση με άλλες πτυχές.

Οι ορισμοί που υιοθετούν μια κοινωνική άποψη υπογραμμίζουν τη σημασία του κοινωνικού χαρακτήρα της κοινωνίας των πληροφοριών (Boell & Cercez-Kecmanovic, 2015). Συχνά, οι ορισμοί αναγνωρίζουν επίσης τη σημασία της



τεχνολογίας αλλά θεωρούν γενικά ότι η τεχνολογία εξαρτάται από τις κοινωνικές πτυχές (Land, 1985). Τέλος, σε ότι αφορά την άποψη της διαδικασίας σχεδιασμού των πληροφοριακών συστημάτων, όπως αυτή αναφέρθηκε παραπάνω, σε αντίθεση με την κοινωνική άποψη, την τεχνολογική άποψη και την κοινωνικο-τεχνική άποψη, η άποψη της διαδικασίας δίνει έμφαση στη διάσταση της δραστηριότητας που συνδέεται με την κοινωνία των πληροφοριών και όχι με την τεχνολογία, τους κοινωνικούς παράγοντες ή την αμοιβαία αλληλεπίδρασή τους.

Καθώς η άποψη της διαδικασίας δίνει έμφαση στη δραστηριότητα των IS, οδηγεί τους ερευνητές των ζητημάτων IS να εξετάσουν πώς οι δραστηριότητες που αναλαμβάνουν οι κοινωνικοί φορείς μπορούν να εκτελούνται ή / και να υποστηρίζονται από την τεχνολογία. Αυτό ενθαρρύνει την έρευνα να εξετάσει τις δραστηριότητες και τη χρήση της τεχνολογίας σε σχέση με αυτές. Ουσιαστικά, μπορεί να εστιάσει στο πώς οι διαδικασίες εργασίας μπορούν να υποστηριχθούν, να ενεργοποιηθούν ή να αυτοματοποιηθούν με τη χρήση της τεχνολογίας. Για παράδειγμα, η τεχνολογία χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση παραγγελιών σε συγκεκριμένα αποθέματα σε μια αποθήκη και για την αναδιάρθρωση των ποσοτήτων των προϊόντων, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος (ή τα αποθέματα). Με αυτόν τον τρόπο, η διαχείριση αποθεμάτων βελτιστοποιείται μέσω αυτοματοποιημένων αποφάσεων.

Επομένως, η άποψη της διαδικασίας συμβάλλει σημαντικά στην έρευνα του IS, για παράδειγμα, μετατοπίζοντας την προσοχή στις ροές πληροφοριών και τις ροές εργασίας στην οργάνωση των πλαισίων και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να αυτοματοποιηθούν και να βελτιστοποιηθούν (Day et al., 2009). Αυτή η άποψη για τα πληροφοριακά συστήματα προκάλεσε έρευνα σχετικά με την διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού (Feldman and Horan, 2011) αλλά και έρευνα σχετικά με τη συμπεριφορά πληροφόρησης για τον άνθρωπο και τον τρόπο με τον οποίο η διαδικασία ικανοποίησης των αναγκών πληροφόρησης μπορεί να διευκολυνθεί μέσω της χρήσης τεχνολογίας (Johnstone, D. and Tate, 2004).

Αυτό που πρέπει να συγκρατήσει ο αναγνώστης είναι ότι η πληροφορία μας είναι γνωστή ως κάτι θετικό και θεμιτό και ότι όλοι οι οργανισμοί και οι επιχειρήσεις και για να αντιμετωπίσουν τις μακροπρόθεσμες προκλήσεις στο μέλλον, έχουν ανάγκη από ένα σύστημα που θα οργανώνει τις πληροφορίες και θα προβλέψει τυχόν μειονεκτήματα και απροσεξίες στο έργο που εκτελείται. Αυτό συμβαίνει από την πιο μικρή διοικητική επιχείρηση μέχρι και τη διαχείριση απαιτητικών έργων, όπως είναι

αυτό του συντονισμού της επεξεργασίας και διανομής φυσικού αερίου – δηλαδή μια διαδικασία που οργανώνεται από πληροφοριακό σύστημα, όπως θα δούμε και παρακάτω, στο επόμενο κεφάλαιο.

### **3.2 Συστατικά μέρη πληροφοριακών συστημάτων**

Τα Πληροφοριακά Συστήματα υπήρχαν και πολύ πιο πριν από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές τα οποία επέτρεπαν στους χρήστες να ελέγχουν και να προγραμματίζουν τις δραστηριότητες τους. Στη συνέχεια με τη βοήθεια των υπολογιστών αναπτύχθηκαν σε μεγάλο βαθμό και είναι πλέον σημαντικά και αποτελούν μεγάλο κομμάτι στην επιχείρηση ή στον οργανισμό.

Τα πληροφοριακά συστήματα στις σύγχρονες και μεγάλες επιχειρήσεις έχουν ως βασική αρχή την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (Computer Based Information System , CBIS). Αυτά συλλέγοντας, αποθηκεύοντας και αναλύοντας πληροφορίες στοχεύουν στη διασκόρπισή τους με διάφορους τρόπους ανά τα τμήματα των επιχειρήσεων. Υπάρχουν βέβαια και εκείνα που δεν βασίζονται σε CBIS, αλλά σε ανθρώπους, και κατ' επέκταση απαιτούν την διαμεσολάβηση του ανθρώπινου δυναμικού με σκοπό την τυποποίηση του αρχικού τους στόχου, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Η τεχνολογία πληροφοριών ή αλλιώς information technology - IT χαρακτηρίζεται από τρία βασικά μέρη (Ελιάν, 2017):

- > Το υλικό
- > Το λογισμικό
- > Τις τηλεπικοινωνίες

Πρόκειται για το τεχνολογικό μέρος των πληροφοριακών συστημάτων. Οτιδήποτε είναι σε θέση να συλλέξει, να επεξεργαστεί, να αποθηκεύσει και να παρουσιάσει δεδομένα αποτελεί κατά πάσα πιθανότητα μέρος ενός πληροφοριακού συστήματος (Wallace, 2014). Οι επιχειρήσεις οι οποίες που συνδέονται με κάποιο τρόπο την τεχνολογία και με τις στρατηγικές της επιχείρησης είναι οι επιχειρήσεις οι οποίες απολαμβάνουν μεγάλα κέρδη. Αυτό ωστόσο δε σημαίνει ότι πρέπει όλες οι επιχειρήσεις να είναι πρώτες στον κόσμο της τεχνολογίας για να πετύχουν υψηλά κέρδη. Θα πρέπει όμως να ακολουθούν και να οργανώνουν τις στρατηγικές τους

ανάλογα με την εξέλιξη της τεχνολογίας αλλιώς η επιχείρηση μπορεί να οδηγηθεί σε ανταγωνιστικό μειονέκτημα αντί για πλεονέκτημα.

### **3.3 Είδη Πληροφοριακών συστημάτων**

Για να κατανοηθεί περαιτέρω ο τρόπος οργάνωση και ο τομέας εφαρμογής των πληροφοριακών συστημάτων, είναι χρήσιμο να γίνει γνωριμία με τα είδη τους. Αναφέρονται χαρακτηριστικά έξι είδη πληροφοριακών συστημάτων (Βιέννας και Μπαγορδάκης, 2016).

- **Συστήματα Επεξεργασίας Συναλλαγών (TPS):** εξυπηρετούν τις ανάγκες σε επιχειρησιακό επίπεδο ενός οργανισμού. Στόχος τους είναι να συλλέγουν και αποθηκεύουν πληροφορίες σχετικά με τις συναλλαγές. Η πώληση ενός προϊόντος σε ένα κατάστημα είναι ένα παράδειγμα μιας συναλλαγής.
- **Συστήματα Εργασίας Γνώσης (KWS)** χρησιμοποιούνται από το τεχνικό προσωπικό για τη μετατροπή των προδιαγραφών σχεδιασμού σε γραφικά σχέδια. Πρόκειται ουσιαστικά για λογισμικά συστήματα.
- **Συστήματα αυτοματισμού γραφείου (OAS):** βοηθούν το ανθρώπινο δυναμικό ενός οργανισμού να βάλει σε εφαρμογή τις γνώσεις του και να οργανώσει τη δουλειά του. Τα στελέχη μπορούν με αυτόν τον τρόπο να δημιουργήσουν υπολογιστικά φύλλα, παρουσιάσεις, κείμενο, προσωπική ατζέντα και πολλά άλλα.
- **Συστήματα υποστήριξης απόφασης (DSS)** βοηθούν τη στρατηγική διαχείριση του προσωπικού (ανώτεροι αξιωματικοί) στη λήψη των αποφάσεων. Το σύστημα χρησιμοποιεί τις πληροφορίες, τα μοντέλα, ή εργαλεία ανάλυσης έτσι ώστε οι διαχειριστές να κάνουν προσομοιώσεις και προβλέψεις. Παράδειγμα του DSS είναι ένα επενδυτικό πρόγραμμα.
- **Συστήματα διαχείρισης πληροφοριών (MIS)** εξυπηρετούν το επίπεδο της διαχείρισης του οργανισμού. Το σύστημα συμπυκνώνει και μετατρέπει τα δεδομένα TPS υπόψη τις πληροφορίες για τους σκοπούς του ελέγχου των επιδόσεων και τη διαχείριση του οργανισμού. Οι συναλλαγές που καταγράφηκαν στην TPS αναλύεται και αναφέρεται από MIS. Παράδειγμα μιας εξόδου MIS είναι η έκθεση του προϋπολογισμού.
- **Executive συστήματα στήριξης (ESS)** εξυπηρετούν τον στρατηγικό επίπεδο ενός οργανισμού. Ένα σύστημα παρέχει ανώτερο στέλεχος από

μία άμεσα προσιτή, διαδραστική μορφή για να πάρει την επισκόπηση του συνόλου επίδοσης των οργανισμών.

#### **4. Το λογισμικό Aspen HYSYS**

Για την ακρίβεια των προβλέψεων των ιδιοτήτων των εκάστοτε μιγμάτων φυσικού αερίου, έχουν αφιερωθεί πάρα πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα, καθώς αποτελεί μια πολύ σημαντική πτυχή στην βιομηχανία του φυσικού αερίου. Χάρη στην πολύπλοκη φύση του φυσικού αερίου, η ανάπτυξη προσομοιώσεων που μπορούν να προβλέψουν με ακρίβεια την φάση του μίγματος σε δεδομένες συνθήκες, την σύστασή του, τη θερμοκρασία, την πίεση και άλλες ιδιότητες, αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία επεξεργάζεται και διανέμεται το ίδιο το φυσικό αέριο.

Την προσοχή των ερευνητών προσελκύει σε μεγάλο βαθμό η προσομοίωση που αναπτύσσεται στο σύστημα Aspen Hysys. Το εν λόγω σύστημα έχει τη δυνατότητα να αποτυπώνει τα δεδομένα σε διαγράμματα ροής των μονάδων επεξεργασίας φυσικού αερίου. Οι επιχειρήσεις φυσικού αερίου είναι σε θέση να επεξεργάζονται αυτά τα στοιχεία μέσα από αυτό το λογισμικό, ώστε να υπολογίζουν με ακρίβεια όλες τις λεπτομέρειες, δηλαδή τις λειτουργικές συνθήκες (πίεση - θερμοκρασία), τη σύσταση και τα συστατικά του μίγματος τροφοδοσίας, αλλά και την απόδοση αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων τους σε Aspen Hysys. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιούνται ειδικά μοντέλα υπολογισμών των ροών, που αφορούν και την πρόβλεψη των συγκεντρώσεων των συστατικών, την πρόβλεψη των ενεργειακών απαιτήσεων του μηχανολογικού εξοπλισμού και τις προδιαγραφές του φυσικού αερίου, οι οποίες υπολογίζονται με τη βοήθεια κυβικών εξισώσεων, όπως Soave-Redlich-Kwong και Peng-Robinson.

##### **4.1 Ορισμός και βασικές έννοιες**

Το HYSYS είναι ένα περιβάλλον προσομοίωσης διεργασιών που αποσκοπούν στην εξυπηρέτηση πολλών βιομηχανικών επεξεργασιών - ειδικότερα στην επεξεργασία πετρελαίου και φυσικού αερίου και στη Δύλιση (Οδηγός Εγκατάστασης HYSYS 3.2). Με το HYSYS μπορεί να επιτευχθεί η δημιουργία αυστηρών σταθερών και δυναμικών μοντέλων που σχετίζονται με τον βιομηχανικό

σχεδιασμό, την παρακολούθηση επιδόσεων, την αντιμετώπιση προβλημάτων, την επιχειρησιακή λειτουργία και βελτίωση, τον επιχειρηματικό σχεδιασμό και τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων. Σύμφωνα με τον επίσημο οδηγό εγκατάστασης του λογισμικού HYSYS 3.2, μέσα από την πλήρως αλληλεπιδραστική διασύνδεση HYSYS, μπορεί κανείς εύκολα να χειριστεί τις μεταβλητές διαδικασίας και την τοπολογία λειτουργίας μονάδας, καθώς και την πλήρη προσομοιωτική διαδικασία. Όλα αυτά μπορούν να επιτευχθούν μέσα από τη χρήση των δυνατοτήτων προσαρμογής και επεκτασιμότητας της συγκεκριμένης εφαρμογής. Το περιβάλλον HYSYS έχει αναπτυχθεί με σκοπό την παροχή λύσεων προσομοίωσης. Η εταιρεία κατασκευής του λογισμικού, κάνει λόγο ένα προϊόν που είναι διαδραστικό, διαισθητικό, ανοιχτό, και επεκτάσιμο.

Η τεχνολογία υπολογιστικών προγραμμάτων Aspen διαθέτει μια ευρεία γκάμα λογισμικών που είναι χρήσιμα στη μηχανική επεξεργασία, συμπεριλαμβανομένης της σταθερής και δυναμικής προσομοίωσης διεργασιών, του σχεδιασμού εξοπλισμού και της αξιολόγησης του κόστους.

Έτσι έχουμε λογισμικά:

Για οικονομική αξιολόγηση:

- **Aspen Process Economic Analyzer** (Αναλυτής Οικονομικής Διαδικασίας Aspen). Πρόκειται για λογισμικό εκτίμησης κόστους που παρέχει εκτιμήσεις CAPEX και εκτιμήσεις OPEX για τη σύγκριση και τον έλεγχο πολλαπλών διεργασιών.

Για τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση του εναλλάκτη θερμότητας:

- **Aspen Air Cooled Exchanger** (Εναλλάκτης Aspen μεανεμιστήραψύξης).

Χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό και την ταξινόμηση των κλιματιζόμενων εναλλακτών και των εναλλακτών θερμότητας cross-flow για κοινές εφαρμογές επεξεργασίας, συμπεριλαμβανομένης της μονοφασικής, συμπύκνωσης και εξάτμισης.

- **Aspen Fired Heater** (Θερμαντήρας Aspen). Είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης και διαβάθμισης για τη μοντελοποίηση ενός πλήρους συστήματος θέρμανσης. Χρησιμοποιείται και στον έλεγχο της επιχειρησιακής

απόδοσης του κλιβάνου διεργασίας για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης ή τον εντοπισμό καύσης των σωληνώσεων ή τυχόν υπερβολική οπτανθρακοποίηση.

- **Aspen Plate Exchanger** (Aspen Πίνακας εναλλάκτη). Πρόκειται για λογισμικό που αποτελεί μια ενιαία λύση για τον σχεδιασμό, τον έλεγχο και την προσομοίωση επιδόσεων των ανταλλακτικών θερμότητας με διάφορους τύπους συγκολλημένων φύλλων.
- **AspenCoil Wound Exchanger**. Σχετίζεται με την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας των διεργασιών του Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου.
- **Aspen Plate Fin Exchanger** (Πίνακας εναλλαγής πτερυγίων Aspen). Η τελευταία γενιά του λογισμικού θερμικού σχεδιασμού για το σχεδιασμό, την προσομοίωση και την αξιολόγηση των εναλλακτών πλάκας-πτερυγίων (multi-stream). Οι εναλλάκτες θερμότητας πλάκας-πτερυγίων είναι ζωτικής σημασίας για την κερδοφόρα λειτουργία πολλών σύγχρονων εφαρμογών επεξεργασίας αερίου.
- **AspenShell & Tube Exchanger** (Εναλλάκτης Aspen για το κέλυφος και τον σωλήνα). Παράγει το σχεδιασμό για όλους τους μεγάλους βιομηχανικούς τύπους και εφαρμογές εξοπλισμού για το κέλυφος του εναλλάκτη θερμότητας και των σωλήνων, συμπεριλαμβανομένης της μονοφασικής, της συμπύκνωσης και της εξάτμισης.
- **AspenShell & Tube Mechanical** (Μηχανικός Aspen για το κέλυφος και τον σωλήνα). Οι τρόποι σχεδίασης και διαβάθμισης του Aspen Shell and Tube Mechanical συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση του πάχους των εξαρτημάτων του εναλλάκτη και βοηθούν στον προσδιορισμό του, εάν το πάχος ενός εξαρτήματος είναι κατάλληλο για ένα δεδομένο σύνολο σχεδιαστικών θερμοκρασιών και πιέσεων.

Για τη μοντελοποίηση της διαδικασίας:

- **Exchange** (ο εναλλάκτης). Χρησιμοποιώντας αποθηκευμένο υλικό, το Exchange προσφέρει άμεση πρόσβαση σε εργαλεία εκμάθησης, πρότυπα μεθόδων δειγματοληψίας και βιβλιογραφία, καθώς και εργαλεία επιλογής εξοπλισμού από το Aspen Plus, το Aspen HYSYS ή το Aspen Exchanger Design and Rating.
- **Aspen Adsorption** (για την προσρόφηση). Είναι ένας ολοκληρωμένος προσομοιωτή ροής για τον βέλτιστο σχεδιασμό, προσομοίωση,

βελτιστοποίηση και ανάλυση βιομηχανικών διεργασιών απορρόφησης αερίου και υγρού.

- **Aspen Batch Process Developer** (για την ανάπτυξη της διαδικασίας μια παρτίδας). Μια τεχνολογία μοντελοποίησης βασισμένη στις διεργασίες για την κλιμάκωση των διαδικασιών κατά παρτίδες και χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη μοντέλων παρτίδας από την πρώτη στιγμή της διαδρομής μέχρι την πλήρη κατασκευή.
- **Aspen Chromatography** (Χρωματογράφος). Ένας ολοκληρωμένος προσομοιωτής ροής για διαδοχικές και συνεχείς διαδικασίες χρωματογραφικού διαχωρισμού, συμβατό με AspenPlus και AspenPlus Dynamics.
- **Aspen Custom Modeler** (ρυθμιστής). Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μοναδικά μοντέλα προσομοίωσης διαδικασιών και εξοπλισμού με ακρίβεια και ευκολία. Μπορεί να ανιχνεύσει την επίδραση των προσαρμοσμένων εξαρτημάτων για όλη τη διαδικασία.
- **Aspen Distillation Synthesis** (για τη σύνθεση των αποσταγμάτων). Είναι χρήσιμο στο σχεδιασμό του προγράμματος απόσταξης. Ο χρήστης μπορεί να μοντελοποιήσει τη στήλη απόσταξης στο Aspen Plus και να χρησιμοποιήσει το Aspen Rate-Based Distillation για τον ακριβή σχεδιασμό, παρέχοντας πιο ακριβείς προσομοιώσεις για μέγιστη αξιοπιστία.
- **Aspen Energy Analyzer** (αναλυτής ενέργειας). Ένα λογισμικό διαχείρισης ενέργειας για την εκτέλεση βέλτιστου σχεδιασμού δικτύου του εναλλάκτη θερμότητας για την ελαχιστοποίηση της ενέργειας της διαδικασίας.
- **AspenFlare System Analyzer**(για την ανάλυση συστημάτων ανάφλεξης). Μπορεί να αναλάβει την πλήρη σχεδίαση του συστήματος ανάφλεξης.
- **Aspen HYSYSA mines** (για τα προϊόντα που παράγονται από αμμωνία).
- **AspenHYSYS Crude** (για το ακατέργαστο υλικό). Το λογισμικό αυτό χαρακτηρίζει το υγρό υδρογονάνθρακα με τον προσδιορισμό των υποθετικών συστατικών που συνθέτουν το έλαιο και προβλέπει τις θερμοφυσικές τους ιδιότητες και τις ιδιότητες πετρελαϊκής μεταφοράς. Οι παραγόμενες πληροφορίες ακατέργαστου ποσοτικού προσδιορισμού και τα συστατικά τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο προσομοίωσης της διαδικασίας Aspen HYSYS.

- **AspenHYSYS Dynamics.** Το Dynamics είναι ένα δυναμικό λογισμικό προσομοίωσης διαδικασιών που έχει ενσωματωθεί στο Aspen HYSYS, καθιστώντας εύκολη τη μετατροπή του μοντέλου διαδικασίας σταθερής κατάστασης σε μοντέλο προσομοίωσης δυναμικής διαδικασίας με σκοπό τη μελέτη των εξαρτώμενων από το χρόνο διαδικασιών πετρελαίου και αερίου, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας αερίου και της διύλισης πετρελαίου.
- **AspenHYSYS Petroleum Refining** (για τη διύλιση πετρελαίου). Διαθέτει παρόμοια χαρακτηριστικά με τον εξομοιωτή της διαδικασίας Aspen HYSYS για την απλούστευση και βελτιωμένη προσομοίωση της διύλισης πετρελαίου.
- **AspenHYSYS Upstream Dynamics.** Αφορά λογισμικό προσομοίωσης διεργασιών που έχει ενσωματωθεί στο Aspen HYSYS, καθιστώντας εύκολη τη μετατροπή του μοντέλου της διαδικασίας σταθερής κατάστασης σε μοντέλο προσομοίωσης δυναμικής διαδικασίας για τη μελέτη των εξαρτώμενων από το χρόνο διαδικασιών πετρελαίου και αερίου, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας αερίου και της διύλισης πετρελαίου.
- **AspenHYSYS CatCracker.** Χρησιμοποιείται στη διύλιση πετρελαίου.
- **AspenHYSYS Hydrocracker.** Είναι χρήσιμο όταν πρέπει να γίνει προσομοίωση της διαδικασίας καταλυτικής υδρογονοπυρόλυσης στην έκδοση AspenHysys.
- **AspenHYSYS Reformer.** Χρησιμεύει στην προσομοίωση για μονάδες συνεχούς μεταρρύθμισης,
- **Aspen HYSYS Dynamics Run-Time.** Επιτρέπει στους πελάτες να αναπτύξουν και να χρησιμοποιήσουν τα μοντέλα AspenHYSYS Dynamics σε ένα περιορισμένο περιβάλλον εκτέλεσης.
- **AspenHYSYS Upstream.** Προσφέρει μεθόδους και τεχνικές χειρισμού των πετρελαϊκών υγρών και οτιδήποτε χρειάζεται για τη μηχανική του επεξεργασίας. Τα δεδομένα μπορούν να εισαχθούν απευθείας στο περιβάλλον επεξεργασίας.
- **Aspen Model Runner.** Η ανάπτυξη μοντέλων γίνεται με ασφάλεια και οικονομικότερη απόδοση. Το Aspen Model Runner δίνει τη δυνατότητα στους μηχανικούς να αναπτύξουν το δικό τους Aspen Custom Modeler με βάση τα μοντέλα σε ένα ευρύτερο φάσμα χρηστών με ταυτόχρονη προστασία της πνευματικής ιδιοκτησίας των δεδομένων που περιέχονται στο μοντέλο.



- **Aspen Operator Training.** Λογισμικό σχετικό με τη συντήρηση της διαδικασίας.
- **Aspen Plus.** Μια λύση προσομοίωσης σε επίπεδο εργοστασίου που συνδυάζει ακρίβεια και μηχανολογική συνεργασία με διεργασίες εξοικονόμησης χρόνου.
- **AspenPlus Batch.** Το ιδανικό περιβάλλον για τη μοντελοποίηση παρτίδων, ημι-παρτίδων και συνεχών διαδικασιών. Το Aspen Plus συνδυάζει δυνατότητες προσομοίωσης με βελτιωμένα δεδομένα φυσικών ιδιοτήτων που επιτρέπουν στους χρήστες να διαμορφώνουν γρήγορα τα φαινόμενα κρυστάλλωσης και τις αντιδράσεις παρτίδας με βάση την ταχύτητα.
- **Aspen Polymers.** Με τη βοήθειά του, σχεδιάζονται γρηγορότερα οι διαδικασίες πολυμερισμού.
- **Aspen Properties.** Αποτελεί βιομηχανικό πρότυπο για τη μοντελοποίηση των θερμοφυσικών ιδιοτήτων σε όλο τον κύκλο ζωής της διαδικασίας.
- **AspenRate-BasedDistillation.** Η απόσταξη με βάση την ταχύτητα Aspen επεκτείνει το μοντέλο απόσταξης για περισσότερο ακριβή προσομοίωση και μέγιστη αξιοπιστία σε ένα ευρύ φάσμα συνθηκών λειτουργίας. Η απόσταξη που βασίζεται σε Aspen επεκτείνει τη λειτουργικότητα του Aspen Plus. Το μοντέλο απόσταξης RadFrac με τεχνολογία με βάση την ταχύτητα δεύτερης γενιάς εξασφαλίζει πιο ακριβείς προβλέψεις προσομοίωσης. Η απόσταξη βασισμένη σε Aspen διατίθεται επίσης στο Aspen HYSYS, ενώ χρησιμοποιείτε το πακέτο ιδιοτήτων του Acid Gas ή ENRTL. Αυτός ο πρόσθετος βαθμός αυστηρότητας του εν λόγω λογισμικού είναι ιδιαίτερα κρίσιμος για τη μοντελοποίηση καθαριστικών αερίων, αποξεστικών ξινών, αζεοτροπικών συστημάτων, αντιδραστικών αποστάξεων, για κολώνες απορρόφησης νιτρικού οξέος και για άλλες διεργασίες διαχωρισμού.
- **AspenSimulation Workbook.** Συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της χρήσης μοντέλων Aspen Plus ή Aspen HYSYS σε υπολογιστικό φύλλο Microsoft Excel. Ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει μελέτες περίπτωσης (casestudies), να βρει βελτιώσεις ή να εντοπίσει προβλήματα ή να βελτιστοποιήσει το σχεδιασμό της διαδικασίας.
- **AspenUtilities Planner.** Ο χρήστης μπορεί με αυτό να δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο σύστημα βελτιστοποίησης και διαχείρισης ενέργειας, να βελτιώσει τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την ενέργεια και να βελτιστοποιήσει τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας.

Σε ένα άλλο επίπεδο, αυτό του σχεδιασμού πλάνου και του προγραμματισμού, η τεχνολογία Aspen προσφέρει επίσης τις ανάλογες λύσεις, όπως:

- **Aspen PIMS Regional Optimizer**
- **Aspen PIMS Advanced Optimization**
- **Aspen PIMS Submodel Calculator**
- **Aspen PIMS User**

Για την εκτίμηση και μια ολοκληρωμένη μηχανική προσέγγιση διατίθενται τα:

- **AspenBasic Engineering.** Παρέχει σημαντικές βελτιώσεις στην παραγωγικότητα, την ευελιξία και το χρόνο παράδοσης στη βασική μηχανική. Επιτρέπει την εύκολη ανταλλαγή δεδομένων με συνέπεια και την ενημέρωση διαγραμμάτων και τα δελτία δεδομένων.
- **Aspen In-Plant Cost Estimator** και **Aspen Capital Cost Estimator.** Πρόκειται για λογισμικό εκτίμησης κόστους για μικρά έργα κεφαλαίου και συντήρησης που χρησιμοποιούνται στους τομείς των χημικών, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου – για το ραφινάρισμα, για παράδειγμα, αλλά και για άλλες βιομηχανικές επεξεργασίες.

Για τον προηγμένο έλεγχο μιας διαδικασίας διατίθενται τα εξής:

- **AspenDMC3.** Συνδυάζει πολλαπλά ελεγκτικά εργαλεία.
- **AspenInferential Qualities.** Με τη βοήθειά του, μειώνεται η παραγωγή προϊόντων που ξεφεύγουν από τις προδιαγραφές, ενώ διατηρείται αυστηρότερος έλεγχος ποιότητας.
- **AspenWatch Centralized Monitoring.** Παρέχει πληροφορίες παρακολούθησης και διαγνωστικού ελέγχου σε πραγματικό χρόνο για να βοηθήσει τους μηχανικούς και τους φορείς εκμετάλλευσης να επικεντρωθούν στα προβλήματα που παρουσιάζονται.

Τέλος, για τη Διαχείριση Απόδοσης Περιουσιακών Στοιχείων διαθέσιμα είναι τα :

- **AspenFidelis Reliability.** Πρόκειται για μια λύση διαχείρισης αξιοπιστίας που έχει σχεδιαστεί, ώστε να λαμβάνει υπόψη τις ροές διεργασιών και τις

επιπτώσεις των αποτυχιών και επισκευών στις συνολικές επιδόσεις και τα έσοδα των εγκαταστάσεων.

- **Aspen ProMV** και **Aspen ProMV Batch**. Παρέχει βοήθεια στην οπτικοποίηση και άρα την ερμηνεία των δεδομένων ενός προϊόντος, τα οποία, όπως είναι αναμενόμενο, μεταβάλλονται συνέχεια. Στο ίδιο πλαίσιο κινούνται και τα **Aspen ProMV Online Continuous**, **Aspen ProMV Online Batch** και **Aspen ProMV Online Viewer**.

#### 4.2 Διαδικασίες προσομοίωσης

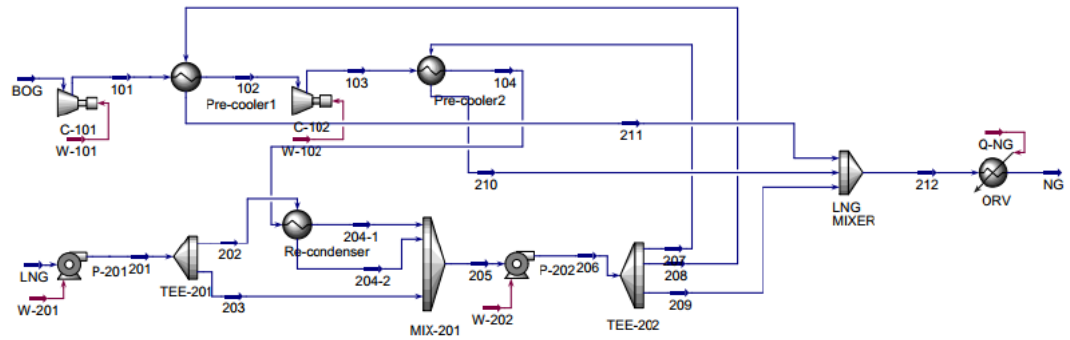
Μέχρι περίπου το 1950, οι υπολογισμοί για τις ανάγκες γινόταν με απλές (shortcut) μεθόδους οπότε προέκυπταν αβεβαιότητες και ανακρίβειες κατά τη χρήση τους. Αργότερα, χάρη στην εισαγωγή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, μπορούν να πραγματοποιηθούν γρήγορα και αποδοτικά αναλυτικοί υπολογισμοί των ισοζυγίων μάζας και ενέργειας στα χημικά στοιχεία (Μυλωνά, 2016).

Ως προς τους ορισμούς που έχουν επικρατήσει, προσομοίωση χαρακτηρίζεται η μίμηση της λειτουργίας συστημάτων ή της εξέλιξης διαδικασιών μέσα στο χρόνο με τη βοήθεια υπολογιστή. Διαδικασία ή σύστημα αποκαλείται ένα σύνολο στοιχείων τα οποία εξελίσσονται και αλληλεπιδρούν σύμφωνα με κάποιους κανόνες. Οι κανόνες αυτοί εκφράζονται με μαθηματικές ή λογικές σχέσεις και αποτελούν το επονομαζόμενο μοντέλο συστήματος<sup>8</sup>. Η μοντελοποίηση προσομοίωσης επιτρέπει την ανάλυση και ανάπτυξη βέλτιστων επιχειρηματικών διαδικασιών με ελάχιστη διακοπή. Χρησιμοποιώντας μοντέλα προσομοίωσης, μπορεί κανείς να δοκιμάσει τις ιδέες και τους συνδυασμούς τους με διαφορετικά σενάρια, με το εικονικό περιβάλλον, αποφεύγοντας τυχόν διακοπές ή άλλα αναπάντεχα προβλήματα.

---

8

Πηγή: Σημειώσεις για την Προσομοίωση Απλών Συστημάτων  
[http://www.mie.uth.gr/ekp\\_yliko/simulation.pdf](http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/simulation.pdf)



Εικόνα 8.

Απεικόνιση του μοντέλου προσομοίωσης BOG για την διαδικασία επανα-συμπύκνωσης αερίων με διπλό στάδιο προ-ψύξης και ψύξης

#### 4.3Η συμβολή του στην πράσινη ανάπτυξη

Πολλά έχουν γραφτεί για την πράσινη ανάπτυξη και την οικονομική επανάσταση που πρόκειται να επιφέρει σε παγκόσμιο επίπεδο. Θεωρείται ένα από τα επιτεύγματα της ανθρωπότητας, το οποίο φιλοδοξεί να βελτιώσει την ανθρώπινη ευημερία και την κοινωνική ισότητα, μειώνοντας παράλληλα σημαντικά τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και ενισχύοντας την ενεργειακή απόδοση. Επίσης, αναμένεται να αποτρέψει τη συνολική υποβάθμιση του περιβάλλοντος, το οποίο όπως έχει αποδειχθεί, βρίσκεται σε κίνδυνο, απειλούμενο από ρύπους και απόβλητα.

Ένας από τους πιο δημοφιλείς τομείς της πράσινης ανάπτυξης είναι η παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, η οποία σηματοδοτεί την ανάπτυξη ενέργειας από φυσικούς πόρους που μπορούν να ανανεωθούν, δηλαδή δε στερεύουν ποτέ και δύσκολα θα εξαλειφθούν ή θα βρεθούν σε κίνδυνο. Τέτοιες πηγές είναι για παράδειγμα, ο ήλιος, ο αέρας, κ.α. Συνεπώς, οι ανανεώσιμες ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική ενέργεια αλλά και η βιομάζα και τα βιοκαύσιμα, ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το πιο συνηθισμένο βιοκαύσιμο είναι το βιοντίζελ, το οποίο μπορεί να παραχθεί από έλαια / λίπη με διεργασία εστεροποίησης ή από λιπαρά οξέα χρησιμοποιώντας τη διαδικασία της εστεροποίησης. Η διαδικασία της παραγωγής βιοντίζελ μπορεί να προσομοιωθεί με τη βοήθεια ενός προσομοιωτή διεργασίας είτε μέσω της συμβατικής μεθόδου αντίδρασης που ακολουθείται από

διαχωρισμό είτε από μια ολοκληρωμένη μέθοδο γνωστή ως αντιδραστική απόσταξη (GIWA et al., 2018).

Στο φυσικό αέριο βρίσκονται οι λιγότεροι ρύποι σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα. Το συγκεκριμένο καύσιμο παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από τα υπόλοιπα, συνεπώς, όταν υποκαθιστά άλλα καύσιμα συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και γενικότερα στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επίσης δεν περιέχει καθόλου θείο άρα δεν προκαλείτο φαινόμενο της όξινης βροχής (Καμαριανός κ.α., 2006).

Υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες μέθοδοι επεξεργασίας για την αφαίρεση των όξινων αερίων από το φυσικό αέριο, συμπεριλαμβανομένων των χημικών διαλυτών, των φυσικών διαλυτών, των διεργασιών προσρόφησης των υβριδικών διαλυτών και του φυσικού διαχωρισμού (Sohbi et al., 2007). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μονάδες επεξεργασίας πεδίου δικαιολογούνται οικονομικά από την ανάκαμψη του αυξημένου υγρού προϊόντος (NGL) πάνω από εκείνη που προκύπτει από τον συμβατικό διαχωρισμό. Διαφορετικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για την εγκατάσταση αφυδάτωσης. Η απορρόφηση (διαδικασία αφυδάτωσης της γλυκόλης) είναι μια από τις εύκολες και δυναμικά χρησιμοποιούμενες διεργασίες. Σε αυτή τη διαδικασία, ένα υγροσκοπικό υγρό χρησιμοποιείται για να έρθει σε επαφή με το υγρό αέριο για την απομάκρυνση υδρατμών από αυτό. Η τριαιθυλενογλυκόλη (TEG) είναι ο συνηθέστερος διαλύτης που χρησιμοποιείται (Abdel-Aaletal., 2003). Η προσομοίωση των διαδικασιών έχει καταστεί ένα ουσιαστικό εργαλείο για τους φορείς εκμετάλλευσης και τις εταιρείες μηχανικού στη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Οι προσομοιωτές μπορούν να υποστηρίξουν καλύτερα το σχεδιασμό της διαδικασίας, την απομυθοποίηση και τη βελτιστοποίηση όταν χρησιμοποιούνται για το πλήρες δυναμικό τους. Η Aspen HYSYS είναι η κορυφαία λύση για τη μοντελοποίηση και τη διαδικασία προσομοίωσης της αγοράς με αποδεδειγμένο ιστορικό παροχής σημαντικών οικονομικών οφελών σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής της τεχνολογίας (Mondal et al., 2013). Παρέχει τη δύναμη της προσομοίωσης και της βελτιστοποίησης της διαδικασίας στην επιφάνεια της μηχανικής και προσφέρει έναν μοναδικό συνδυασμό τεχνολογίας μοντελοποίησης και ευκολίας χρήσης.

### 4.3 Χρήση και παγκόσμιοι κολοσσοί ενέργειας

Η Aspen Hysys βρίσκεται στην κορυφή της αγοράς εργαλείων μοντελοποίησης, ενώ έχει αποδεδειγμένη εμπειρία στην παροχή σημαντικών οικονομικών οφελών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής μιας μηχανικής διαδικασίας. Πιο συγκεκριμένα, επιτρέπει στις εταιρείες να προβούν σε νέες εγκαταστάσεις και σχέδια σε μηχανικό επίπεδο, ολοκληρώνοντάς τα γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά σε μια υψηλότερη απόδοση της επένδυσης. Προγράμματα όπως το συγκεκριμένο, στοχεύουν στην παροχή της δυνατότητας της σχεδίασης μια διαδικασίας που θα είναι όσο το δυνατόν πιο πλήρης και ακριβής.

Τα προϊόντα λογισμικού της συγκεκριμένης εταιρείας καλύπτουν όλη την τεχνολογία, την κατασκευή και την αλυσίδα εφοδιασμού και είναι πλήρως ευθυγραμμισμένα με τις ολοκληρωμένες λύσεις aspenONE, επιτρέποντας τη δημιουργία και την εξεύρεση των καλύτερων δυνατών πρακτικών που οδηγούν στην επίτευξη των στόχων μιας επιχείρησης.

Για παράδειγμα, η προσομοίωση της μονάδας παραγωγής MTBE του διυλιστηρίου Ασπροπύργου γίνεται στον προσομοιωτή Aspen Plus V8.8 της Aspen Tech. Πρόκειται για ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο πακέτο λογισμικού για την προσομοίωση και το σχεδιασμό χημικών διεργασιών στην βιομηχανία. Ο προσομοιωτής Aspen Plus V8.8 μπορεί να προσομοιάσει με μεγάλη ακρίβεια την απόδοση της διεργασίας αφού προηγηθεί εισαγωγή των κατασκευαστικών και λειτουργικών δεδομένων μιας μονάδας, της κινητικής των αντιδράσεων που διεξάγονται σε αυτή καθώς και με την επιλογή του κατάλληλου θερμοδυναμικού μοντέλου. (Βαρνάβα, 2017).

Συνοπτικά, το AspenHYSYS είναι ένα εργαλείο μοντελοποίησης διαδικασιών για εννοιολογικό σχεδιασμό και βελτίωση των επιδόσεων των διεργασιών πετρελαίου και πετρελαίου και αερίου, που περιλαμβάνει τη σταθερή και δυναμική προσομοίωση της διαδικασίας, τον σχεδιασμό του εξοπλισμού και την αξιολόγηση του κόστους.

Τα λογισμικά προσομοίωσης αποτελούν ζωτικό κομμάτι της υλοποίησης διάφορων έργων για το σύνολο των εταιρειών εξόρυξης και διαχείρισης καυσίμων και φυσικών πόρων που συνδέονται με την ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα, αξίζει να αναφερθούν οι τεχνικές που χρησιμοποιούν κάποιες από τις πιο δημοφιλείς εταιρείες εβνέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και στον εγχώριο ελλαδικό χώρο.

Η εταιρεία Exxon Mobil εστιάζει ιδιαίτερα στην ανακάλυψη νέων δυνατοτήτων μοντελοποίησης για τον εντοπισμό και την παραγωγή πόρων, την επένδυση και την αξιοποίηση κεφαλαίων, τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και την καλύτερη λήψη αποφάσεων. Παρέχει υπολογιστικά συστήματα κλίμακας peta για την ανάλυση μοντέλων και την πραγματοποίηση προσομοιώσεων για την αντιμετώπιση ακόμα και των πιο περίπλοκων ενεργειακών προκλήσεων. Σύμφωνα με την ίδια την εταιρεία, δημιουργούνται όλες οι κατάλληλες συνθήκες, ώστε η εταιρεία να μπορεί να αξιολογεί υπολογιστικά τις ευκαιρίες και τα σενάρια, μειώνοντας τον χρόνο, το κόστος, τον κίνδυνο και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Εφαρμόζει πολύπλοκη τεχνολογία στις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ανάκτηση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου μέσω της ενσωμάτωσης της παγκόσμιας κλάσης μοντελοποίησης, μηχανικής, γεωεπιστημών και υπολογιστικών επιστημών.

Η ExxonMobil, σε συνεργασία με το Εθνικό Κέντρο για Εφαρμογές Supercomputing (NCSA), έχει επιτύχει σημαντική πρόοδο με ιδιόκτητο λογισμικό που χρησιμοποιεί πάνω από τέσσερις φορές τον προηγούμενο αριθμό επεξεργαστών που χρησιμοποιούνται σε σύνθετα μοντέλα προσομοίωσης δεξαμενών πετρελαίου και αερίου για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων έρευνας και παραγωγής.

Όπως ανακοινώθηκε τον Φεβρουάριο του 2017, η ανακάλυψη στην παράλληλη προσομοίωση χρησιμοποίησε 716.800 επεξεργαστές, δηλαδή το ισοδύναμο της αξιοποίησης της ισχύος 22.400 υπολογιστών με 32 επεξεργαστές ανά υπολογιστή. Οι γεωεπιστήμονες και οι μηχανικοί της ExxonMobil μπορούν τώρα να λάβουν καλύτερες επενδυτικές αποφάσεις προβλέποντας αποτελεσματικότερα την απόδοση των δεξαμενών από τη γεωλογική σκοπιά για να αξιολογήσουν έναν μεγαλύτερο όγκο εναλλακτικών σχεδίων ανάπτυξης σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

Σύμφωνα με πληροφορίες της ExxonMobil, αυτός ήταν ο μεγαλύτερος αριθμός επεξεργαστών που αναφέρθηκε από τη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου και μία από τις μεγαλύτερες προσομοιώσεις που αναφέρθηκαν από τη βιομηχανία σε κλάδους μηχανικής όπως η αεροδιαστημική και η μεταποιητική βιομηχανία.

Πιο συγκεκριμένα, Η Exxon Mobil Research Qatar (EMRQ) ανέπτυξε την τεχνολογία προσομοιώσεων που ονομάζεται Immersive 3D Operator Training Simulator σε συνεργασία με την EON RealityInc. Η πρωτοποριακή τεχνολογία ενσωματώνει μια υπερρεαλιστική, πολυγωνική εμβληματική εικονική πραγματικότητα για το ανθρώπινο δυναμικό που χειρίζεται την παραγωγή, την

επεξεργασία και τη μεταφορά πετρελαίου και φυσικού αερίου - επιτρέποντας την αποτελεσματική εκπαίδευση σε ένα ασφαλές και ελεγχόμενο περιβάλλον. Η τεχνολογία υποστηρίζει επίσης την ανάπτυξη προσομοιωτών που συνδυάζουν τη δυναμική εκπαίδευση της διαδικασίας και πλήρως λειτουργικά μοντέλα 3D. Αυτά τα περίπλοκα μοντέλα περιλαμβάνουν διαδραστικά αντικείμενα 3D όπως περιστρεφόμενες βαλβίδες, κουμπιά και ενεργά όργανα μέτρησης, φυσικές κινήσεις και φωνητικές εντολές, και βελτιωμένες συνθήκες αισθήσεων 4D, όπως η ανάδραση, η οσμή, η δόνηση και η προσομοίωση ανέμου. Ο δυναμικός προσομοιωτής διαδικασιών χρησιμοποιεί τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας των εγκαταστάσεων για τη δημιουργία ρεαλιστικών σεναρίων κατάρτισης για την εκτέλεση κρίσιμων διαδικασιών, την αναταραχή της κατάρτισης και την εκπαίδευση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το 2015, η ExxonMobil απένευσε την EON Reality Inc. με μια παγκόσμια εμπορική άδεια για την τεχνολογία. Ένας προσομοιωτής πλήρους κλίμακας μιας πραγματικής εγκατάστασης επεξεργασίας αερίου στο Κατάρ λειτουργεί από το 2013, παρέχοντας ρεαλιστική εκπαίδευση σε περισσότερες από 300 διαδραστικές συσκευές ελέγχου σε έξι μονάδες επεξεργασίας αερίου<sup>9</sup>.

Η Shell είναι ακόμα ένας παγκόσμιος όμιλος ενεργειακών και πετροχημικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην καινοτομία και, σύμφωνα με τις επίσημες πληροφορίες της ιστοσελίδας της εταιρείας, παραμένουν ενεργοί σε περισσότερες από 70 χώρες παγκοσμίως και στην Ελλάδα. Η Shell συνεργάστηκε πριν λίγα χρόνια με την εταιρεία Honeywell, επεκτείνοντας τη σύμβαση για την προσφορά λογισμικού προσομοίωσης της UniSimDesign. Η πλατφόρμα προσομοίωσης χρησιμοποιείται από τη Shell για να σχεδιάσει και να δοκιμάσει τις διαδικασίες των εγκαταστάσεών της, εξοικονομώντας έτσι χρόνο και χρήμα. Το UniSimDesign επιτρέπει στους μηχανικούς εργοστασίων να δημιουργούν, να δοκιμάζουν και να βελτιώνουν τις διαδικασίες παραγωγής που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Η Shell χαρακτήρισε την UniSimDesign ως την προτιμώμενη τεχνολογία προσομοίωσης για το έτος 2007 και έκτοτε έχει χρησιμοποιηθεί από περισσότερους από 1.000 χρήστες προσομοίωσης Shell παγκοσμίως για να διευκολύνει τις καλύτερες πρακτικές εργασίας στην τάξη για βελτιστοποιημένο σχεδιασμό και λειτουργία των εγκαταστάσεων.

---

<sup>9</sup> Πηγή: επίσημη ιστοσελίδα ExxonMobil <https://www.exxonmobilchemical.com/en/>



Το UniSimDesign επιτρέπει στους μηχανικούς να δημιουργούν και να αναλύουν τόσο σταθερά όσο και δυναμικά μοντέλα σχεδιασμού, παρακολούθησης επιδόσεων, αντιμετώπισης προβλημάτων, επιχειρησιακής βελτίωσης, επιχειρηματικού σχεδιασμού και διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων. Το σύστημα αποτελεί συστατικό μέρος της οικογένειας UniSimπου παρέχει υπηρεσίες λογισμικού και μηχανικής που έχουν σχεδιαστεί για την παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου, την επεξεργασία αερίου, πετρελαίου, τη διύλιση και τη χημική βιομηχανία<sup>10</sup>.

Η Gazprom είναι ο «γίγαντας» του φυσικού αερίου για τη Ρωσία και διοχετεύει φυσικό αέριο σε πολλά σημεία της Ευρώπης. Η Gazprom είναι μια παγκόσμια ενεργειακή εταιρεία που εστιάζεται στη γεωλογική εξερεύνηση, παραγωγή, μεταφορά, αποθήκευση, επεξεργασία και στις πωλήσεις αερίου, συμπύκνωσης αερίου και πετρελαίου, πωλήσεις αερίου ως καυσίμου οχημάτων, καθώς και στην παραγωγή και εμπορία θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Ο Ρωσικός κολοσσός δεν παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες για το είδος προσομοιωτών που χρησιμοποιεί, αλλά, μια σημαντική κίνηση αποτελεί το γεγονός ότι, ο Ο Ντμίτρι Ζουράβλεφ, Γενικός Διευθυντής της Gazprom Avtomatizatsiya, και ο Βλαντιμίρ Σαβέγιεφ, Γενικός Διευθυντής της Yokogawa Electric CIS, υπέγραψαν συμφωνία συνεργασίας το Μάιο του 2018. Οι δύο εταιρείες μαζί έχουν σχέδια για την ανάπτυξη αμοιβαία επωφελών σχέσεων όσον αφορά την εφαρμογή προηγμένων συστημάτων ελέγχου διαδικασιών και λειτουργιών στην GPP Amur, καθώς και τη δημιουργία προσομοιωτών ηλεκτρονικών υπολογιστών για τους φορείς επεξεργασίας των GPP<sup>11</sup>.

Γενικότερα, η Shell έχει απασχολήσει πολλές φορές τον ενεργειακό τομέα με τις καινοτομίες και τις συνεργασίες που επιδιώκει στο κομμάτι της προσομοίωσης διαδικασιών. Φια παράδειγμα, η Lanner Group συνεργάζεται με τη Shell Services International, τη Shell International Gas και την Lanner, για να αναπτύξει ένα νέο εργαλείο προσομοίωσης που ονομάζεται ADGENT, για να διαμορφώσει τερματικούς σταθμούς παραγωγής και λήψης, ναυτιλιακά προγράμματα logistics και ναυτιλιακά προγράμματα τόσο για το υγρό φυσικό αέριο όσο και για το αργό πετρέλαιο<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> Πηγή: επίσημη ιστοσελίδα Honeywell, [www.honeywellprocess.com](http://www.honeywellprocess.com)

<sup>11</sup> Πηγή: επίσημη ιστοσελίδα Gazprom, AgreementsforAmurGPPconstructionprojectsioned, <http://www.gazprom.com/press/news/2018/may/article431861/> διαδικτυακός τόπος Gazprom, πρόσβαση 28/9/2018

<sup>12</sup> Πηγή: επίσημη ιστοσελίδα LannerGroup, <https://www.lanner.com/en-us/insights/customer-stories/lanner-and-shell-develop-adgent-simulation-tool.html>

Η China National Petroleum Corporation (CNPC) είναι μια σημαντική εθνική εταιρεία πετρελαίου και φυσικού αερίου της Κίνας PR και μια από τις μεγαλύτερες ολοκληρωμένες ενεργειακές ομάδες στον κόσμο. Βρίσκεται ανάμεσα στις εταιρείες με τα μεγαλύτερα έσοδα παγκοσμίως. Η ιστοσελίδα της εταιρείας δεν είναι προσβάσιμη από την Ελλάδα, ωστόσο είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ότι κάνει στρατηγικές συνεργασίες με εταιρείες υπολογιστικών προγραμμάτων με σκοπό την ανάπτυξη καινοτόμων προσομοιωτών.

Η Chevron Corporation είναι μια αμερικανική πολυεθνική εταιρία ενέργειας – μια από τις εταιρείες της Standard Oil, έχει την έδρα της στο San Ramon της Καλιφόρνιας και δραστηριοποιείται σε περισσότερες από 180 χώρες. Η εταιρεία διαθέτει ισχυρή παρουσία στην Ελλάδα αλλά δραστηριοποιείται κυρίως σε χερσαίες και παραθαλάσσιες περιοχές στο Δέλτα του Νίγηρα, σύμφωνα με πληροφορίες από την επίσημη ιστοσελίδα της. Για τη σωστή διαχείριση των δεξαμενών της εταιρείας, χρησιμοποιούνται στοιχεία της γεωλογίας, της γεωφυσικής και της μηχανικής πετρελαίου για να προβλεφθεί η ανάκτηση πετρελαίου και φυσικού αερίου από σχηματισμούς πέτρας κάτω από τη γη. Όπως αναφέρει και η ίδια η εταιρεία στην επίσημη ιστοσελίδα της, το ανθρώπινο δυναμικό που εργάζεται στο κομμάτι της εξόρυξης και συγκεκριμένα στη «Μονάδα Στρατηγικής Έρευνας για την Επιστήμη της Γης», βρίσκονται σε μια ομάδα γεωλόγων και επιστημόνων με φόντο τη προσομοίωση και μοντελοποίηση της ροής ρευστών υλικών, γεωχημείας, γεωμηχανικής και γεωφυσικής. Τέτοιες θέσεις εργασίας, προϋποθέτουν ικανότητα ενσωμάτωσης μιας σειράς γεωλογικών, γεωφυσικών και μηχανικών δεδομένων για τον εντοπισμό πιθανών υποεπιφανειακών κινδύνων που συνδέονται με διάφορες λειτουργίες και για τη συμβολή στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη κατάλληλων συστημάτων παρακολούθησης και στρατηγικών μετριασμού<sup>13</sup>.

Η Total S.A. είναι μια γαλλική πολυεθνική εταιρεία πετρελαίου και φυσικού αερίου και μία από τις επτά εταιρίες πετρελαίου "Supermajor" στον κόσμο. Το 2013, η εταιρεία είχε υιοθετήσει κάποια νέα υπολογιστικά συστήματα υψηλών επιδόσεων σε συνεργασία με το Επιστημονικό και Τεχνικό Κέντρο του στο Pau, το οποίο αργότερα κατέταξε τον Όμιλο ανάμεσα στις πρώτες δέκα διεθνείς εταιρείες όσον αφορά την υπολογιστική ισχύ. Αυτή η επένδυση και συνεργασία σχετιζόταν με τη

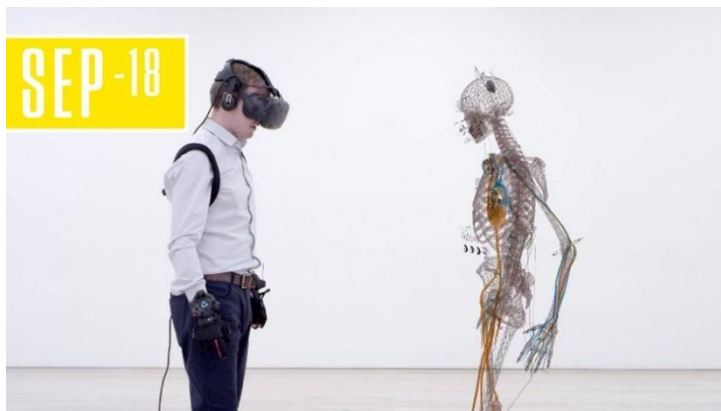
---

13

Πηγή: επίσημη ιστοσελίδα Chevron.S.A. <https://www.chevron.com/>

διάθεση της εταιρείας για ακρίβεια στη μοντελοποίηση της υποεπιφάνειας του εδάφους και την προσομοίωση της συμπεριφοράς των δεξαμενών<sup>14</sup>.

Τέλος, η BP αποτελεί μια βρετανική πολυεθνική εταιρεία πετρελαίου και φυσικού αερίου που εδρεύει στο Λονδίνο της Αγγλίας. Είναι και αυτή ανάμεσα στις επτά "supermajor" εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου στον κόσμο. Ο πετρελαϊκός κολοσσός έχει κάνει άλματα στον τομέα του υπολογιστικών προγραμμάτων και συνεργασιών και αξιοποιεί σε μεγάλο βαθμό την επιτομή της τεχνολογίας. Πρόσφατα, υιοθέτησε τα συστήματα προσομοιωτών APEX. Πρόκειται για συστήματα που κινούνται και αντιλαμβάνονται ερεθίσματα, όπως ακριβώς ο ανθρώπινος νους και το σώμα. Αξιοποιείται λοιπόν εδώ η ρομποτική σε μεγάλο βαθμό. Τα συστήματα χρησιμοποιούνται στην ανακάλυψη εστιών πετρελαίου και φυσικού αερίου. Σύμφωνα με πληροφορίες της BP, η χρονική διάρκεια της μηχανικής επεξεργασίας, απαιτούσε περισσότερες εργατοώρες στους εργαζόμενους (μια βελτιστοποίηση του συστήματος θα μπορούσε να διαρκέσει 24-30 ώρες). Με τη βοήθεια τους συστήματος APEX, χρειάζονται 20 λεπτά. Αυτό σημαίνει αυξημένη παραγωγή και μεγαλύτερα κέρδη<sup>15</sup>.



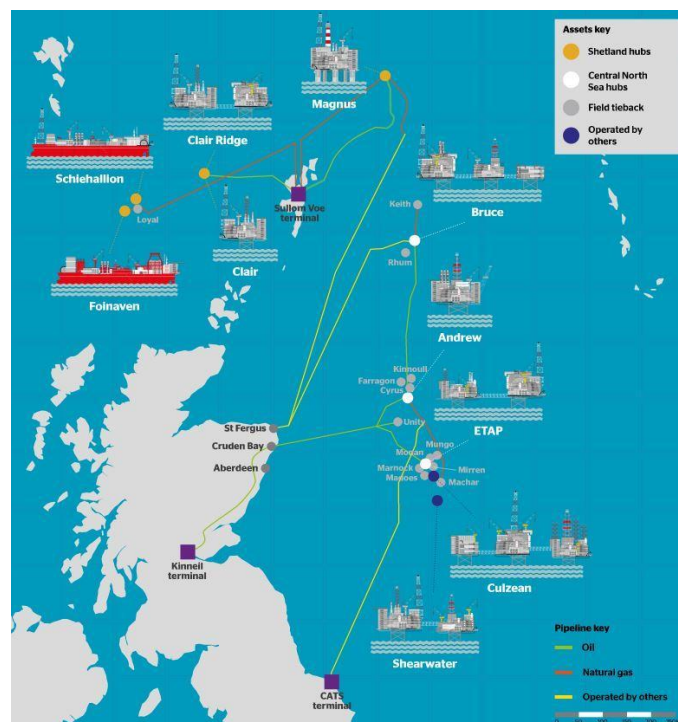
Εικόνα 9.

Προσομοιωτής APEX σε χρήση από το ανθρώπινο δυναμικό. Πηγή: [www.bp.com](http://www.bp.com)

<sup>14</sup> Πηγή: επίσημη ιστοσελίδα TotalS.A. <https://www.total.com/en/media/news/press-releases/total-inaugure-son-nouveau-supercalculateur-pangea-lune-des-premieres-puissances-de-calcul>

<sup>15</sup> Πηγή: επίσημη ιστοσελίδα BP, Twin win for oil and gas production <https://www.bp.com/en/global/corporate/bp-magazine/innovations/apex-digital-system.html> πρόσβαση 30/9/2018

Οι μηχανικοί ανέκαθεν βασιζόνταν στις δικές τους δεξιότητες και την εμπειρία, αλλά τώρα έχουν ένα «δίδυμο» αδερφό που μπορούν να εμπιστευτούν. Πρόκειται για ένα ψηφιακό σύστημα προσομοίωσης και παρακολούθησης που αναπαράγει κάθε στοιχείο ενός πραγματικού εργοστασίου σε ψηφιακή μορφή. Η επιχειρηματική δραστηριότητα της BP στη Βόρειο Θάλασσα βρισκόταν στην πρώτη γραμμή αυτής της ψηφιακής ανάπτυξης και το σύστημα APEX που συνέβαλε στη διαμόρφωσή του, πλέον θα είναι διαθέσιμο σε όλα τα συστήματα παραγωγής της BP σε όλο τον κόσμο. Το ApeX είναι ένα εργαλείο βελτιστοποίησης της παραγωγής που χρησιμοποιεί ολοκληρωμένα μοντέλα περιουσιακών στοιχείων. Αλλά, είναι επίσης ένα εξαιρετικό εργαλείο επιτήρησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον τομέα για να εντοπίσει ζητήματα προτού να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην παραγωγή. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να δοκιμάσει με ασφάλεια τα σενάρια «τι γίνεται εάν συμβεί κάτι αναπάντεχο». Με την αντιστοίχιση του μοντέλου με τα πραγματικά δεδομένα, οι ανωμαλίες μπορούν να ανιχνευθούν ανά ώρα και ο αντίκτυπος των διαδικασιών μπορεί να προσομοιωθεί για να δείξει στους μηχανικούς πώς μπορούν να τροποποιήσουν τους ρυθμούς ροής, τις πιέσεις και άλλες παραμέτρους για να βελτιστοποιήσουν με ασφάλεια την παραγωγή.



Εικόνα 10.

Καθώς μερικά από τα πιο σύνθετα συστήματα παραγωγής της BP βρίσκονται στη Βόρεια Θάλασσα, η APEX δοκιμάστηκε σε διάφορα πεδία αρχικά. Πλέον οι ομάδα εμπειρογνομώνων της εταιρείας είναι σε θέση να παρέχει συμβουλές, καθώς νέες περιοχές χρησιμοποιούν την APEX και αρχίζουν να επωφελούνται από την απίστευτη δύναμή της για να εντοπίσουν πού μπορεί να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα και επίσης να προβλέψει πού είναι πιθανό να εμφανιστούν προβλήματα. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 10 παραπάνω, η απάντηση από τις ομάδες παραγωγής ήταν θετική. Οι μηχανικοί βελτιστοποίησης της BP Alaska δήλωσαν ότι: «Δεν ήμασταν σίγουροι ότι θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το APEX στη Βόρεια Σλοβακία εξαιτίας της τεράστιας επιλογής δρομολόγησης, αλλά είχαμε μεγάλη υποστήριξη ενσωματώνοντας αυτή την τεχνολογία. Είμαστε ενθουσιασμένοι που μπορούμε να συνεργαστούμε με τις άλλες περιφέρειες στην ίδια τεχνολογική πλατφόρμα.» Η APEX παρέδωσε 30.000 βαρέλια πρόσθετης παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου ημερησίως κατά τη διάρκεια του 2017 σε όλο το παγκόσμιο χαρτοφυλάκιο της BP, αποδεικνύοντας ότι το ψηφιακό «δίδυμο ανθρωπάκι» είναι κάτι περισσότερο από ένα εικονικό φαινόμενο.

#### **4.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για την εφαρμογή του λογισμικού**

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη χρήση και τη λειτουργικότητα του λογισμικού Aspen HYSYS στον τομέα της ενέργειας μας απέφερε αξιόλογα αποτελέσματα που παρατίθενται παρακάτω.

Υπάρχουν τρεις τρόποι να χρησιμοποιηθεί το φυσικό αέριο. Πρόκειται για τη μέθοδο υγροποίησης (LNG), την περίπτωση το GTL (Gas-to-liquid) και την περίπτωση της μεθανόλης. Και οι τρεις θεωρούνται ως οι πλέον ελπιδοφόρες επιλογές αξιοποίησης, επεξεργασίας και παραγωγής φυσικού αερίου. Για την εκπλήρωση αυτών των αναγκών, η βιομηχανία επεξεργασίας φυσικού αερίου ενσωματώνει αυστηρά μοντέλα προσομοίωσης στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Οι Al-SobhiA και Elkamel (2015) διερεύνησαν την εκτέλεση της προσομοίωσης σταθερής κατάστασης για LNG, GTL και μεθανόλη τα οποία υποβλήθηκαν σε επεξεργασία για να προσδιοριστούν τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας, οι συνθήκες λειτουργίας και οι προδιαγραφές εξοπλισμού. Η ροή των προσομοιώσεων είναι ευεργετική σε πολλά επίπεδα. Για παράδειγμα, με τη βοήθεια της προσομοίωσης μπορούν να ληφθούν ακριβείς τιμές απόδοσης. Επίσης, μπορούν να εκτιμηθούν τόσο τα κεφάλαια όσο και

τα λειτουργικά έξοδα. Επιπλέον, ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος μπορεί να αξιολογηθεί ποσοτικά.

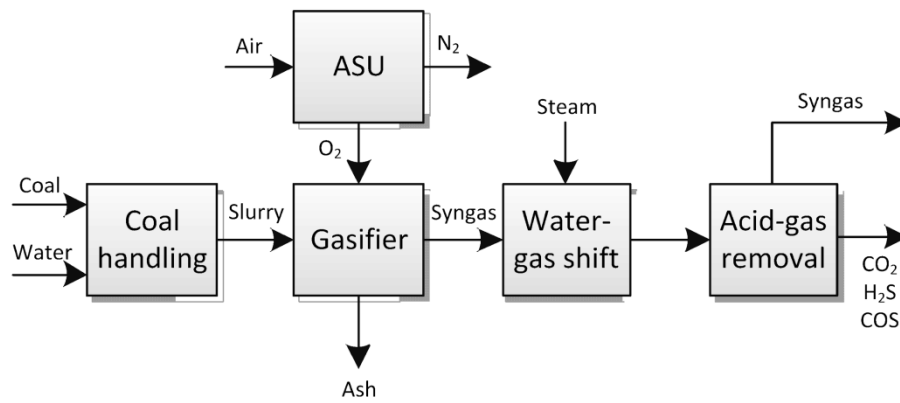
Το πιο συνηθισμένο βιοκαύσιμο είναι το βιοντίζελ, το οποίο μπορεί να παραχθεί από έλαια / λίπη με διεργασία εστεροποίησης ή από λιπαρά οξέα χρησιμοποιώντας τη διαδικασία της εστεροποίησης. Η διαδικασία της παραγωγής βιοντίζελ μπορεί να προσομοιωθεί με τη βοήθεια ενός προσομοιωτή διεργασίας είτε μέσω της συμβατικής μεθόδου αντίδρασης που ακολουθείται από διαχωρισμό είτε από μια ολοκληρωμένη μέθοδο γνωστή ως αντιδραστική απόσταξη. Οι GIWA et al. (2018), έχοντας ως γνώμονα την το όραμα της πράσινης επανάστασης, επιχείρησαν μια προσομοίωση για την παραγωγή βιοντίζελ, χρησιμοποιώντας και τις δύο μεθόδους παραγωγής βιοντίζελ, με τη βοήθεια του εξομοιωτή Aspen HYSYS και στις δύο περιπτώσεις. Οι επιδόσεις των δύο μεθόδων στην παραγωγή βιοντίζελ αξιολογήθηκαν αναλόγως και οι ερευνητές οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι, η προσέγγιση από την αντιδραστική απόσταξη ήταν αποτελεσματικότερη από την συμβατική, διότι η διαδικασία αντιδραστικής απόσταξης απέδιδε περισσότερη ποσότητα και, φυσικά, πιο καθαρό βιοντίζελ σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο. Έτσι, το Aspen HYSYS εφαρμόστηκε επιτυχώς στην ανάλυση της παραγωγής βιοντίζελ με τις δύο μεθόδους, αποδίδοντας σωστά τις εναλλακτικές λύσεις που θεωρούνται καλύτερες και πιο αποδοτικές. Η πρόσφατη αυτή έρευνα, λοιπόν, συνιστά στους επιστήμονες να εφαρμόζουν τον εξομοιωτή της διαδικασίας, για να μελετήσουν χημικές αντιδράσεις πριν από οποιοδήποτε εργαστηριακό πείραμα.

Το 2012, οι GIWA & Karacan ασχολήθηκαν με την προσομοίωση και τη βελτιστοποίηση μιας αντιδραστικής μεθόδου απόσταξης για την παραγωγή οξικού αιθυλεστέρα, όπου το νερό είναι το παραπροϊόν από την αντίδραση εστεροποίησης μεταξύ οξικού οξέος και αιθανόλης. Για τις ανάγκες της έρευνας, αυτό είχε εξαχθεί με τη χρήση του προσομοιωτή διεργασίας Aspen HYSYS 3.2. Για την επικύρωση των αποτελεσμάτων του προσομοιωτή, πραγματοποιήθηκαν πειράματα σε πιλοτικό εργοστάσιο αντιδραστικής συσκευασίας απόσταξης. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων Aspen HYSYS συγκρίθηκαν με εκείνα που προέκυψαν από τις πειραματικές μελέτες.

Η έρευνα για τη διαδικασία απομάκρυνσης του διοξειδίου του άνθρακα από το φυσικό αέριο απαιτεί τη χρήση εργαλείων προσομοίωσης, όπως Aspen Hysys και ProMax, τα οποία χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση διαδικασιών απορρόφησης. Ο Olufemi (2016) έκανε μια έρευνα σχετικά με την απόδοση του λογισμικού

προσομοίωσης Aspen Hysys σε σχέση με το ProMax. Για την έρευνα, χρησιμοποίησε τα μοντέλα Eisenberg, Li-Mather, Wilson, NRTL και Electrolytic-NRTL για την προσομοίωση του απορροφητή και τμήματα της διαδικασίας πλυσίματος νερού. Ο ερευνητής οδηγήθηκε στη διαπίστωση ότι, το μοντέλο Wilson είναι καλύτερο για προσομοίωση πλύσης με νερό στην Aspen Hysys για να υπολογίσει τη συγκέντρωση μονοαιθανολαμίνης (MEA) στο αέριο από το οποίο είχε αφαιρεθεί ο άνθρακας. Υποστηρίχτηκε ότι, το ProMax είναι ένα καλύτερο εργαλείο προσομοίωσης από το Aspen Hysys για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του MEA στο αέριο που δεν περιέχει άνθρακα με τη χρήση του μοντέλου Kent Eisenberg ή Electrolytic-NRTL. Στο ProMax, η στήλη πλύσης νερού μπορεί να μπει σε εφαρμογή χρησιμοποιώντας 1 ή 2 στάδια ισορροπίας με μοντέλο Kent Eisenberg ή Li-Mather. Ο πιο συνεπής τρόπος για να γίνει προσομοίωση σε μια στήλη απορρόφησης και πλύσης νερού είναι να χρησιμοποιηθεί Aspen Hysys με τα μοντέλα Kent Eisenberg ή Li-Mather για την απορρόφηση του άνθρακα (CO) και το μοντέλο Wilson ή NRTL του τμήματος πλύσης νερού.

Επιπλέον. Είναι γνωστό ότι η μέθοδος επεξεργασίας αέριων αμινών χρησιμοποιείται ευρέως για την απομάκρυνση όξινων αερίων (H<sub>2</sub>S και CO<sub>2</sub>) από το φυσικό αέριο. Ωστόσο, αυτή η διαδικασία είναι εντατική λόγω των υψηλών απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης. Επιπλέον, τα περιθώρια για μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων του είναι περιορισμένα. Ως εκ τούτου, οι τροποποιήσεις της διαδικασίας μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια να μειώσουν το λειτουργικό κόστος. Η έρευνα των Al-Lagtah et al. (2015) εξετάζει την τρέχουσα λειτουργία ενός υπάρχοντος εργοστασίου (εργοστάσιο Lekhwaif στο Ομάν), λαμβάνοντας υπόψη τις κύριες παραμέτρους λειτουργίας (ροή κυκλοφορίας αλατιού, θερμοκρασία και συγκέντρωση) και προτείνει ορισμένες τροποποιήσεις στην υπάρχουσα μονάδα για αύξηση της κερδοφορίας και της βιωσιμότητάς της. Η ανάλυση προσομοίωσης και ευαισθησίας πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας Aspen HYSYS v7.3. Οι λειτουργικές δυνατότητες κάποιου εξοπλισμού εξετάζονται για να εκτιμηθεί η πιθανότητα αλλαγής των παραμέτρων λειτουργίας μαζί με τη διερεύνηση της εμφάνισης κοινών λειτουργικών προβλημάτων όπως ο αφρισμός. Η έρευνα εστιάζει στο γεγονός ότι, ο συμβατικός διαχωρισμένος βρόχος έχει βρεθεί ότι εξοικονομεί έως και 50% των σημερινών λειτουργικών δαπανών.



**Εικόνα 11.**

**Προσομοίωση της παραγωγής αερίου σύνθεσης από την αεριοποίηση με ατμό οξυγόνου του κολομβιανού άνθρακα με χρήση του Aspen Plus.**

Πηγή: [www.mdpi.com](http://www.mdpi.com)



## Επίλογος

Σπάνια αμφισβητεί κανείς το γεγονός ότι η άνοδο της δημοτικότητας του φυσικού αερίου δεν οφείλεται στο ευρύ πεδίο εφαρμογών που αυτό παρουσιάζει. Τα πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου είναι περισσότερα σε σχέση με άλλα καύσιμα. Ξεκινώντας από το πιο απλό, τον οικιακό τομέα, το φυσικό αέριο πρωτοπορεί στην θέρμανση χώρων αλλά και στην παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή κατανάλωση. Ακόμα και στο μαγείρεμα και τον κλιματισμό έχει προκαλέσει ανατροπή σε πολλά δεδομένα της καθημερινής ζωής των ανθρώπων. Επιπλέον, στον εμπορικό τομέα έχει εισέλθει εξίσου δυναμικά λόγω της προσιτής χρήσης που προσφέρει.

Στον βιομηχανικό τομέα η ζήτησή του έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της θερμικής του χρήσης. Είναι σημαντικό άλλωστε, ότι το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται στη βιομηχανία και ως πρώτη ύλη για παραγωγή προϊόντων με βασικό συστατικό την αμμωνία και τη μεθανόλη. Ανατροπή και εξέλιξη έχει επιφέρει η χρήση του και στον τομέα των μεταφορών και αστικών συγκοινωνιών, καθώς χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την κίνηση των οχημάτων. Ακόμη, συμβάλλει ενεργά στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας εν γένει αλλά και στην ηλεκτροπαραγωγή.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει στον άνθρωπο είναι σημαντικά και αξιόλογα. Το κόστος του φυσικού αερίου είναι πιο οικονομικό σε σχέση με τα κλασσικά καύσιμα. Επίσης, η παροχή του είναι συνεχής και δεν υπάρχει για τον καταναλωτή ο φόβος διακοπής, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με τον ηλεκτρισμό. Για την οικιακή χρήση, η εγκατάσταση εξοπλισμών φυσικού αερίου είναι σχετικά απλή και δε χρειάζεται μεγάλο κόστος συντήρησης. Ο εξοπλισμός αυτός έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Η πληρωμή των λογαριασμών του καυσίμου του φυσικού αερίου γίνεται από τα νοικοκυριά σε μηνιαία βάση και ανάλογα με τον όγκο χρήσης του αγαθού.

Γενικότερα, η μείωση της εξάρτησης από το κλασσικό πετρέλαιο για τα νοικοκυριά και τον κάθε ιδιώτη έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στο να εισέλθει η καθημερινότητα σε μια νέα εποχή, πιο προσιτή και διαχειρίσιμη. Ειδική αναφορά αξίζει να γίνει και στην εξοικονόμηση ενέργειας που πραγματοποιείται από τη χρήση φυσικού αερίου. Πρόκειται για ένα «καθαρό» καύσιμο που δεν έχει οσμή όπως

συμβαίνει για παράδειγμα με το πετρέλαιο. Είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον και δεν επηρεάζει αρνητικά την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Την πρόβλεψη κατανάλωσης φυσικού αερίου ακολουθεί η γενικευμένη εκτίμηση κατανάλωσης με βάση τις ενεργειακές ανάγκες μιας περιοχής. Η εξωτερική θερμοκρασία πάντα επιδρά την κατανάλωση αερίου στα δίκτυα χαμηλής πίεσης. Όταν οι συνθήκες λειτουργίας ενός αγωγού είναι μόνιμες, τότε χρησιμοποιείται μια γενικευμένη μέθοδος για τον ακριβή υπολογισμό της πτώσης της πίεσης και της παροχής στους αγωγούς.

Στη βιομηχανική πρακτική, ο υπολογισμός παροχής φυσικού αερίου γίνεται με τη βοήθεια προσομοιωτών. ως προς τα χαρακτηριστικά δικτύων διανομής, αυτά μπορεί να είναι γραμμικά σχηματισμένα. Οι παράμετροι που συναντά κανείς σε συνθήκες λειτουργίας των δικτύων, είναι οι βασικές εξισώσεις μόνιμης ροής. Για την υπολογιστική ανάλυση δικτύων χρησιμοποιούνται υπολογιστικές μεθοδολογίες και αλγόριθμοι οι οποίοι βρίσκουν εφαρμογή σε λογισμικά προγράμματα, όπως το Aspen Hysys. Όταν έχουμε μη-μόνιμη ροή σε συστήματα αγωγών αερίου, τότε, εκεί βρίσκουν εφαρμογή άλλου τύπου εξισώσεις, ενώ υπάρχει ασυμπιεστή και συμπιεστή μη-μόνιμη ροή στους αγωγούς. Και εδώ γίνεται χρήση προσομοιωτών.

Τα τελευταία 35 χρόνια σημειώθηκε αξιοσημείωτη αύξηση της συμβολής του φυσικού αερίου στην παγκόσμια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας (Atiqueuzzaman et al., 2012). Η πρωτογενής χρήση του φυσικού αερίου ως μπορεί επίσης να αποτελέσει πηγή υδρογονανθράκων για τα πετροχημικά αποθέματα ζωοτροφών (Kidnay et al., 2006). Η καθαρή καύση και η ικανότητά του να ανταποκρίνεται σε αυστηρές περιβαλλοντικές απαιτήσεις έχουν αυξήσει τη ζήτηση για φυσικό αέριο (Elliot et al., 2015). Το φυσικό αέριο είναι το αέριο που λαμβάνεται από φυσικές υπόγειες δεξαμενές είτε ως ελεύθερο αέριο είτε ως αέριο συνδεδεμένο με αργό πετρέλαιο.

Γενικά περιέχει μεγάλες ποσότητες μεθανίου ( $\text{CH}_4$ ) μαζί με μειούμενες ποσότητες άλλων υδρογονανθράκων. Διάφορα όξινα αέρια όπως το  $\text{H}_2\text{S}$ , το  $\text{N}_2$  και το  $\text{CO}_2$  απαντώνται συχνά στο φυσικό αέριο και είναι άχρηστα, επειδή καθίστανται διαβρωτικά κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Είναι επίσης γενικά κορεσμένο με υδρατμούς. Η κύρια αγορά φυσικού αερίου επιτυγχάνεται μέσω γραμμών μεταφοράς, οι οποίες τις διανέμουν σε διαφορετικά κέντρα κατανάλωσης, όπως τα βιομηχανικά, εμπορικά και οικιακά. Συνεπώς, οι πράξεις επεξεργασίας του εδάφους επιβάλλονται για την επεξεργασία του φυσικού αερίου, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι

απαιτήσεις και οι προδιαγραφές που καθορίζονται από τις εταιρείες μεταφοράς αερίου. Ο κύριος στόχος κατά τη συγκομιδή είναι να ληφθεί το φυσικό αέριο ως κύριο προϊόν απαλλαγμένο από ακαθαρσίες (Abdel-Aal, 2013).

Η τεχνολογίες που σχετίζονται με το φυσικό αέριο απασχολούν πολύ την επιστήμη, μιας και η επεξεργασία του αλλά και οι τρόποι με τους οποίους γίνεται η διανομή του, αποτελούν ένα πάρα πολύ σημαντικό κομμάτι της εμπορικής του χρήσης. Είναι σημαντικό άλλωστε ότι, το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται και στην παραγωγή ηλεκτρικής αλλά και θερμικής ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι οι ειδικοί τεχνικοί οφείλουν να γνωρίζουν σε βάθος τις τεχνολογίες που εμπλέκονται σε αυτές τις διαδικασίες.

Για αυτό το λόγο, σε ανάλογες εργασιακές θέσεις απασχολούνται κυρίως μηχανικοί αλλά και επιστήμονες που δεν αγνοούν το θεωρητικό και μεθοδολογικό υπόβαθρο του τομέα. Έτσι, οι ειδικοί εκπαιδεύονται σχετικά με την ρευστομηχανική και θερμοδυναμική συμπεριφορά του φυσικού αερίου, την πρόβλεψη της κατανάλωσης με βάση τις ενεργειακές ανάγκες λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση της εξωτερικής θερμοκρασίας, τη ροή του φυσικού αερίου σε αγωγούς υπό μόνιμες συνθήκες λειτουργίας για τον ακρινή υπολογισμό της πτώσης πίεσης και παροχής σε αγωγούς φυσικού αερίου σε ιδιώτες αλλά και στη βιομηχανία, στην ανάλυση των δικτύων φυσικού αερίου – δηλαδή ό,τι αφορά τη ροή του αερίου, τις υπολογιστικές μεθοδολογίες, τους αλγόριθμους επίλυσης και την υπολογιστική ανάλυση δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, στο εκπαιδευτικό υπόβαθρο των ειδικών τεχνικών του χώρου βρίσκεται η μεθοδολογία σχεδιασμού δικτύων μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου, ο έλεγχος, η παρακολούθηση της λειτουργίας και ο χειρισμός των δικτύων, η ασφάλεια και η προστασία αλλά και ο ακριβής υπολογισμός μεγεθών ροής στον ευθύγραμμο αγωγό και η ακριβής μέθοδος ανάλυσης δικτύων αγωγών. Επιπλέον, σε ό,τι αφορά τη μη μόνιμη ροή φυσικού αερίου στα συστήματα αγωγών αερίου, διδάσκεται η τεχνολογία συμπίεσης και αποσυμπίεσης της μη μόνιμης ροής σε αγωγούς, ενώ γίνονται και αναλύσεις και προσομοιώσεις για απλούς αγωγούς. Τέλος, η σύνθεση, η ποσότητα και οι ιδιότητες των αερίων καύσης, όπως το φυσικό αέριο, αποτελούν αντικείμενο που πρέπει επίσης να γνωρίζουν όσοι εμπλέκονται στο χώρο.

Για τη βοήθεια της κατανόησης αυτών των περίπλοκων διαδικασιών, τη σημερινή εποχή χρησιμοποιούνται ευρέως υπολογιστικά προγράμματα. Για παράδειγμα, η υπολογιστική προσομοίωση της καύσης, η ανάλυση της ροής με

καύση αλλά και η μέτρηση εκπομπών αέριων ρύπων και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι πλέον δυνατό να υπολογιστούν με τη βοήθεια ειδικών λογισμικών στη σύγχρονη εποχή.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ξενόγλωσση**

- Abdel-Aal, H.K., Aggour, M. and Fahim, M.A. (2003). Petroleum and Gas Field Processing, King Fahd University of Petroleum & Minerals Dhahran, Saudi Arabia and Kuwait University Safat, Kuwait, pp. 264, 266, 306.
- Al-Lagtah, N., Al-Habsi, S., & Onaizi, S. (2015). Optimization and performance improvement of Lekhwair natural gas sweetening plant using Aspen HYSYS. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 26, 367-381. Doi: 10.1016/j.jngse.2015.06.030
- Al-Sobhi, S.A. and Elkamel, A. (2015). Simulation and optimization of natural gas processing and production network consisting of LNG, GTL, and methanol facilities. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 23, 500-508.
- Atiqueuzzaman, M., Maruf, ASM, Optimizing Effective Absorption during Wet Natural Gas Dehydration by Tri Ethylene Glycol IOSR. (2012) *Journal of Applied Chemistry*, 2(2), 01-06.
- Bernard, J., Bolduc, D. and Hardy, A. (2002). The costs of natural gas distribution pipelines: the case of SCGM, Québec. *Energy Economics*, 24(5), 425-438.
- Boell, S. & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). What is an Information System? Conference: Proceedings of the 48th Hawaiian International Conference on System Sciences (HICSS), at Kauaii, Hawaii, USA
- Chengpeng, W, Yan, X., Zhang, D., Adolf, K.Y. Ng (2015). Emerging LNG-fueled ships in the Chinese shipping industry: a hybrid analysis on its prospects. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 14(1), 43-59

# Computer Journal 28, 3 (1985), 211–215.

Day, J.M., Junglas, I., Silva, L. (2009). Information Flow Impediments in Disaster Relief Supply Chains. *Journal of the Association for Information Systems*, 10(8), 637–660

Diolettas, S. (2015). Development of Virtual Natural Gas Pipelines in Greece. Department of International and European Studies School of Economics, Business and International Studies University of Piraeus. Master's Degree thesis.

Economides, J. M. and Wood, D. (2009). The state of natural gas. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 1, 1-13.

EIA, Energy Information Administration (1999). Natural Gas 1998 Issues and Trends, Office of Oil and Gas. U.S. Department of Energy, Washington, DC, pp. 49e71,20585,  
Ch.2 [https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fwww.eia.doe.gov%2Foil\\_gas%2Fnatural\\_gas%2Fanalysis\\_publications%2Fnatural\\_gas\\_1998\\_issues\\_and\\_trends%2Fit98.html](https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fwww.eia.doe.gov%2Foil_gas%2Fnatural_gas%2Fanalysis_publications%2Fnatural_gas_1998_issues_and_trends%2Fit98.html)

Elliot, D., Qualls, W. R., Huang S., (Roger) Chen, J. J. (2005). Benefit of Integrating NGL Extraction and LNG Liquefaction Technology. AIChE Spring National Meeting, 5th topical conference on Natural Gas Utilization (TI) Session 16c-Gas; Conoco Phillips Co.: Houston, TX, 2005.

## EMEA, Melbourne, 2008.

Faramawy, S, Sakr, A. Zaki, T. (2016). Natural gas origin, composition, and processing: A review. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 34, 34-54.

Διαθέσιμο στο [www.researchgate.net/publication/304186062\\_Natural\\_gas\\_origin\\_composition\\_and\\_processing\\_A\\_review#pf1](http://www.researchgate.net/publication/304186062_Natural_gas_origin_composition_and_processing_A_review#pf1)

Faramawy, S., AU - Zaki, T., AU - Sakr, A. (2016). Natural gas origin, composition, and processing: A review. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 34, DOI 10.1016/j.jngse.2016.06.030

Feldman, S.S. and Horan, T.A. (2011). The Dynamics of In-formation Collaboration: A Case Study of Blended IT Value Propositions for Health Information Exchange in Disability Determination. *Journal of the Association for Information Systems* 12(2), 189–207.

Fueling Maritime Shipping with Liquefied Natural Gas: The Case of Japan InternationalTransportForum, accessed 19/09/2018, <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/maritime-bunkering-lng-japan.pdf>

## G.W. Principles of Information Systems. Cenega Learning

Giamouridis, A. (2009). Natural gas in Greece: Supply and Demand Prospects to 2015. Oxford Institute for Energy Studies.

GIWA, A. And Karacan, S. (2012). Simulation and Optimization of Ethyl Acetate Reactive Packed Distillation Process Using Aspen Hysys. *The Online Journal of Science and Technology*, 2, 57-63

GIWA, A., Giwa, S., Olugbade, E. A. (2018). Application of Aspen HYSYS process simulator in green energy revolution: A case study of biodiesel production. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13, 569-581

## isiadis, F., Genrich, R., Stair, R.M., and Reynolds,

Johnstone, D. and Tate, M. (2004). Bringing Human Information Behaviour into Information Systems Research: An Application of Systems Modelling. *Information Research* 9(4), 191.

Katsivelis, P.S. (2013). Energy in Greece – Basic information and figures. Rosa Luxemburg Stiftung Brussels and Athens Public Conference, 10-12 October 2013. Public Imbalances – Alternatives for the energy sector in Greece and its European and global context.  
[https://rosalux.gr/sites/default/files/report\\_katsivelis\\_rozalux\\_0.pdf](https://rosalux.gr/sites/default/files/report_katsivelis_rozalux_0.pdf)

Kidnay, A. J., Parrish, W. R. (2006). Fundamentals of Natural Gas Processing; Taylor and Francis: Boca Raton.

Kourniotis, Y. and Tzoumas, P. (2016). GREECE In: The Oil and gas law review, Strong, C.B. (edit), 4th edition, Law Business Research: London.

Land, F.F. (1985). Is An Information Theory Enough? *The Computer Journal*, 28(3), 211–215.

## Land, F.F. Is An Information Theory Enough? The

McGuire and White, 2000. *Liquefied Gas Handling Principles On Ships and in Terminals*. London: Witherby & Company Limited.

McNurlin, B., Sprague, R.H., and Bui, T. (2009). Information Systems Management in Practice.

Moisiadis, F., Genrich, R., Stair, R.M., Reynolds, G.W. (2008) *Principles of Information Systems*. Cenega Learning EMEA, Melbourne.

Mondal, S., Rakib, U.M., Azad, K. (2013). Simulation and Optimization of Natural Gas Processing Plant. International Conference on Mechanical, Industrial and Materials Engineering, At Rajshahi, Bangladesh

Olufemi, A. (2016). Process Simulation of Amine-natural Gas Treating Plant. *Nigerian Journal of Oil and Gas technology*, 11, 39-51.



- Pantelidou, V. (2017). Energy Hubs and Geopolitics: Investigation on a Greek Natural Gas Hub for the EU Energy Strategy. International Hellenic University, Thesis
- Ríos-Mercado, R. and Borraz-Sánchez, C. (2015). Optimization problems in natural gas transportation systems: A state-of-the-art review. *Applied Energy*, 147, 536-555.
- Roberts, Rory & Nuzum, Sean & Wolff, Mitch. (2015). Liquefied Natural Gas as the Next Aviation Fuel. 10.2514/6.2015-4247. Conference: Propulsion and Energy Forum, At Orlando, FL
- Saeid Mokhatab, W. A. (2006). *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*. Elsevier's Science & Technology.
- Sircar, A., Sahajpal, S., Yadav, K. (2017). Challenges & Issues in Natural Gas Distribution Industry. *Journal of Petroleum Engineering & Technology*. 7(2), 2321-5178
- Speight, J.G. (2007). *Natural Gas: A Basic Handbook*. Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- Symeonidis, M.T. and Antoniou, S. (2017). Recent developments in natural gas sector. Contributed by Rokas Law Firm – Published on [http://www.rokas.com/uploads/Recent\\_developments\\_in\\_natural\\_gas\\_sector.pdf](http://www.rokas.com/uploads/Recent_developments_in_natural_gas_sector.pdf)
- Thomas, S. and Dawe, A.R. (2003). Review of ways to transport natural gas energy from countries which do not need the gas for domestic use. *Energy*, 28, 1461 – 1477.
- Tserambides, A. (2015). The unconventional hydrocarbon resources of Greece, *Geological Quarterly*, 59(3), 479-490
- Zheng, Q. P., Rebennack, S., Iliadis, N.A., Pardalos, P.M. Optimization models in the natural gas industry. In S. Rebennack, P. M. Pardalos, M. V. F. Pereira, and N.

A. Pliadis, editors, *Handbook of Power Systems I*, Energy Systems, 121–148. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

## Ελληνική

Wallace Patricia, *Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης*, Κριτική, Αθήνα 2014.

Αλεξόπουλος, Α&Φώτης, Α. (2018). Διερεύνηση θεμάτων ενεργειακής ασφάλειας φυσικού αερίου στην Ευρώπη. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Πτυχιακή εργασία διαθέσιμη στο <http://www.transport.ntua.gr/wp-content/uploads/dtd1012-FotisAthanasios.pdf>

Αρσενίδου, Ε. (2010). Πληροφοριακά Συστήματα: Εφαρμογή σε εμπορική επιχείρηση Ειδών Υγιεινής. ΤΕΙ Καβάλας. Πτυχιακή εργασία.

Βαρναβά, Δ. (2017). Προσομοίωση μονάδας παραγωγής MTBE δυλιστηρίου ΕΛ.ΠΕ. Ασπρόπυργου με χρήση AspenPlus. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο. Διπλωματική εργασία.

Βιέννας, Α. και Μπαγορδάκης, Γ. (2016). Πληροφοριακό σύστημα για τη μελέτη του εθισμού στο διαδίκτυο στις ηλικίες 12-15. ΤΕΙ Ηρακλείου, πτυχιακή εργασία

Γαλατσάνου, Ε.Ε. (2014). Προσομοιώσεις χημικών διεργασιών με χρήση του AspenHysys: Εφαρμογή στην Ελληνική Αεροπορική Βιομηχανία. ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, πτυχιακή εργασία. Διαθέσιμη στο <http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/3615/1/01X00Z01Z0098.pdf>

Έκθεση της Ρ.Α.Ε. για την ασφάλεια εφοδιασμού της χώρας με φυσικό αέριο (2009). Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Αθήνα. Διαθέσιμο στο [http://www.rae.gr/old/K2/Report-SoS\\_GAS.pdf](http://www.rae.gr/old/K2/Report-SoS_GAS.pdf)

Ελιάν, Β. (2017). Πληροφοριακά Συστήματα στη Ναυτιλία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, πτυχιακή εργασία.

- Κακαρούνας, Π. και Μπραγκάτζη, Α. (2005). Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (Liquefied Natural Gas). ΤΕΙ Καβάλας, Πτυχιακή εργασία
- Καμαριανός, Ν., Μάνου, Δ., Μπλάτσιος, Β., Τσαχαλίνα, Α. (2006) Αξιολόγηση της εφαρμογής των εγκαταστάσεων φυσικού αερίου σε νέα, υφιστάμενα και διατηρητέα κτίρια. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.
- Κωστακάκη, Α. (2013). Ανάλυση Συστημάτων Μεταφοράς Φυσικού Αερίου – Συγκριτική Οικονομική Αξιολόγηση Μεταφοράς μέσω Αγωγών και υγροποιημένου φυσικού αερίου, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πολυτεχνική σχολή, Μεταπτυχιακή εργασία.
- Μυλωνά, Π. (2016). Αριστοποίηση μονάδας διαχωρισμού MTBE δυλιστηρίου ΕΛ.ΠΕ. Ασπρόπυργου με χρήση AspenHysys. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Διπλωματική εργασία.
- Παπαδοπούλου, Α. (2006). Ανάπτυξη και αξιοποίηση φυσικού αερίου στην Ελλάδα. Πολυτεχνίο Κρήτης, Διπλωματική εργασία.
- Πήττας, Κ. (2015). Προσομοίωση διεργασιών επεξεργασίας φυσικού αερίου, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Διαθέσιμη στο [http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/41285/constantinos\\_pittas\\_diploma\\_thesis.pdf?sequence=1](http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/41285/constantinos_pittas_diploma_thesis.pdf?sequence=1)
- Τοπάλογλου, Ν. (2012). Η αλληλεξάρτηση μεταξύ της οργάνωσης της επιχείρησης και των πληροφοριακών συστημάτων. ΤΕΙ Καβάλας, πτυχιακή εργασία
- Φασουλίδης, Α. (2004). Προσομοίωση ροής και μεταφοράς θερμότητας αερίου σε αγωγούς φυσικού αερίου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

## Διαδικτυακές πηγές

Agreements for Amur GPP construction projects signed,

<http://www.gazprom.com/press/news/2018/may/article431861/> διαδικτυακό τόπο

ος Gazprom, πρόσβαση 28/9/2018

Aspen Technology – Επίσημη ιστοσελίδα, [www.aspentech.com](http://www.aspentech.com)

Aspen. HYSYS 3.2 Installation Guide (2003). Aspen Technology, USA.

Επίσημη ιστοσελίδα BP, Twin win for oil and gas production

<https://www.bp.com/en/global/corporate/bp-magazine/innovations/apex-digital-system.html> πρόσβαση 30/9/2018

Is the EastMed gas pipeline just another EU pipe dream?

<http://bruegel.org/2017/05/is-the-eastmed-gas-pipeline-just-another-eu-pipe-dream/>, ημερ. Δημοσίευσης: 10/5/2017, ημερομηνία ανάκτησης: 2/9/2018

Staff of the Market Intelligence Branch Division of Market Oversight U.S. Commodity Futures Trading Commission (2018). Liquefied Natural Gas: Developments and Market

Impacts. Διαθέσιμο στο [https://www.cftc.gov/sites/default/files/2018-05/CFTC\\_LNG0518\\_1.pdf](https://www.cftc.gov/sites/default/files/2018-05/CFTC_LNG0518_1.pdf)

Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου Α.Ε. <http://desfa.gr/>

Επίσημη ιστοσελίδα Chevron S.A. <https://www.chevron.com/> πρόσβαση 28/9/2018

Επίσημη ιστοσελίδα ExxonMobil <https://www.exxonmobilchemical.com/en/> πρόσβαση 28/9/2018

Επίσημη ιστοσελίδα Honeywell, [www.honeywellprocess.com](http://www.honeywellprocess.com) πρόσβαση 28/9/2018

Επίσημη ιστοσελίδα Lanner Group, <https://www.lanner.com/en-us/insights/customer-stories/lanner-and-shell-develop-agent-simulation-tool.html> πρόσβαση 28/9/2018

Επίσημη ιστοσελίδα Total S.A. <https://www.total.com/en/media/news/press-releases/total-inaugure-son-nouveau-supercalculateur-pangea-lune-des-premieres-puissances-de-calcul> πρόσβαση 28/9/2018

Ιδιωτικοποίηση ΔΕΠΑ σε πρώτο πλάνο βάζει η τρίτη αναθεώρηση του μνημονίου, <https://energypress.gr/news/idiotikopoiisi-depa-se-pto-plano-vazei-i-triti-anatheorisi-toy-mnimoniou-target-model>, δημοσίευση 23/1/2018, ημερομηνία πρόσβασης: 31/8/2018

Ιστορική αναδρομή, [www.aerioattikis.gr](http://www.aerioattikis.gr) πρόσβαση 2/9/2018

Με ορίζοντα στο 2019 η ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠΑ, <http://www.tovima.gr/society/article/?aid=992565>, δημοσίευση 19/06/2018, ημερομηνία πρόσβασης: 31/8/2018

Σε τροχιά υλοποίησης ο υποθαλάσσιος αγωγός φυσικού αερίου EastMed, <https://www.viadiplomacy.gr/se-trochia-ilopiisis-o-ipothalassios-agogos-fisikou-aeriou-eastmed/>, ημ. δημοσίευσης: 23/11/2017, ημερομηνία πρόσβασης: 2/9/2018

Τι σημαίνει η έλευση του αμερικανικού LNG στην Ελλάδα, <http://www.capital.gr/epixeiriseis/3317568/ti-simainei-i-eleusi-tou-amerikanikou-lng-stin-ellada>, ημ. δημοσίευσης: 24/9/2018, ημερομηνία πρόσβασης: 24/9/2018

Τροπολογία δυσκολεύει την ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠΑ, <http://www.kathimerini.gr/969151/article/oikonomia/epixeirhseis/tropologia-dyskoleyei-thn-idiwtikopoihsh-ths-depa>, δημοσίευση 13/6/2018, ημερομηνία πρόσβασης: 31/8/2018