



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

**ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΕΡΚΕΔΑΚΗΣ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ : ΜΑΡΙΑ-ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΙΩΑΝΝΙΔΟΥ  
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2016





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

## **ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΕΡΚΕΔΑΚΗΣ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ : ΜΑΡΙΑ-ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΙΩΑΝΝΙΔΟΥ  
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την .....

.....  
**Μαρία Ιωαννίδου**  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....  
**Νικόλαος Θεοδώρου**  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
**Παναγιώτης Τσαραμπάρης**  
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2016

.....  
**Αριστοτέλης Α. Σερκεδάκης**

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

Copyright © Αριστοτέλης Α. Σερκεδάκης, Ιούλιος 2016

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσεως, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

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

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής είναι η μελέτη των χρήσεων του Φυσικού Αερίου και η αποτύπωση των βασικών του πλεονεκτημάτων έναντι των υπόλοιπων μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αρχικά, αποτυπώνονται οι βασικές ιδιότητες του Φυσικού Αερίου, από τη διαδικασία σχηματισμού του και τη σύστασή του, μέχρι τις φυσικές και θερμοτεχνικές ιδιότητές του. Στο τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο, θα μελετηθούν οι κύριες χρήσεις του Φυσικού Αερίου σε διάφορους τομείς εφαρμογής, από τον ηλεκτροπαραγωγικό τομέα μέχρι τη χρήση του ως καύσιμο των σύγχρονων μέσων μεταφοράς. Στη συνέχεια, στο πέμπτο κεφάλαιο, θα γίνει αναφορά των βασικών του πλεονεκτημάτων, που το καθιστούν μία πλήρως ανταγωνιστική πηγή ενέργειας τη σημερινή εποχή. Στο έκτο κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν στατιστικά στοιχεία που αφορούν την παραγωγή και την εισαγωγή ενέργειας στην Ευρώπη. Έπειτα, στο έβδομο και όγδοο κεφάλαιο, θα μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο το Φυσικό Αέριο μεταφέρεται, κατανέμεται αλλά και αποθηκεύεται. Στο ένατο κεφάλαιο, θα αναφερθούν οι υπόλοιπες μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι επιδράσεις τους στον περιβαλλοντικό τομέα. Τέλος, θα κλείσουμε με τα συμπεράσματα που προκύπτουν μετά από αυτή τη μελέτη.

**Λέξεις Κλειδιά :** Φυσικό αέριο, Υ.Φ.Α, πηγές ενέργειας, μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, χρήσεις, πλεονεκτήματα, σύγκριση, μεταφορά, αποθήκευση, καύσιμο, στατιστικά



## **Abstract**

The aim of this diploma thesis is to examine the uses of natural gas and to define the most important benefits over other non-renewable energy sources. In the first part, basic properties of natural gas are presented, including the formation process and its natural and thermotechnical properties. In the third and fourth chapter, the main uses of natural gas are investigated, in various application areas such as the energy-production sector and its use as a fuel in modern transport. Then, in the fifth chapter, the thesis demonstrates the main advantages of natural gas, making it, nowadays, a fully competitive source of energy. In the sixth chapter, the thesis presents statistics about the production and import of energy in Europe. Then, in the seventh and eighth chapter, we examine the way that the natural gas is transported, distributed and stored. In the ninth chapter, the other non-renewable energy sources and their effects on the environment are mentioned. Finally, we close with the deductions that come of this thesis.

**Key words:** Natural gas, L.N.G, energy sources, non-renewable energy sources, use, advantages, comparison, transport, storage, fuel, statistics

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. Εισαγωγή</b> .....	<b>11</b>
1.1 Γενικά .....	11
1.2 Αέρια .....	11
<b>2. Φυσικό Αέριο</b> .....	<b>14</b>
2.1. Ορισμός .....	14
2.2. Ιστορική Αναδρομή .....	14
2.3. Σχηματισμός του φυσικού αερίου και γεωλογία του υπεδάφους.....	15
2.4. Αποθέματα Φυσικού Αερίου .....	17
2.5. Σύσταση Ρώσικου και Αλγερινού Φυσικού Αερίου .....	19
2.6. Ιδιότητες Φυσικού Αερίου .....	20
2.7 Δείκτης Wobbe.....	21
2.8. Θερμοτεχνικά πλεονεκτήματα του Φυσικού Αερίου .....	22
2.9. Επίδραση στον άνθρωπο και στα ζώα.....	24
<b>3. Χρήσεις του Φυσικού Αερίου</b> .....	<b>25</b>
3.1 Ηλεκτροπαραγωγικός Τομέας .....	26
3.1.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Ηλεκτροπα/κό Τομέα.....	27
3.2 Βιομηχανικός Τομέας.....	30
3.2.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Βιομηχανικό Τομέα.....	31
3.3 Εμπορικός Τομέας.....	35
3.3.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Εμπορικό Τομέα.....	35
3.4 Αγροτικός Τομέας.....	37
3.4.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Αγροτικό Τομέα .....	37
3.5 Οικιακός Τομέας .....	39
3.5.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Οικιακό Τομέα .....	39
3.6 Συμπαράγωγή .....	41
3.6.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στην Συμπαράγωγή .....	42
<b>4. Χρήσεις Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου(Υ.Φ.Α)</b> .....	<b>44</b>
4.1. Σταθμοί Υ.Φ.Α .....	44
4.2. Υ.Φ.Α σαν καύσιμο αυτοκινήτων .....	45
4.3. Υ.Φ.Α ως καύσιμο αεροπλάνων.....	46
4.4. Υ.Φ.Α ως καύσιμο τρένων .....	47



<b>5. Οφέλη του Φυσικού Αερίου .....</b>	<b>48</b>
5.1 Περιβάλλον .....	48
5.2. Ασφάλεια.....	51
5.3. Εξοικονόμηση ενέργειας.....	51
5.4. Τόνωση της απασχόλησης .....	52
5.5. Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο .....	53
<b>6. Στατιστικά στοιχεία παραγωγής και εισαγωγής ενέργειας στην Ευρώπη(Eurostat) ..</b>	<b>54</b>
6.1 Κύρια στατιστικά στοιχεία .....	54
6.1.1 Πρωτογενής παραγωγή.....	54
6.1.2 Εισαγωγές.....	57
6.2. Πηγές και διαθεσιμότητα στοιχείων.....	60
6.3 Πλαίσιο Ενεργειακής Ασφάλειας.....	61
<b>7. Σύστημα Μεταφοράς-Κατανομής- Διανομής Φυσικού Αερίου.....</b>	<b>63</b>
7.1 Γενικά .....	63
7.2 Μεταφορά.....	65
7.2.1 Προδιαγραφές δικτύου μεταφοράς Φυσικού Αερίου .....	66
7.2.2 Διασύνδεση του δικτύου Φ.Α. της χώρας μας με το δίκτυο Φ.Α. της Ιταλίας. ....	68
7.2.3 Μεταφορά Υ.Φ.Α. από Τουρκμενιστάν-Αζερμπαϊτζάν και Ιράν προς τη Δυτική Ευρώπη.....	68
7.2.4 Μεταφορά Υ.Φ.Α. από την Αφρική. ....	69
7.3 Κατανομή.....	70
7.4 Διανομή.....	76
<b>8. Σύστημα Αποθήκευσης Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου .....</b>	<b>77</b>
8.1. Γενικά .....	77
8.2 Περιγραφή διεργασίας σε έναν τερματικό σταθμό. ....	78
8.2.1 Αποθήκευση Υ.Φ.Α.....	78
8.2.2 Αεριοποίηση Υ.Φ.Α.....	80
<b>9. Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....</b>	<b>85</b>
9.1. Γενικά .....	85
9.2 Ορυκτά καύσιμα.....	87
9.2.1 Λιθάνθρακας .....	87
9.2.2 Φαιάνθρακας (Λιγνίτης).....	89
9.2.3 Πετρέλαιο .....	90
9.2.4 Απόβλητα Ορυκτών Καυσίμων.....	92

9.3 Πυρηνική ενέργεια.....	97
9.3.1 Ραδιενεργά Απόβλητα.....	100
<b>10. Επίλογος .....</b>	<b>101</b>
<b>11. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>103</b>

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Γενικά

Η ανάγκη για νέες τεχνολογίες στον τομέα της ενέργειας οδήγησαν τους ερευνητές αλλά και τις εταιρίες να χρησιμοποιήσουν το φυσικό αέριο σαν μέσω ισάξιο των υπολοίπων ενεργειακών πηγών. Σκοπός πάντα είναι η διάθεση στην αγορά μίας ενέργειας η οποία θα είναι οικονομική, καθαρή, αξιόπιστη και πρωτίστως ακίνδυνη. Αυτό θα συνέβαλλε καθοριστικά στην καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής, καθώς και στην ορθολογική και οικονομικότερη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των καταναλωτών.

## 1.2 Αέρια

Τα αέρια είναι μείγματα διαφόρων συστατικών ακαθόριστου σχήματος και όγκου. Τα δομικά σωματίδιά της ύλης που τα αποτελούν είναι «καλώς» διαχωρισμένα με αποτέλεσμα η αλληλεπίδρασή τους να είναι πολύ μικρή. Τα συστατικά των αερίων μπορεί να αναφλέγονται ικανοποιητικά ή όχι. Τα πρώτα αποτελούν τα καύσιμα συστατικά ενός αερίου και είναι οι αέριοι υδρογονάνθρακες (μεθάνιο, βουτάνιο, προπάνιο, και πεντάνιο) , το υδρογόνο καθώς και το μονοξείδιο του άνθρακα.

Τα αέρια μπορούν να διαχωριστούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με

**α)Την προέλευσή τους σε:**

φυσικά αέρια (natural gas)

συνθετικά SNG (Synthetic Natural Gas)

**β)Τη μέθοδο παραγωγής τους σε :**

Προϊόντα εξαέρωσης

Προϊόντα απαερίωσης

Αέρια διυλιστηρίων

Μείγματα υδρογονανθράκων με τον αέρα

**γ)Τα χαρακτηριστικά της καύσης τους σε τέσσερις οικογένειες αερίων .**

## α) προέλευση

- Τα **φυσικά αέρια** είναι τα αέρια των ορυχείων , το υγρό και το ξηρό φυσικό αέριο. Όταν τα Φ.Α. περιέχουν υδρογονάνθρακες με μεγάλα μόρια που συμπυκνώνονται εύκολα , ονομάζονται υγρά. Πριν από τη χρήση του Φ.Α. απομακρύνονται το υδρόθειο και το νερό.
- Τα **συνθετικά αέρια** προέρχονται από τη διάσπαση των προϊόντων του πετρελαίου με την βοήθεια ατμού. Αυτά αναμειγνυόμενα με άλλα αέρια δίνουν προϊόντα που έχουν παραπλήσια σύνθεση με το φωταέριο.

## β) μέθοδος παραγωγής

Τα **προϊόντα εξαέρωσης** είναι :

- Το αέριο των αεριογόνων που παράγεται από την χημική μετάσταση των γαιανθράκων , του κοκ και των πετρελαίων
- Το αέριο που είναι παραπροϊόν της λειτουργίας των βιομηχανικών υψικαμίνων.

Τα **προϊόντα απαερίωσης** είναι :

- Το Φωταέριο ( town gas ) που παράγεται από την απόσταξη των γαιανθράκων με την απουσία αέρα ή από την πυρόλυση του πετρελαίου.
- Το Φερνκας ή Τηλεαέριο παρόμοιας σύνθεσης με το προηγούμενο που μεταφέρεται από τις κωκερίες , όπου παράγεται , μέσω δικτύου σωληνώσεων υπό υψηλή πίεση .
- Κωκαέριο που δεν είναι τίποτα άλλο παρά το παραπροϊόν της παραγωγής του κωκ.
- Αέριο ημικωκ παραγόμενο από στερεά καύσιμα σε θερμοκρασίες 500 οC έως και 700 οC
- Υδραέριο κωκ από τη χημική μετάσταση του κωκ με την επίδραση υδρατμών .

Τα **αέρια διυλιστηρίων (LPG ή GPL)** είναι προπανοβουτάνια που υγροποιούνται (υγραέρια) με υπερπίεση και είναι και αυτά παραπροϊόντα της λειτουργίας των διυλιστηρίων .

Τα **μείγματα υδρογονανθράκων – αέρα** είναι μείγματα του προπτανίου ή του φυσικού αερίου με τον αέρα.

### **γ) Χαρακτηριστικά καύσης**

Τα αέρια κατατάσσονται σε **τέσσερις βασικές κατηγορίες** σύμφωνα με τον Γερμανικό σύνδεσμο για τα αέρια και το νερό – DVGW

**1η οικογένεια :** Περιλαμβάνει τα αέρια πόλεων ή φωταέρια που είναι πλούσια σε μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο αλλά σε χρησιμοποιούνται στη χώρα μας . Είναι βιομηχανοποιημένα αέρια που παράγονται ή από τον άνθρακα ή από την καταλυτική σχάση της νάφθας.

**2η οικογένεια :** Περιλαμβάνει τα φυσικά αέρια (Φ.Α) και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες L και H.(το L(low) σημαίνει πτωχό και H(high) πλούσιο Φ.Α.)

**3η οικογένεια :** Συμπεριλαμβάνει τα υγραέρια .

**4η οικογένεια :** Συμπεριλαμβάνει τα τεχνικά αέρια που με τις κατάλληλες προσμίξεις συμπεριλαμβάνονται σαν αέρια της 2η οικογένειας . Τυπικό παράδειγμα είναι το αέριο που παράγονταν από τα Ελληνικά Διυλιστήρια και διανέμονταν από την ΔΕΦΑ στην Αθήνα .

## 2. Φυσικό Αέριο

### 2.1. Ορισμός

Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα αερίων, κυρίως ελαφρών υδρογονανθράκων αλλά και διαφόρων άλλων σε ελάχιστα όμως ποσοστά . Ευρίσκεται σε κοιλότητες του υπεδάφους τόσο μόνο του όσο και με την παρουσία αργού πετρελαίου και δημιουργήθηκε κατά τη μεταμόρφωση υδρόβιων μικροοργανισμών κάτω από την επίδραση υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών. Κυριότερο συστατικό των ελαφρών υδρογονανθράκων είναι το μεθάνιο ενώ υπάρχουν και οι ολίγον βαρύτεροι υδρογονάνθρακες όπως π.χ. αιθάνιο , προπάνιο , βουτάνιο, κ.τ.λ. ενώ από τα υπόλοιπα αέρια το κυριότερο είναι το  $N_2$  ,  $CO_2$  ,  $H_2S$  ,  $O_2$  ,  $Ar$  .αλλά σε ελάχιστα ποσοστά όπως προαναφέραμε. Επίσης μερικά φυσικά αέρια περιέχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες παρά μεθάνιο .

Συνήθως το φυσικό αέριο που διανέμεται στις πόλεις περιέχει 80-90 % μεθάνιο και το υπόλοιπο αποτελείται από αιθάνιο και προπάνιο.

### 2.2. Ιστορική Αναδρομή

Η άσφαλτος και τα βιτουμένια, τα πιο παλιά γνωστά προϊόντα του πετρελαίου, όπως και ενδείξεις για διαρροές φυσικού αερίου πρωτοβρέθηκαν μεταξύ 6000 και 2000 π.Χ. στην περιοχή που σήμερα βρίσκεται το Ιράν. Η χρήση του φυσικού αερίου αναφέρεται στην Κίνα το 900 π.Χ. περίπου, όπου ανοίχθηκαν γύρω στα 900-1100 φρέατα και το αέριο μεταφερόταν με αγωγούς από μπαμπού.

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

Η μέθοδος μεταφοράς φυσικού αερίου με αγωγούς αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε ένα σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και το 1979 ήταν 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25%

το 1980. Το 2010 η κατανάλωσή του φυσικού αερίου υπερέβη αυτή του άνθρακα και σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) το φυσικό αέριο θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών το 2030.

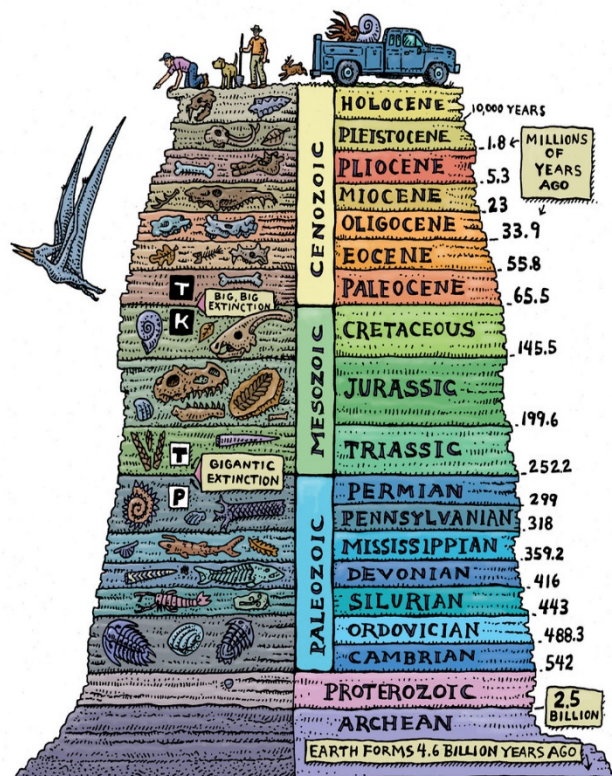
Πρόδρομος του Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα ήταν το Φωταέριο. Το διέθεσε στην αγορά, για πρώτη φορά το 1857, η Γαλλική Εταιρία Φωταερίου, η οποία το 1939 περιήλθε στον Δήμο Αθηναίων. Η Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου (ΔΕΦΑ) συνέχισε να προμηθεύει τους καταναλωτές της με φωταέριο μέχρι το 1984. Τη χρονιά αυτή έγινε η σύνδεση με τα Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου (ΕΛ.Δ.Α.) και άρχισε η τροφοδότηση του δικτύου της ΔΕΦΑ με ναφθαέριο το οποίο χρησιμοποιήθηκε μέχρι το 1997. Το 1983 όμως, είναι η χρονιά που καταρτίζεται η πρώτη προμελέτη για το Φυσικό Αέριο στην Ελλάδα. Η μελέτη γίνεται για λογαριασμό της τότε Δημοσίας Επιχείρησης Πετρελαίου (ΔΕΠ) και το 1987 υπογράφεται η πρώτη διακρατική συμφωνία μεταξύ Ελλάδας και Ρωσίας για την προμήθεια φυσικού αερίου. Ακολουθούν συμφωνίες της ΔΕΠ με την ρωσική Sojuzgazexport, σήμερα Gazexport, και με την Sonatrach της Αλγερίας.

Το Σεπτέμβριο του 1988 ιδρύεται η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ) ως θυγατρική εταιρία της Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου, ενώ το Δεκέμβριο του 1997 ενσωματώνει στο δυναμικό της και το δίκτυο της ΔΕΦΑ. Σήμερα η ΔΕΠΑ έχει επιφορτιστεί με την ευθύνη μιας μεγάλης ενεργειακής επένδυσης, αναλαμβάνοντας την εισαγωγή, τη μεταφορά και την εκμετάλλευση του εθνικού συστήματος μεταφοράς φυσικού αερίου στην Ελλάδα

### 2.3. Σχηματισμός του φυσικού αερίου και γεωλογία του υπεδάφους.

Ο σχηματισμός του φυσικού αερίου είναι στενά συνδεδεμένος με την γεωλογική ιστορία των πρώτων 10 Km του φλοιού της γης.

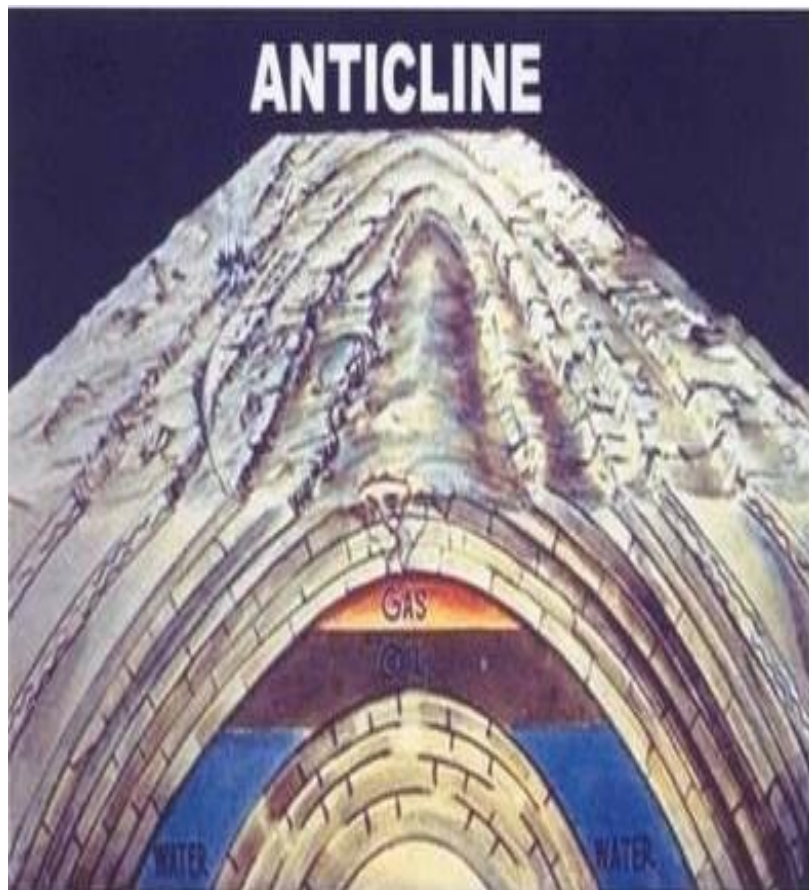
Το αέριο το οποίο ανακαλύφθηκε στην βόρεια θάλασσα στην Αγγλία προέρχονταν από την Τριασική(Τριαδική) και Πέρμια περίοδο, ενώ υπήρχαν μεγάλα αποθέματα ανεκμετάλλευτα στους αμμόλιθους αυτών των περιόδων. Επίσης, τεράστια κοιτάσματα φυσικού αερίου ανιχνεύονται στους σχιστόλιθους της Δεβονίου περιόδου στην Αμερική. Τέλος, τα κοιτάσματα της δυτικής, κυρίως, Σιβηρίας προέρχονται κυρίως από την Κρητιδική και Ιουρασική περίοδο. Η διεργασία για τον σχηματισμό του φυσικού αερίου είναι παρόμοια με αυτήν του σχηματισμού του αργού πετρελαίου.



Υπάρχει όμως μια υπόθεση για τον σχηματισμό του Φ.Α. η οποία είναι ταυτισμένη με το όνομα του αστροφυσικού καθηγητή Thomas Gold.

Είναι γνωστό ότι η ατμόσφαιρα του πλανήτη Κρόνου αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, ενώ στην επιφάνειά του συναντάται σε υγρή μορφή. Εξ' αυτού ορμώμενος ο Thomas Gold υπέθεσε ότι κατά την διάρκεια του σχηματισμού των πρώτων πλανητών και φυσικά της γης η πρωτογενής ατμόσφαιρα περιείχε τεράστιες ποσότητες μεθανίου . Σύμφωνα με την άποψη πολλών γεωλόγων κατά την διάρκεια της στερεοποίησης της γης μεγάλες ποσότητες μεθανίου απεβλήθησαν από το εσωτερικό της πριν ακόμα σχηματισθεί ο φλοιός της .

Ο Gold όμως υποστηρίζει μια εκδιαμέτρου αντίθετη άποψη ,ισχυριζόμενος ότι σχηματίστηκε πρώτα μανδύας ο οποίος εγκλώβισε τεράστιες ποσότητες μεθανίου κατά την διάρκεια της αποβολής του μεθανίου από το εσωτερικό της γης . Εν συνέχεια, με την πάροδο των δισεκατομμυρίων ετών διάφοροι τεκτονικοί μηχανισμοί έφεραν το μεθάνιο στα επάνω στρώματα του φλοιού της γης .





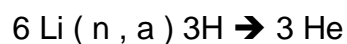
Αν λοιπόν αυτό είναι ευσταθές θα πρέπει να υπάρχουν κοιτάσματα όπου το μεθάνιο, και κατ' επέκταση το φυσικό αέριο, δεν υπήρξε προϊόν βιογενούς σχηματισμού, αλλά αβιογενούς.

Το ερώτημα που τίθεται είναι πως μπορεί κανείς να διαπιστώσει πότε έχουμε βιογενή και πότε αβιογενή σχηματισμό. Πρέπει λοιπόν οπωσδήποτε να βρεθούν τρόποι οι οποίοι να ανιχνεύουν τις τυχόν διαφορές μεταξύ αυτών των δύο σχηματισμών του μεθανίου και των άλλων αερίων που συνυπάρχουν με το μεθάνιο στο φυσικό αέριο.

Ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος είναι η μελέτη των ισοτόπων του Ηλίου(He) το οποίο ως γνωστό υπάρχει στο φυσικό αέριο.

Το Ήλιον που ανιχνεύεται στον φλοιό της γης είναι γνωστό ότι σχηματίστηκε από την ραδιενεργό μετάπτωση του ουρανίου και του θορίου, διεργασία κατά την οποία παράγονται σωματίδια μαζικού αριθμού 4, τα οποία σταθεροποιούνται σε Ήλιον(4He).

Άρα τα πρωτογενή αέρια, αυτά τα οποία προήλθαν από αβιογενή σχηματισμό θα περιέχουν εκτός του 4He και το ελαφρότερο ισότοπο του, 3He. Αν ο σχηματισμός του 3He δεν είναι τόσο κρυστάλλινος, η αρχέγονος αντίδραση σχηματισμού του θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι είναι.



Εξετάζοντας λοιπόν τον λόγο 3 He : 4 He θα μπορούσαμε να βγάλουμε το συμπέρασμα ότι αν η συγκέντρωση του 3He είναι σχετικά μεγάλη έχουμε αβιογενή σχηματισμό. Σε αντίθετη περίπτωση έχουμε βιογενή σχηματισμό.

## **2.4. Αποθέματα Φυσικού Αερίου**

Οι τελευταίες εκτιμήσεις για τα κοιτάσματα φυσικού αερίου παρουσιάζουν αποδεδειγμένα αποθέματα του ύψους των 103.500 δισεκατομμυρίων κυβικών μέτρων, ή περίπου 90045 δισεκατομμύρια τόνους ισοδύναμου αργού πετρελαίου. Τα παγκόσμια αποθέματα φυσικού αερίου επαρκούν για άλλα 250 χρόνια με βάση την σημερινή κατανάλωση, όπως τονίζει σε έρευνά του το Διπλωματικό Κέντρο Στρατηγικών Σπουδών του Κουβέιτ.

Η χώρα με τα μεγαλύτερα αποθέματα είναι φυσικά η Σοβιετική Ένωση όπου συγκεντρώνονται το 35% των παγκοσμίων αποθεμάτων, εν συνέχεια και με μεγάλη διαφορά έρχεται το Ιράν με 10%, η Ανατολική Ευρώπη με 5-6%, ενώ οι Ηνωμένες Πολιτείες κατέχουν το 6-7%. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο κλάδος κατάφερε να προσθέσει άλλα 100 τρις. κ.π. αποθεμάτων το 2012 μέσω των νέων ανακαλύψεων και του σχιστολιθικού αερίου στη Νορβηγία και τη Βόρεια Αμερική.

Όσον αφορά την παραγωγή μη συμβατικού αερίου, η οποία πρωταγωνιστεί πλέον σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, τονίζεται ότι στο εξής θα καταβληθούν προσπάθειες και από την Κίνα για την ανάπτυξή του, καθώς τα πιθανά αποθέματά της υπολογίζονται σε 1200 τρις. κ.π., δηλαδή υψηλότερα από τα αντίστοιχα αμερικανικά.

Κατά συνέπεια, δεν αποκλείεται να δούμε στο εξής μια νέα έκρηξη της παραγωγής σχιστολιθικού αερίου στην Κίνα, αντίστοιχη με αυτή που σημειώθηκε στις ΗΠΑ τα προηγούμενα χρόνια. Χαρακτηριστικό είναι, δε, ότι στην Αμερική η παραγωγή αυτού του είδους αυξήθηκε από το μηδέν στο 20% της συνολικής παραγωγής αερίου στο χρονικό διάστημα από το 2000 ως το 2009 και οι αναλυτές αναμένουν να φτάσει το 50% ως το έτος 2035.

Η έρευνα προειδοποιεί επίσης ότι μέσω των εξελίξεων αυτών, το αέριο απειλεί να εκτοπίσει το πετρέλαιο σε τομείς όπως οι μεταφορές, γεγονός που θα έχει συνέπειες για τους παραγωγούς του μαύρου χρυσού. Από την άλλη όμως, παρατηρείται πρόοδος και στην παραγωγή σχιστολιθικού πετρελαίου στις ΗΠΑ, η οποία έφτασε το 2010 τα 4,5 εκατ. βαρέλια ανά ημέρα και δεν αποκλείεται να επεκταθεί και σε άλλες χώρες στο εξής.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την κατανομή των παγκόσμιων αποθεμάτων στις χώρες παραγωγής φυσικού αερίου .

Ηπειρος	Χώρα					Σύνολο	Ποσοστό (%)
Ανατολική Ευρώπη	Ρωσία	λοιπ.Χώρ.				43100	38
	42500	600					
Μέση Ανατολή	Ιράν	Κατάρ	Ντουμπάι	Σαουδική Αραβία	Λοιπ.Χώρ	34500	29,60
	14200	4600	5200	5000	5500		
Ασία Αυστραλία	Αυστρ	Μαλαισία	Ινδονησία	Λοιπ.Χώρ.		10500	9,1
	2300	1500	2500	4200			
Βόρια Δυτική	Η.Π.Α	Καναδάς	λοιπ.Χώρ.			7800	6,7
	5200	500	2100				
Αφρική	Αλγερία	Νιγηρία	λοιπ.Χώρ.			7700	6,6
	3200	2500	2000				
Λατινική Αμερική	Μεξικό	Βενεζουέλα	λοιπ.Χώρ.			7300	6,2
	2100	1800	3400				
Δυτική Ευρώπη	Νορβηγία	Ολανδία	λοιπ.Χώρ.			5400	4,7
	2300	1700	1400				

## 2.5. Σύσταση Ρώσικου και Αλγερινού Φυσικού Αερίου

Η Ελλάδα σήμερα προμηθεύεται φυσικό αέριο από 3 διαφορετικές πηγές:

- από τη Ρωσία (μέσω Βουλγαρίας) μέσω αγωγών σε αέρια μορφή,
- από την Αλγερία με δεξαμενόπλοια σε υγροποιημένη μορφή (στις εγκαταστάσεις της νήσου Ρεβυθούσας, στον κόλπο των Μεγάρων)
- από το 2007, από το Αζερμπαϊτζάν (μέσω Τουρκίας) μέσω αγωγών σε αέρια μορφή.

Θα αναφέρουμε τη βασική σύνθεση του Ρώσικου και Αλγερινού αερίου.

Περιεκτικότητα ( % κ.ο.)		
	Ρώσικο Φ.Α.	Αλγερινό Φ.Α.
Μεθάνιο ( C1 )	min 85%	85,6 - 96,6%
Αιθάνιο ( C2 )	max 7%	3,2 - 8,5%
Προπάνιο ( C3 )	max 3%	0 - 3%
Βουτάνιο ( C4 )	max 2%	0 - 1,2%
Πεντάνιο και βαρύτερα ( C5 )	max 1%	0 - 0,7%
Άζωτο ( N2 )	max 5%	0,2 - 1,4%
Διοξείδιο του Άνθρακα ( CO2 )	max 3%	

	Ρώσικο Φ.Α	Αλγερινό Φ.Α
Υδρόθειο(H2S) (ppm)	5	0,5
Θείο από Μερκαπτάνες- (mg/m3)	15	2,3
Σύνολο θείου(S2) (mg/m3)	60	30
Πυκνότητα (mg/m3)	0,685	0,74-0,82
Μέση Α.Θ.Δ (Kcal/Nm3)	9,524	9,982
Μέση Κ.Θ.Δ (Kcal/Nm3)	8,686	9,016
Οξυγόνο (%)	Max 0,2	

Α.Θ.Δ. : Ανωτέρα Θερμογόνος δύναμη

Κ.Θ.Δ. : Κατωτέρα Θερμογόνος δύναμη

Δίνεται ο ορισμός της Α.Θ.Δ και Κ.Θ.Δ στο κεφάλαιο 2.7

## 2.6. Ιδιότητες Φυσικού Αερίου

- Η σύσταση του φυσικού αερίου διαφέρει ανάλογα με την πηγή προέλευσής του. Οι προδιαγραφές του φυσικού αερίου δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	Min 85%
Αιθάνιο (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	Max 8,6%
Προπάνιο (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	Max 3%
Βουτάνια	Max 2%
Πεντάνια και άλλοι υδρογονάνθρακες	Max 1%
Αζωτο (N <sub>2</sub> )	Max 5%
Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> )	Max 3%

- Το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με σχετική πυκνότητα 0,55. Σε περίπτωση διαρροής, διαχέεται και διαφεύγει άμεσα προς την ατμόσφαιρα (σε αντίθεση με το υγραέριο που είναι βαρύτερο από τον αέρα και σε περίπτωση διαφυγής συγκεντρώνεται χαμηλά).
- Το φυσικό αέριο είναι άοσμο, αλλά κατά τη μεταφορά του προστίθεται μια ειδική ουσία με χαρακτηριστική οσμή ώστε να ανιχνεύεται σε περίπτωση διαφυγής.
- Τα όρια ανάφλεξης του φυσικού αερίου είναι 4,5% - 15%. Δηλαδή, η καύση δεν μπορεί να συντηρηθεί εάν η περιεκτικότητα του αέρα σε φυσικό αέριο είναι εκτός αυτών των ορίων.
- Λόγω της σύστασής του κατά την καύση του έχει τη χαμηλότερη εκπομπή ρύπων από όλα τα συμβατικά καύσιμα. Επίσης, δεν περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα συνεπώς δεν είναι τοξικό.
- Για τα αέρια έχει οριστεί μια κατάσταση αναφοράς που καλείται “κανονική” κατάσταση (και στην οποία ανάγονται οι όγκοι τους) και η οποία είναι 0 °C για τη θερμοκρασία και 1,01325 bar για την πίεση. Ο όγκος ενός κυβικού μέτρου αερίου σε κανονική κατάσταση αποτελεί ένα “κανονικό κυβικό μέτρο” αερίου (1Nm<sup>3</sup>).
- Η σχετική πυκνότητα του ποικίλλει από 0,59 έως και 0,605 ( ΕΛΔΑ).
- Η κινηματική συνεκτικότητα είναι  $\nu = 14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$
- Η Θερμοκρασία αυτανάφλεξης = 650<sup>0</sup> C έως 670<sup>0</sup> C ( στον αέρα )
- Η Θερμοκρασία καύσης για λ=1 ( στοιχειομετρικό ) 1950<sup>0</sup> C έως 2000<sup>0</sup> C
- Η μέγιστη ποσότητα σε διοξείδιο του άνθρακα είναι 30 %
- Το Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο ( Υ.Φ.Α. ) είναι η υγρή μορφή μείγματος κορεσμένων υδρογονανθράκων χαμηλού μοριακού βάρους.
- Η σύσταση του είναι κυρίως το μεθάνιο με διαφορετική εκατοστιαία περιεκτικότητα στα υπόλοιπα συστατικά , ανάλογα με το βαθμό κατεργασίας κατά την υγροποίηση του και την προέλευσή του.

## 2.7 Δείκτης Wobbe

### Θερμογόνος Δύναμη

**Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη (ΑΘΔ)** ορίζεται η ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση 1 Nm<sup>3</sup> φυσικού αερίου όταν στα προϊόντα καύσης το νερό βρίσκεται σε υγρή κατάσταση.

Η τιμή της ΑΘΔ δεν είναι σταθερή καθώς εξαρτάται από τη σύσταση του φυσικού αερίου και υπολογίζεται κάθε μήνα από τη ΔΕΠΑ σύμφωνα με μετρήσεις που γίνονται στους σταθμούς παραλαβής του φυσικού αερίου. Μια μέση τιμή ΑΘΔ είναι 11,5 kWh/Nm<sup>3</sup>.

Αντίστοιχα ως **Κατωτέρα Θερμογόνος Δύναμη (ΚΘΔ)** ορίζεται η ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση 1 Nm<sup>3</sup> φυσικού αερίου όταν στα προϊόντα καύσης το νερό βρίσκεται σε αέρια κατάσταση δηλαδή σε μορφή υδρατμών (οπότε έχει απορροφήσει ενέργεια) και είναι χαμηλότερη περίπου 10% από τη ΑΘΔ. Μια μέση τιμή ΚΘΔ είναι 10,4 kWh/Nm<sup>3</sup>.

### Wobbe

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό μέγεθος για την κατάταξη ενός αερίου σε μια οικογένεια αλλά και για τον χαρακτηρισμό του αερίου είναι ο συντελεστής ή δείκτης Wobbe ( Βόμπε ).

Ο δείκτης Wobbe είναι η θερμογόνος δύναμη του αερίου(ξηρού) διηρημένη με την τετραγωνική πυκνότητα του αερίου σε σχέση με τον αέρα.

$$W_o = \frac{H_{o.n}}{\sqrt{d}}$$

Όπου  $H_{o.n}$  = ανώτερη θερμογόνος δύναμη  
( Kj / m<sup>3</sup> )

$d$  = σχέση πυκνότητας αερίου προς τον αέρα

Ο δείκτης Wobbe υπολογίζεται από την εξίσωση της ροής μέσω ενός ακροφυσίου και αυξάνεται με την πυκνότητα του αέρα. Οι τεχνικοί των αερίων υπολογίζουν τη λειτουργία από το λόγο πυκνότητας αερίου / αερίου.

Ο δείκτης Wobbe περιέχει τους δύο συντελεστές που μεταβάλλουν τη ροή της θερμότητας σε ένα καυστήρα.

Αέρια με τον ίδιο δείκτη Wobbe έχουν τις ίδιες ιδιότητες καύσης και μπορούν να καούν στον ίδιο καυστήρα.

Ο δείκτης Wobbe του Φ.Α. για καθαρή θερμογόνο τιμή  $37144 \text{ KJ} / \text{m}^3$  είναι :  
 $49.635 \text{ KJ} / \text{Nm}^3$

Τα όρια μειγμάτων Φυσικού Αερίου - Αέρα είναι 5 έως 15%. Η απαιτούμενη ποσότητα αέρα καύσης (ενδεικτικές τιμές) είναι θεωρητικά περίπου  $9,5 \text{ m}^3 / \text{m}^3$  και πρακτικά περίπου  $10,5 \text{ m}^3 / \text{m}^3$

## 2.8. Θερμοτεχνικά πλεονεκτήματα του Φυσικού Αερίου

Θα αναφέρουμε τα θερμοτεχνικά πλεονεκτήματα του Φυσικού Αερίου. Δηλαδή, τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την καύση του, και τις ποσότητες σωματιδίων που απελευθερώνονται κατά τη διάρκειά της.

Η καύση του φυσικού αερίου μπορεί να γίνει με πολύ μικρή περίσσεια αέρα, ενώ μέχρι και 1,05 έχει σταθερή θερμοκρασία , καλή ποιότητα φλόγας, μηδενική περιεκτικότητα σε θείο και τέφρα, άκαπνη καύση και δυνατότητα μεγάλης προθέρμανσης του αέρα .

Περιέχει απειροελάχιστες ποσότητες θείου <0,3 mg/MJ ενώ απελευθερώνει κατά την καύση του τη μικρότερη ποσότητα CO<sub>2</sub> ανά MJ θερμότητας ( 30% λιγότερο CO<sub>2</sub> σε σχέση με την καύση του πετρελαίου). Επίσης, απελευθερώνει μειωμένους άκαυστους υδρογονάνθρακες και CO συγκριτικά με τα υπόλοιπα καύσιμα. Είναι απαλλαγμένο από ίχνη βαναδίου και νικελίου . Με την καύση εκπέμπονται λιγότερα οξείδια του αζώτου και ,πλέον, με την συνεχή ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, όπως οι καυστήρες χαμηλών NO<sub>x</sub> , επιτυγχάνεται ακόμη μεγαλύτερη μείωση αυτού του ρύπου.

Ποσότητα ρύπων σε gr καυστήρων φ.α. για παραγωγή 1000 Kcal(αστική χρήση)	
Sox	1,2
Nox	194 ( mg / mc )
Ειδικά σωματίδια	0,1
CO	14,6
Ιπτάμενα οργανικά σωματίδια	14,4

<b>Άλλες ιδιότητες του φυσικού αερίου</b>		
<b>Ιδιότητα</b>	<b>Τιμή</b>	<b>Μονάδες</b>
Μοριακό Βάρος	16,516	(Kg/mol)
Rmix	503,4	(J/K)
Συμπιεστικότητα	0,997	
Ιξώδες	1,136 *10 <sup>5</sup>	(kg/m *s)

Άλλα θερμοτεχνικό πλεονέκτημα του φυσικού αερίου είναι η πλήρης αναμειξιμότητα με τον αέρα.

Επίσης είναι πολύ εύκολη η αυτοματοποίηση και προσαρμογή στις απαιτούμενες συνθήκες λειτουργίας. Αυτό επιτυγχάνεται επειδή είναι πολύ πιο εύκολο σε σχέση με τα υπόλοιπα καύσιμα να κρατήσουμε σταθερές τις επιθυμητές ρυθμίσεις λόγω της ομοιομορφίας του φυσικού αερίου κατά τη θέρμανσή του.

Οι επιφάνειες συναλλαγής της θερμότητας είναι πιο καθαρές λόγω ελάχιστων επικαθίσεων τέφρας, κάπνας και θείου.

Επιτυγχάνεται ο μεγαλύτερος ολικός συντελεστής μετάδοσης της θερμότητας. Αυτό συμβαίνει διότι έχουμε σημαντικά λιγότερες απώλειες θερμότητας στην καμινάδα (λόγο μικρής περίσσειας αέρα) και καθίσταται δυνατή η χρήση εναλλακτών για ανάκτηση θερμότητας καθώς αυτοί δεν διαβρώνονται από τις εκπομπές οξειδίων του θείου .

## 2.9. Επίδραση στον άνθρωπο και στα ζώα

Ένα βασικό ερώτημα που τίθεται διαρκώς είναι αν το φυσικό αέριο είναι δηλητηριώδες ή όχι. Από τα παραπάνω που έχουμε αναφέρει για το φυσικό αέριο δεν έχει διαπιστωθεί καμία βλαβερή επίδραση τόσο στον άνθρωπο όσο και στα ζώα έστω και μετά από μακροχρόνια εισπνοή φυσικού αερίου όταν το ποσοστό του δεν υπερβαίνει το 25 % κ.ο.

Συγκεκριμένα φυσικό αέριο με την παρακάτω σύσταση (%κ.ο.) το οποίο διοχετεύθηκε σε οικιακούς χρήστες, δεν είχε καμία απολύτως επίδραση σε αυτούς.

$\text{CH}_4 \rightarrow 90$  ,  $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow 4.63$  ,  $\text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow 3.9$  ,  $\text{C}_4\text{H}_{10} \rightarrow 0.47$

$\text{C}_4\text{H}_{10} \rightarrow 0.51$  ,  $\text{CO}_2 \rightarrow 0.4$  ,  $\text{C}_5\text{H}_{12} \rightarrow 0.08$  , Ίχνη αέρα

Το ίδιο πείραμα στα ζώα έδειξε ότι τα ζώα παρέμειναν ανεπηρέαστα με το πέρασμα τριάντα ημερών, ενώ δέκτηκαν σημαντικές επιρροές μετά από συνεχή διοχέτευση 8 ωρών μίγματος φυσικού αερίου-ατμοσφαιρικού αέρα με αναλογία 80% κατ' όγκο.

Τέλος, δεν υπάρχει κίνδυνος δηλητηρίασης με την εισπνοή του γιατί δεν είναι τοξικό. Επίσης είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, έτσι σε περίπτωση διαρροής είναι εύκολη η διαφυγή του στο περιβάλλον. Το γεγονός αυτό εκμηδενίζει τους κινδύνους ασφυξίας, ενώ περιορίζει κατά πολύ τους κινδύνους δημιουργίας εκρηκτικού μίγματος συγκριτικά με άλλα αέρια καύσιμα. Αυξημένη ασφάλεια στη χρήση Φ.Α. παρέχουν, εξάλλου, και οι συσκευές που εξοπλίζονται πια με σύγχρονα ασφαλιστικά συστήματα (π.χ. αυτόματη διακοπή παροχής σε περίπτωση μη ύπαρξης φλόγας κλπ.).



### 3. Χρήσεις του Φυσικού Αερίου

Σύμφωνα με μελέτη του παρελθόντος, το φυσικό αέριο, θα συνεχίσει να εισχωρεί με υψηλούς ρυθμούς στην εγχώρια αγορά ενέργειας και την επόμενη δεκαετία, με αιχμή τη ζήτηση από τα νοικοκυριά, τον τομέα μετατροπής και υπηρεσιών.

Στην περίοδο 1997-2002, μετά την έναρξη των πρώτων εισαγωγών από τη Ρωσία, η ζήτηση φυσικού αερίου κατέγραψε θεαματικούς ρυθμούς αύξησης, παρουσιάζοντας μέση ετήσια αύξηση της τάξης του 64%.

Σύμφωνα με τις προβλέψεις και της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας, το φυσικό αέριο αναμένεται να συνεχίσει να διευρύνει εντυπωσιακά το μερίδιο συμμετοχής του στο πρωτογενές ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ακόμα στην Ελλάδα δεν έχει λύσει το ενεργειακό της ζήτημα και το φυσικό αέριο παραμένει η πιο ανταγωνιστική πηγή μη ανανεώσιμης ενέργειας.

Η ελκυστική τιμή του αερίου, τόσο για τη βιομηχανία όσο και για τα νοικοκυριά, αποτελεί ισχυρό πόλο έλξης. Η τιμή του στη βιομηχανία είναι πολύ χαμηλότερη από την τιμή του πετρελαίου εσωτερικής καύσης ενώ στον οικιακό τομέα είναι κατά 20% χαμηλότερη από την τιμή του πετρελαίου θέρμανσης και κατά 60% από την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι μεγαλύτεροι καταναλωτές φυσικού αερίου το 2001, υπήρξαν ο τομέας μετατροπής με μερίδιο 75%, οι τελικοί καταναλωτές (Βιομηχανία, Υπηρεσίες, Νοικοκυριά, Μεταφορές) με 22% και κατά το υπόλοιπο ποσοστό ο τομέας πρωτογενούς παραγωγής. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση φυσικού αερίου είναι η τιμή του, η εξέλιξη του ΑΕΠ, τα κίνητρα που παρέχονται από την πολιτεία, η πίεση από υποκατάστατα αγαθά, το θεσμικό πλαίσιο αλλά και η πληροφόρηση για το νέο αυτό ενεργειακό καύσιμο.

Το φυσικό αέριο αναλυτικά χρησιμοποιείται :

- Ηλεκτροπαραγωγή ( 39%)
- Βιομηχανικό τομέα (20%)
- Στον οικιακό τομέα (15%)
- Συμπαραγωγή ( 11%)
- Εμπορικό τομέα ( 9%)
- Χημική Χρήση (6%)

Στο παρακάτω πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή της κατανάλωσης φυσικού αερίου ανά τομέα χρήσης στις κυριότερες χώρες της Δυτικής Ευρώπης

<b>Κατανομή (%) της κατανάλωσης Φ.Α. ανα τομέα χρήσεις</b>							
	<b>ΓΕΡΜΑΝΙΑ</b>	<b>ΔΑΝΙΑ</b>	<b>ΙΣΠΑΝΙΑ</b>	<b>ΓΑΛΛΙΑ</b>	<b>ΑΓΓΛΙΑ</b>	<b>ΙΤΑΛΙΑ</b>	<b>ΟΛΜΑΝΔΙΑ</b>
<b>Οικιακή χρήση</b>	31,3	20,4	15	38,4	46,3	33	26,4
<b>Εμπορική χρήση</b>	4,1	10,7	5	15,7	13	8,7	21,4
<b>Βιομηχανική χρήση</b>	44	30,2	79	45	24	42,9	33,5
<b>Ηλεκτροπαραγωγή</b>	7,8	8,3	-	0,2	16,1	13,5	18,5
<b>Διάφορες Χρήσεις</b>	12,8	30,4	1	0,7	0,6	1,9	0,2
<b>Συνολο</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### **3.1 Ηλεκτροπαραγωγικός Τομέας**

Το Φ.Α. θα μειώσει σημαντικά την εξάρτηση του τομέα ηλεκτροπαραγωγής από το πετρέλαιο, ενώ παράλληλα θα μειωθεί ο βαθμός εκμετάλλευσης των εγχώριων λιγνιτικών κοιτασμάτων, εξασφαλίζοντας έτσι την επιμήκυνση του χρόνου ζωής των αποθεμάτων. Η συμμετοχή του Φ.Α. στο ενεργειακό ισοζύγιο του Εθνικού Διασυνδεδεμένου Συστήματος έφτασε το 14% το έτος 2003, ενώ η συμμετοχή του μαζούτ μειώνεται από 13% το 1996 σε 9% το 2003. Επίσης, η συμμετοχή του λιγνίτη μειώνεται από 75% που ήταν το 1996 σε 64% το έτος 2003. Τέλος, η συμβολή των υδροηλεκτρικών έργων στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να μην μεταβληθεί ουσιαστικά όλο αυτό το διάστημα.

### 3.1.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Ηλεκτροπα/κό Τομέα

Για να είναι οικονομικά βιώσιμη η εκμετάλλευση του Φ.Α. χρειάζεται, τουλάχιστον τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξής του, να συνυπάρχουν μεγάλοι καταναλωτές με ασφαλή κατανάλωση. Το ρόλο αυτό καλείται να διαδραματίσει η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού με τη λειτουργία σταθμών ηλεκτροπαραγωγής Φ.Α., χωρίς τους οποίους είναι αδύνατη η ανάπτυξή του στη χώρα μας.

Η χρήση του Φ.Α. στην ηλεκτροπαραγωγή περιλαμβάνει:

- **Ατμοηλεκτρικούς σταθμούς**

Χρησιμοποιείται σε καυστήρες για την παραγωγή ατμού που στη συνέχεια διοχετεύεται σε ατμοστρόβιλους για την κίνηση γεννητριών.

- **Αεροστρόβιλους**

Χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την κίνηση αεριοστροβίλων που με τη σειρά τους κινούν γεννήτριες.

- **Σταθμούς συνδυασμένου κύκλου**

Μονάδες αεριοστροβίλων που κινούν γεννήτριες ενώ τα καυσαέρια χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ατμού που με τη σειρά του χρησιμοποιείται για την κίνηση ατμοστροβίλων και δεύτερης γεννήτριας παραγωγής ρεύματος.

Στην Ελλάδα λειτουργούν από τη Δ.Ε.Η. οι παρακάτω σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση φυσικού αερίου.:

-Ο σταθμός Αγίου Γεωργίου Κερατσινίου, ισχύος 360 MW.

-Οι μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου στον ατμοηλεκτρικό σταθμό Λαυρίου

Μικρό Λαύριο ισχύος 180MW

Μεγάλο Λαύριο ισχύος 570MW

-Η μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου στη Βιομηχανική Περιοχή Κομοτηνής, ισχύος 492 MW.

Παρακάτω θα αναλύσουμε τη λειτουργία του ατμοστροβίλου, του αεριοστροβίλου, των μηχανών εσωτερικής καύσης φυσικού αερίου και των συστημάτων συνδυασμένου κύκλου.

## **Ατμοστρόβιλοι**

**Απόθερμος:** Είναι ένας λέβητας ανάκτησης θερμότητας , που χρησιμοποιεί αποκλειστικά τα καυσαέρια του αεριοστρόβιλου και η ατμοπαραγωγή εξαρτάται από τη θερμοκρασία , παροχής των καυσαερίων και την κατασκευή του λέβητα.

**Πρόσθετης καύσης:** Τα καυσαέρια περιέχουν περίσσια οξυγόνου και με την προσθήκη καυσίμου και δεύτερης ανάφλεξης επιτυγχάνετε αύξηση της θερμοκρασίας τους . Αυτή είναι και η προτεινόμενη τεχνολογία για μονάδες Φ.Α.

**Πλήρους καύσης:** Καταναλώνουν λιγότερο καύσιμο από ότι οι ατμοπαραγωγοί φυσικής αναπνοής . Σε ένα ατμοπαραγωγό με μία βαθμίδα πίεσης τα καυσαέρια διέρχονται πρώτα από τον υπερθεμαντήρα κατόπιν από τον εξατμιστή και τέλος από τον οικονομητήρα .

## **Αεριοστρόβιλοι**

Είναι θερμικές μηχανές συνεχούς λειτουργίας που κινείται με καυσαέρια που στρέφουν το στρόβιλο που με τη σειρά του στρέφει το συμπιεστή αναρρόφησης του αέρα . Η απλούστερη διάταξη αποτελείται από το συμπιεστή C , το θάλαμο καύσης Θ/Κ και το στρόβιλο ή τουρμπίνα Τα.

Οι περισσότερες μονάδες αεριοστρόβιλου είναι ανοικτού κύκλου στις οποίες αέρας αναρροφάτε από την ατμόσφαιρα , συμπιέζεται και οδηγείται στο θάλαμο καύσης. Εκεί καίγεται με το Φ.Α. και καυσαέρια εκτονώνονται στο στρόβιλο από όπου εξέρχονται σε θερμοκρασία 450<sup>0</sup>C.

## **Μηχανές εσωτερικής καύσης Φυσικού Αερίου( Πετρελαιοκινητήρων )**

Μηχανές εσωτερικής καύσεως που χρησιμοποιούν αέρια για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και για την κίνηση ηλεκτρικής γεννήτριας είναι η άριστη τεχνολογική λύση στις εφαρμογές συστημάτων συμπαραγωγής λόγω του μεγάλου συνολικού βαθμού απόδοσης τους που ξεπερνά το 60%.

Στους πετρελαιοκινητήρες ψεκάζεται μία μικρή ποσότητα ντίζελ στον κύλινδρο στον κύλινδρο μαζί με το Φ.Α. για να εξασφαλιστεί η ανάφλεξη του αερίου. Το Φ.Α. σχηματίζει με τον αέρα αναφλέξιμο μείγμα πιο εύκολα από την βενζίνη και δεν χρειάζεται εμπλουτισμός του μείγματος μέχρι ο κινητήρας να ζεσταθεί.

## **Συνδυασμένου κύκλου**

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα κύκλου είναι εκείνα με συνδυασμό αεριοστρόβιλου ατμολέβητα-ατμοστρόβιλου.

Κατασκευάζονται μονάδες με ισχύ 4MW έως και 350MW. Η υψηλή περιεκτικότητα του οξυγόνου στα καυσαέρια του αεριοστρόβιλου (τουρμπίνας) κάνει δυνατή την καύση συμπληρωματικού Φ.Α. στο λέβητα εάν βέβαια τούτο κριθεί αναγκαίο, για την αύξηση της ισχύος του συστήματος. Με την συμπληρωματική καύση αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης του συστήματος όταν λειτουργεί σε μερικό φορτίο.

### 3.2 Βιομηχανικός Τομέας

Η αξιοποίηση του Φ.Α. από την ελληνική βιομηχανία θεωρείται σημαντικό βήμα όχι μόνο εξαιτίας των σημαντικών πλεονεκτημάτων του νέου καυσίμου, αλλά κυρίως στον βασικό άξονα της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, δηλαδή την κατάλληλη μορφή ενέργειας στην κατάλληλη χρήση αφενός και την κατά το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση σε ότι αφορά την κατανάλωσή της αφετέρου.

Στον ελληνικό βιομηχανικό τομέα η κατανάλωση ενέργειας δεν παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαπενταετίας και ανέρχεται σε 3,95 εκατομμύρια Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ), ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 27% της συνολικής κατανάλωσης κατά το έτος 1995 (Γενικό Ισοζύγιο Ενέργειας).



Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάλυση του προφίλ της δυνητικής αγοράς του Φ.Α. Το πλήθος των βιομηχανιών που έχουν κατανάλωση μεγαλύτερη του ισοδύναμου των 10 εκατ. Nm<sup>3</sup> Φ.Α. αντιπροσωπεύει το 3% του συνόλου της δυνητικής αγοράς (22 βιομηχανίες).

Παρά το γεγονός ότι οι περισσότερες μονάδες είναι μεσαίου ή μικρού μεγέθους, το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης πραγματοποιείται από περιορισμένο αριθμό καταναλωτών, δηλαδή το 25% των καταναλωτών απορροφά το 85% της κατανάλωσης.

Το προφίλ της γεωγραφικής κατανομής της ενεργειακής κατανάλωσης προσδιορίζεται ως εξής:

- Η μεγαλύτερη συγκέντρωση πλήθους βιομηχανιών και κατανάλωσης ενέργειας παρατηρείται στην περιοχή Αττικής και Οινοφύτων που αντιπροσωπεύει συνολικά το 37% της συνολικής κατανάλωσης, ενώ ακολουθεί η Θεσσαλονίκη που αντιπροσωπεύει το 20% της συνολικής κατανάλωσης. Στις περιοχές της Λάρισας και του Βόλου πραγματοποιείται το 14% της κατανάλωσης ενώ το 29% κατανέμεται στις υπόλοιπες περιοχές.
- Οι περισσότερο ενεργοβόροι κλάδοι είναι της μεταλλουργίας, της βιομηχανίας κεραμικών, της βιομηχανίας τροφίμων, της χαρτοποιίας και της υφαντουργίας.

### **3.2.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Βιομηχανικό Τομέα**

Στη βιομηχανία το Φ.Α. χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμη ύλη και δευτερευόντως ως πρώτη ύλη στη χημική βιομηχανία για την παραγωγή αμμωνίας, μεθανόλης και πολυολεφινών (αιθυλένιο, προπυλένιο). Ο βιομηχανικός χώρος λόγω της δυνατότητάς του να απορροφά σημαντικές ποσότητες ενέργειας έχει συνεισφέρει στη βιωσιμότητα πολλών έργων Φ.Α. σε διάφορες χώρες του κόσμου, αποτελώντας ταυτόχρονα σημαντικό παράγοντα λειτουργικότητάς τους.

Οι θερμικές χρήσεις στη βιομηχανία μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες:

- Στις έμμεσες θερμικές χρήσεις και
- Στις άμεσες θερμικές χρήσεις

Στις έμμεσες θερμικές χρήσεις η ενέργεια που παράγεται από την καύση μεταφέρεται με θερμιδοφόρα ρευστά σε διάφορα σημεία του εργοστασίου, όπου και καταναλώνεται. Η διαδικασία αυτή γίνεται με τη χρήση λεβήτων και τα συνηθισμένα θερμιδοφόρα ρευστά είναι ο ατμός, το ζεστό νερό και το λάδι, ανάλογα με τη θερμοκρασία που απαιτείται στην τελική χρήση. Στις άμεσες θερμικές χρήσεις η καύση πραγματοποιείται αποκεντρωμένα, στο χώρο τελικής κατανάλωσης της ενέργειας.

Εξίσου σημαντικός παράγοντας για την ασφαλή λειτουργία είναι η ύπαρξη ανιχνευτή φλόγας, αφού σημαντικά προβλήματα μπορεί να προκύψουν είτε κατά την έναυση είτε κατά τη λειτουργία του καυστήρα. Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες ανιχνευτών:

- **Θερμοηλεκτρικοί**

Ανιχνεύουν την αύξηση της θερμοκρασίας, είναι σχετικά φθηνοί, αλλά ανταποκρίνονται αργά και δεν θεωρούνται ιδιαίτερα αξιόπιστοι.

- **Ιονισμού**

Χρησιμοποιούν κατάλληλα ηλεκτρόδια και ανιχνεύουν ρεύμα χαμηλής έντασης που δημιουργείται από την κίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων και ιόντων, των οποίων η ύπαρξη συνδέεται με την παρουσία φλόγας. Οι ανιχνευτές αυτοί έχουν ταχεία ανταπόκριση, ανιχνεύουν φλόγα και όχι θερμότητα και είναι κατάλληλοι για υψηλές θερμοκρασίες.

- **Υπεριώδους ακτινοβολίας**

Ανιχνεύουν την υπεριώδη ακτινοβολία που εκπέμπεται από φλόγα ή ηλεκτρικό σπινθήρα. Είναι κατάλληλοι για ανίχνευση φλόγας σε περιβάλλον υψηλών θερμοκρασιών.

Σημαντικός παράγοντας για την ασφαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων αποτελούν οι φάσεις έναρξης και λήξης των καυστήρων. Υπάρχει μια αλληλουχία διαδικασιών που πρέπει να ακολουθείται με ακρίβεια, η οποία είναι είτε χειρωνακτική είτε αυτόματη.

Τέλος, σε περιπτώσεις βιομηχανιών με μεγάλες καταναλώσεις, όπου υπάρχει ανάγκη ακριβέστερης μέτρησης των ποσοτήτων αερίου, στους Σταθμούς Μέτρησης και Ρύθμισης (M/R Stations) τοποθετούνται όργανα μέτρησης της θερμοκρασίας (T), της πίεσης (P) και σπανίως του συντελεστή συμπίεστότητας αερίων (Z), με σκοπό την μετατροπή των μετρούμενων ποσοτήτων σε κανονικές συνθήκες. Οι κανονικές συνθήκες για ένα αέριο είναι ξηρό αέριο στους  $0^{\circ}\text{C}$  και 10,13 mbar.

Η εισαγωγή του νέου καυσίμου θα αλλάξει σημαντικά την κατανομή κατανάλωσης του τομέα. Έτσι η ενεργειακή κατανάλωση diesel σαν ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του βιομηχανικού τομέα θα μειωθεί από 4% το 1998 σε 1,5% το 2015. Όμοια συμπεριφορά θα παρουσιάσει τόσο η ποσοστιαία ενεργειακή κατανάλωση του υγραερίου όσο και του μαζούτ. Πιο συγκεκριμένα, η κατανάλωση του υγραερίου σε ποσοστιαία βάση θα μειωθεί από 10% το 1998 σε 4% το 2015, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό του μαζούτ θα μεταβληθεί από 43% το 1998 σε 26,5% το 2015. Η ποσοστιαία συμμετοχή της χρήσης του Φ.Α. στη διαμόρφωση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του τομέα θα αυξηθεί θεαματικά από 0% το 1998 σε 21% το 2015. Το σύνολο σχεδόν αυτής της αύξησης θα πραγματοποιηθεί την πρώτη δεκαετία.

Τέλος, η ποσοστιαία ενεργειακή κατανάλωση άλλων πηγών ενέργειας όπως κάρβουνο, ηλεκτρισμός, κλπ. Στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση του τομέα θα αυξηθεί από 43% στην αρχή της εξεταζόμενης περιόδου, σε 47% περίπου, στο τέλος της.

Το Φ.Α. αναμένεται να συμβάλλει αποφασιστικά στην μείωση του ενεργειακού κόστους ιδιαίτερα στους ενεργοβόρους κλάδους της ελληνικής βιομηχανίας, μειώνοντας την ενεργειακή ένταση με παράλληλη μείωση της περιβαλλοντικής



ρύπανσης. Η συνηθέστερη περίπτωση εφαρμογής του Φ.Α. που συναντάται σε όλους σχεδόν τους τύπους βιομηχανιών είναι η καύση του σε λέβητες κυρίως για ατμοπαραγωγή. Στην περίπτωση αυτή η υποκατάσταση υγρών καυσίμων (κυρίως μαζούτ) από το Φ.Α. μπορεί να επιφέρει σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης, λόγω της καθαρότητας της καύσης αφενός αλλά και των μεγάλων δυνατοτήτων ανάκτησης θερμότητας αφετέρου. Η κεντρική ατμοπαραγωγή είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στο βιομηχανικό χώρο επειδή προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στο χρήστη όπως: ποικιλία χρησιμοποιούμενων καυσίμων, ευκολία και οικονομία στην εγκατάσταση συστημάτων έμμεσης θέρμανσης, μεγάλο εύρος επιτυγχανόμενων θερμοκρασιών, σταθερότητα συνθηκών θέρμανσης, αξιοπιστία, μεγάλη διάρκεια ζωής. Υπάρχει όμως ένα μεγάλο μειονέκτημα: ο χαμηλός συνολικός βαθμός απόδοσης ο οποίος επηρεάζεται από τους βαθμούς απόδοσης της κεντρικής ατμοπαραγωγής, της διανομής ατμού και της τελικής χρησιμοποίησής του. Έτσι ενώ η απόδοση των λεβήτων φθάνει σε ποσοστά που κυμαίνονται από 70 – 90% ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος εμφανίζεται να είναι 40 – 50% και συχνά ακόμη μικρότερος.

Το Φ.Α. λόγω της ευκολίας της διανομής του, των καθαρών του απαερίων και της ευχέρειας του χειρισμού του μπορεί να βελτιώσει ουσιαστικά την πιο πάνω εικόνα. Οι εναλλακτικές λύσεις είναι:

- Η αντικατάσταση του ατμού θέρμανσης από άλλα συστήματα άμεσης καύσης Φ.Α.
- Η αντικατάσταση, σε ορισμένες περιπτώσεις, των κεντρικών ατμολεβητών από μικρές εύχρηστες ατμοπαραγωγικές μονάδες σε στρατηγικά σημεία του εργοστασίου.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή του Φ.Α. σε συγκεκριμένες κατηγορίες βιομηχανιών όπου εκτός από την αύξηση του βαθμού απόδοσης, επιτυγχάνεται αύξηση της παραγωγικότητας και βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος.

- Μία από τις κυριότερες βιομηχανικές εφαρμογές είναι στη βιομηχανία μετάλλου, όπου η καύση πραγματοποιείται αποκεντρωμένα στη θέση τελικής κατανάλωσης της ενέργειας (φούρνοι τήξεως, ανόπτηση, βαφής, ομογενοποιήσεις μετάλλου κλπ. ).
- Ο κλάδος της κεραμοποιίας επίσης είναι από τα χαρακτηριστικά παραδείγματα όπου η χρήση του Φ.Α. είναι εξαιρετικά επωφελής. Η καθαρότητα των προϊόντων της καύσης του το καθιστά ιδιαίτερα πλεονεκτική μορφή ενέργειας σε διεργασίες υψηλών θερμοκρασιών, όπως είναι η όπτηση των κεραμικών. Ένα πολύ μεγάλο πλεονέκτημα του Φ.Α. είναι ότι επιτρέπει να γίνονται οι πιο πολλές οπτήσεις με γυμνή φλόγα, χωρίς την παρεμβολή παρειών μεταξύ φλόγας και προϊόντος. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη θείου στα καυσαέρια αλλά και στη δυνατότητα που δίνει το Φ.Α. για καλύτερες ρυθμίσεις των συνθηκών καύσης στους καυστήρες.

- Ένας άλλος κλάδος της βιομηχανίας όπου τα πλεονεκτήματα του Φ.Α. έχουν εξαιρετική εφαρμογή είναι ο κλάδος της χαρτοποιίας, όπου τα μεγάλα ποσά θερμικής ενέργειας καταναλώνονται στη διεργασία της ξήρανσης, η εξέλιξη της οποίας έχει μεγάλη σημασία στην ποιότητα του τελικού προϊόντος. Τα συστήματα καύσης του Φ.Α. προσαρμόζονται εύκολα στις υπάρχουσες κλασικές χαρτοποιητικές μονάδες κι έτσι με μικρό σχετικά κόστος, η χρήση του, πέρα από τις μεγάλες δυνατότητες ανάκτησης θερμότητας που παρέχει, επιτρέπει σημαντική αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και στην βελτίωση της ποιότητας του χαρτιού.

Τα ειδικά πλεονεκτήματα που το έχουν αναγάγει σε βασικό βιομηχανικό καύσιμο σε όλο σχεδόν τον κόσμο είναι τα παρακάτω:

- **Μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης**

Η χρήση Φ.Α. ελαχιστοποιεί τα λειτουργικά έξοδα που σχετίζονται με τη διαχείριση των υγρών καυσίμων (κυρίως μαζούτ). Σαν τέτοια θεωρούνται τα έξοδα για:

- 1) Προθέρμανση

- Στη δεξαμενή αποθήκευσης σε θερμοκρασία 30°C περίπου.
- Πριν την άντληση σε θερμοκρασία 60-70°C.
- Πριν την καύση σε θερμοκρασία 130°C.

- 2) Άντληση και διασκορπισμό (εκνέφωση).

- 3) Συντήρηση των εγκαταστάσεων

- **Αυξημένη ενεργειακή απόδοση**

- 1) Οι επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας είναι καθαρότερες απ' ότι κατά τη χρήση πετρελαίου λόγω της έλλειψης αποθέσεων από τέφρα και κάπνα και συνεπώς η μεταφορά θερμότητας είναι μεγαλύτερη. Επίσης, η έλλειψη εκπομπών οξειδίων του θείου επιτρέπει τη χρήση συστημάτων ανάκτησης θερμότητας χωρίς κινδύνους διαβρώσεων.

- 2) Η περίσσεια αέρος, κατά την καύση αερίου (10–15%) είναι μικρότερη απ' ότι κατά την καύση πετρελαίου (20–30%) γεγονός που μειώνει τις απώλειες θερμότητας στην καμινάδα.

- **Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου**

Το Φ.Α. προσφέρει δυνατότητες καλύτερου χειρισμού και ελέγχου των συνθηκών θέρμανσης. Λόγω της φύσης του καυσίμου υπάρχει πλήρης αναμειξιμότητα με τον

αέρα καύσης, ομοιομορφία της θέρμανσης και σταθερότητα των απαιτούμενων ρυθμίσεων.

### **3.3 Εμπορικός Τομέας**

Τον εμπορικό τομέα αποτελεί μια ανομοιογενής από πλευρά δραστηριοτήτων ομάδα πελατών. Εδώ το μόνο κοινό είναι η μέση τάξη (ύψος) κατανάλωσης Φ.Α., που συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 5.000–100.000 Nm<sup>3</sup> /έτος. Τέτοιες κατηγορίες πελατών είναι ξενοδοχεία, νοσοκομεία, εστιατόρια, αρτοποιεία, εργαστήρια ζαχαροπλαστικής, πλυντήρια ρούχων, στεγνωτήρια, σιδερωτήρια, μεγάλα κτίρια, μεγάλα εμπορικά κέντρα και καταστήματα, σχολεία και άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα, αθλητικά κέντρα, κολυμβητήρια και στρατόπεδα.

#### **3.3.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Εμπορικό Τομέα**

Στον εμπορικό τομέα το Φ.Α. χρησιμοποιείται για χρήσεις όπως θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, μαγείρεμα, ατμοπαραγωγή και σε άλλες θερμικές εφαρμογές όπως ξήρανση, ψήσιμο σε φούρνους κλπ.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο τρόπος θέρμανσης νερού πισίνας με Φ.Α. όπου τα καυσαέρια έρχονται σε απευθείας επαφή με το νερό της πισίνας σε παρακείμενη δεξαμενή και κατόπιν γίνεται τροφοδότηση του ζεστού νερού με κυκλοφορητή στην δεξαμενή. Η μέθοδος θέρμανσης νερού σε απευθείας επαφή με τα καυσαέρια έχει πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης που πολλές φορές πλησιάζει το 100% η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε ανοικτά κολυμβητήρια που δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος από απόψεως υγείας.

Η αναμενόμενη ετήσια αύξηση των πελατών χρηστών Φ.Α. από τον εμπορικό τομέα θα είναι της τάξης των 6.400 πελατών/ έτος κατά μέσο όρο για τα 10 πρώτα χρόνια λειτουργίας του συστήματος στις μεγάλες πόλεις.

Η ποσοστιαία συμμετοχή της χρήσης Φ.Α. σε τελικές χρήσεις όπου σήμερα χρησιμοποιείται υγραέριο είναι σχετικά μικρή, αλλά αυξάνεται μέχρι το έτος 2005, και στη συνέχεια σταθεροποιείται στο ποσοστό του 1,2% περίπου. Όμοια μεταβολή παρουσιάζει και η ποσοστιαία ενεργειακή κατανάλωση της χρήσης Φ.Α. σε τελικές χρήσεις, όπου υποκαθίσταται ηλεκτρική ενέργεια, με μέγιστο ποσοστό της τάξεως του 4,4%. Αντίστοιχα, η ποσοστιαία συμβολή της καύσης του Φ.Α. για θέρμανση χώρων θα φτάσει το 11% περίπου το 2005, ενώ στη συνέχεια θα παραμείνει πρακτικά αμετάβλητη. Άρα, η συνολική συμμετοχή του Φ.Α. στην κατανάλωση του τομέα φθάνει το 16,6%. Η κατανάλωση υγραερίου, ως ποσοστό της συνολικής

κατανάλωσης ενέργειας του τομέα θα μειωθεί σταδιακά από 4% το 1998 σε 2,8% το 2015. Επίσης, το ποσοστό κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας θα μειωθεί από 48,5% το 1998 σε 44,1% το 2015. Επιπλέον, η ποσοστιαία κατανάλωση των άλλων καυσίμων (κυρίως diesel θέρμανσης) για θέρμανση χώρων θα μειώνεται συνεχώς μέχρι το 2005, οπότε θα σταθεροποιηθεί σε ένα ποσοστό της τάξεως του 36,5%.

Μία ξεχωριστή εφαρμογή συσκευών Φ.Α. στον εμπορικό τομέα είναι η θέρμανση υπέρυθρης ακτινοβολίας (οροφής). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για θέρμανση μεγάλων χώρων, αιθουσών με μεγάλο ύψος (πάνω από 3,5–4m) γιατί διαφορετικά η ακτινοβολία που δέχονται τα κεφάλια προκαλεί δυσάρεστο συναίσθημα. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για θέρμανση ανοικτών χώρων όπως βεράντες, σκηνές θεάτρων, χώροι αναμονής, σιδηροδρομικοί σταθμοί, εκκλησιών, γυμναστηρίων, ακόμη και σε πτηνοτροφεία για τη θέρμανση των πτηνών. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής για τους χώρους που προαναφέραμε είναι ότι μπορεί να θερμαίνει συγκεκριμένη περιοχή (π.χ περιοχή που εργάζεται μια ομάδα ανθρώπων) μέσα σε μεγάλο χώρο (αίθουσα) χωρίς να είναι ανάγκη να θερμαίνεται όλος ο χώρος.

### 3.4 Αγροτικός Τομέας

Το φυσικό αέριο εκτός από το κατεξοχήν πράσινο καύσιμο που χρησιμοποιείται στην κίνηση οχημάτων, τη συμπαραγωγή ενέργειας, το βιομηχανικό και κτιριακό τομέα, είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με έναν βασικό πυλώνα της ελληνικής οικονομίας, ο οποίο δεν είναι άλλος από την αγροτική ανάπτυξη.

Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη της τράπεζας Πειραιώς, για τη συμβολή και τις προοπτικές του αγροτικού τομέα στην Ελλάδα μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις σε ότι αφορά την ανάπτυξη είναι η σταδιακή αναπροσαρμογή του παραγωγικού μοντέλου σε παραγωγή και διάθεση προϊόντων υψηλής ποιότητας, λαμβάνοντας υπόψη ότι η συγκεκριμένη αγορά αναμένεται να διευρυνθεί περαιτέρω, με υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης. Η σταδιακή αναπροσαρμογή του παραγωγικού μοντέλου της χώρας σε παραγωγή και διάθεση προϊόντων υψηλής ποιότητας προϋποθέτουν εκτός των άλλων τη Βελτίωση της ανταγωνιστικότητας μέσω της αναδιάρθρωσης του αγροτικού τομέα με έμφαση στην ενίσχυση της βιωσιμότητας των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και τη δημιουργία οικονομιών κλίμακας. Σε αυτό το σημείο, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ενέργεια και φυσικά η επιλογή καυσίμων που επιτρέπουν την εξοικονόμηση κόστους και καυσίμου όπως είναι το φυσικό αέριο, το οποίο έχει να χρησιμοποιείται σταδιακά στα θερμοκήπια.



#### 3.4.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Αγροτικό Τομέα

Στις γεωργικές δραστηριότητες το Φ.Α. χρησιμοποιείται σε μονάδες όπως υδατοκαλλιέργειες, ξηραντήρια καπνού, ξηραντήρια καρπών και θερμοκήπια. Η χρήση του Φ.Α. για τη θέρμανση των θερμοκηπίων είναι ιδιαίτερα πλεονεκτική, δεδομένου ότι πέραν των γνωστών πλεονεκτημάτων που προσφέρει, δίνει τη δυνατότητα εμπλουτισμού του αέρα με το διοξείδιο του άνθρακα των καυσαερίων, τα οποία λόγω της καθαρότητάς τους άφοβα διοχετεύονται στο χώρο του θερμοκηπίου. Η φυσική περιεκτικότητα του αέρα σε CO<sub>2</sub> είναι 300 ppm, ενώ η βέλτιστη, ανάλογα φυσικά με την κάθε καλλιέργεια, είναι περί τα 1000 ppm. Το στοιχείο αυτό είναι καθοριστικό στη φωτοσύνθεση και συνεπώς στην πορεία της παραγωγής του θερμοκηπίου.

Στα θερμοκήπια καλλιεργούνται φυτά κατά τη διάρκεια του χειμώνα, που δεν είναι δυνατό να ευδοκιμήσουν στον ανοιχτό χώρο. Τα τελευταία χρόνια η τεχνική της καλλιέργειας μέσα στα θερμοκήπια έχει αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό. Έτσι, όλο το χρόνο στην Ελλάδα παράγονται προϊόντα τέτοια όπως π.χ. ντομάτες, μελιτζάνες, κολοκύθια κλπ. , που καλύπτουν τις ανάγκες της ελληνικής αγοράς, ενώ ένα μεγάλο μέρος προορίζεται για εξαγωγή.

Με τη χρήση φυσικού αερίου στα θερμοκήπια επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πρωτογενούς καυσίμου πάνω από 20% σε σχέση με το πετρέλαιο και πάνω από 60% σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύμα.

Λόγω της καθαρότητας του προϊόντος καύσης, το φυσικό αέριο έχει υψηλότερη απόδοση στην καύση σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα και διασφαλίζει οικονομία στην κατανάλωση καυσίμου. Ακόμη, για τη χρήση του φυσικού αερίου δεν απαιτείται αποθηκευτικός χώρος, επομένως, δε χρειάζεται και εγκατάσταση δεξαμενής. Η παροχή φυσικού αερίου είναι συνεχής. Είναι κάθε στιγμή διαθέσιμο ενώ τα δίκτυα διανομής απαλλάσσουν τον καταναλωτή από τη διαδικασία παραγγελίας, αναμονής παραλαβής και αποθήκευσης.

Το φυσικό αέριο είναι ένα κατεξοχήν οικολογικό καύσιμο. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι κατά πολύ μικρότερα σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα. Παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, επομένως, όταν υποκαθιστά άλλα καύσιμα συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Δεν περιέχει καθόλου θείο και έτσι δε συμβάλλει στην εμφάνιση της όξινης βροχής. Η καύση του είναι καθαρή και πρακτικά δεν εκπέμπει αιθάλη και αιωρούμενα σωματίδια

Σύμφωνα με μελέτες αλλά και τη διεθνή εμπειρία, η διαδικασία αυτή, γνωστή ως «ανθρακολίπανση», μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα μιας θερμοκηπιακής καλλιέργειας έως και 30%.

Ο αγροτροφικός τομέας διαθέτει όλες τις προϋποθέσεις ώστε να παραμείνει ένας από τους κύριους μοχλούς ανάπτυξης της χώρας παρά τους μετασχηματισμούς της ελληνικής οικονομίας και τις διαρθρωτικές αδυναμίες του πρωτογενούς τομέα. Η Ελλάδα διαθέτει υψηλή ποιότητα προϊόντων και παγιωμένα δίκτυα διανομής σε ανεπτυγμένες αγορές. Ήδη διαθέτει 101 προϊόντα με ένδειξη γεωγραφικής προέλευσης, πιστοποίηση ΠΟΠ και κατατάσσεται στην 5η θέση της ΕΕ, συγκεντρώνοντας το 8,4% του συνολικού αριθμού προϊόντων ΠΟΠ και ΠΓΕ, ωστόσο το μερίδιό της διαμορφώνεται σε επίπεδο χαμηλότερο του 5% επί της συνολικής αξίας της ευρωπαϊκής αγοράς. Και σίγουρα, το φυσικό αέριο μπορεί να διαδραματίσει σημαίνοντα ρόλο για την περαιτέρω ανάπτυξη του ελληνικού αγροτικού προϊόντος.

### **3.5 Οικιακός Τομέας**

Γενικά, ο οικιακός τομέας αποτελεί μια αγορά υψηλής αξίας, που εξαρτάται όμως από τις συνθήκες του καιρού, την πολεοδομική θέση κάθε πόλης, τον αριθμό των νοικοκυριών ανά πολυκατοικία, τον πληθυσμό (συγκέντρωση) και άλλους παράγοντες. Σ' αυτό συμβάλλει και το γεγονός ότι εδώ το Φ.Α. υποκαθιστά κυρίως τον ηλεκτρισμό και το πετρέλαιο (ακριβά υποκατάστατα). Από την άλλη πλευρά όμως απαιτούνται και σημαντικές επενδύσεις στα δίκτυα διανομής των πόλεων. Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι θα χρειαστεί μεγάλη και συστηματική προσπάθεια για την προσέλευση του οικιακού πελάτη λόγω της διαπιστωμένης αδράνειας σε οποιαδήποτε επέμβαση αφενός και αφετέρου λόγω της διστακτικότητας στην χρήση αερίων καυσίμων που οφείλεται στην υπάρχουσα προκατάληψη για την ασφάλεια που παρέχουν. Ένας ακόμη λόγος είναι ότι πρέπει να καλύψει το κόστος των αναγκαίων μετατροπών. Παρόλα αυτά μακροπρόθεσμα ο οικιακός καταναλωτής είναι από τους πιο σταθερούς πελάτες. Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΠΑ, η αναμενόμενη οικιακή κατανάλωση θα συνεισφέρει το 40% στα συνολικά ακαθάριστα κέρδη της 25ετίας. Το πιο εντυπωσιακό όμως αποτέλεσμα προέρχεται από το μαγείρεμα και το ζεστό νερό χρήσης, με το 2,6% των συνολικών ετήσιων καταναλώσεων αερίου να συνεισφέρει το 24% των συνολικών ακαθαρίστων κερδών όλου του έργου. Και τούτο διότι η εφαρμοσμένη ευνοϊκή τιμολογιακή πολιτική υψηλής κερδοφορίας του ηλεκτρισμού στον οικιακό τομέα θα επιβάλλει επίσης υψηλές τιμές στο Φ.Α. για τη στήριξη του έργου.

#### **3.5.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στον Οικιακό Τομέα**

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται για τη θέρμανση νερού χρήσης και για το μαγείρεμα. Εάν η κατοικία έχει ανεγερθεί μετά το 1987, θα πρέπει να διαθέτει, όπως προβλέπεται από τη νομοθεσία, την απαραίτητη υποδομή σωληνώσεων σύνδεσης.

Οικιακές συσκευές που λειτουργούν με φυσικό αέριο :

- Κουζίνα μαγειρέματος ( εστίες, φούρνος )
- Ψυγείο
- Θερμοσίφωνα
- Καυστήρας, λέβητας
- Επίτοιχος λέβητας
- Βραστήρες νερού.

Το θερμό νερό παρασκευάζεται από ταχυθερμοσίφωνες συνεχούς ροής ή θερμοσίφωνες αποθήκευσης που λειτουργούν με ατμοσφαιρικό καυστήρα ο οποίος είναι ενσωματωμένος στη συσκευή. Οι παροχές του νερού κυμαίνονται από 5 έως 20 λίτρα το λεπτό και έχουν θερμοκρασία 35 έως 65 C. Είναι επίτοιχες μονάδες μικρών

διαστάσεων ώστε να απάγονται τα καυσαέρια τους στο περιβάλλον μέσω του εξωτερικού τοίχου του σπιτιού.

Σε αυτές τις εγκαταστάσεις, με το άνοιγμα της βρύσης ρέει απευθείας ζεστό νερό που θερμαίνεται εκείνη την στιγμή κατά την ροή του. Δηλαδή ο καυστήρας τίθεται σε λειτουργία ταυτόχρονα με το άνοιγμα της βρύσης. Η ροή ζεστού νερού είναι άμεση, συνεχής χωρίς διακοπές και καθυστερήσεις. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομούμε ενέργεια διότι καταναλώνουμε όσο χρειαζόμαστε και δεν αποθηκεύουμε σε boiler όπου πάντα υπάρχει απώλεια θερμότητας.



### 3.6 Συμπαραγωγή

Συμπαραγωγή είναι η διαδοχική(ταυτόχρονη) παραγωγή και εκμετάλλευση δυο μορφών ενέργειας, της ηλεκτρικής(ή μηχανικής) και της θερμικής, από ένα σύστημα μηχανών χρησιμοποιώντας το ίδιο καύσιμο. Από εδώ και στο εξής θα χρησιμοποιούμε τη συντομογραφία Σ.Η.Θ για να αναφερόμαστε στη Συμπαραγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας.

Με την συμπαραγωγή γίνεται ορθολογική χρήση ενέργειας και υπάρχει ανάλογη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων . Είναι εφαρμοσμένη σε βιομηχανίες και σύνολα κτιρίων με ταυτόχρονη ζήτηση σε ηλεκτρισμό και θερμότητα και εφαρμόζεται , όταν οι ετήσιες ώρες λειτουργίας ξεπερνούν συνολικά τις 4500 .

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) είναι μία από τις αποδοτικές χρήσεις του Φ.Α. παρέχοντας οικονομική εναλλακτική λύση στις περιπτώσεις εκείνες που απαιτούνται ταυτόχρονα σημαντικές ποσότητες θερμικών φορτίων και ηλεκτρισμού.

Η εμπειρία στις χώρες της Ε.Ε., αλλά και από τις πρώτες ελληνικές επιχειρήσεις που από το 1999 χρησιμοποιούν συστήματα Σ.Η.Θ. με φυσικό αέριο , έχουν δείξει ότι οι ενεργειακές δαπάνες παρουσιάζουν σημαντική μείωση, εφόσον καλύπτονται ανάγκες για θέρμανση χώρων, θερμικά φορτία παραγωγικών διαδικασιών και ηλεκτρισμού και οι ώρες λειτουργίας υπερβαίνουν τις 4.500 ετησίως

Παρ' όλα, όμως, τα πλεονεκτήματα των συστημάτων Σ.Η.Θ. με καύση φυσικού αέριου στην Ελλάδα παρουσιάζονται κάποια εμπόδια στη διάδοσή τους, κυρίως λόγω της ελλιπής ενημερώσεως και υποστηρίξεως επενδυτών, καθώς και λόγω οικονομικής και επιχειρηματικής φύσεως εμποδίων. Αναλυτικότερα υπάρχουν στελέχη επιχειρήσεων χωρίς την απαραίτητη γνώση του αντικειμένου, ενώ η λειτουργία αυτών των συστημάτων απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό. Οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις δυσκολεύονται ακόμη και σ' αυτήν την ετοιμασία του φακέλου μιας προτάσεως προς έγκριση και ενδεχομένως και χρηματοδότηση. Ακόμη, το ύψος της αρχικής επένδυσης παραμένει σε υψηλά επίπεδα, ενώ στην τιμή του φυσικού αέριου εξακολουθεί να υπάρχει μια αβεβαιότητα ενώ η τιμή αγοράς της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας από τη Δ.Ε.Η. στην υψηλή τάση είναι χαμηλή.

### 3.6.1 Χρήσεις και πλεονεκτήματα στην Συμπαραγωγή

Υπάρχουν τέσσερεις κύριοι τομείς εφαρμογής της συμπαραγωγής:

**α.Σύστημα ηλεκτρισμού της χώρας (Δ.Ε.Η.).** Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής μπορούν να μετατραπούν σε μονάδες συμπαραγωγής και να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες παρακείμενων πόλεων, οικισμών, βιομηχανιών, κ.λ.π.

**β.Βιομηχανικός τομέας.** Σημαντικό δυναμικό παρουσιάζουν οι κλάδοι τροφίμων και ποτών, οι κλωστοϋφαντουργίες, οι βιομηχανίες χάρτου, οι χημικές βιομηχανίες, τα διυλιστήρια, τα εργοστάσια τσιμέντου, οι βασικές μεταλλουργικές βιομηχανίες.

**γ.Εμπορικός - κτιριακός τομέας.** Διακρίνεται σε τρεις κύριους υποτομείς: ξενοδοχεία - νοσοκομεία, μεγάλα συγκροτήματα κατοικιών και κτίρια γραφείων. Ο καθένας τους χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη μορφή της καμπύλης φορτίου. Άλλου είδους κτίρια (πανεπιστήμια, εμπορικά κέντρα κ.λ.π.) έχουν καμπύλες φορτίου, που προκύπτουν με συνδυασμό των τριών αυτών υποτομέων.

**δ.Αγροτικός τομέας.** Τα υπολείμματα αγροτικών διεργασιών χρησιμοποιούνται ως καύσιμο και η ανακτώμενη θερμότητα μπορεί να διοχετευτεί σε μία σειρά από γεωργικές διαδικασίες, όπως ξήρανση γεωργικών προϊόντων, θέρμανση αγροτικών οικημάτων, θερμοκηπίων, κ.λ.π.

Τα πεδία στα οποία έχουν ήδη εγκατασταθεί και λειτουργούν με επιτυχία συστήματα συμπαραγωγής διεθνώς είναι κυρίως νοσοκομεία, αθλητικά συγκροτήματα, ξενοδοχεία, εκπαιδευτικά συγκροτήματα, μεγάλα εμπορικά κέντρα, και βιομηχανίες χάρτου, ξύλου, υφαντουργίας, τροφίμων, πλαστικών και πετροχημικών.

Στην Ελλάδα έχει αρχίσει ήδη σήμερα να κάνει την εμφάνιση του μικρός αριθμός μονάδων βιομηχανικής συμπαραγωγής ο οποίος αναμένεται να παρουσιάσει αύξηση με ταχύ ρυθμό.

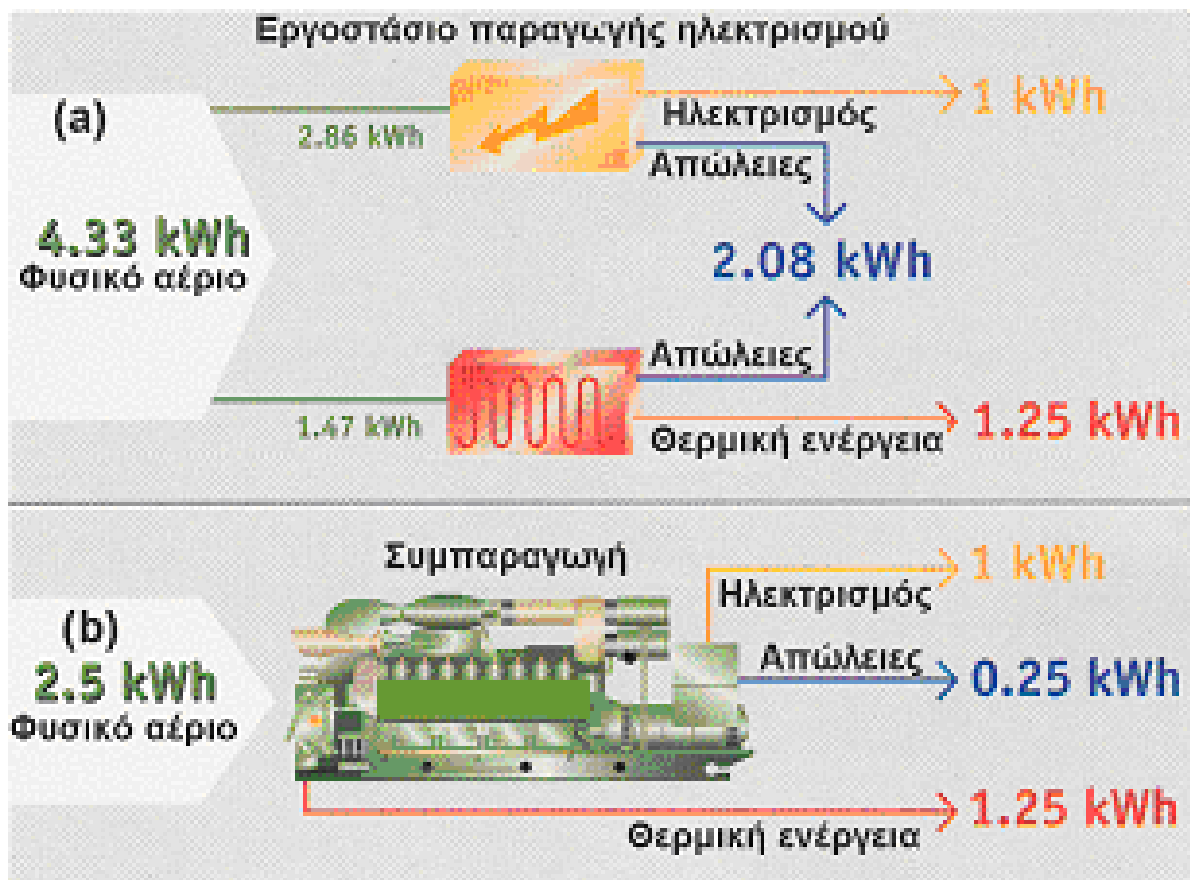
Η υψηλή ενεργειακή απόδοση των συστημάτων συμπαραγωγής έχει ως εύλογο αποτέλεσμα την υψηλή οικονομική τους απόδοση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων, κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του ενεργειακού κόστους έως και 40% (σχήμα 7.3), ενώ η περίοδος αποπληρωμής τους κυμαίνεται από 3 έως 5 έτη.

Όταν λειτουργούν παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο, τα συστήματα συμπαραγωγής εξασφαλίζουν υψηλή αξιοπιστία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για καταναλωτές με απαίτηση συνεχούς και απρόσκοπτης παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως είναι οι βιομηχανίες αλλά και κτιριακά συγκροτήματα όπως τα νοσοκομεία. Αν μάλιστα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη το φυσικό αέριο, τότε η Σ.Η.Θ. προκύπτει ως ένας από τους οικονομικότερους και αποδοτικότερους τρόπους μείωσης του ενεργειακού κόστους μιας διεργασίας.

Το φυσικό αέριο παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα συγκρινόμενο με άλλα καύσιμα, όπως το ελαφρύ και το βαρύ πετρέλαιο (μαζούτ), όπως η καθαρότητα και η ποιότητα του, που συντελούν στην πιο αξιόπιστη και αποδοτική λειτουργία, της μονάδας, με ευνοϊκές επιπτώσεις στη διάρκεια ζωής της και στις δαπάνες συντήρησης. Επιπλέον με την χρήση του φυσικού αερίου λύνονται τα προβλήματα προμήθειας και αποθήκευσης που παρουσιάζονται με την χρησιμοποίηση άλλων καυσίμων, υγρών και στερεών, καθόσον το φυσικό αέριο διανέμεται στα σημεία κατανάλωσης με ευθύνη της εταιρείας αερίου. Τέλος, το φυσικό αέριο αναμιγνύεται

εύκολα με τον ατμοσφαιρικό αέρα πράγμα που το καθιστά σχεδόν ακίνδυνο, ενώ τα προϊόντα της καύσεως του είναι ελεύθερα θείου που σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση ενέργειας που επέρχεται με τη μέθοδο της συμπαραγωγής, οδηγούν σε σημαντική μείωση των αέριων ρυπαντών, όπως NOx, CO , CO2.

Παρακάτω φαίνεται σχηματικά η ενεργειακή σύγκριση ενός συμβατικού εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρισμού και ενός εργοστασίου συμπαραγωγής.



## **4. Χρήσεις Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου(Υ.Φ.Α)**

### **4.1. Σταθμοί Υ.Φ.Α**

Ένα από τα πλεονεκτήματα του Υ.Φ.Α. είναι η ευελιξία του σαν πηγή άντληση ενέργειας. Πράγματι μεταφέροντας το Υ.Φ.Α με ειδικά βυτιοφόρα και αποθηκεύοντας το σε κατάλληλες δεξαμενές μπορούμε ανά πάσα στιγμή να προμηθεύσουμε καταναλωτές σε απομακρυσμένες πόλεις και χωριά αφού φυσικά προηγούμενος έχει κατασκευαστή δίκτυο διανομής Φ.Α.

Είναι ενδιαφέρον να επισημάνουμε μια ιδιαιτερότητα του Ελληνικού χώρου όπου οι σταθμοί Υ.Φ.Α. θα είχαν κατά προσωπική άποψη μια ευρεία εφαρμογή . Δεκάδες νησιά είναι διασπαρμένα στον Ελληνικό χώρο όπου το καλοκαίρι παρατηρείται αύξηση της ζήτησης ενέργειας , λόγω της τουριστικής κίνησης , επομένως τέτοιοι σταθμοί Υ.Φ.Α. θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο μελέτης για την ΔΕΠΑ.

Ένας άλλος τρόπος εφαρμογής τέτοιων σταθμών είναι σε πόλεις η περιοχές όπου ήδη υπάρχει δίκτυο διανομής Φ.Α. αλλά δεν μπορεί να καλύψει του καταναλωτές σε περίοδο αιχμής , οπότε ένας τέτοιος σταθμός είναι πάντα απαραίτητος .

Τέλος τέτοιοι σταθμοί είναι εξαιρετικά χρήσιμοι σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης όπως π.χ. αποκοπή μίας βιομηχανικής μονάδας λόγω βλάβης του δικτύου διανομής . Στην περίπτωση αυτή ένα ειδικό βυτιοφόρο με δεξαμενή Υ.Φ.Α. , βάνες για μείωση της πίεσεως , αεριοποιητή και μετρητή , λύνουν ανά πάσα στιγμή το πρόβλημα.

## 4.2. Υ.Φ.Α σαν καύσιμο αυτοκινήτων

Λόγω στο ότι το Φ.Α. δεν δημιουργούσε προβλήματα στο περιβάλλον άρχισε να δοκιμάζεται σαν αέριο καύσιμο μηχανών αυτοκινήτων και λεωφορείων .

Έτσι τοποθετώντας ένα δοχείο υπό πίεση 40-60 psig και με χωρητικότητα 0,16 m<sup>3</sup> Υ.Φ.Α. παρουσιάστηκαν τα πρώτα ενθαρρυντικά αποτελέσματα για την λειτουργία τέτοιων μηχανών ,έτσι άνοιξαν η δρόμοι για την χρήση του Φ.Α. στην αυτοκίνηση.

Η ΔΕΠΑ έχει ολοκληρώσει την κατασκευή Σταθμού Ανεφοδιασμού Λεωφορείων με Φ.Α. δίπλα στο αμαξοστάσιο του ΟΑΣΑ στα Ανω Λιόσια.. Ο Σταθμός αυτός μπορεί να εξυπηρετεί τις ανάγκες 300 λεωφορείων ημερησίως. Διαθέτει πέντε θέσεις ανεφοδιασμού και η δυναμικότητά του είναι 5000 Nm<sup>3</sup>/h Φ.Α. γεγονός που τον καθιστά τον μεγαλύτερο στην Ευρώπη.

Ο Σχεδιασμός του Σταθμού έχει γίνει με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ο πλήρης έλεγχος όλων των διαδικασιών και η ασφάλεια λειτουργίας του. Όλες οι λειτουργίες ελέγχονται αυτόματα από Κεντρική μονάδα ελέγχου που είναι εγκατεστημένη στον χώρο του Σταθμού.

Ήδη από τις 18/1/2001 πραγματοποιούνται δρομολόγια στην Αττική λεωφορείων που κινούνται με καύσιμη ύλη το Φυσικό Αέριο.

Η κατανάλωση φυσικού αερίου του Σταθμού Ανεφοδιασμού για το έτος 2002 ανήλθε στα 11 εκατομ. κυβικά μέτρα ενώ το 2003 ξεπέρασε τα 12,3 εκ. κυβικά μέτρα.

Σε προετοιμασία έναρξης κατασκευής βρίσκεται και ο δεύτερος σταθμός ανεφοδιασμού στην Ανθούσα Αττικής .



### 4.3. Υ.Φ.Α ως καύσιμο αεροπλάνων

Είναι γνωστό ότι κατά την πτήση ενός αεροπλάνου και κυρίως υπερηχητικού , αναπτύσσονται λόγω τριβών τεράστιες θερμοκρασίες στην επιφάνεια του , γεγονός που υποχρεώνει τους κατασκευαστές να χρησιμοποιούν πανάκριβα υλικά για την κατασκευή τους.

Ένα από τα πλεονεκτήματα λοιπόν μπορεί να είναι ότι αυτά τα τμήματα είναι δυνατόν να ψύχονται με ανακυκλοφορία Υ.Φ.Α. κατά την διάρκεια της πτήσης. εδώ θα πρέπει να πούμε ότι το Φ.Α. θα αεριοποιείται και θα μπορεί να οδεύει για καύση.

Επίσης το Υ.Φ.Α. σαν καύσιμο τουρμποκινητήρων παρουσιάζει και τα εξής πλεονεκτήματα:

- Υψηλή θερμογόνο δύναμη ανά μονάδα βάρους ( σχεδόν 13% περισσότερο από την κηροζίνη ) άρα η μείωση του βάρους των αεροσκαφών τους δίνει μεγαλύτερη ακτίνα δράσης ή περισσότερο ωφέλιμο φορτίο .
- Η καθαρότητα του σαν καύσιμο λόγω της απουσίας S (θείου ) , βοηθάει στο να μην διαβρώνει τις τουρμπίνες και τον υπόλοιπο εξοπλισμό , δεν αφήνει υπολείμματα άνθρακος τα οποία τείνουν να μετατραπούν σε στερεά σωματίδια δημιουργώντας προβλήματα στους καυστήρες και στα πτερύγια των τουρμπίνων.
- Δεν δημιουργεί προβλήματα στατικού ηλεκτρισμού με αποτέλεσμα την αυτοανάφλεξη του κατά την διάρκεια της φόρτωσής του με κηροζίνη.

Με βάση τα παραπάνω την δεκαετία 1990-2000 στην Ρωσία κατασκευάστηκε το πρώτο αεροπλάνο με καύσιμο Υ.Φ.Α. και εκτελούσε το δρομολόγιο Μόσχα - Νίκαια Γαλλία.



#### 4.4. Υ.Φ.Α ως καύσιμο τραίνων

Η παρουσία του Υ.Φ.Α. σαν καύσιμο κίνησης ,δεν θα μπορούσε να έλλειπε από του σιδηροδρόμους. Έτσι την πενταετία 1985-1990 παρουσιάστηκε ένα πλάνο για την χρησιμοποίηση του Υ.Φ.Α. στα τρένα. Τα παλαιότερα χρόνια είχε χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο πεπιεσμένο Φ.Α. η πτώση πίεσης όμως δημιούργησε προβλήματα στις μεγάλες αποστάσεις.

Τα τελευταία χρόνια η πειραματική μελέτη της χρήσης του Υ.Φ.Α στα τρένα έχει τελειοποιηθεί, με αποτέλεσμα να έχουν αρχίσει εφαρμογές μεγάλης εμπορικής κλίμακας. Το Περού, η Σουηδία και η Ινδία έχουν αναπτύξει σχετικά προγράμματα σιδηροδρόμων με τη Σουηδία να χρησιμοποιεί και βιομεθάνιο, δηλαδή το φυσικό αέριο που παράγεται από απόβλητα με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το 2011, στη Ρωσία αναπτύχθηκε το τρένο GT1-001 που κινείται με μία μηχανή που φέρει τουρμπίνα αερίου και ηλεκτρική τουρμπίνα, ικανή να σύρει 16000 τόνους σε 170 βαγόνια, ένα νέο παγκόσμιο ρεκόρ για μία μόνο κινητήρια μηχανή με κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Στον Καναδά μία κοινοπραξία εργάζεται για την ενσωμάτωση της Westport τεχνολογίας υψηλής πίεσης υγρού ψεκασμού και της τεχνολογίας φυσικού αερίου σε μία μηχανή σιδηροδρόμων που έχει διαθέσει η Καναδική Εταιρία Σιδηροδρόμων CN.

Το παρόν σχέδιο περιλαμβάνει τρία στάδια :

- Το πρώτο στάδιο προβλέπει την κατασκευή της κατάλληλης μηχανής
- Το δεύτερο στάδιο την κατασκευή μια κατάλληλης δεξαμενής
- Και το τρίτο και τελευταίο στάδιο ένα χρονικό λειτουργίας για την μεταφορά εμπορευμάτων.



## 5. Οφέλη του Φυσικού Αερίου

Αν επεκταθεί το δίκτυο διανομής και θεσμοθετηθούν κίνητρα , το Φ.Α. θα το προτιμήσουν για την παραγωγική του διαδικασία για του εξής λόγους :

- Συνεχής παροχή καυσίμου
- Μειωμένες εκπομπές ρύπων
- Μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης
- Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου

Όπως παρατηρούμε η χρήση Φ.Α. μείνει το κόστος παραγωγής και ταυτόχρονα είναι και πιο φιλικό προς το περιβάλλον . Ταυτόχρονα με το άνοιγμα στη χρησιμοποίηση του Φ.Α. έχουμε και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που θα καταστήσουν το Φ.Α. πιο ανταγωνιστικό πιο σπουδαιότερο και πιο ενεργειακά εκμεταλλεύσιμο.

Εκπεμπόμενοι ρύποι σε σχέση με άλλα καύσιμα κατά την καύση με μονάδα ατμοπαραγωγής σε mg/m

### 5.1 Περιβάλλον

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

Το Φ.Α. έχει θετική επίπτωση και στο φαινόμενο του Θερμοκηπίου . Εκπέμπει κατά την καύση για παραγωγή ίσου ποσού ενέργειας 43% λιγότερο CO<sub>2</sub> από τον άνθρακα και 305% λιγότερο από το πετρέλαιο. Η εισαγωγή του Φ.Α. στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας αναμένεται να μείωση σημαντικά τις ποσότητες τόσο όλων των ρύπων όσο ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα στη ατμόσφαιρα . Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε για την ποσότητα καυσίμων που αποκαθιστά το Φ.Α. , σχεδόν εξαλείφονται τα οξείδια του θείου και επέρχεται σημαντική μείωση εκπομπών οξειδίων του αζώτου

Στον παρακάτω πίνακα διακρίνουμε τις εκπομπές ρύπων με τα υπάρχοντα καύσιμα ανά περιοχή πριν την εισαγωγή του Φ.Α. και με τα με την διαδικασία εισαγωγής του.



Α/Α	SO <sub>x</sub>		NO <sub>x</sub>		Αιωρούμενα Σωματίδια		CO <sub>2</sub>	
	Πριν Φ.Α.	Μετά Φ.Α.	Πριν Φ.Α.	Μετά Φ.Α.	Πριν Φ.Α.	Μετά Φ.Α.	Πριν Φ.Α.	Μετά Φ.Α.
<b>Αττική</b>	9978	10,6	5196	1,924	1703	16,49	2878793	1930400
<b>Θεσ/νί κη</b>	10699	4,46	2554	834	891	6,9	1245723	812630
<b>Λάρισα</b>	3993	1,04	778	21	294	1,62	278100	188700
<b>Βόλος</b>	3728	0,92	721	188	275	1,43	2503625	168060

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις εκπομπές ρύπων ανά τύπο καυσίμου σε μονάδα ατμοπαραγωγής.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ	ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ
<b>Κάρβουνο</b>	1.092	387	2.450	13	2
<b>Μαζούτ</b>	96	170	1.400	14	3
<b>Ντίζελ</b>	6	100	220	16	3
<b>Φ.Α.</b>	4	100	0,3	17	1

Στον παρακάτω πίνακα η περιβαλλοντικές επιπτώσεις διαφόρων μονάδων στην ηλεκτροπαραγωγή.

	Τύπος εγκατάστασης	Σταθμός Άνθρακα	Σταθμός Μαζούτ	Σταθμός Φυσικού Αερίου	Σταθμός Συνδυασμένου κύκλου Φυσικού Αερίου
<b>Ισχύς</b>		1000MW	1000MW	1000MW	1000MW
<b>Καύσιμο</b>		Κάρβουνο	Μαζούτ	Φυσικό Αέριο	Φυσικό Αέριο
<b>Καταναλώσεις</b>	<b>καύσιμο</b>	2,1*10 <sup>6</sup> τον/έτος	1,3*10 <sup>6</sup> τον/έτος	1,5*10 <sup>9</sup> Nm <sup>3</sup> /έτος	1,2*10 <sup>9</sup> Nm <sup>3</sup> / έτος
	<b>Άσβεστος έτος</b>	56000	123000	-	-
<b>Ατμοσφαιρικές εκπομπές</b>	<b>SO2 (τον/έτος)</b>	8340	6250	Αμελητέα	Αμελητέα
	<b>N02 (τον/έτος)</b>	4170	3130	2990	2390
	<b>Σωματίδια (τον/έτος)</b>	1040	780	75	60
	<b>CO2 (τον/έτος)</b>	5500000	4200000	2900000	2350000
<b>Στερεά Υπολ/τα</b>	<b>Σύνολο τέφρας</b>	315000	4800	-	-
	<b>Γύψος</b>	96000	212000	-	-

Παρατηρούμε ότι στο σταθμό συνδυασμένου κύκλου Φ.Α. οι περιβαλλοντικές ωφέλειες είναι τεράστιες σε σύγκριση με τις εκπομπές επιβλαβών ουσιών από τους σταθμούς παραγωγής με άνθρακα ή με μαζούτ . Αυτό καθιστά το Φ.Α. σε πολύ πλεονεκτική θέση έναντι όλων των άλλων καυσίμων είτε όσο αναφορά τον βαθμό απόδοσης της καύσης ή της όλης λειτουργίας του σταθμού παραγωγής είτε όσο αναφορά τα περιβαλλοντικά οφέλη.

## 5.2. Ασφάλεια

Το φυσικό αέριο αποτελεί μία από τις πιο ασφαλείς πηγές ενέργειας. Δεν υπάρχει κίνδυνος δηλητηρίασης με την εισπνοή του γιατί δεν είναι τοξικό. Επίσης είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, έτσι σε περίπτωση διαρροής είναι εύκολη η διαφυγή του στο περιβάλλον. Το γεγονός αυτό εκμηδενίζει τους κινδύνους ασφυξίας, ενώ περιορίζει κατά πολύ τους κινδύνους δημιουργίας εκρηκτικού μίγματος συγκριτικά με άλλα αέρια καύσιμα. Αυξημένη ασφάλεια στη χρήση Φ.Α. παρέχουν, εξάλλου, και οι συσκευές που εξοπλίζονται πια με σύγχρονα ασφαλιστικά συστήματα (π.χ. αυτόματα διακοπή παροχής σε περίπτωση μη ύπαρξης φλόγας κλπ.).

## 5.3. Εξοικονόμηση ενέργειας

Με την υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας από Φυσικό Αέριο, κυρίως στις οικιακές και εμπορικές χρήσεις, θα αποφευχθούν οι απώλειες μετατροπής του σε ηλεκτρική ενέργεια καθώς και στη μεταφορά της. Η χρησιμοποίηση Φυσικού Αερίου σε μονάδες συνδυασμένου κύκλου θα έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού σε 52 - 55% έναντι 35 - 40% των συμβατικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών. Λόγω της «καθαρότητας» των προϊόντων καύσης του Φυσικού Αερίου, αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί απ' ευθείας σε ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών που έχουν ως συνέπεια ενεργειακές απώλειες.

### **Ανάπτυξη Νέων Θερμοηλεκτρικών Ατμοηλεκτρικών Σταθμών**

Οι νέοι Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί της ΔΕΗ κατασκευάζονται με πλήρη σεβασμό στο περιβάλλον και αξιοποιώντας τη βέλτιστη διεθνώς διαθέσιμη αντιρρυπαντική τεχνολογία καύσης με την υψηλότερη εφικτή ενεργειακή απόδοση. Τα αναπτυξιακά έργα υψηλής τεχνολογίας και απόδοσης που υλοποιούνται από τη ΔΕΗ είναι τα ακόλουθα :

1. Νέος ΑΗΣ Μελίτης- Αχλάδας στο νομό Φλώρινας, 330 MW, με λέβητα υψηλής απόδοσης, με εγκατάσταση αποθείωσης καυσαερίων, με καυστήρες χαμηλών εκπομπών NOx και με ηλεκτροστατικά φίλτρα τέφρας υψηλής απόδοσης
2. Νέος σύγχρονος Ατμοηλεκτρικός Σταθμός βάσης στον Αθρινόλακκο Λασιθίου στην Κρήτη, ισχύος 185 MW, υψηλού βαθμού απόδοσης και σύγχρονης αντιρρυπαντικής τεχνολογίας.

Για όλα αυτά τα ενεργειακά έργα έχουν εκπονηθεί και υποβληθεί στο ΥΠΕΧΩΔΕ από τις Υπηρεσίες της ΔΕΗ πλήρεις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και έχουν εγκριθεί οι Περιβαλλοντικοί Όροι Λειτουργίας τους.

Το Φ.Α. με τον αυξημένο βαθμό απόδοσης προσφέρει μείωση της κατανάλωσης κατά 4-10% . Επιπλέον η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και υλικών αυξάνουν τον καθαρό βαθμό ενεργειακής απόδοσης

Τέλος οι επιπτώσεις στο ενεργειακό ισοζύγιο είναι μόνο θετικές αν γίνει γνωστός προγραμματισμός . Με την χρησιμοποίηση του Φ.Α. θα μειωθεί η εξάρτηση της χώρας από τα συμβατικά καύσιμα και συγκεκριμένα από το πετρέλαιο και θα εκσυγχρονισθεί σημαντικά ο θερμικός εξοπλισμός των βιομηχανιών. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι φθηνότερη ανά παραγόμενη kwh . Οπότε το εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο θα υποστεί μια εξισορρόπηση όσο αναφορά την πολυσυλλεκτικότητα της παραγωγής ενέργειας , τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης, την μείωση της χρήσης καύσιμου και την φθηνότερη αγορά του



#### **5.4. Τόνωση της απασχόλησης**

Η διεύρυνση της χρήσης του Φυσικού Αερίου στον οικιακό, εμπορικό και βιομηχανικό τομέα συμβάλλει αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση της ανεργίας με τη δημιουργία νέων θέσεων και ειδικοτήτων στην αγορά εργασίας. Η χρήση φυσικού αερίου συντελεί στην ανάπτυξη της ανταγωνιστικότητας στον τομέα της ενέργειας με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων εργοστασιακών μονάδων που απασχολούν χιλιάδες εργαζομένους κάτω από πολύ φιλικότερες συνθήκες εργασίας

## 5.5. Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο

Η χρήση του φυσικού αερίου θα έχει σημαντικές θετικές επιδράσεις στη δομή του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας, ενώ ταυτόχρονα θα μειωθεί η εξάρτησή της από το πετρέλαιο. Μία εξάρτηση που τα τελευταία χρόνια πλήττει το μεγαλύτερο μέρος των καταναλωτών. Με την οικονομική κρίση των τελευταίων ετών ένα μεγάλο μέρος νοικοκυριών δεν έχουν την αγοραστική δύναμη να θερμάνουν τις κατοικίες τους με καύσιμο το πετρέλαιο. Έτσι, η πλειονότητα των πολιτών προτιμά να θερμάνει τους οικιακούς χώρους με καύση ξύλου σε ξυλόσομπες ή τζάκια, τρόπος που είναι λιγότερο αποδοτικός και περισσότερο επικίνδυνος.

Το φυσικό αέριο είναι ένα σαφώς οικονομικότερο καύσιμο. Το τιμολόγιο της Εταιρίας Παροχής Αερίου Αττικής Α.Ε. διαμορφώνεται μια φορά κάθε δίμηνο και πάντα σε συνάρτηση με την τιμή του πετρελαίου θέρμανσης. Ο καθορισμός της τιμής γίνεται ως εξής: Ως βάση λαμβάνεται η μέση τιμή σε ευρώ του πετρελαίου για θέρμανση σύμφωνα με την ελεύθερα διαμορφούμενη τιμή διυλιστηρίου. Οι τιμές του πετρελαίου θέρμανσης λαμβάνονται επίσημα από τις γνωστοποιήσεις του Υπουργείου Ανάπτυξης στο πλαίσιο της τήρησης των κανονισμών περί διαφάνειας τιμών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στην τιμή που προκύπτει προστίθεται το περιθώριο κέρδους των διανομέων, οι νόμιμοι φόροι και ο ΦΠΑ καθώς και ο βαθμός απόδοσης των καυστήρων πετρελαίου και φυσικού αερίου. Όμως η τελική τιμή χρέωσης του Φυσικού αερίου διαμορφώνεται πάντοτε έτσι ώστε να είναι 20% πιο οικονομική από την τελική τιμή του πετρελαίου. Με αυτό τον τρόπο, κάθε δίμηνο η **τιμή του φυσικού αερίου διατηρείται 20% πιο χαμηλά από το πετρέλαιο θέρμανσης**. Φυσικά, σε περίπτωση σημαντικής αλλαγής της τιμής του πετρελαίου (είτε μείωσης είτε αύξησης) κατά τη διάρκεια ενός διμήνου, η αλλαγή αυτή θα επηρεάσει την τιμή του φυσικού αερίου στο επόμενο δίμηνο.

## 6. Στατιστικά στοιχεία παραγωγής και εισαγωγής ενέργειας στην Ευρώπη (Eurostat)

Η εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) από τις εισαγωγές ενέργειας, ιδίως πετρελαίου και πιο πρόσφατα ,όπως είδαμε, φυσικού αερίου, διαμορφώνει ένα πλαίσιο που χαρακτηρίζεται από πολιτικούς προβληματισμούς όσον αφορά την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Στο παρόν κεφάλαιο θα εξετάσουμε την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ και, λόγω της απόκλισης μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης , θα εξεταστεί επίσης η αυξανόμενη εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές ενέργειας από χώρες που δεν είναι μέλη της ΕΕ. Πράγματι, περισσότερο από το ήμισυ (53,2 %) της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ-28 το 2013 προήλθε από εισαγωγές.

### 6.1 Κύρια στατιστικά στοιχεία

Ακολουθούν τα κύρια στατιστικά στοιχεία που αφορούν την πρωτογενή παραγωγή και τις εισαγωγές ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και είναι βασισμένα σε έρευνα της Eurostat που διεξήχθη τον Μάιο του 2015.

#### 6.1.1 Πρωτογενής παραγωγή

Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-28 ανήλθε συνολικά σε 790 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) το 2013. Αυτό αποτέλεσε συνέχεια της γενικά καθοδικής τάσης που παρατηρούνταν τα τελευταία χρόνια, με εξαίρεση κυρίως το 2010, οπότε η παραγωγή ανέκαμψε μετά τη σχετικά έντονη μείωσή της το 2009, που συνέπεσε με τη χρηματοπιστωτική και οικονομική κρίση.

Εξεταζόμενη σε πιο μακροχρόνιο πλαίσιο, η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-28 ήταν κατά 15,4 % χαμηλότερη το 2013 σε σχέση με μια δεκαετία νωρίτερα. Η εν γένει καθοδική τάση της παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-28 μπορεί, τουλάχιστον εν μέρει, να αποδοθεί στην εξάντληση των πρώτων υλών και /ή στο γεγονός ότι οι παραγωγοί θεωρούν μη επικερδή την εκμετάλλευση των περιορισμένων πόρων.

Το 2013 το υψηλότερο επίπεδο παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ σημειώθηκε στη Γαλλία, με ποσοστό 17,1 % του συνόλου της ΕΕ-28, ενώ ακολουθούσαν η Γερμανία (15,3 %) και το Ηνωμένο Βασίλειο (13,9 %). Σε σύγκριση με μια δεκαετία νωρίτερα, η κυριότερη αλλαγή ήταν η μείωση στο ποσοστό του Ηνωμένου Βασιλείου από το 26,2 % (**βλέπε πίνακα 1**). Τα μοναδικά άλλα κράτη μέλη των οποίων τα ποσοστά μειώθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ήταν η Δανία (-0,9 ποσοστιαίες μονάδες) και η Λιθουανία (-0,4 ποσοστιαίες μονάδες). Σε απόλυτα μεγέθη, οι μεγαλύτερες αυξήσεις της παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας κατά τη διάρκεια της δεκαετίας που μεσολάβησε ως το 2013 καταγράφηκαν στις Κάτω Χώρες (κατά 11,0 εκατομμύρια ΤΙΠ), στην Ιταλία (9,1 εκατομμύρια ΤΙΠ) και τη Σουηδία (4,3 εκατομμύρια ΤΙΠ). Αντίθετα, η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στο Ηνωμένο Βασίλειο μειώθηκε κατά 135,4 εκατομμύρια ΤΙΠ, ενώ η Γερμανία (-14,3 εκατομμύρια ΤΙΠ) και η Δανία (-11,6 εκατομμύρια ΤΙΠ) ήταν τα μόνα άλλα κράτη μέλη της ΕΕ που ανέφεραν διψήφια συρρίκνωση όσον αφορά τα επίπεδα παραγωγής τους.

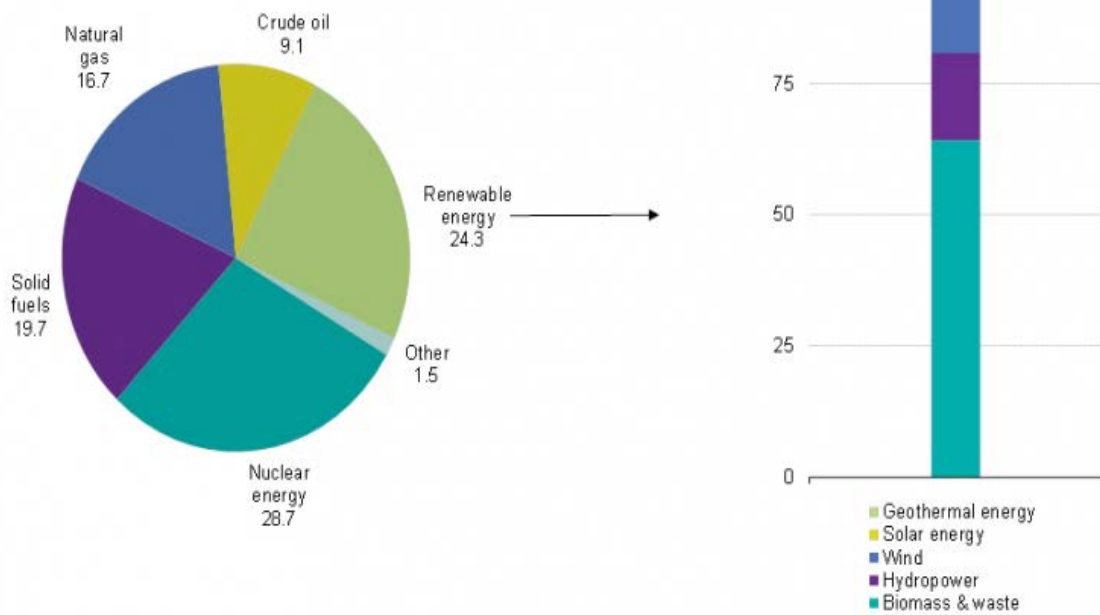
Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-28 το 2013 κάλυψε ευρύ φάσμα διαφορετικών πηγών ενέργειας, εκ των οποίων η πλέον σημαντική, από την άποψη του βαθμού συμβολής της, ήταν η πυρηνική ενέργεια (28,7 % του συνόλου). Η σημασία των πυρηνικών καυσίμων ήταν ιδιαίτερα μεγάλη στη Γαλλία, όπου αντιπροσώπευε περισσότερο από τα τέσσερα πέμπτα της εθνικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, ενώ στο Βέλγιο το ποσοστό ήταν τρία τέταρτα και στη Σλοβακία ήταν πολύ κοντά στα δύο τρίτα. Παντού αλλού, το ποσοστό ήταν μικρότερο από το ήμισυ, ενώ σε 14 κράτη μέλη της ΕΕ δεν υπήρχε συμβολή από πυρηνική ενέργεια (συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας). Σχεδόν ένα τέταρτο της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας της ΕΕ-28 αντιστοιχούσε σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (24,3 %), ενώ το ποσοστό για στερεά καύσιμα (19,7 %, κυρίως άνθρακα) ήταν κάτω από το ένα πέμπτο και το ποσοστό φυσικού αερίου ήταν κάπως χαμηλότερο (16,7 %). Το αργό πετρέλαιο (9,1 %) ήταν η μόνη άλλη σημαντική πηγή παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας (**βλέπε σχήμα 1**).

Η αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπερέβη εκείνη όλων των υπόλοιπων τύπων ενέργειας. Η αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέμεινε σχετικά σταθερή τα περισσότερα έτη από το 2003 έως το 2013, με ελαφρά πτώση το 2011 (**βλέπε σχήμα 2**). Κατά τη διάρκεια της εν λόγω δεκαετίας, η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές αυξήθηκε συνολικά κατά ποσοστό 88,4 %. Σε αντίθεση, τα επίπεδα παραγωγής για τις άλλες πρωτογενείς πηγές ενέργειας μειώθηκαν κατά την εν λόγω περίοδο, με τις μεγαλύτερες μειώσεις να καταγράφονται για το αργό πετρέλαιο (-54,0 %), το φυσικό αέριο (-34,6 %) και τα στερεά καύσιμα (-24,9 %), με πιο μικρή μείωση 12,0 % για την πυρηνική ενέργεια.

	Total production of primary energy		Share of total production, 2013 (%)				
	2003	2013	Nuclear energy	Solid fuels	Natural gas	Crude oil	Renewable energy
<b>EU-28</b>	<b>933.8</b>	<b>789.8</b>	<b>28.7</b>	<b>19.7</b>	<b>16.7</b>	<b>9.1</b>	<b>24.3</b>
Belgium	13.5	14.6	75.2	0.0	0.0	0.0	20.0
Bulgaria	10.1	10.5	34.8	45.4	2.1	0.3	17.3
Czech Republic	33.4	29.9	26.6	59.0	0.7	0.9	12.2
Denmark	28.3	16.6	0.0	0.0	25.8	52.3	19.5
Germany	134.9	120.6	20.8	37.4	7.4	3.1	27.9
Estonia	3.9	5.7	0.0	78.3	0.0	0.0	19.9
Ireland	1.8	2.3	0.0	56.9	6.8	0.0	33.7
Greece	9.9	9.3	0.0	72.3	0.1	0.8	26.7
Spain	32.8	34.3	42.6	5.1	0.1	1.1	50.6
France	134.3	135.1	80.9	0.0	0.2	0.9	17.1
Croatia	3.7	3.6	0.0	0.0	41.6	16.8	41.4
Italy	27.8	36.9	0.0	0.1	17.2	15.9	63.7
Cyprus	0.0	0.1	0.0	0.0	0	0.0	100.0
Latvia	1.7	2.1	0.0	0.1	0.0	0.0	99.7
Lithuania	5.2	1.4	0.0	1.7	0.0	6.2	91.1
Luxembourg	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	76.4
Hungary	10.4	10.1	39.3	15.9	15.3	8.5	20.5
Malta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Netherlands	58.7	69.7	1.1	0.0	88.7	3.1	6.2
Austria	9.6	12.1	0.0	0.0	9.3	7.2	78.2
Poland	78.8	70.6	0.0	80.5	5.4	1.4	12.1
Portugal	4.3	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	97.5
Romania	29.5	26.1	11.5	17.8	32.9	16.3	21.3
Slovenia	3.3	3.6	38.5	30.3	0.1	0.0	30.2
Slovakia	6.4	6.4	64.1	9.1	1.6	0.2	22.9
Finland	15.8	18.0	33.8	9.4	0.0	0.4	55.2
Sweden	30.4	34.7	49.4	0.5	0.0	0.0	48.4
United Kingdom	244.9	109.5	16.6	6.7	30.0	38.3	7.7
Norway	234.6	193.9	0.0	0.6	49.3	43.5	6.4
Montenegro	0.0	0.8	0.0	48.9	0.0	0.0	51.1
FYR of Macedonia	1.7	1.4	0.0	77.9	0.0	0.0	22.1
Albania	1.0	2.0	0.0	0.0	0.7	57.9	41.4
Serbia	11.9	11.3	0.0	67.8	3.7	10.9	17.6
Turkey	23.6	32.3	0.0	48.5	1.4	7.7	42.4

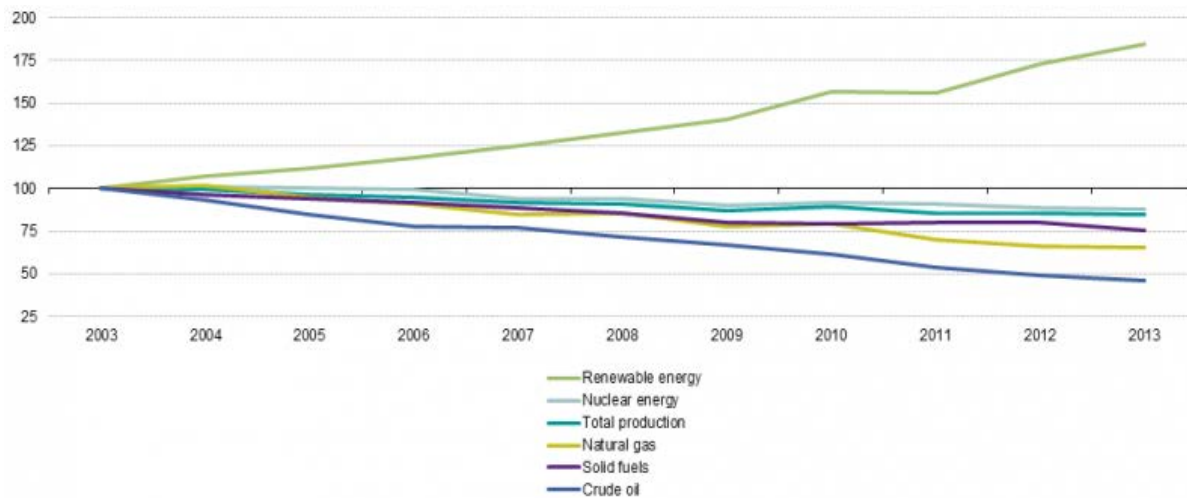
Source: Eurostat (online data code: nrg\_100a)

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1



Source: Eurostat (online data codes: nrg\_100a and nrg\_107a)

### ΣΧΗΜΑ 1



Source: Eurostat (online data code: nrg\_100a)

### ΣΧΗΜΑ 2



## 6.1.2 Εισαγωγές

Η μείωση της πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας από λιθάνθρακα, λιγνίτη, αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο και, πιο πρόσφατα, πυρηνική ενέργεια είχε ως αποτέλεσμα την ολοένα μεγαλύτερη εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές πρωτογενούς ενέργειας προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση, αν και η κατάσταση αυτή σταθεροποιήθηκε στον απόηχο της χρηματοπιστωτικής και οικονομικής κρίσης. Οι εισαγωγές πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-28 υπερέβησαν τις εξαγωγές κατά περίπου 909 εκατομμύρια ΤΙΠ το 2013. Οι μεγαλύτεροι καθαροί εισαγωγείς πρωτογενούς ενέργειας ήταν, σε γενικές γραμμές, τα πλέον πυκνοκατοικημένα κράτη μέλη της ΕΕ, εξαιρουμένης της Πολωνίας (όπου εξακολουθούν να υπάρχουν εγχώρια αποθέματα άνθρακα). Από το 2004 ο μοναδικός καθαρός εξαγωγέας πρωτογενούς ενέργειας μεταξύ των κρατών μελών ήταν η Δανία, αλλά, το 2013, οι εισαγωγές ενέργειας της Δανίας υπερέβησαν τις εξαγωγές έτσι ώστε να μην υπάρχουν πλέον κράτη μέλη της ΕΕ που να είναι καθαροί εξαγωγείς ενέργειας (**βλέπε πίνακα 2**). Σχετικά με το μέγεθος του πληθυσμού, οι μεγαλύτεροι καθαροί εισαγωγείς, το 2013, ήταν το Λουξεμβούργο, η Μάλτα και το Βέλγιο.

Η προέλευση των εισαγωγών ενέργειας στην ΕΕ-28 έχει μεταβληθεί σε κάποιο βαθμό τα τελευταία χρόνια, καθώς η Ρωσία έχει διατηρήσει τη θέση της ως βασικού παρόχου αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου και έχει αναδειχθεί κορυφαίος πάροχος στερεών καυσίμων (**βλέπε πίνακα 3**). Το 2013, περίπου 33,5 % των εισαγωγών αργού πετρελαίου στην ΕΕ-28 προερχόταν από τη Ρωσία, ποσοστό ελαφρώς μικρότερο από εκείνα που καταγράφηκαν μεταξύ 2010 και 2012. Η Ρωσία κατέστη ο κύριος πάροχος στερεών καυσίμων το 2006, ξεπερνώντας τη Νότια Αφρική, έχοντας ήδη ξεπεράσει την Αυστραλία το 2004 και την Κολομβία το 2002. Το μερίδιο της Ρωσίας στις εισαγωγές στερεών καυσίμων στην ΕΕ-28 αυξήθηκε από 13,2 % το 2003 σε 30,0 % έως το 2009, πριν να μειωθεί ελαφρά σε 25,9 % έως το 2012 και να ανέλθει και πάλι σε 28,8 % το 2013.

Σε αντίθεση, το μερίδιο της Ρωσίας στις εισαγωγές φυσικού αερίου μειώθηκε από 44,8 % σε 30,1 % μεταξύ 2003 και 2010, όμως η εξέλιξη αυτή αντιστράφηκε με αυξήσεις στη συνέχεια που είχαν ως αποτέλεσμα μερίδιο 39,3 % το 2013. Στη διάρκεια των 10 ετών που παρουσιάζονται στον πίνακα 3, η Νορβηγία παρέμεινε ο δεύτερος μεγαλύτερος προμηθευτής εισαγωγών αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου της ΕΕ.

Η ασφάλεια του εφοδιασμού της ΕΕ σε πρωτογενή ενέργεια θα μπορούσε να απειληθεί σε περίπτωση που μεγάλος όγκος εισαγωγών συγκεντρωνόταν στα χέρια σχετικά λίγων εταιρών. Περισσότερα από τα δύο τρίτα (69,1 %) των εισαγωγών φυσικού αερίου στην ΕΕ-28 το 2013 προήλθαν από τη Ρωσία ή τη Νορβηγία — υπήρξε μεγαλύτερη συγκέντρωση των εισαγωγών σε σχέση με τα δύο προηγούμενα έτη, καθώς οι ίδιες δύο χώρες συγκέντρωσαν ποσοστό 59,6 % των εισαγωγών φυσικού αερίου το 2011 και 63,7 % το 2012. Παρόμοια ανάλυση δείχνει ότι ποσοστό 53,8 % των εισαγωγών αργού πετρελαίου στην ΕΕ-28 προήλθε από τη Ρωσία, τη Νορβηγία και τη Σαουδική Αραβία το 2013, ενώ το 72,6 % των εισαγωγών λιθάνθρακα προήλθε από τη Ρωσία, την Κολομβία και τις ΗΠΑ. Μεταξύ του 2003 και του 2013 υπήρξαν στοιχεία ανάδυσης νέων χωρών εταιρών, αν και ο όγκος των εισαγωγών από αυτές παραμένει σχετικά χαμηλός. Αυτό ίσχυσε ειδικότερα για τις εισαγωγές αργού

πετρελαίου από τη Νιγηρία, το Καζακστάν, το Αζερμπαϊτζάν και το Ιράκ ή για τις εισαγωγές φυσικού αερίου από το Κατάρ και τη Λιβύη.

Η εξάρτηση της ΕΕ-28 από τις εισαγωγές ενέργειας αυξήθηκε από λιγότερο από 40 % ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά τη δεκαετία του 1980, φτάνοντας σε ποσοστό 53,2 % έως το 2013 (βλέπε πίνακα 4). Αυτό το τελευταίο στοιχείο σηματοδότησε μια ελαφρά μείωση του ποσοστού εξάρτησης, που είχε φτάσει το 2008 στη μέγιστη τιμή του 54,7 % το 2008. Τα υψηλότερα ποσοστά ενεργειακής εξάρτησης το 2013 καταγράφηκαν για το αργό πετρέλαιο (88,4 %) και για το φυσικό αέριο (65,3 %). Κατά την τελευταία δεκαετία (μεταξύ του 2003 και του 2013), η εξάρτηση της ΕΕ από τρίτες χώρες για την προμήθεια φυσικού αερίου αυξήθηκε κατά 13,3 ποσοστιαίες μονάδες ταχύτερα από την αύξηση της εξάρτησης σε αργό πετρέλαιο (9,9 ποσοστιαίες μονάδες) και σε στερεά καύσιμα (9,2 ποσοστιαίες μονάδες). Από το 2004 οι καθαρές εισαγωγές ενέργειας στην ΕΕ-28 ήταν υψηλότερες από την πρωτογενή παραγωγή της· με άλλα λόγια, περισσότερο από το ήμισυ της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ-28 καλυπτόταν από καθαρές εισαγωγές. Καθώς δεν αποτελεί πλέον καθαρό εξαγωγέα, το ποσοστό ενεργειακής εξάρτησης της Δανίας έγινε θετικό το 2013, όπως και όλων των λοιπών κρατών μελών της ΕΕ (βλέπε Σχήμα 3). Τα χαμηλότερα ποσοστά ενεργειακής εξάρτησης καταγράφηκαν στην Εσθονία, τη Δανία, τη Ρουμανία, την Πολωνία, τις Κάτω Χώρες και την Τσεχική Δημοκρατία (τα μόνα άλλα κράτη μέλη που ανέφεραν ποσοστό εξάρτησης κάτω του 30,0 %). Η Μάλτα, το Λουξεμβούργο και η Κύπρος εξαρτώνται (σχεδόν) εξ ολοκλήρου από τις εισαγωγές πρωτογενούς ενέργειας.

	(thousand tonnes of oil equivalent)						(tonnes of oil equivalent per inhabitant)					
	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2003	2005	2007	2009	2011	2013
<b>EU-28 (*)</b>	899 740	979 652	983 168	936 466	943 872	908 979	1.83	1.98	1.97	1.86	1.87	1.79
Belgium	52 798	53 396	50 822	48 332	48 955	48 752	5.10	5.11	4.80	4.49	4.45	4.37
Bulgaria	9 007	9 276	10 180	7 980	6 907	6 375	1.15	1.21	1.34	1.07	0.94	0.88
Czech Republic	11 160	12 638	11 617	11 543	12 044	11 788	1.09	1.24	1.13	1.11	1.15	1.12
Denmark	-6 797	-10 126	-5 199	-3 835	-1 072	2 304	-1.26	-1.87	-0.95	-0.70	-0.19	0.41
Germany	208 231	208 112	196 568	195 121	196 832	204 585	2.52	2.52	2.39	2.38	2.41	2.49
Estonia	1 505	1 496	1 576	1 227	761	848	1.09	1.10	1.17	0.92	0.57	0.64
Ireland	13 362	13 765	14 058	13 299	12 568	12 344	3.37	3.35	3.24	2.94	2.75	2.69
Greece	22 648	23 498	24 715	22 348	19 867	16 434	2.06	2.12	2.22	2.00	1.79	1.50
Spain	108 901	123 832	123 159	110 057	104 427	88 734	2.60	2.86	2.75	2.38	2.24	1.90
France (*)	138 517	144 102	137 462	133 445	126 623	125 091	2.24	2.30	2.16	2.07	1.95	1.91
Croatia	4 936	5 208	5 277	4 439	4 650	4 092	1.15	1.21	1.22	1.03	1.08	0.96
Italy	155 577	160 241	158 449	142 596	142 797	124 723	2.72	2.77	2.72	2.42	2.41	2.09
Cyprus	2 682	2 843	2 899	2 921	2 666	2 338	3.76	3.88	3.83	3.67	3.17	2.70
Latvia	2 883	3 097	3 162	2 886	2 747	2 628	1.25	1.38	1.43	1.33	1.32	1.30
Lithuania	4 006	5 026	5 766	4 291	5 839	5 304	1.17	1.50	1.77	1.35	1.91	1.78
Luxembourg (*)	4 167	4 671	4 471	4 253	4 439	4 203	9.29	10.13	9.39	8.62	8.67	7.83
Hungary (*)	16 367	17 421	16 416	14 722	13 015	11 904	1.61	1.73	1.63	1.47	1.30	1.20
Malta	1 813	1 630	1 811	2 001	2 297	2 143	4.56	4.05	4.46	4.87	5.53	5.09
Netherlands	34 879	37 075	36 906	34 077	28 230	24 335	2.15	2.27	2.26	2.07	1.69	1.45
Austria	22 959	24 517	23 414	21 173	23 521	21 038	2.83	2.99	2.83	2.54	2.81	2.49
Poland (*)	12 101	15 932	24 747	29 982	33 855	25 335	0.32	0.42	0.65	0.79	0.89	0.67
Portugal	22 628	24 845	21 718	20 779	18 783	17 101	2.17	2.37	2.06	1.97	1.78	1.63
Romania	10 169	10 840	12 835	7 224	7 896	6 019	0.47	0.51	0.61	0.35	0.39	0.30
Slovenia (*)	3 726	3 855	3 873	3 434	3 521	3 264	1.87	1.93	1.93	1.69	1.72	1.59
Slovakia	12 108	12 428	12 187	11 116	11 133	10 284	2.25	2.31	2.27	2.07	2.06	1.90
Finland	22 235	18 979	19 975	18 351	19 060	16 595	4.27	3.62	3.79	3.45	3.55	3.06
Sweden	22 083	19 460	18 281	17 469	18 596	16 020	2.47	2.16	2.01	1.89	1.98	1.68
United Kingdom	-14 910	31 597	46 022	55 236	72 917	94 400	-0.25	0.53	0.75	0.89	1.16	1.48
Norway	-205 683	-195 956	-187 528	-186 631	-170 205	-159 945	-45.18	-42.54	-40.06	-38.89	-34.59	-31.66
Montenegro	0	435	605	405	408	275	0.00	0.71	0.98	0.66	0.66	0.44
FYR of Macedonia	1 053	1 197	1 402	1 212	1 382	1 317	0.52	0.59	0.69	0.59	0.67	0.64
Albania	1 038	1 122	1 030	961	796	656	0.33	0.36	0.33	0.30	0.28	:
Serbia (*)	4 529	5 536	5 933	4 901	4 930	3 535	0.60	0.74	0.80	0.67	0.68	0.49
Turkey	56 680	62 035	75 967	70 635	80 591	87 800	0.81	0.87	1.09	0.99	1.09	1.16

(\*) Tonnes of oil equivalent per inhabitant, 2011 and 2013: break in series.

(\*) Tonnes of oil equivalent per inhabitant, 2013: break in series.

(\*) Tonnes of oil equivalent per inhabitant, 2009: break in series.

(\*) Tonnes of oil equivalent per inhabitant, 2011: break in series.

Source: Eurostat (online data codes: nrg\_100a and demo\_pjan)

## ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Solid fuels											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Russia	13.2	18.0	23.7	24.8	24.8	26.1	30.0	26.9	26.2	25.9	28.8
Colombia	11.7	12.0	11.7	11.5	12.7	12.3	17.4	19.9	23.5	23.6	22.4
United States	6.6	7.2	7.6	7.7	9.1	14.0	13.5	16.8	17.8	23.0	21.8
Australia	16.0	14.5	13.1	11.9	13.0	11.7	7.5	10.5	8.7	7.4	7.3
South Africa	29.7	25.2	25.0	23.2	20.1	16.5	15.8	9.6	7.7	6.3	6.8
Indonesia	7.0	6.6	7.2	9.3	7.8	7.3	7.0	5.6	5.0	4.6	3.0
Canada	2.7	2.4	3.2	2.7	3.0	2.6	1.4	2.0	2.2	1.7	1.7
Ukraine	1.9	2.3	2.2	1.6	1.8	2.3	1.7	1.9	2.3	1.6	1.5
Norway	1.1	0.6	0.5	0.3	0.5	0.6	0.8	0.8	0.6	0.3	0.6
Others	10.1	11.3	5.8	7.0	7.2	6.7	4.9	6.0	6.0	5.8	5.9

Crude oil											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Russia	31.2	32.5	32.9	33.8	33.7	31.8	33.5	34.7	34.8	33.7	33.5
Norway	19.1	18.7	16.8	15.4	14.9	15.0	15.1	13.7	12.5	11.2	11.7
Saudi Arabia	11.2	11.3	10.5	9.0	7.2	6.8	5.7	5.9	8.0	8.8	8.6
Nigeria	4.2	2.6	3.2	3.6	2.7	4.0	4.5	4.1	6.1	8.2	8.1
Kazakhstan	2.7	3.3	4.4	4.6	4.6	4.8	5.3	5.5	5.7	5.1	5.8
Libya	8.4	8.8	8.7	9.1	9.7	9.9	8.9	10.1	2.8	8.2	5.6
Azerbaijan	1.0	0.9	1.3	2.2	3.0	3.2	4.0	4.4	4.9	3.9	4.8
Algeria	3.0	3.3	3.5	2.5	1.9	2.5	1.6	1.2	2.6	2.9	3.9
Iraq	1.5	2.2	2.1	2.9	3.4	3.3	3.8	3.2	3.6	4.1	3.6
Others	17.7	16.4	16.5	16.8	18.9	18.7	17.6	17.1	19.1	14.0	14.4

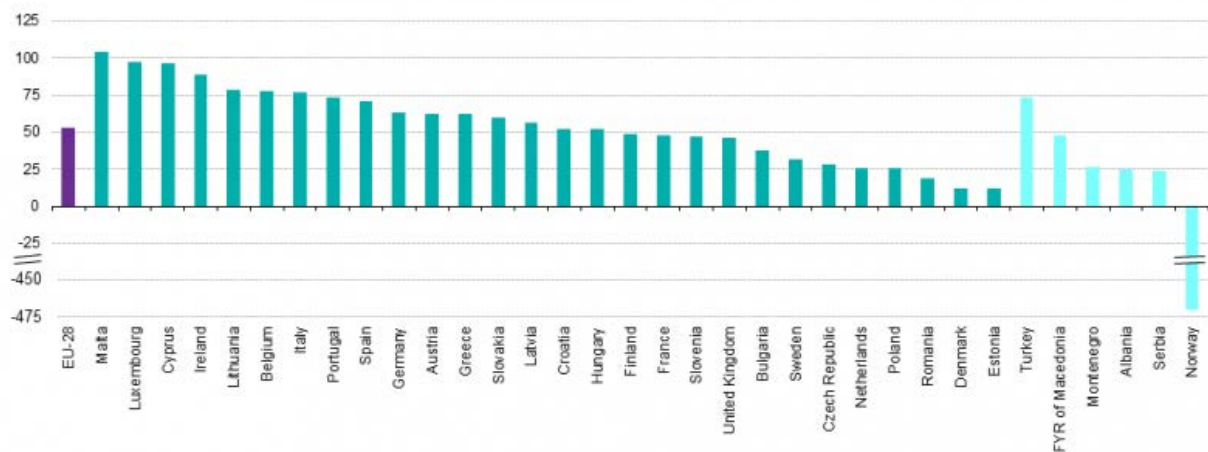
  

Natural gas (*)											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Russia	44.8	44.4	41.3	40.0	39.2	38.2	33.7	30.1	32.0	32.3	39.3
Norway	25.5	24.2	24.0	25.9	28.3	28.5	29.5	27.6	27.6	31.3	29.8
Qatar	0.7	1.4	1.5	1.7	2.1	2.3	5.4	9.5	10.9	8.4	6.6
Libya	0.3	0.4	1.7	2.5	3.1	3.0	2.9	2.7	0.7	2.0	1.8
Nigeria	2.9	3.6	3.2	4.1	4.4	3.8	2.3	3.8	4.1	3.4	1.7
Trinidad and Tobago	0.0	0.0	0.2	1.2	0.8	1.6	2.2	1.4	1.0	0.8	0.7
Peru	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.5
Turkey	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Egypt	0.0	0.0	1.5	2.4	1.7	1.6	2.0	1.3	1.1	0.5	0.1
Others	25.8	26.0	26.7	22.3	20.5	21.0	21.7	23.3	22.4	20.3	19.3

(\*) Algeria: not available.

Source: Eurostat (online data codes: nrg\_122a, nrg\_123a and nrg\_124a)

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3



Source: Eurostat (online data code: tsdcc310)

### ΣΧΗΜΑ 3

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
All products	48.8	50.2	52.2	53.6	52.9	54.7	53.7	52.8	54.0	53.3	53.2
Solid fuels	35.0	38.2	39.4	41.7	41.5	44.9	41.1	39.5	41.7	42.2	44.2
Crude oil	78.5	80.7	82.4	83.8	83.5	85.0	84.1	85.2	86.0	88.2	89.4
Natural gas	52.0	53.6	57.1	60.3	59.5	61.7	63.4	62.2	67.1	65.8	65.3

Source: Eurostat (online data codes: nrg\_100a, nrg\_102a and nrg\_103a)

### ΠΙΝΑΚΑΣ 4

## 6.2. Πηγές και διαθεσιμότητα στοιχείων

Τα ενεργειακά βασικά προϊόντα που εξάγονται ή λαμβάνονται απευθείας από φυσικούς πόρους ονομάζονται πηγές πρωτογενούς ενέργειας, ενώ τα ενεργειακά βασικά προϊόντα που παράγονται από πηγές πρωτογενούς ενέργειας σε σταθμούς μετασχηματισμού ονομάζονται παράγωγα προϊόντα. Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας καλύπτει την εθνική παραγωγή πηγών πρωτογενούς ενέργειας και πραγματοποιείται με την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, για παράδειγμα σε ανθρακωρυχεία, κοιτάσματα αργού πετρελαίου, σταθμούς παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας ή με την παρασκευή βιοκαυσίμων. Όποτε η κατανάλωση υπερβαίνει την πρωτογενή παραγωγή, η διαφορά πρέπει να καλύπτεται μέσω εισαγωγών πρωτογενών ή παράγωγων προϊόντων.

Η θερμότητα που παράγεται σε αντιδραστήρα ως αποτέλεσμα της πυρηνικής σχάσης θεωρείται πρωτογενής παραγωγή πυρηνικής θερμότητας, η οποία καλείται, εναλλακτικά, πυρηνική ενέργεια. Υπολογίζεται είτε με βάση την πραγματικά παραγόμενη ποσότητα θερμότητας είτε με βάση την αναφερθείσα ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη θερμική απόδοση του πυρηνικού σταθμού. Η πρωτογενής παραγωγή άνθρακα και λιγνίτη συνίσταται σε ποσότητες καυσίμων που εξορύσσονται ή παράγονται και υπολογίζεται κατόπιν τυχόν ενεργειών απομάκρυνσης των αδρανών υλικών.

Ο μετασχηματισμός της ενέργειας από μια μορφή σε άλλη, όπως η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ή θερμότητας από θερμοηλεκτρικά εργοστάσια ή η παραγωγή οπτάνθρακα από εγκαταστάσεις οπτανθρακοποίησης δεν θεωρείται πρωτογενής παραγωγή.

Οι καθαρές εισαγωγές υπολογίζονται ως η ποσότητα των εισαγωγών μείον την αντίστοιχη ποσότητα των εξαγωγών. Οι εισαγωγές αντιπροσωπεύουν το σύνολο της ενέργειας που εισέρχεται στην εθνική επικράτεια εκτός των ποσοτήτων ενέργειας που διαμετακομίζονται (μέσω αγωγών φυσικού αερίου και πετρελαιοαγωγών). Ομοίως, οι εξαγωγές καλύπτουν όλες τις ποσότητες που εξάγονται από την εθνική επικράτεια.

### **6.3 Πλαίσιο Ενεργειακής Ασφάλειας**

Περισσότερο από το ήμισυ της ενέργειας στην ΕΕ-28 προέρχεται από χώρες εκτός της ΕΕ και αυτή η αναλογία παρουσιάζει σε γενικές γραμμές αύξηση την τελευταία δεκαετία. Μεγάλο μέρος αυτής της ενέργειας προέρχεται από τη Ρωσία, της οποίας οι διαφορές με τις χώρες διαμετακόμισης απειλούν με διατάραξη του εφοδιασμού τα τελευταία χρόνια. Οι ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια εφοδιασμού από τη Ρωσία αυξήθηκαν περαιτέρω από τη σύγκρουση στην Ουκρανία.

Σε απάντηση στην κρίση αερίου Ρωσίας-Ουκρανίας του Ιανουαρίου του 2009, επανεξετάστηκε το νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με την ασφάλεια εφοδιασμού και, τον Σεπτέμβριο του 2009, το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξέδωσε την οδηγία 2009/119/ΕΚ σχετικά με υποχρέωση διατήρησης ενός ελάχιστου επιπέδου αποθεμάτων αργού πετρελαίου και /ή προϊόντων πετρελαίου από τα κράτη μέλη. Τα εν λόγω μέτρα που αφορούσαν τις αγορές πετρελαίου και φυσικού αερίου σχεδιάστηκαν με σκοπό να διασφαλιστεί ότι όλα τα μέρη λαμβάνουν αποτελεσματικά μέτρα για την πρόληψη και τον περιορισμό των επιπτώσεων δυνητικών διαταραχών του εφοδιασμού, δημιουργώντας επίσης παράλληλα μηχανισμούς συνεργασίας των κρατών μελών για την αποτελεσματική αντιμετώπιση τυχόν σοβαρών διαταραχών στον εφοδιασμό σε πετρέλαιο ή φυσικό αέριο. Συστήθηκε δε μηχανισμός συντονισμού έτσι ώστε τα κράτη μέλη να μπορούν να αντιδρούν ενιαία και άμεσα σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Τον Νοέμβριο του 2010 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε μια πρωτοβουλία με τίτλο «Ενέργεια 2020 - Μια στρατηγική για ανταγωνιστική, αειφόρο και ασφαλή ενέργεια». Η εν λόγω στρατηγική καθορίζει τις ενεργειακές προτεραιότητες για μια δεκαετία και ορίζει τις δράσεις που θα αναληφθούν προκειμένου να αντιμετωπιστεί μια δέσμη διαφορετικών προκλήσεων, όπως, μεταξύ άλλων, να επιτευχθεί η διαμόρφωση μιας αγοράς με ανταγωνιστικές τιμές και ασφαλή εφοδιασμό, να δοθεί ώθηση στο τεχνολογικό προβάδισμα και να πραγματοποιηθούν αποτελεσματικές διαπραγματεύσεις με τους διεθνείς εταίρους. Μία από τις προτεραιότητες είναι η επίτευξη καλών σχέσεων με τους εξωτερικούς παρόχους ενέργειας και τις χώρες διαμετακόμισης ενέργειας της ΕΕ. Μέσω της Ενεργειακής Κοινότητας (που ιδρύθηκε τον Οκτώβριο του 2005), η ΕΕ εργάζεται επίσης για την ένταξη γειτονικών χωρών στην εσωτερική αγορά ενέργειας. Το ευρύ φάσμα ενεργειακών πηγών και η ποικιλία ως προς τους προμηθευτές, τις μεταφορικές οδούς και τους μηχανισμούς μεταφοράς μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού. Η οικοδόμηση αξιόπιστων εταιρικών σχέσεων με τις χώρες εφοδιασμού, διαμετακόμισης και κατανάλωσης θεωρείται τρόπος περιορισμού των κινδύνων που συνδέονται με την ενεργειακή εξάρτηση της ΕΕ και, τον Σεπτέμβριο του 2011, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε ανακοίνωση με τίτλο «Η ενεργειακή πολιτική της ΕΕ: η συνεργασία με τους πέραν των συνόρων μας εταίρους» (COM(2011) 539).

Υπάρχουν ορισμένες πρωτοβουλίες σε εξέλιξη με σκοπό την ανάπτυξη αγωγών φυσικού αερίου μεταξύ της Ευρώπης και των γειτονικών της χωρών στην Ανατολή και στον Νότο. Σε αυτές συγκαταλέγονται ο αγωγός Nord Stream (μεταξύ Ρωσίας και ΕΕ μέσω της Βαλτικής Θάλασσας) που τέθηκε σε λειτουργία τον Νοέμβριο του 2011 και ο Αδριατικός Αγωγός (που συνδέει την Τουρκία με την Ιταλία μέσω της Ελλάδας και της Αλβανίας για τη μεταφορά φυσικού αερίου από την περιοχή της Κασπίας στην ΕΕ).

Σε απάντηση των συνεχιζόμενων ανησυχιών σχετικά με την εξάρτηση της ΕΕ από εισαγωγές ενέργειας, τον Μάιο του 2014, η Ευρωπαϊκή Ένωση δημοσίευσε τη στρατηγική για την ενεργειακή ασφάλεια (COM(2014) 330) που αποσκοπεί στην εξασφάλιση σταθερού και άφθονου ενεργειακού εφοδιασμού. Μαζί με βραχυπρόθεσμα μέτρα που εξετάζουν τον αντίκτυπο μιας παύσης στις εισαγωγές ρωσικού αερίου ή μιας διαταραχής εισαγωγών μέσω της Ουκρανίας, η στρατηγική εξέτασε τις προκλήσεις της μακροπρόθεσμης ασφάλειας εφοδιασμού και πρότεινε δράσεις σε πέντε τομείς, συμπεριλαμβανομένων των εξής: της αύξησης της παραγωγής ενέργειας στην ΕΕ και της διαφοροποίησης χωρών και οδών τροφοδοσίας, καθώς και της τήρησης ενιαίας στάσης στην εξωτερική ενεργειακή πολιτική.

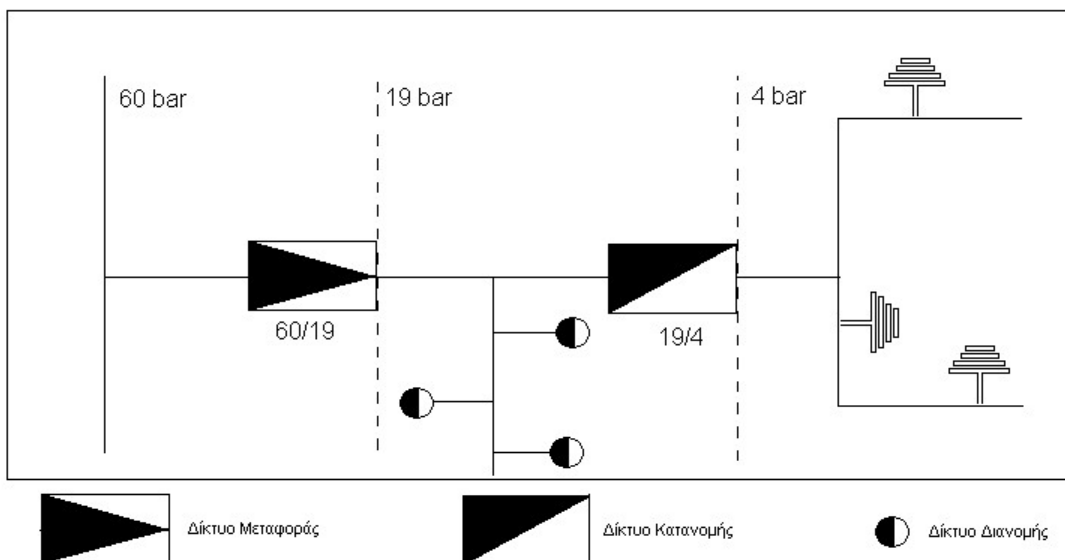


## 7. Σύστημα Μεταφοράς-Κατανομής- Διανομής Φυσικού Αερίου.

### 7.1 Γενικά

Όπως είναι γνωστό οι καταναλωτές Φ.Α. βρίσκονται μακριά από τις πηγές του και έτσι αναπτύχθηκαν διάφορα συστήματα μεταφοράς και ένα εκτεταμένης κλίμακας εμπόριο. Το μεγαλύτερο ποσοστό Φ.Α. διακινείται με δίκτυα πιεστικών αγωγών, που ανάλογα με την πίεση διακρίνονται σε:

- Αγωγούς μεταφοράς υψηλής πίεσης (60-100 bar)
- Αγωγούς μεταφοράς μέσης πίεσης (περί τα 20 bar)
- Αγωγούς διανομής χαμηλής πίεσης
- Ζώνη βιομηχανικών πελατών-τριτογενής τομέας (ονομαστική 4 bar)
- Ζώνη οικιακών πελατών (περί τα 25 mbar)



Σχηματική Παράσταση Του Συστήματος Φ.Α.

Οι αγωγοί υψηλής και μέσης πίεσης:

- μεταφέρουν μεγάλους όγκους αερίου
- προσφέρουν ισορροπία στο σύστημα μεταφοράς
- προσφέρουν σχετική ελαστικότητα στο σύστημα μεταφοράς καθώς χρησιμεύουν επίσης ως προσωρινοί χώροι αποθήκευσης του Φ.Α.

Οι αγωγοί διανομής χαμηλής πίεσης χρησιμοποιούνται για την προμήθεια αερίου στις πόλεις διότι:

- η χαμηλότερη πίεση αερίου προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια
- έχουν χαμηλότερο κόστος
- η τελική χρήση αερίου γίνεται υπό ατμοσφαιρική πίεση

Είναι πολύ σημαντικό να είναι γνωστή με ακρίβεια η θέση των αγωγών. Αυτό γίνεται εύκολα στους αγωγούς υψηλής πίεσης και δύσκολα στους αγωγούς χαμηλής πίεσης. Επίσης, είναι καίριας σημασίας να υπάρχουν πολύ αναλυτικά σχέδια των δικτύων και να επικαιροποιούνται ανά τακτά διαστήματα.

Τέλος, τα υλικά, εξαρτήματα και συσκευές που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις αερίου πρέπει να είναι κατάλληλα για τη χρήση που προορίζονται και σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN). Η συμφωνία προς τις διατάξεις των κανονισμών πρέπει να αποδεικνύεται από πιστοποιητικά συμμόρφωσης, τα οποία θα συνοδεύουν τα προϊόντα και θα έχουν εκδοθεί από εξουσιοδοτημένους για το σκοπό αυτό φορείς.





## 7.2 Μεταφορά

Οι συμβατικές ποσότητες εισαγωγής Φ.Α. κατά έτος είναι Ρώσικης προέλευσης 2,4 Δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και Αλγερινής προέλευσης(υγροποιημένο) 0,6 Δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα.

Υπάρχουν δύο σημεία εισόδου :

- Το πρώτο στα Ελληνοβουλγαρικά Σύνορα.
- Το δεύτερο στη νησίδα Ρεβυθούσας του κόλπου Μεγάρων όπου βρίσκεται ο τερματικός σταθμός αεριοποίησης του υγροποιημένου Φ.Α. από την Αλγερία.

Ο κυρίως αγωγός ξεκινά από τα σύνορα ερχόμενος από τα Σόφια της Βουλγαρίας και περνώντας βόρεια της Θεσσαλονίκης μέσω Τεμπών διασχίζει τη Θεσσαλία, Φθιώτιδα και μέσω της Βοιωτίας καταλήγει στη Αττική, στην περιοχή Ασπροπύργου, Βόρεια των Ελληνικών Διυλιστηρίων.

Η πίεση εισόδου είναι της τάξης των 50 bar και από τα σύνορα, μέχρι την Αγχιάλο ο αγωγός είναι 36 inch.

Το σύστημα μεταφοράς του Φ.Α. περιλαμβάνει επίσης τον κυρίως αγωγό (30inch) και τους κλάδους προς τις πόλεις και τις βιομηχανικές περιοχές ( ΒΙΠΕ ).

Έχει μελετηθεί επίσης η υποβρύχια διασύνδεση των αγωγών Φ.Α. της Ελλάδος και της Ιταλίας και αφού διέλθει ο αγωγός από την ξηρά, θα γίνει η σύνδεση με τον υφιστάμενο αγωγό στο ύψος της Λαμίας.

**Το σύστημα μεταφοράς φυσικού αερίου αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα :**

- Κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (70 bar), από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι την Αττική, συνολικού μήκους 512 χλμ.
- Κλάδοι μεταφοράς υψηλής πίεσης προς την ανατολική Μακεδονία και Θράκη, τη Θεσσαλονίκη, το Βόλο και την Αττική, συνολικού μήκους 440 χλμ.
- Μετρητικοί και ρυθμιστικοί σταθμοί για τη μέτρηση της παροχής αερίου και τη ρύθμιση της πίεσης.



- Σύστημα τηλεχειρισμού, ελέγχου λειτουργίας και τηλεπικοινωνιών.
- Κέντρα λειτουργίας και συντήρησης στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη, τη Θεσσαλία και την Ξάνθη.

### 7.2.1 Προδιαγραφές δικτύου μεταφοράς Φυσικού Αερίου

Οι χαλύβδινοι σωλήνες των δικτύων του Φ.Α. είναι κατά API 5L – X65 πάχους από 9,52mm μέχρι 15,9 mm.

Στην παραγωγή σε κάμινο Siemens – Martin ή ηλεκτροκάμινο , ο χάλυβας St 43.7 είναι ησυχασμένος ( R ) , οι τύποι St 47.7 και St 53.7 ιδιαίτερος ( RR ) .

Οι σωλήνες χωρίς ραφή πρέπει να έχουν υποστεί κανονική ανόπτηση. Ο συντελεστής συγκόλλησης της ραφής πρέπει να είναι  $U\sigma = 1$  και η υπερύψωση της ραφής δεν πρέπει να ξεπερνάει :

- Για πάχος τοιχώματος > 14mm τα 4mm
  - Για πήχη τοιχωμάτων από 8 έως 14 mm τα 3,0 mm
- Για μικρότερα πάχη τα 2,5 mm

Αφού προετοιμασθεί η ζώνη εργασίας και γίνει άσκαφη, πρώτα προετοιμάζεται ο σωλήνας. Έπειτα, συγκολλώνται, ελέγχονται και επενδύονται οι αρμοί με πολυαιθυλένιο ενώ τοποθετούνται οι αγωγοί στη τάφρο με την βοήθεια πλευρικών γερανών. Στη συνέχεια, εγκαθίστανται ανά δύο χιλιόμετρα μετρητικοί σταθμοί της καθοδικής προστασίας του αγωγού με το σύστημα της επιβαλλόμενης τάσης από - 0,85V έως -1.15V και ανόσια μαγνησίου. Στην τελική φάση γίνεται επίχωση και αποκατάσταση ενώ γίνεται μία υδραυλική δοκιμή των αγωγών σε πίεση άνω των 87 bar για 24 ώρες. Η τελική φάση κατασκευής του κεντρικού αγωγού του Φ.Α. περιλαμβάνει :

Εσωτερικό καθαρισμό και μέτρηση του διαμερίσματος του αγωγού που δοκιμάζεται με το πέρασμα εμβόλων που κινούνται με πεπιεσμένο αέρα

- Γέμισμα με νερό για ολική εκτόπιση του αέρα στον αγωγό.
- Εξισορρόπηση της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στο νερό και στο τοίχωμα του σωληναγωγού.



- Υδραυλική δοκιμή , για να ελεγχθούν τα ποσοστά αέρα που περιέχει το τμήμα του αγωγού.
- Εκκένωση του νερού από τον αγωγό με έμβολα.
- Ξήρανση με: Στεγνό αέρα, υποπίεση, ή μεθυλική αλκοόλη .



Οι μηχανικές ιδιότητες και η χημική σύσταση χαλύβων κατά ASTM/API/DIN/BS/ASA/ είναι :

Υλικό	κωδικός κατά Din 17007	όριο θραύσης	όριο ροής			Χημική Σύσταση %				
		κρ/mm <sup>2</sup>	κρ/mm <sup>2</sup>	κρ/mm <sup>2</sup>	κρ/mm <sup>2</sup>	C	Si	Mn	P max	S max
API Std 5 Lx/x/42	-	42,2	29,5	25	-	0,29	-	1,25	0,04	0,05
St 43,7 DIN 17172	1,0484	43,55	30	25	23	0,22	0,4	0,50-1,10	0,04	0,045
API Std 5 Lx/x/46	-	44,3	32,3	23	-	0,3	-	1,35	0,04	0,05
St 46 DIN 17172	1,0829	47,59	33	23	21	0,22	0,20-0,45	0,7-1,3	0,04	0,045
API Std 5 Lx/x/52	-	46,4	36,6	22	-	0,3	-	1,35	0,04	0,05
St 53,7 DIN 17172	1,0837	52-64	37	22	20	0,22	0,20-0,55	0,90-1,30	0,04	0,045
API Std 5 Lx/x/56		49,9	39,2	βλέπε API	Std 5 Lx	0,26	-	1,35	0,04	0,05
St 56,7	-	54-69	39,5	19	-	0,26	0,20-0,55	1,00-1,30	0,04	0,045
API Std 5 Lx/x/60	-	52,7	42,2	βλέπε API	Std 5 Lx	0,26	-	1,35	0,04	0,05
St 60,7	-	56-72	42	18	-	0,26	0,20-0,55	1,00-1,50	0,04	0,05

Οι σταθμοί μέτρησης και μειώσεως της πίεσης είναι 23 και έχουν σαν βασική λειτουργία τον υποβιβασμό της πίεσης από τα 60 bar στα 19 bar για την τροφοδοσία των κλάδων διανομής .

Εκεί μετριοούνται :

- Με μετρητές διαφράγματος οι ποσότητες που παραλαμβάνονται.
- Η θερμοκρασία και πίεση που επεξεργάζονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ελέγχεται επίσης η ποιότητα του καύσιμου με τη βοήθεια χρωματογράφων.

Έκτός από τους σταθμούς μέτρησης ή ρύθμισης της πίεσεως υπάρχουν οι σταθμοί των ξέστρων , βανοστάσια , σταθμοί συμπίεσης , εγκαταστάσεις εκτόνωσης , κέντρα ελέγχου και τέλος κέντρα λειτουργίας – συντήρησης.

Στους μετρητικούς σταθμούς στις εισόδους των πόλεων και των βιομηχανικών μονάδων υπάρχει εκτός από τους μειωτήρες πίεσης, εξοπλισμός για να απομακρύνονται τα συμπυκνώματα, τα στερεά σωματίδια ενώ γίνεται έλεγχος της ποιότητας του Φ.Α. με χρωματογράφους.

### **7.2.2 Διασύνδεση του δικτύου Φ.Α. της χώρας μας με το δίκτυο Φ.Α. της Ιταλίας.**

Η διασύνδεση αυτή θα γίνει με υποθαλάσσιο αγωγό μεταξύ Οτράντο-Ηγουμενίτσας, μήκους περί τα 180 χμ. που θα διασχίζει την Αδριατική σε βάθος 1.000 περίπου μέτρων. Ο αγωγός θα πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε στη μεν παρούσα φάση να τροφοδοτεί το σύστημα της χώρας μας από την Ιταλία, ενώ στο άμεσο μέλλον να αποτελεί την οδό τροφοδότησης της Ιταλίας και εκείθεν της Δυτικής Ευρώπης, από τα κοιτάσματα Φ.Α. του Τουρκμενιστάν, Αζερμπαϊτζάν και Ιράν. Η προοπτική αυτή είναι που καθιστά πλέον ρεαλιστική και οικονομικά βιώσιμη τη διασύνδεση Ελλάδας-Ιταλίας μέσω υποθαλάσσιου αγωγού.

### **7.2.3 Μεταφορά Υ.Φ.Α. από Τουρκμενιστάν-Αζερμπαϊτζάν και Ιράν προς τη Δυτική Ευρώπη.**

Ο αγωγός αυτός μετά τη διαδρομή του από Κασπία, Αζερμπαϊτζάν, Γεωργία και Τουρκία, πρέπει να επιδιωχθεί να περάσει μέσω Ελλάδος, ώστε να συνδεθεί τελικώς με τον υποθαλάσσιο αγωγό Ηγουμενίτσας-Οτράντο. Για το λόγο αυτό πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ως προς τη χωρητικότητα του υποθαλάσσιου αγωγού και του επίγειου αγωγού στην Ελλάδα.

#### 7.2.4 Μεταφορά Υ.Φ.Α. από την Αφρική.

Σήμερα υπάρχει η σύμβαση με την Αλγερία για την μεταφορά 0,68 δις m<sup>3</sup> /ετησίως Υ.Φ.Α. στο σταθμό της Ρεβουθούσας (2001). Μελλοντικά μπορεί είτε να αυξηθούν αυτές οι ποσότητες από την Αλγερία, είτε σε περίπτωση αδυναμίας να ανταποκριθεί η Αλγερία, να συναφθούν νέες συμβάσεις με Λιβύη και Αίγυπτο, οι οποίες ενδέχεται να είναι πιο συμφέρουσες λόγω μικρότερου κόστους μεταφοράς του Υ.Φ.Α. Ακόμη εξεταστέα τυγχάνει τεχνικοοικονομικά και η περίπτωση μεταφοράς Φ.Α. υπό πίεση 250 bar με ειδικά πλοία, είτε για ηλεκτροπαραγωγή, είτε για τη διοχέτευσή του στο δίκτυο Φ.Α. της χώρας μας.

Στα παραπάνω πλαίσια πρέπει να εξεταστεί και η οικονομική βιωσιμότητα της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών της Κρήτης αλλά και της Κύπρου από Υ.Φ.Α. με την κατασκευή τερματικών σταθμών υποδοχής του στα εδάφη τους.

Η μεταφορά του Υ.Φ.Α. γίνεται με το ειδικά κατασκευασμένο πλοίο Century που ναυλώθηκε για 8 χρόνια από τις αρχές του 1998. Μπορεί να μεταφέρει Υ.Φ.Α , αιθυλένιο , αιθάνιο, και υγραέριο μέσα σε 8 μέρες από την Αλγερία .

Διαθέτει 4 σφαιρικές δεξαμενές αλουμινίου τύπου Moss χωρητικότητας 29500 m<sup>3</sup> LNG τα οποία εντός το πολύ ενός 24ώρου διοχετεύονται στην μία από τις δεξαμενές Η πρώτη παραλαβή έγινε στις 20-11-1999 . Το αέριο αυτό που κοστίζει περισσότερο από το ρωσικό αξιοποιήθηκε κυρίως για τον εμπλουτισμό των ήδη υπάρχοντων ποσοτήτων του αερίου και τη διασφάλιση της πτώσης πίεσης που είναι σύνηθες φαινόμενο κατά τους χειμερινούς μήνες.

### 7.3 Κατανομή

Το δίκτυο κατανομής 19 bar, τροφοδοτείται από το δίκτυο μεταφοράς 60 bar, από τους Σταθμούς Τροφοδότησης 60/19 (City Gate Stations) και με τη σειρά του τροφοδοτεί τους Σταθμούς Διανομής 19/4 ή ακόμη και τους σταθμούς των βιομηχανικών πελατών. Για το δίκτυο κατανομής 19 bar χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι αγωγοί, ακολουθώντας το πρότυπο API 5L. Η ποιότητα του χάλυβα που χρησιμοποιείται είναι συνήθως GRADE B και σε ειδικές περιπτώσεις η ποιότητα GRADE X-42. Προτιμάται η πρώτη ποιότητα γιατί είναι φθηνότερη και τα πάχη των σωλήνων προσφέρονται για ευκολότερη συγκόλληση. Το μήκος των σωλήνων που αποδέχεται η ΔΕΠΑ είναι 12 μέτρων σε ποσοστό 95%. Για το υπόλοιπο 5% γίνονται αποδεκτά μήκη μεγαλύτερα των 6 μέτρων. Τα διάφορα υλικά για συγκόλληση από χάλυβα (εξαρτήματα, παροχετευτικά ταυ κλπ.) πρέπει να είναι ποιότητας ανάλογης με την ποιότητα των χαλύβδινων σωλήνων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του χαλύβδινου δικτύου κατανομής 19 bar της ΔΕΠΑ.



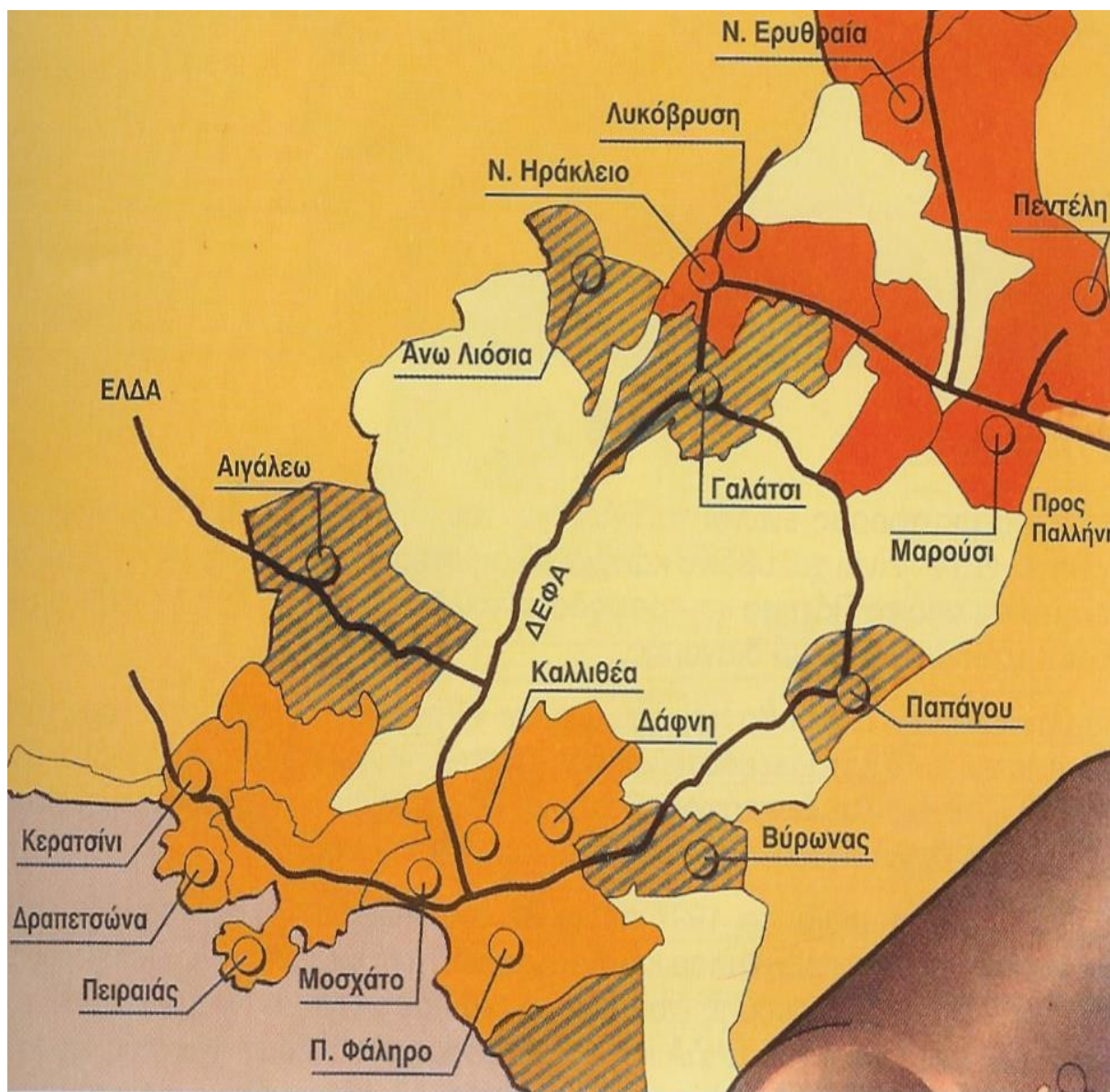
Στο δίκτυο των βιομηχανικών πελατών (έως 16 bar) τα ελάχιστα επιτρεπόμενα πάχη τοιχώματος των χρησιμοποιούμενων χαλυβδοσωλήνων δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ονομαστική Διάμετρος Σωλήνα (DN)	Ελάχιστο Πάχος Τοιχώματος (mm)
25-50	2.3
65-125	2.6
150-300	3.5
350-400	4.5
500	5

Όλες οι συνδέσεις είναι συγκολλητές. Οι χαλυβδοσωλήνες και τα λοιπά στοιχεία μορφής (εξαρτήματα) πρέπει γενικά να συνδέονται με συγκολλήσεις σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 288-1 και ειδικά για ηλεκτροσυγκολλήσεις σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 288-2. Οι εργασίες συγκολλήσεων πρέπει να εκτελούνται από προσωπικό εκπαιδευμένο και αξιολογημένο. Οι ηλεκτροσυγκολλήσεις πρέπει να γίνονται με δύο τουλάχιστον περάσματα (κορδόνια). Οι συγκολλήσεις αερίου για πάχος τοιχώματος μέχρι 3.6 mm μπορούν να γίνονται με ένα πέρασμα.



Παρακάτω φαίνεται ο χάρτης δικτύου κατανομής στις περιοχές της Αττικής.



Δίκτυο κατανομής(μέσης Πίεσης 19 bar) στις περιοχές της αττικής

Εκτός των χαλύβδινων σωλήνων τα δίκτυα υψηλής και μέσης πίεσης αποτελούνται από:

- Σταθμούς συμπίεσης
- Μετρητικούς σταθμούς στα σημεία εισαγωγής αερίου στον αγωγό, παροχής αερίου σε πελάτες και σε σημεία ελέγχου
- Σταθμούς ρύθμισης της πίεσης του αερίου, κυρίως σε διακλαδώσεις ή στα σημεία σύνδεσης με την μέση πίεση
- Σταθμούς ρύθμισης της ροής του αερίου
- Βαννοστάσια
- Διατάξεις καθαρισμού του αερίου
- Μονάδες αφύγρανσης αερίου εφόσον απαιτείται
- Συλλέκτες συμπυκνωμάτων
- Διατάξεις προσθήκης οσμής
- Σταθμούς αποστολής και υποδοχής ξεστρών (scraper stations)
- Κέντρα ελέγχου και διανομής φορτίου όπου γίνεται ο έλεγχος του συστήματος (παρακολούθηση διακύμανσης φορτίων, παροχής προς πελάτες, ομαλής λειτουργίας του συστήματος μεταφοράς) η συντήρηση δικτύου και ο προγραμματισμός λειτουργίας
- Control room
- Σύστημα επικοινωνιών και μεταφοράς δεδομένων:  
Σταθερή τηλεφωνία (καλώδιο κατά μήκος του αγωγού) , σταθμοί κινητής τηλεφωνίας, σύστημα τηλεμετρίας, τηλεχειρισμού και μεταφοράς δεδομένων (SCADA)
- Χώρους αποθήκευσης αερίου (αεροφυλάκια, υπόγειες αποθήκες, δεξαμενές Υ.Φ.Α.)

Στο δίκτυο κατανομής 19 bar τοποθετούνται ανά τακτικές αποστάσεις βάνες αποκοπής, για να μπορούμε να απομονώνουμε τμήματα του δικτύου σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή συντήρησης. Η απόσταση αυτή είναι 2,5-3 km περίπου. Οι βάνες που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο κατανομής είναι σφαιρικές, πλήρους διάτρησης, πυρασφαλείς και με συγκολλητά άκρα. Μόνο σε επιφανειακές εγκαταστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν φλαντζωτές βάννες.

Πρέπει όλες οι βάνες του δικτύου να συνοδεύονται από τα παρακάτω πιστοποιητικά κατασκευής και δοκιμών:

- ✓ Δοκιμή στεγανότητας κορμού (shell test)
- ✓ Δοκιμή στεγανότητας εδράνων (seal test)



Σε κάθε βάνα αποκοπής τοποθετούνται και από τις δύο πλευρές εξαεριστικά, για τη γρήγορη εκτόνωση του αερίου. Τα εξαεριστικά αυτά έχουν λειτουργία by pass. Η διάστασή τους καθορίζεται από το γεγονός ότι σε περίπτωση που απομονωθεί κάποιο τμήμα του δικτύου, υπάρχει η δυνατότητα να αδειάσει αυτό σε περίπου 15 λεπτά. Οι βάνες του δικτύου είναι θαμμένες και προεκτείνεται ο άξονάς τους μέχρι την επιφάνεια του δρόμου, όπου καλύπτονται με φρεάτιο. Στις βάνες εκείνες που θέλουμε να έχουμε τηλεχειρισμό, κατασκευάζεται ανάλογο φρεάτιο, όπου τοποθετείται μαζί με τους αντίστοιχους ηλεκτροκινητήρες. Επειδή το σώμα του ηλεκτροκινητήρα πρέπει να γειωθεί, είναι υποχρεωτική η τοποθέτηση μονωτικών συνδέσμων στους αγωγούς, πριν αυτοί εισέλθουν στο φρεάτιο. Τα τμήματα των αγωγών πριν τους μονωτικούς συνδέσμους βραχυκυκλώνονται, ώστε να υπάρχει συνέχεια στην καθοδική προστασία των αγωγών.

Επειδή όλος ο κύριος σωληναγωγός πρέπει να είναι κατάλληλος για διέλευση ξέστρου (rig), πρέπει όλες οι καμπύλες του δικτύου να είναι ακτίνας τουλάχιστον  $3d$  (όπου  $d$  η διάμετρος του αγωγού). Όλα τα τμήματα του δικτύου πρέπει να έχουν τους ειδικούς οδηγούς για να διευκολύνουν τη διέλευση ξέστρου. Τα ξέστρα καθαρισμού (cleaning rigs) διέρχονται από νεκρό αγωγό είτε για τον πρώτο και δεύτερο καθαρισμό, είτε για την εξαγωγή του νερού μετά την υδραυλική δοκιμή του αγωγού. Αυτά προχωρούν στον αγωγό με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα. Τα έξυπνα ξέστρα (intelligent rigs) χρησιμοποιούνται σε ζωντανό αγωγό για να διαπιστωθεί η εσωτερική κατάστασή του. Εξετάζεται, δηλαδή, η κυκλικότητα, το πάχος τοιχώματος και οι συγκολλήσεις. Για την αποστολή και παραλαβή του ξέστρου χρησιμοποιούνται κατάλληλοι σταθμοί, που είναι συνήθως εγκατεστημένοι στους Σταθμούς Τροφοδότησης 70/19 (City Gate Stations).

Οι Σταθμοί Διανομής 19/4 bar (M/R Stations) τροφοδοτούν το δίκτυο διανομής 4 bar με μια σταθερή πίεση. Ανεξάρτητα από τη ροή του αερίου και την πίεση τροφοδότησης του Σταθμού αποτελούνται από:

#### **A) Ρυθμιστή αερίου (Gas Regulator)**

Ο ρυθμιστής αερίου αναλαμβάνει να ρυθμίσει στην έξοδό του την πίεση του αερίου, ανεξάρτητα από την ροή του αερίου και την πίεση εισόδου στο ρυθμιστή.

Υπάρχουν δύο κυρίως είδη ρυθμιστών:

- Ρυθμιστής ελατηρίου
- Ρυθμιστής με πιλότο

Οι ρυθμιστές με πιλότο έχουν καλύτερη ακρίβεια ρύθμισης ( $\pm 1\%$  έως  $\pm 1.5\%$ ) έναντι των ρυθμιστών με ελατήριο ( $\dots 2\%$  έως  $\dots 2.5\%$ ) και γι' αυτό στους σταθμούς M/R χρησιμοποιούνται ρυθμιστές με πιλότο. Οι ρυθμιστές με ελατήριο έχουν πιο γρήγορη ανταπόκριση στις απότομες αλλαγές της ροής και γι' αυτό χρησιμοποιούμε τέτοιους ρυθμιστές σε βιομηχανικούς σταθμούς, όπου η παροχή αερίου είναι διακοπτόμενη (π.χ. τροφοδοσία λέβητα).

## **B) Φίλτρο**

Είναι χάρτινου τύπου και σκοπό έχει να φιλτράρει το αέριο πριν εισέλθει στο ρυθμιστή και τοποθετείται ακριβώς μετά τη βάννα εισόδου του Σταθμού. Η ικανότητα φιλτραρίσματος είναι 5  $\mu\text{m}$ .

## **Γ) Βάνα ακαριαίας διακοπής**

Είναι ένας μηχανισμός, ο οποίος διακόπτει την παροχή αερίου στην περίπτωση που η πίεση εξόδου ανέβει πάνω από ένα προκαθορισμένο όριο πίεσης. Η βάννα τοποθετείται πριν από το ρυθμιστή ή μπορεί να είναι ενσωματωμένη με το ρυθμιστή.

## **Δ) Ανακουφιστική βαλβίδα**

Η βαλβίδα αυτή έχει σκοπό να ανακουφίζει την πίεση εξόδου στην περίπτωση που η πίεση αυτή υπερβεί ένα καθορισμένο όριο. Η πίεση στην οποία θα λειτουργήσει η ανακουφιστική βαλβίδα είναι μεταξύ της πίεσης του ρυθμιστή και της πίεσης που θα λειτουργήσει η βάννα ακαριαίας διακοπής, ενώ η θέση τοποθετήσεώς της είναι μετά το ρυθμιστή. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας η βάννα ακαριαίας διακοπής είναι ανοιχτή και η ανακουφιστική βαλβίδα κλειστή.

## **Ε) Επιτηρητής ρυθμιστής**

Ο ρυθμιστής αυτός είναι μόνιμα ανοιχτός, στην περίπτωση όμως αστοχίας του κυρίως ρυθμιστή (π.χ. σχίσιμο της μεμβράνης), τότε αναλαμβάνει ο επιτηρητής ρυθμιστής να ρυθμίζει την πίεση εξόδου. Φυσικά, η πίεση που θα αναλάβει ο επιτηρητής ρυθμιστής είναι μεγαλύτερη από αυτή του κυρίως ρυθμιστή.

## **ΣΤ) Μετρητής αερίου**

Στην έξοδο του σταθμού υπάρχει η μετρητική μονάδα του αερίου. Ένας μετρητής προσδιορίζει την ποσότητα που περνάει από μια τομή αγωγού σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Υπάρχουν δύο είδη μετρητών:

- ✓ Επαγωγικοί, που βασίζονται στη μέτρηση διαφόρων μεγεθών και στην συνέχεια στον υπολογισμό του όγκου με τη βοήθεια των εξισώσεων ροής.
- ✓ Ογκομετρικοί, που μετρούν απευθείας τον όγκο διερχόμενου αερίου.

Τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν έναν μετρητή (τα μετρολογικά του χαρακτηριστικά) είναι:

- Η μέγιστη και η ελάχιστη παροχή : Ένας μετρητής μετράει αξιόπιστα (δίνει αποδεκτό μέγεθος σφάλματος) μόνο αν η παροχή που περνάει από μέσα του βρίσκεται ανάμεσα σε ένα συγκεκριμένο μέγιστο και ελάχιστο.
- Η απορρόφηση πίεσης : Είναι η πτώση πίεσης που προκαλείται από την παρεμβολή στη γραμμή του μετρητή.
- Η πίεση εκκίνησης : Ο μετρητής αρχίζει να λειτουργεί αφού η πίεση ξεπεράσει ένα ελάχιστο όριο.

Οι παραπάνω διατάξεις – εκτός βέβαια του μετρητή – βρίσκονται τοποθετημένες σε μια γραμμή του σταθμού που ονομάζεται “ρεύμα” (Stream). Ο σταθμός έχει δύο τέτοια ρεύματα, ακριβώς εναλλάξιμα για λόγους ασφαλείας. Επίσης, στην περίπτωση που θέλουμε να απομονώσουμε και τα δύο ρεύματα, υπάρχει παράλληλα και μία γραμμή με μία βάνα ρύθμισης για χειροκίνητη ρύθμιση της πίεσης.

## 7.4 Διανομή

Το υφιστάμενο δίκτυο της ΔΕΦΑ ξεκινά από τα διυλιστήρια Ασπροπύργου και η αρχή του έχει συνδεθεί με τη θέση Πάτημα. Από το δίκτυο της ΔΕΦΑ αξιοποιήθηκαν πάνω από 400 χλμ. μήκους αγωγών. Το φορτίο αιχμής της Αθήνας είναι μειωμένο κατά 200.000 Nm<sup>3</sup>/h στον κεντρικό αγωγό, αφού η ποσότητα αυτή είναι το αλγερινό αέριο που διοχετεύεται στο σύστημα στο Πάτημα Μεγάρων.

Τα δίκτυα διανομής χρησιμοποιούνται για τη διανομή του φυσικού αερίου στις περιοχές άμεσης κατανάλωσης και είναι κατασκευασμένα από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE). Οι συνδέσεις με τις κατοικίες γίνονται με σωλήνες PE διαμέτρου 32 mm. Όλοι οι σωλήνες PE έχουν ονομαστική πίεση λειτουργίας 10 bar αλλά η πίεση στο δίκτυο φθάνει τα 4 bar και τροφοδοτούνται τα οικιακά δίκτυα χαμηλής πίεσης. Τα δίκτυα των 4 bar είναι μορφής δένδρου και τροφοδοτούνται τουλάχιστον από δύο σημεία.

Η πίεση του δικτύου διανομής στους τομείς είναι 100 mbar και η πίεση στις εγκαταστάσεις των οικιών ρυθμίζεται, έτσι ώστε να κυμαίνεται μεταξύ 18 και 23 mbar.

Τα κύρια όργανα του δικτύου διανομής είναι οι διακόπτες (συρτές, δικλείδες, κρουνοί ή κλαπέτα), οι ρυθμιστές (με ελατήριο και με αντίβαρο) για μεγάλη ακρίβεια ρύθμισης και ασφαλές κλείσιμο και τέλος τα όργανα ασφαλείας.

Τα όργανα ασφαλείας είναι

- όργανα διακοπής της παροχής του φυσικού αερίου
- όργανα που διώχνουν το αέριο προς την ατμόσφαιρα.

Τα πρώτα τοποθετούνται πριν τον ρυθμιστή και διακόπτουν την παροχή, όταν η πίεση εξόδου πέσει κάτω από ορισμένο όριο που σημαίνει ότι κάπου υπάρχει μεγάλη διαφυγή. Τα ασφαλιστικά ατμόσφαιρας τοποθετούνται μετά το ρυθμιστή και σκοπός τους είναι σε περίπτωση αύξησης της πίεσης εξόδου να εκδιώξουν το αέριο προς την ατμόσφαιρα ώστε να μη ενεργοποιηθεί το ασφαλιστικό διακοπής. Αυτά είναι δύο ειδών με αντίβαρο και με ελατήριο.

Η τυχόν διαρροή στην πίεση ακούγεται με έντονο σφύριγμα και το μείγμα φυσικού αερίου - αέρα θα αναφλέγει σε ύψος 3 - 4 μέτρων. Η δε φλόγα θα καθυστερήσει να κατέλθει στο επίπεδο του δρόμου.

Ο εντοπισμός των υπόγειων σωληνώσεων και καλωδιώσεων κατά τη διάρκεια των έργων γίνεται με συσκευή radiodetection (TEMA).

## 8. Σύστημα Αποθήκευσης Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου

### 8.1. Γενικά

Το Υ.Φ.Α περιλαμβάνει εγκατάσταση υποδοχής αποθήκευσης και αεριοποίησης του LNG :

- Ειδικές λιμενικές εγκαταστάσεις για την εκφόρτωση του LNG από ειδικά κατασκευασμένα δεξαμενόπλοια.
- Σύστημα εκφόρτωσης για 2 αφίξεις το μήνα.
- Δύο δεξαμενές χωρητικότητας 60000 κυβικών μέτρων η κάθε μια που είναι υπόγειες μέχρι το ύψος πλήρωσης τους με LNG .
- Συμπιεστές και εμβαπτιζόμενες αντλίες
- Συγκρότημα αεριοποιητών LNG δηλαδή εναλλάκτες θαλασσινού νερού, αεριοποιητές καύσης και ρευστού .
- Μονάδα παραγωγής αζώτου που μαζί με το νερό χρησιμεύει για την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών. Σε περίπτωση διαρροών, υπάρχουν κλειστοί σκυρόδεμένοι τάφροι και σε επιλεγμένες θέσεις ανιχνευτές χαμηλής θερμοκρασίας .
- Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας(αεροστροβίλων) για την ενεργειακή αυτονομία των εγκαταστάσεων.
- Σύστημα πυρσού απαερίων με πυρσούς εδάφους .
- Σύστημα πυροπροστασίας
- Βοηθητικές παροχές



## **8.2 Περιγραφή διεργασίας σε έναν τερματικό σταθμό.**

Συνήθως οι τερματική σταθμοί αποτελούν την δεύτερη πηγή εισαγωγής και διάθεσης του φυσικού αερίου.

Σε ένα σταθμό το φυσικό αέριο όπως αναφέραμε αποθηκεύεται σε υγρά μορφή και εν συνέχεια αεριοποιείται για να ενωθεί με τον κυρίως αγωγό η αγωγούς του δικτύου μίας χώρας. Οι σταθμοί σχεδιάζονται για να καλύπτουν κανονικές παροχές και παροχές εκτάκτου ανάγκης ( διακοπή τροφοδοσίας , οι υπερφόρτωση δικτύου ).

### **8.2.1 Αποθήκευση Υ.Φ.Α**

Οι δεξαμενές έχουν συνήθως μέγιστη πίεση λειτουργίας 250 / mbar και, συνήθως, η ποσότητα των απαερίων που δημιουργούνται ανέρχεται σε 0.075 % την ημέρα επί του συνολικού όγκου της δεξαμενής αν υποθεθεί ότι, περιείχε υγρό μεθάνιο. Οι γραμμές πλήρωσης και. εκκένωσης της δεξαμενής για λόγους ασφαλείας εισέρχονται- και εξέρχονται, από την οροφή των δεξαμενών.

Ειδική προσοχή πρέπει να δοθεί, στο σύστημα οργάνων της δεξαμενής. Ικανός αριθμός συστημάτων συναγερμού και, παύσης λειτουργίας της δεξαμενής λαμβάνεται, υπ' όψη για λόγους υψηλής ασφάλειας του σταθμού.

Πρέπει, να λαμβάνονται υπ' όψη όλα εκείνα τα μέσα που επιτρέπουν την φόρτωση των δεξαμενών τόσο από την κορυφή όσο και από τον πυθμένα αναλόγως του ειδικού Βάρους του υπάρχοντος ΥΦΑ για την αποφυγή του φαινομένου roll over.

Κατά την διάρκεια της εκφόρτωσης η πίεση εντός της δεξαμενής διατηρείται γύρω στα 250 mbarg ενώ η πίεση κορεσμού στις δεξαμενές του πλοίου μπορεί και να είναι 175 mbarg. Αν πληρούνται αυτές οι συνθήκες, οι οποίες ανταποκρίνονται στην χειρότερη των περιπτώσεων από πλευράς λειτουργίας, τότε όλα τα απαέρια που δημιουργούνται μπορεί ο κάθε σταθμός να τα χειρίζεται χωρίς να οδεύουν στον πυρσό. Ο σταθμός όμως πρέπει να είναι σε θέση να εκφορτώνει και πλοίο με πίεση κορεσμού 250 mbarg ,οπότε η περίσσεια των απαερίων θα οδεύει υποχρεωτικά προς τον πυρσό.

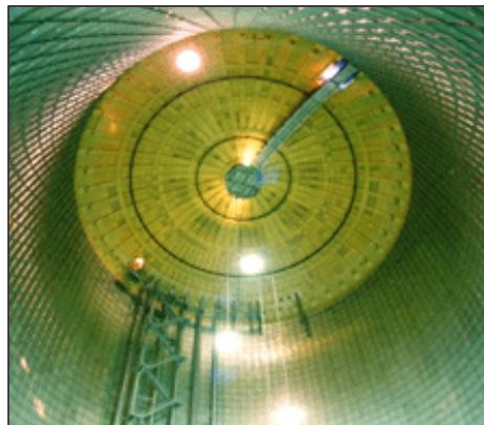


Το Αλγερινό αέριο , που έχει περισσότερες θερμίδες , παραδίδεται στον θερματικό σταθμό υποδοχής όπου υπάρχουν δύο βραχίονες μήκους 12 ποδιών για την εκφόρτωση από την προβλήτα προς τις δεξαμενές που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τα πρότυπα NFRA 59A.

Η νησίδα υγροποίησης έχει ήδη κάνει την επεξεργασία ώστε να έχουν απομακρυνθεί τα στερεά σωματίδια, το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό τα οποία ενδέχεται να δημιουργήσουν προβλήματα στη λειτουργία.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης Υ.Φ.Α. είναι από σκυρόδεμα, βάθους 26 m, σε διάμετρο 77 m .

Ο πυθμένας εδράζεται σε ειδικές χαλύβδινες κατασκευές ύψους 2m με φράγμα υδρατμών και ειδική μόνωση.



Στο εσωτερικό των δύο πανομοιότυπων δεξαμενών κυκλοφορεί άζωτο για αποφυγή ανάφλεξης του Υ.Φ.Α. Η θολωτή οροφή έχει εσωτερική μεταλλική επένδυση κρεμασμένη με αναρτήρες . Το Υ.Φ.Α προσάγεται με την βοήθεια αντλιών τοποθετημένων στην οροφή. Οι δεξαμενές διαπερνώνται στο πάνω μέρος από σωλήνες, υπάρχει δε στην πλευρά της δεξαμενής στήριξη των σωλήνων. Εξωτερικά υπάρχει σύστημα πυρόσβεσης με ψεκαστήρες και στον πυθμένα εκσκαφής υπάρχει σύστημα απαγωγής των όμβριων υδάτων . Η στήριξη των δεξαμενών χει γίνεται σε χαλύβδινους στύλους με εφέδρανα πλήρως απομονωμένης από το μπετόν .

## 8.2.2 Αεριοποίηση Υ.Φ.Α.

Η μεταφορά θερμότητας στο Υ.Φ.Α. από τους αεριοποιητές γίνεται εξής τρία στάδια.

- Θέρμανση του Υ.Φ.Α. στο σημείο βρασμού.
- Αεριοποίηση της υγρής φάσης.
- Υπερθέρμανση της αερίου φάσης στην θερμοκρασία εξόδου.

Κατά την διάρκεια της πρώτης φάσης το Υ.Φ.Α. θερμαίνεται έως το σημείο βρασμού. Σε αυτό το σημείο αρχίζει η εξάτμιση και το Υ.Φ.Α. βρίσκεται σε ισορροπία με την αέριο φάση του. Κατά την διάρκεια του δεύτερου σταδίου αρχίζει η αύξηση της αερίου φάσης στο μίγμα, καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία, πλησιάζοντας στο σημείο δρόσου όπου δεν υπάρχει πλέον υγρή φάση και τελικά στο τρίτο στάδιο γίνεται η υπερθέρμανση της αερίου φάσης μέχρι την θερμοκρασία των 3-6 οC περίπου.

Βέβαια η διεργασία δεν είναι τόσο απλή διότι η κριτική πίεση μεταβάλλεται συνεχώς, αφενός μεν διότι μεταβάλλεται η πίεση των αντλιών πριν τους αεριοποιητές κατά την διάρκεια της ημέρας από 25—65 bar συνήθως, αναλόγως της ζήτησης, αφετέρου μεταβάλλεται αναλόγως του μοριακού βάρους του Υ.Φ.Α.. Επομένως ένας σχεδιαστής θα πρέπει να γνωρίζει επακριβώς το εύρος αυτών των τιμών για να σχεδιάσει έναν αεριοποιητή.

Υπάρχουν τέσσερις τύποι αεριοποιητών αναλόγως της πηγής θέρμανσης του Υ.Φ.Α.

1. Αυτοί των οποίων η πηγή είναι ενσωματωμένη με τον κεντρικό αεριοποιητή "Integral Heated".
2. Αυτοί των οποίων η πηγή είναι απομακρυσμένη από το όλο σύστημα "Remote Heated".
3. Αυτοί οι οποίοι αντλούν την θερμότητα από το περιβάλλον "Ambient Heated".
4. Αυτοί που αντλούν την αναγκαία θερμότητα από κάποια διεργασία θερμοδυναμική ή χημική "Process Heated".

- Στον πρώτο τύπο αεριοποιητών ανήκουν οι "**submerged vaporizers**".

Εξετάζοντας λοιπόν τον πρώτο τύπο "Integral heated vaporizers" μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν δύο τύποι στο εμπόριο.

Στον πρώτο τύπο τα αέρια από την καύση του φυσικού αερίου έρχονται κατ'ευθείαν σε επαφή με τις σωληνώσεις από όπου διέρχεται Υ.Φ.Α.



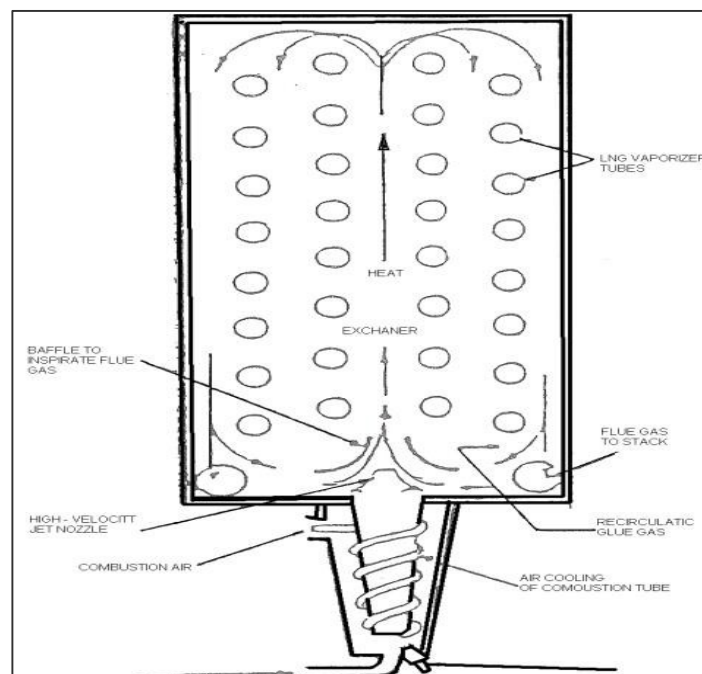
Ενώ στον δεύτερο τα αέρια διέρχονται από ένα λουτρό το οποίο είναι γεμάτο με νερό. Αυτό έχει ως συνέπεια να θερμαίνεται το νερό και να ανταλλάσσει θερμότητα με τις σωληνώσεις όπου διέρχεται το Υ.Φ.Α.

Ένα παράδειγμα του πρώτου τύπου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Μπορούμε να χωρίσουμε το όλο σύστημα σε δύο μέρη, στον θάλαμο καύσης και στο σύστημα εναλλαγής θερμότητας.

Η αρχή λειτουργίας θα μπορούσε να συνοψισθεί ως εξής :

Ο απαραίτητος αέρας για την καύση εισέρχεται από ένα φυγοκεντρικό ανεμιστήρα μέσω ενός σωλήνα στο μεσοδιάστημα μεταξύ δύο κώνων. Η ταχύτητα του αέρα αυξάνει όσο η διάμετρος των κώνων ελαττώνεται με αποτέλεσμα στην έξοδο να έχουμε μια πολύ καλή ανάμιξη αέρα και καυσίμου και επιτυγχάνεται η τέλεια στοιχειομετρική καύση. Η εξερχόμενη μάζα αέρα και προϊόντων καύσης ταχύτητας περίπου (92 m/s) εισέρχεται στον θάλαμο όπου γίνεται η εναλλαγή Θερμότητας.

Πριν την είσοδο υπάρχουν ειδικά διαφράγματα τα οποία αναπτύσσουν το φαινόμενο Venturi με αποτέλεσμα να γίνεται μια ανακυκλοφορία της όλης αερίου μάζας και τα ψυχρά ρεύματα να αναμιγνύονται με τα θερμά που μόλις εισέρχονται στον θάλαμο. Έτσι επιτυγχάνεται να υπάρχουν ομοιογενείς θερμοκρασίες στον θάλαμο και η ανακυκλοφορία να εξασφαλίζει ομοιογενή εναλλαγή θερμότητας γύρω από τον κάθε σωλήνα μεταφοράς Υ.Φ.Α.

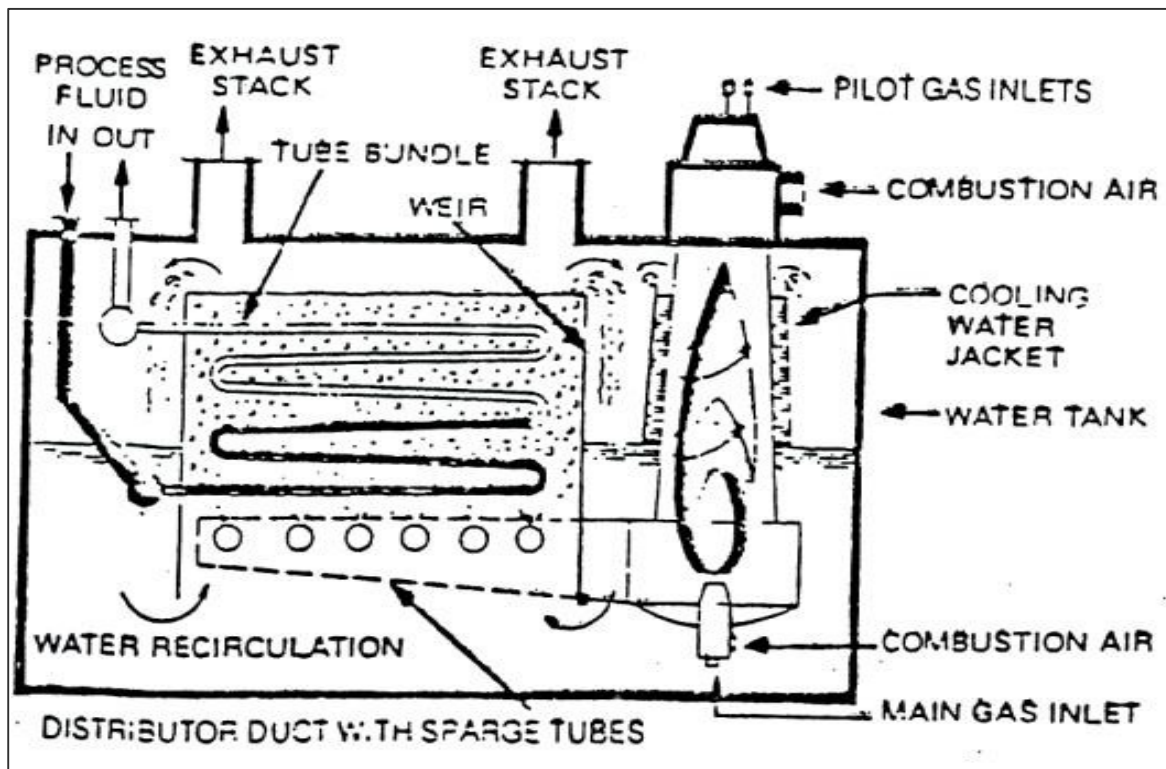


- Ο άλλος τύπος που κυκλοφορεί στο εμπόριο "**submerged combustion**" βασίζεται στην εξής αρχή όπως φαίνεται παρακάτω στην εικόνα :

Τα προϊόντα της καύσης καταλήγουν με ένα σύστημα σωλήνων μέσα σε ένα λουτρό γεμάτο νερό και κάτω από τους σωλήνες μεταφοράς Υ.Φ.Α. Οι σωλήνες αυτοί με ειδικές οπές σε όλη τους την επιφάνεια αφήνουν τα αέρια να εισέλθουν μέσα στο λουτρό και να εναλλάξουν θερμότητα με το νερό σε όλο το μήκος και πλάτος του λουτρού. Οι φυσαλίδες που σχηματίζονται ανέρχονται στην επιφάνεια και αφού περάσουν μέσα από τα μεσοδιαστήματα που αφήνουν οι σωλήνες Υ.Φ.Α. προκαλούν στροβιλισμό σε όλη την μάζα του νερού. Έτσι επιτυγχάνεται υψηλής απόδοσης ομοιομορφία και εναλλαγή θερμότητας μεταξύ νερού και σωλήνων Υ.Φ.Α.

Υψηλή απόδοση εναλλαγής θερμότητας παρατηρείται επίσης και μεταξύ προϊόντων καύσης και νερού. Διότι μετά την καύση επέρχεται συμπύκνωση του νερού των προϊόντων της καύσης και αποβολή όλης της θερμότητας μέσα στο νερό του λουτρού.

Η θερμοκρασία λειτουργίας του λουτρού ανέρχεται σε (38-55 °C) ενώ η ίδια θερμοκρασία επικρατεί και στον χώρο των αερίων της καμινάδας. Η απόδοση φτάνει έτσι γύρω στο 93-95%. Αποτέλεσμα των ανωτέρω είναι ότι λόγω της ομοιομορφίας της θερμοκρασίας σε όλο τον χώρο του λουτρού δεν υπάρχουν θερμικές τάσεις στις σωληνώσεις. Δεν υπάρχει περίπτωση σχηματισμού πάγου στις σωληνώσεις λόγω της συνεχούς αναμίξεως του νερού. Υπάρχει ασφάλεια εάν σημειωθεί διαρροή Υ.Φ.Α. στις σωληνώσεις και τέλος σε περίπτωση ξαφνικής διακοπής το Υ.Φ.Α. που έχει απομείνει εντός των σωλήνων αεριοποιείται σιγά-σιγά λόγω της θερμοχωρητικότητας του λουτρού.



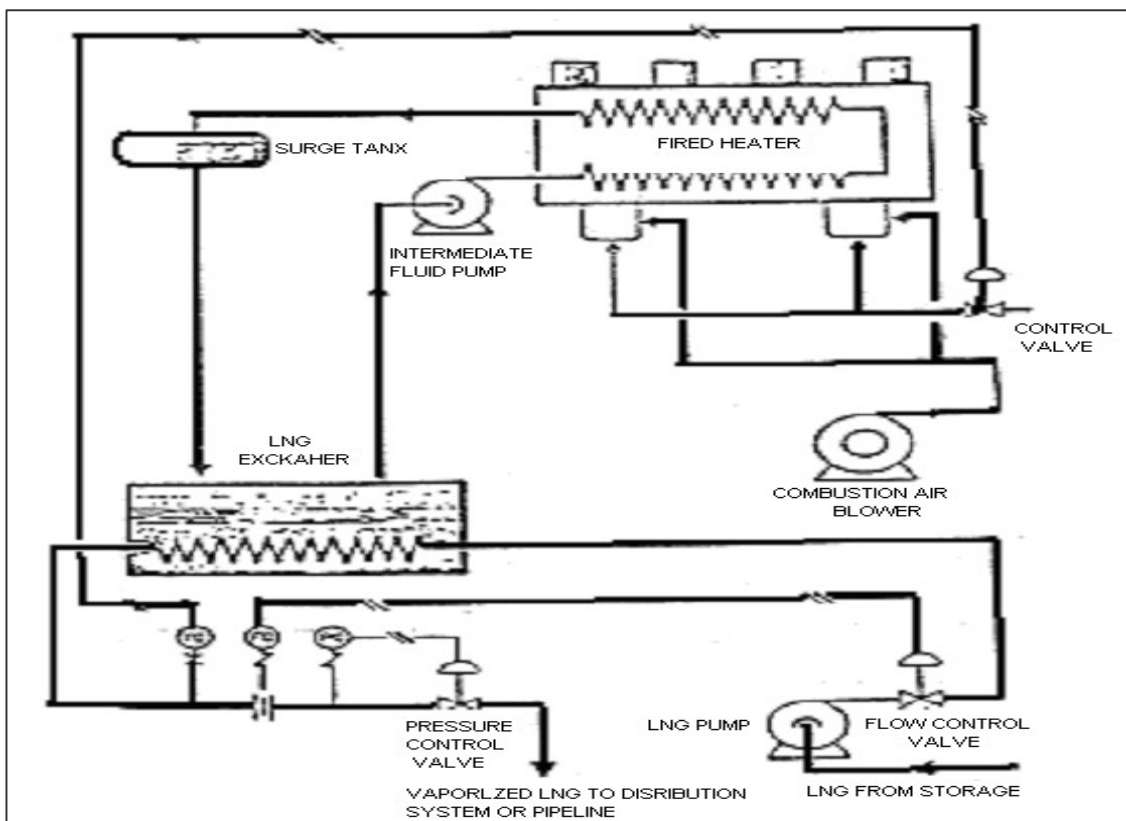
- Στον **δεύτερο τύπο αεριοποιητών** ανήκουν αυτοί όπου η πηγή θέρμανσης είναι ξεχωριστή από το σύστημα αεριοποίησης και χρησιμοποιώντας ένα ενδιάμεσο υγρό (ατμός, ισοπεντάνιο, γλυκόλη κ.λ.π) μεταφέρουμε την θερμότητα για την αεριοποίηση του Υ.Φ.Α.

Ένα τυπικό σχήμα φαίνεται παρακάτω στην εικόνα. Σε ένα ξεχωριστό θάλαμο καύσης θερμαίνεται το ενδιάμεσο ρευστό το οποίο εν συνέχεια οδεύει με μια αντλία στον εναλλάκτη θερμότητας. Εκεί αεριοποιείται το Υ.Φ.Α και επιστρέφει πίσω στον θάλαμο καύσης. Ο λόγος που πυροδότησε τη δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος ήταν η ανάγκη για αυξημένη ασφαλεία. Σε αυτόν τον τύπο ο θάλαμος καύσης απέχει αρκετά από του σωλήνες μεταφοράς Υ.Φ.Α. και η παραμικρή διαρροή δεν έχει καμία επίπτωση.

Το ενδιάμεσο υγρό μπορεί να είναι γλυκόλη, ισοπεντάνιο η προπάνιο η μίγμα αυτών αν και τα τελευταία είναι εκρηκτικά και δεν διασφαλίζουν την φιλοσοφία της ασφαλείας για την οποία αναπτύχθηκε αυτός ο τύπος των αεριοποιητών.

Τέλος το καλλίτερο μίγμα απεδείχθη ότι είναι νερό με γλυκόλη σε θερμοκρασία λειτουργίας 82C. Το μίγμα αυτό συσσωρεύεται σε ένα δοχείο στην κορυφή κάθε μονάδος και ρέει λόγω βαρύτητας στην εξωτερική επιφάνεια των plates, αντίθετα με τη ροή του Υ.Φ.Α. Τα plates είναι έτσι συνδεδεμένα με την οροφή της εγκατάστασης ούτως ώστε μετά την αεριοποίηση οι θερμικές τάσεις να μην έχουν επίδραση στα plates . Στο κάτω τμήμα υπάρχει ειδική υποδοχή για την συλλογή του μίγματος και την άντληση του για την επαναχρησιμοποίηση του.

Τέλος όπου υπάρχει διαθέσιμος ατμός αποτελεί την εύκολη λύση για την αεριοποίηση του Υ.Φ.Α



- Στον **τρίτο τύπο αεριοποιητών** ανήκουν αυτοί που λαμβάνουν την απαραίτητη θερμότητα από την ατμόσφαιρα, το θαλασσινό νερό ή από κάποια γεωθερμική πηγή που υπάρχει κοντά στις εγκαταστάσεις.

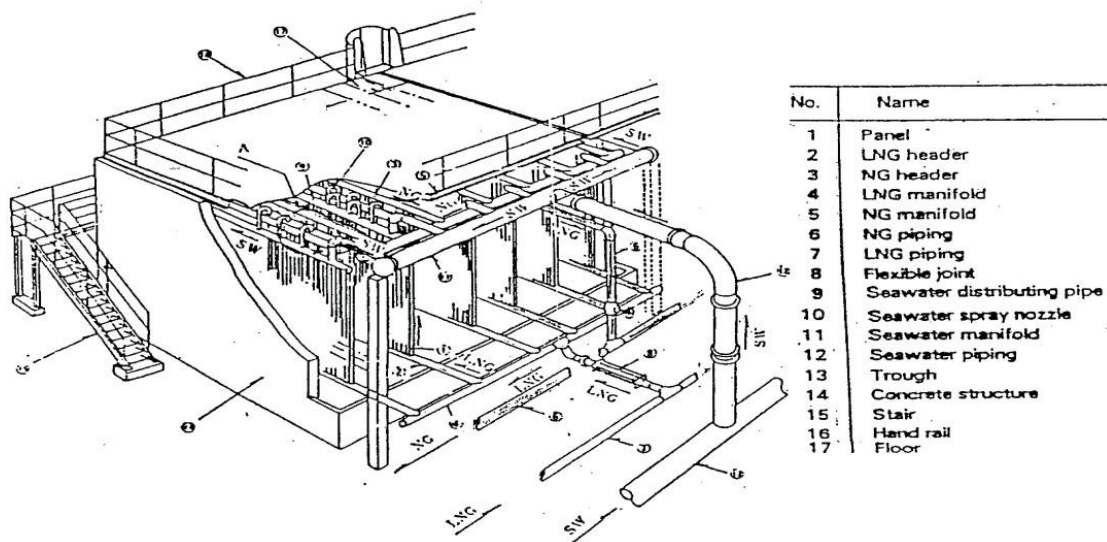
Οι αεριοποιητές που αντλούν το απαραίτητο ποσό ενέργειας από το περιβάλλον για την αεριοποίηση του Υ.Φ.Α. αν και έχουν υψηλό κατασκευαστικό κόστος, έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος. Αυτό είναι προφανές καθώς οι πηγές θερμότητας είναι φυσικές και βρίσκονται σε αφθονία.

Θα αναλύσουμε το παράδειγμα ενός τέτοιου αεριοποιητή, του "sec water vaporizer". Η αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου αεριοποιητή είναι η εξής.

Το θαλασσινό νερό συλλέγεται στην κορυφή υπερχειλίζει και ρέει υπό μορφή film σε panels όπου υπάρχουν πολλοί, κάθετοι σωλήνες από κράμα αλουμινίου με ειδική αντισκωρική επένδυση μέσα από τους οποίους διέρχεται κατά αντροπή το Υ.Φ.Α. Το film αυτό του νερού δίνει μεγάλο συντελεστή θερμικής μεταφοράς και ελαχιστοποιεί τον σχηματισμό πάγου στις σωληνώσεις .

Μετά την εναλλαγή Θερμότητας το νερό επιστρέφει στην πηγή άντλησης του. Αεριοποιητές τέτοιου τύπου λειτουργούν χωρίς κανένα πρόβλημα σε τερματικούς σταθμούς επί 14 χρόνια.

Τέλος η ιδέα για την χρησιμοποίηση του αέρα για την αεριοποίηση του Υ.Φ.Α. είναι πολύ ελκυστική δεδομένου ότι τα έξοδα συντήρησης είναι πολύ μικρά διότι το όλο σύστημα είναι εύκολο να αποσυναρμολογηθεί και να συναρμολογηθεί. Στο ίδιο επίσης επίπεδο κυμαίνονται και τα λειτουργικά έξοδα έχουν όμως υψηλό κόστος εγκαταστάσεων και μπορούν μέχρι τώρα να αεριοποιήσουν μόνο μικρές ποσότητες Υ.Φ.Α.



- Τέλος, στον **τέταρτο τύπο αεριοποιητών** ανήκουν αυτοί που λαμβάνουν θερμότητα από κάποια χημική διεργασία αν υπάρχει τέτοια πηγή κοντά στις εγκαταστάσεις ή από κάποια θερμοδυναμική π.χ αξιοποιώντας την ψυχρά ενέργεια που προσφέρει το ίδιο το Υ.Φ.Α.

## 9. Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

### 9.1. Γενικά

Οι "αποθήκες" ενέργειας ονομάζονται "Πηγές Ενέργειας" και διακρίνονται σε **αυτογενείς** (πυρήνες ατόμων, ήλιος, γαιάνθρακες ή πετρέλαιο) και **τεχνητές** (ταμιευτήρες, ηλεκτρικοί συσσωρευτές). Επίσης διακρίνονται σε **πρωτογενείς πηγές** που περιλαμβάνουν τη δυναμική ενέργεια των πυρήνων και **δευτερογενείς** που είναι όλες οι άλλες μορφές πηγές ενέργειας.

Όσον αφορά όμως τα αποθέματα ενέργειας (ενεργειακό δυναμικό), οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε **συμβατικές ή μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**.

Οι **αυτογενείς ή πρωταρχικές** πηγές ενέργειας είναι αποθηκευμένες ή υπάρχουν στη φύση. Ο ήλιος είναι η πρωταρχική και η βασική πηγή ενέργειας της γης. Η ενέργειά του είναι αποθηκευμένη και σε άλλες πρωταρχικές πηγές, όπως στο κάρβουνο, στο πετρέλαιο, στο φυσικό αέριο στη βιομάζα και προκαλεί τον υδρολογικό κύκλο και την ενέργεια του ανέμου. Άλλες πρωταρχικές πηγές ενέργειας που υπάρχουν στη γη είναι η πυρηνική ενέργεια των ραδιενεργών στοιχείων, η θερμική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο εσωτερικό της γης και βέβαια η δυναμική ενέργεια.

Για να είναι χρήσιμη μια πηγή ενέργειας είναι αναγκαίες ορισμένες προϋποθέσεις:

- Η ενέργεια αυτή να είναι άφθονη και η πρόσβαση στην ενεργειακή πηγή εύκολη
- Να μετατρέπεται χωρίς δυσκολία σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα σύγχρονα μηχανήματα
- Να μεταφέρεται εύκολα
- Να αποθηκεύεται εύκολα

### Μη ανανεώσιμες πηγές

Αποκαλούνται έτσι γιατί δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν σε εύλογο, για τον άνθρωπο, χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια. Η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια. Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν :

- 1) Τα στερεά καύσιμα των **γαιανθράκων**, όπως λιγνίτη, λιθάνθρακα κ.α.
- 2) Τα υγρά καύσιμα που παίρνουμε με κατεργασία, όπως το **πετρέλαιο** και τα παράγωγά του.
- 3) Τα αέρια καύσιμα όπως το **φυσικό αέριο, υγραέριο** κλπ.
- 4) Την **πυρηνική ενέργεια** που παίρνουμε από τη σχάση ραδιενεργών υλικών.

## **Ανανεώσιμες πηγές**

Ως ανανεώσιμες χαρακτηρίζονται οι πηγές που θα συνεχίζουν να μας παρέχουν ενέργεια σε βάθος χρόνου. Είναι οι πηγές ενέργειας που τροφοδοτούνται συνεχώς με ενέργεια από τον **ήλιο**, όπως:

- 1) ο ίδιος ο ήλιος (ηλιακή ενέργεια),**
- 2) ο άνεμος (αιολική ενέργεια),**
- 3) οι υδατοπτώσεις (υδροηλεκτρική ενέργεια),**
- 4) η ενέργεια των κυμάτων, ρευμάτων, ωκεανών καθώς και**
- 5) η ενέργεια βιομάζας**

Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανήκει και η **γεωθερμική ενέργεια** που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

Η χρήση των ανανεώσιμων ή εναλλακτικών πηγών ενέργειας ήταν πολύ περιορισμένη σε παγκόσμια κλίμακα μέχρι πριν από μία δεκαετία περίπου. Τα τελευταία χρόνια διακρίνουμε ραγδαία ανάπτυξή τους με τις εταιρίες παραγωγής ενέργειας να στρέφονται σε αυτές λόγω της αφθονίας τους και της φιλικότητάς τους προς το περιβάλλον.

Παρακάτω θα εξετάσουμε κάποιες από τις μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας καθώς στόχος μας πάντα η σύγκριση του Φυσικού Αερίου με τις υπόλοιπες μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς προκύπτει μία πιο λογική σύγκριση.

## **9.2 Ορυκτά καύσιμα**

### **9.2.1 Λιθάνθρακας**

Ο λιθάνθρακας είναι ιζηματογενές πέτρωμα μαύρου χρώματος σκληρής υφής. Σχηματίζεται από την ενανθράκωση φυτικής ύλης μέσα στην Γη. Κύριο συστατικό του είναι ο άνθρακας, ο οποίος αποτελεί το 50% του βάρους και άνω του 70% του όγκου του πετρώματος. Είναι ορυκτό καύσιμο και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, θερμικής ενέργειας και ατσαλιού. Με ξηρή απόσταξη του λιθάνθρακα παρασκευάζεται, επίσης, το φωταέριο, μίγμα καυσίμων αερίων, αμμωνίας και άλλων ενώσεων του άνθρακα, κυρίως κυκλικών.

Στην Ελλάδα γίνονται σχέδια για την ευρεία χρήση του για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με μοναδικό κίνητρο την μεγάλη οικονομική του απόδοση αγνοώντας κάθε αρνητική επίπτωση.

Η ισχύς των μονάδων που σχεδιάζονται να δημιουργηθούν με καύσιμο τον λιθάνθρακα, αγγίζει τα 2.600 Μεγαβάτ, δηλαδή περίπου το 20% της εγκατεστημένης ισχύος στο ηπειρωτικό σύστημα της χώρας μας. Τα κίνητρα φυσικά είναι οικονομικά καθώς οι μονάδες αυτές, λόγω του χαμηλότερου κόστους καυσίμου, έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν πολύ περισσότερες ώρες σε σύγκριση με τις μονάδες φυσικού αερίου. Κατ' αυτόν τον τρόπο έχουν μεγαλύτερη οικονομική απόδοση.

## Επιπτώσεις

Τα προβλήματα που δημιουργούνται στο περιβάλλον από την καύση του λιθάνθρακα είναι πολλαπλάσια από εκείνα των μονάδων φυσικού αερίου. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι εκπομπές μιας λιθανθρακικής μονάδας ανά παραγόμενη κιλοβατώρα, συγκριτικά με τις μονάδες αερίου, είναι διπλάσιες σε διοξείδιο του άνθρακα, πενταπλάσιες σε οξείδια του θείου και τετραπλάσιες σε οξείδια του αζώτου. Επίσης, έχουν πολύ υψηλές εκπομπές σε αιωρούμενα σωματίδια και ιπτάμενη τέφρα.

Αναλυτικά οι επιπτώσεις έχουν ως εξής:

- 1) Όξινη βροχή** προκαλούμενη από τις τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του θείου και οξειδίων του αζώτου που δημιουργούν στην ατμόσφαιρα όξινες ενώσεις όπως θειικό και νιτρικό οξύ, τα οποία συμπαρασύρονται στο έδαφος από την βροχή προκαλώντας ζημιές στο αναπνευστικό σύστημα των έμβιων όντων, στο δέρμα, στις καλλιέργειες και γενικά στην πρωτογενή παραγωγή.
- 2) Ιπτάμενη τέφρα** υπό μορφή σωματιδίων αναπνεύσιμων που μπορούν να προκαλέσουν καρκίνο του πνεύμονα.
- 3)** Στην ιπτάμενη τέφρα προστίθεται και η **σκόνη** από την αποθήκευση και διακίνηση 1.365.000 τόνων λιθάνθρακα τον χρόνο που θα καταναλώνει ως καύσιμο η μονάδα αυτή.
- 4)** Η μονάδα θα παράγει ως κύριο στερεό απόβλητο **στάχτη** που υπολογίζεται να αποτελεί το 20% της καύσιμης ύλης δηλαδή ποσότητα 273.000 τόνων το χρόνο. Μαζί με τα υπόλοιπα στερεά απόβλητα θα πρέπει να εναποτίθενται σε ειδικά διαμορφωμένο και αδειοδοτημένο ΧΥΤΑ συνολικής χωρητικότητας για τα χρόνια που θα λειτουργεί ο σταθμός πάνω από 30.000.000 κυβ. μέτρα. Άρα ένας χώρος της περιοχής περίπου 500-1000 στρέμματα θα καταστραφεί.
- 5)** Υπολογίζεται ότι για την ψύξη θα χρησιμοποιείται θαλάσσιο νερό ποσότητας 500.000 - 1.000.000 κυβ. μέτρων/ χρόνο το οποίο θα απορρίπτεται πίσω από μέση θερμοκρασία 50-60 βαθμούς Κελσίου το λιγότερο, με ανυπολόγιστες **ζημιές στον ενάλιο πλούτο** και την θαλάσσια πανίδα και χλωρίδα.
- 6)** Ο λιθάνθρακας επίσης περιλαμβάνει χαμηλές ποσότητες **ουρανίου, θορίου και άλλων ραδιενεργών ισοτόπων** που συναντάμε στην φύση σαν ιχνοστοιχεία. Όμως παρά το γεγονός ότι οι ουσίες αυτές εμφανίζονται σαν προσμείξεις ιχνοστοιχείων, η μεγάλη ποσότητα ανθρακίτη (λιθάνθρακα) που καίγεται μπορεί να δημιουργήσει σημαντική **ραδιενεργή ρύπανση**.
- 7) Ιχνοστοιχεία υδραργύρου** μπορεί να υπάρχουν στον λιθάνθρακα. Η καύση του θα προκαλέσει εκπομπές υδραργύρου που είναι ένα νευροτοξικό βαρύ μέταλλο με την ιδιότητα να συσσωρεύεται στην τροφική αλυσίδα και ιδιαίτερα επικίνδυνο στα υδατικά οικοσυστήματα.



## 9.2.2 Φαιάνθρακας (Λιγνίτης)

Ο λιγνίτης, καλούμενος και φαιάνθρακας, είναι οργανικής προελεύσεως πέτρωμα, του οποίου το κύριο στοιχείο είναι ο άνθρακας (με περιεκτικότητα από 50% έως 70%). Περιέχει, επίσης, νερό, υδρογόνο, οξυγόνο και άζωτο. Είναι πέτρωμα χωρίς σχηματισμένους κρυστάλλους, δηλαδή άμορφο.

Είναι χαμηλότερης περιεκτικότητας σε άνθρακα από τον λιθάνθρακα και θεωρείται το χειρότερης ποιότητας καύσιμο άνθρακα, ωστόσο έχει υψηλότερη περιεκτικότητα άνθρακα από την τύρφη.

Προέρχεται από την εξανθράκωση κυρίως φυτικών οργανισμών, η δε θερμική αξία του είναι μικρότερη από του ανθρακίτη. Χρησιμοποιείται κυρίως στα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Άλλες χρήσεις του είναι για την παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων, στην γεωργία κ.α. Το χρώμα του είναι καφέ-μαύρο και περιέχει 35-65% υγρασία

Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε ενέργεια και της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία, ο λιγνίτης δεν μπορεί να μεταφερθεί εύκολα κι ως εκ τούτου χρησιμοποιείται από εργοστάσια που είναι τοποθετημένα πολύ κοντά σε ορυχεία λιγνίτη. Για τους ίδιους λόγους ο λιγνίτης δεν αποτελεί συχνό εμπόρευμα στη παγκόσμια αγορά, αλλά χρησιμοποιείται τοπικά από την κάθε χώρα εξόρυξής του.

### Επιπτώσεις

**1)** Το υψηλό ποσοστό υγρασίας του λιγνίτη τον κάνει εξαιρετικά επικίνδυνο για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία καθώς από την καύση του προκαλείται μεγάλη ατμοσφαιρική ρύπανση, κάτι που έχει κάνει διάφορους επιστήμονες να υποστηρίζουν ότι ο λιγνίτης πρέπει να μένει θαμμένος στη γη και να μην εξορύσσεται.

Επιπρόσθετα, ο λιγνίτης συχνά προκαλεί πολιτικές διαμάχες καθώς ομάδες πληθυσμού μπορεί να είναι πολιτικά αντίθετες στην εγκατάσταση εργοστασίων λιγνίτη.

**2)** Απαιτεί πολύ μεγάλο φυσικό χώρο εγκατάστασης αλλοιώνοντας σημαντικά το φυσικό τοπίο. Όπως ορίζει η Ε.Ε απαιτείται επιφάνεια ανάπτυξης άνω των 300.000 m<sup>2</sup> καθώς και μια πρόσθετη επιφάνεια 100.000 m<sup>2</sup> για την αποθήκευση καυσίμου για διάρκεια λειτουργίας του σταθμού 100 ημερών.

**3)** Εκπέμπει μεγάλες ποσότητες αερίων ρύπων. Για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων ρύπων του διοξειδίου του θείου και των οξειδίων του αζώτου που δημιουργούνται από την καύση, με αυτή την τεχνολογία απαιτείται η εγκατάσταση μονάδας αποθείωσης και απονίτρωσης των καυσαερίων, πλέον των ηλεκτροστατικών φίλτρων.

**4)** Τα παραπροϊόντα της εγκατάστασης αποθείωσης, γύψος μαζί με την τέφρα, πρέπει να διαστρωθούν σε παρακείμενη εγκατάσταση.

**5)** Για την απονίτρωση των καυσαερίων απαιτείται η έγχυση αμμωνίας ή ουρίας, που είναι βλαβερά τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για τους περίοικους διότι εκτός των συνήθων διαρροών, υπάρχουν και εκπομπές κατά τη λειτουργία του σταθμού.

### 9.2.3 Πετρέλαιο

Η λέξη πετρέλαιο προέρχεται από την ελληνική λέξη πέτρα και την λατινική Oleum που σημαίνει «λάδι» και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Γερμανό ορυκτολόγο Agricola, το 1556. Η πρώτη μεία χρησιμοποίησης του γίνεται στη Βίβλο, όπου αναφέρεται ότι ο Νώε πραγματοποίησε επάλειψη της Κιβωτού, πριν από τον κατακλυσμό με κάποιο υλικό ασφαλτικής σύστασης. Ο Ηρόδοτος επίσης αναφέρει ότι στη Ζάκυνθο υπήρχε ένα πηγάδι με άσφαλο. Πριν από 5.000 τουλάχιστον χρόνια, οι Σουμέριοι, οι Ασσύριοι και οι Βαβυλώνιοι χρησιμοποίησαν τις μεγάλες επιφανειακές διαρροές πετρελαίου στο Χιτ του Ευφράτη ποταμού, ενώ χρήση παρόμοιων διαρροών είναι γνωστή σε πολλά μέρη της Μεσοποταμίας και των γειτονικών περιοχών που περιβάλλουν την ανατολική Μεσόγειο. Στην αρχαιότητα η Νεκρά Θάλασσα ήταν γνωστή με την ονομασία Ασφαλτίτις Λίμνη, λόγω του ημιστερεού πετρελαίου που έβγαινε στις ακτές της από υποβρύχιες διαρροές. Οι ανασκαφές στα Σούσα του Ιράν και στην Ουρ του Ιράκ αποκάλυψαν ότι οι κάτοικοι ανακάτευαν στερεά παράγωγα του πετρελαίου με άμμο και ινώδη υλικά για την κατασκευή αρδευτικών τάφρων. Είναι γνωστό ότι γινόταν χρήση του πετρελαίου στο καλαφάτισμα των πλοίων, στην κατασκευή δρόμων, στην κατασκευή αδιάβροχης ψάθας και καλαθιών και ως συγκολλητικό στα μωσαϊκά. Επίσης το χρησιμοποιούσαν στην ιατρική σαν καθαρτικό, σαν υγρό εντριβών και σαν απολυμαντικό. Οι αρχαίοι Έλληνες ήξεραν καλά τις πολλές χρήσεις του, αλλά δεν τις μετέδωσαν στους Ρωμαίους κατακτητές. Πολλοί αρχαίοι συγγραφείς έχουν περιγράψει φυσικές εμφανίσεις πετρελαίου και αερίων, ιδιαίτερα στην περιοχή του Μπακού, στη σημερινή ΕΣΣΔ.

### Φυσικές ιδιότητες

Συνήθως ως πετρέλαιο εννοούμε τα υγρά αποθέματα που περιλαμβάνουν το αργό πετρέλαιο, αέρια (φυσικά αέρια) και στερεά (άσφαλο ή πίσσα). Είναι γενικά αποδεκτό ότι το πετρέλαιο δημιουργήθηκε με την αποσύνθεση θαλασσίων, κυρίως, ζώων και φυτών, που θάφτηκαν κάτω από διαδοχικές στιβάδες λάσπης, πριν από 400-500 εκατομμύρια χρόνια. Η αρχική προϋπόθεση για μια τέτοια γένεση πετρελαίου είναι μια ρηχή θάλασσα με νερά πλούσια σε ζώα και φυτά, από μικροσκοπικά μέχρι μεγάλα. Η δεύτερη προϋπόθεση είναι ότι παθαίνοντας οι οργανισμοί, βουλιάζουν στο βυθό και θάβονται σε λάσπη. Το οξυγόνο στο βυθό πρέπει να είναι περιορισμένο ώστε η αποσύνθεση των οργανισμών να είναι αργή. Με το πέρασμα του χρόνου, λάσπη και πηλός, κάθονται πάνω σ' αυτές τις αποθέσεις, δημιουργώντας τεράστιες πιέσεις. Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες, χημικές διεργασίες μετατρέπουν τους οργανισμούς σε πετρέλαιο και αέριο. Το πετρέλαιο είναι υγρό ελαιώδες ή παχύρρευστο, με καστανό χρώμα, χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή, αδιάλυτο στο νερό και ελαφρότερο απ' αυτό.

Έχει πυκνότητα από 0,73gr/cm μέχρι 1,04gr/cm και η θερμαντική ικανότητά του φτάνει σε 10.400kcal/gr -11.000<sup>α</sup>1<sup>α</sup>ΓΑποτελείται από υδρογονάνθρακες (ενώσεις άνθρακα και υδρογόνου που σε κανονικές θερμοκρασίες και πιέσεις μπορεί να είναι αέριες, υγρές ή στερεές, ανάλογα με την πολυπλοκότητα των μορίων τους) που βρίσκονται συγκεντρωμένοι σε διάφορα βάθη, κάτω από το έδαφος ή τη θάλασσα.

Επειδή το πετρέλαιο βρίσκεται πάντα σε θερμοκρασία ανώτερη από το σημείο ζέσης μερικών συστατικών του είναι αδύνατος ο καθορισμός ενός σημείου ζέσης, κοινού για όλα τα συστατικά του αργού πετρελαίου. Για τον ίδιο λόγο είναι αδύνατο να μιλήσουμε και για σημείο πήξης, αφού τα διάφορα συστατικά του στερεοποιούνται σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

### **Χημικά χαρακτηριστικά**

Τα κύρια συστατικά του πετρελαίου είναι οι τρεις ομάδες υδρογονανθράκων, δηλαδή

**α)** οι κεκορεσμένοι με δομή απλής αλυσίδας του τύπου  $C_nH_{2n+2}$

**β)** οι ναφθένες με δομή κεκορεσμένου κλειστού δακτυλίου της πολυμεθυλενικής σειράς  $C_nH_{2n}$

**γ)** οι αρωματικοί ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με δομή κλειστού δακτυλίου του τύπου  $C_nH_{2n-6}$ .

Εκτός απ' αυτά το πετρέλαιο περιέχει σε μικρές ποσότητες οξυγόνο, σε μορφή ιδίως ναφθενικών οξέων, άζωτο ενωμένο σε διάφορες βάσεις και θείο που βρίσκεται είτε σε ελεύθερη μορφή, είτε σαν συστατικό οργανικών ενώσεων. Στα περισσότερα πετρέλαια υπάρχει επίσης και χλωριούχο νάτριο.

Τα περισσότερα πετρέλαια είναι μίγματα παραφινέλαιων, ναφθέλαιων και αρωματικών σε διαφορετικές αναλογίες και κανένα πετρέλαιο δεν έχει την ίδια σύσταση με άλλο, αν προέρχονται από διαφορετικά κοιτάσματα. Οι πιο κοινοί υδρογονάνθρακες τόσο στο αργό πετρέλαιο όσο και στο φυσικό αέριο είναι οι παραφίνες.

Το αργό πετρέλαιο μπορεί επίσης να περιέχει και μικρές ποσότητες από ανθεκτικά στην αποσύνθεση οργανικά υπολείμματα, όπως κομμάτια ξύλου, ρητίνες, γαϊάνθρακες και λιγνίτες, καθώς και πολλά άλλα υπολείμματα πρωτόγονων μορφών ζωής.

### **Επιπτώσεις**

Τα υδατοδιαλυτά συστατικά του αργού πετρελαίου και των διυλισμένων προϊόντων του, περιέχουν μία μεγάλη ποικιλία ενώσεων που είναι τοξικές για ένα ευρύ φάσμα θαλασσίων οργανισμών. Το πετρέλαιο προκαλεί διαταραχές στη φυσιολογία και τη συμπεριφορά των οργανισμών, καθώς και ανωμαλίες στην ανάπτυξη των ψαριών προκαλώντας τον πρόωρο θάνατό τους.

- 1)** Σε συγκεντρώσεις 2-10  $\mu\text{g/l}$  το πετρέλαιο επηρεάζει την επιβίωση των νυμφών των ψαριών ελαττώνοντας την πιθανότητα πιθανούς ωοτοκίας.
- 2)** Σε συγκεντρώσεις 20-40  $\mu\text{g/l}$  το πετρέλαιο μπορεί να επηφέρει αλλαγές στη σύσταση του φυτοπλαγκτού ανατρέποντας τις ισορροπίες της τροφικής αλυσίδας.
- 3)** Συγκεντρώσεις της τάξης των 0,1  $\text{g/kg}$  στα ιζήματα μπορούν να επηφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στους βενθικούς οργανισμούς.

- 4) Ο καθαρισμός του έπειτα από διαρροή είναι ιδιαίτερα δύσκολος καθώς προσκολλάται στα παράκτια φυτά και τις αμμώδεις ακτές επιφέροντας πολύ αρνητικές συνέπειες για το τοπικό οικοσύστημα.
- 5) Υπάρχει κίνδυνος βιοσυσσώρευσης καρκινογόνων πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων. Οργανισμοί που φιλτράρουν την τροφή τους( μύδια, στρείδια κ.α), συσσωρεύουν υδρογονάνθρακες με ταχείς ρυθμούς οι οποίοι περνάνε στον άνθρωπο μέσα από την κατανάλωσή τους.

#### 9.2.4 Απόβλητα Ορυκτών Καυσίμων

Οι ρύποι από την καύση του άνθρακα προέρχονται από τις ανόργανες ή οργανικές προσμίξεις που υπάρχουν στο κοίτασμα, την ατελή καύση του άνθρακα και την οξειδωση συστατικών του αέρα λόγω των υψηλών θερμοκρασιών μέσα στους καυστήρες. Τα κυριότερα παραπροϊόντα και

απόβλητα από την καύση του άνθρακα είναι:

**α) οι αέριοι ρύποι**, όπως τα οξείδια του άνθρακα (μονοξείδιο CO και διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>), τα οξείδια του θείου (SO<sub>x</sub>), και τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>),

**β) η τέφρα**, που παραμένει στον καυστήρα και συνήθως αξιοποιείται στην παραγωγή τσιμέντου ή απορρίπτεται στο περιβάλλον, και η τέφρα που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα (αιωρούμενα σωματίδια ή ιπτάμενη τέφρα ή fly ash), η οποία είναι εμπλουτισμένη με βαρέα και ραδιενεργά μέταλλα.

**γ) οι οργανικές ενώσεις**, όπως οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, οι διοξίνες, τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια κ.α., ουσίες ιδιαίτερα τοξικές που παράγονται αναπόφευκτα κατά την καύση οποιασδήποτε οργανικής ύλης, όπως και στην περίπτωση καύσης σκουπιδιών στις χωματερές.

Τεκμηριωμένες επιστημονικές μελέτες παγκοσμίως έχουν δείξει ότι τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από καύση άνθρακα είναι υπεύθυνα για χιλιάδες πρόωρους θανάτους ετησίως. Οι μοντέρνες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν ένα πλήθος τεχνολογιών για την μείωση των επιβλαβών ρύπων για το περιβάλλον και την υγεία, παρόλα αυτά οι τεχνολογίες αυτές είτε δεν είναι πιστοποιημένες μέσω πρότυπων ελέγχων με βάση τις ισχύουσες νομοθεσίες, είτε δεν εφαρμόζονται πλήρως καθώς αυξάνουν το κόστος λειτουργίας και επένδυσης των εργοστασίων. Οι εκπομπές καυσαερίων σε τοπικό επίπεδο αντιμετωπίζονταν παλιότερα με την ανέγερση υψηλότερων καμινάδων, ώστε να διευκολύνεται η διάχυση των ρύπων στην ατμόσφαιρα μακριά από την περιοχή του εργοστασίου, όμως αυτό δεν μπορεί να αποτρέψει την πρόκληση φαινομένων όπως η όξινη βροχή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού οι εκπομπές αυτών των ρύπων είναι τεράστιας τάξης μεγέθους.

## A) ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ

Οι αέριοι ρύποι από την καύση άνθρακα στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εκτός του ότι είναι τοξικοί για τον άνθρωπο (ατμοσφαιρική ρύπανση), προκαλούν επίσης και άλλα καταστροφικά περιβαλλοντικά φαινόμενα, όπως η όξινη βροχή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι κυριότεροι αέριοι ρύποι είναι:

- **Οξειδία του άνθρακα (CO<sub>x</sub>)**

Όλα ανεξαιρέτως τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα, τον κύριο υπεύθυνο για την δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου και τις κλιματολογικές αλλαγές στον πλανήτη. Η καύση των γαιανθράκων εκλύει περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα από ότι η καύση του πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Διάφορες μέθοδοι εφαρμόζονται για την μείωση των τεράστιων εκπομπών οξειδίων του άνθρακα, αλλά τεχνικές πλήρους δέσμευσής του δεν έχουν εφαρμοστεί στην πράξη.

- **Οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>)**

Τα οξειδία του αζώτου σχηματίζονται, όταν το άζωτο που περιέχεται στον αέρα ή και στο κάρβουνο αντιδράσει με το οξυγόνο λόγω της υψηλής θέρμανσης. Τα NO<sub>x</sub> είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία του λεγόμενου «ατμοσφαιρικού νέφους» στις μεγαλουπόλεις, αλλά και για το σχηματισμό όξινης βροχής (νιτρικό οξύ). Τέλος συνεισφέρουν στο σχηματισμό όζοντος στα

χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας όπου είναι ανεπιθύμητο και επιβλαβές για την υγεία. Για την μείωση των NO<sub>x</sub> χρησιμοποιούνται ειδικοί καυστήρες, που μπορούν να μειώσουν τα NO<sub>x</sub> μέχρι και 70%, και χρησιμοποιούνται ευρύτατα καθώς μπορούν να εγκατασταθούν σε υπάρχοντες σταθμούς.

Η καταλυτική μείωση των NO<sub>x</sub> μπορεί επίσης να επιτύχει μειώσεις της τάξης του 80-90%. Η απομάκρυνση ή εκμηδένιση των επικίνδυνων αερίων, δυστυχώς, μπορεί να γίνει μόνο από σύγχρονες μονάδες που διαθέτουν την απαραίτητη τεχνολογία. Παρόλα αυτά η πλειοψηφία των εργοστασίων ηλεκτρικής ενέργειας δεν διαθέτει τέτοια τεχνολογία ή δεν την χρησιμοποιεί στην πράξη καθώς αυτές οι διεργασίες είναι ιδιαίτερα ακριβές.

- **Οξειδία του θείου (SO<sub>x</sub>)**

Το θείο είναι από τα πλέον ανεπιθύμητα συστατικά των γαιανθράκων, καθώς καίγεται προς διοξείδιο του θείου που είναι επικίνδυνος αέριος ρύπος αλλά και ανεπιθύμητος για το ίδιο το εργοστάσιο καθώς προκαλεί διάβρωση στις εγκαταστάσεις του. Τα οξειδία του θείου προκαλούν σοβαρές ζημιές στα δάση και οξίνιση των λιμνών, φαινόμενο συνηθισμένο σε πολλές περιοχές της Ευρώπης και της Βορείου Αμερικής. Η όξινη βροχή σχηματίζεται με αντίδραση των αερίων αυτών με την υγρασία της ατμόσφαιρας σχηματίζοντας οξέα (θειικό οξύ), που στην συνέχεια εναποτίθενται με την βροχή. Στις ΗΠΑ 38% των εκπομπών διοξειδίου του θείου προκαλούνται από τα εργοστάσια ηλεκτρικής ενέργειας.

## **B) ΤΕΦΡΑ**

Έναν άλλο σοβαρό περιβαλλοντικό κίνδυνο αποτελεί η ιπτάμενη τέφρα που είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη τόσο για το περιβάλλον όσο και για τη δημόσια υγεία. Τα σωματίδια της ιπτάμενης τέφρας είναι σφαιρικά, με πολύ μικρή διάμετρο (0.5-100  $\mu\text{m}$ ). Αποτελούνται κυρίως από διοξείδιο του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ), οξείδιο του αργιλίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) και οξείδιο του σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Οι εκπομπές μπορεί να μειωθούν με επεξεργασία των καυσαερίων με διάφορες τεχνολογίες φίλτρων όπως τα σακκόφιλτρα και οι ηλεκτροστατικοί κατακρημνιστές, που μπορούν να απομακρύνουν μέχρι και το 99% της ιπτάμενης τέφρας. Η τέφρα που απομακρύνεται χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή τσιμέντου.

Άμεσα προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων (κυρίως των εργαζομένων και των κατοίκων της γύρω περιοχής, ιδιαίτερα των παιδιών) μπορούν να προκληθούν από την εισπνοή τέφρας, που μπορεί να οδηγήσει σε παθολογικές καταστάσεις όπως πνευμονοκονίαση (εξαιτίας των μεγάλων ποσοστών πυριτίου) ή ακόμη και καρκίνο εξαιτίας της παρουσίας στην τέφρα διάφορων τοξικών συστατικών, στα οποία μπορεί ο άνθρωπος να εκτεθεί άμεσα ή μέσω της τροφικής αλυσίδας (απόθεση στα φυτά, το έδαφος, τα ύδατα). Τα τοξικά αυτά συστατικά είναι:

- **Βαρέα Μέταλλα**

Βαρέα μέταλλα, είναι μια κατηγορία χημικών στοιχείων με μεγάλα μοριακά βάρη (όπως υδράργυρος, νικέλιο, βανάδιο, αρσενικό, βηρύλλιο, κάδμιο, βάριο, χρώμιο, χαλκός, μολυβδαίνιο, ψευδάργυρος, μόλυβδος, σελήνιο, ράδιο κ.α) τα οποία έχουν χημική συμπεριφορά μετάλλου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αν και τα στοιχεία αυτά βρίσκονται σε μικρές ποσότητες, ακόμη και η ίδια η ύπαρξή τους και η πιθανότητα απελευθέρωσής τους στο περιβάλλον θα πρέπει να κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου καθώς τα στοιχεία αυτά είναι ιδιαίτερα τοξικά. Κανένα από τα στοιχεία αυτά δεν συναντάται ούτε και είναι απαραίτητο για τους ζωντανούς οργανισμούς, ενώ επιπλέον είναι ιδιαίτερα τοξικά για τον άνθρωπο ή τα ζώα ακόμα και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Τα βαρέα μέταλλα έρχονται σε επαφή με τον άνθρωπο κυρίως μέσω της απελευθέρωσής τους στην ατμόσφαιρα από καμινάδες εργοστασίων ηλεκτρικής ενέργειας, από το έδαφος ή τα ύδατα όπου έχουν αποτεθεί ως ρύποι και μέσω της τροφικής αλυσίδας. Τα κυριότερα βαρέα μέταλλα στο περιβάλλον που προέρχονται από εργοστάσια ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και η τοξική τους δράση, είναι:

- **Υδράργυρος**

Ο υδράργυρος είναι ένα νευροτοξικό βαρύ μέταλλο το οποίο βιοσυσσωρεύεται μέσω της τροφικής αλυσίδας και είναι πολύ επικίνδυνο κυρίως για τα υδατικά οικοσυστήματα. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Ενέργειας των ΗΠΑ, τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ευθύνονται για την παραγωγή 48 τόνων υδραργύρου ετησίως και αποτελούν την μεγαλύτερη πηγή ρύπανσης υδραργύρου στις ΗΠΑ. Σε παγκόσμια κλίμακα εκπέμπουν 750-1500 τόνους υδραργύρου ετησίως. Ο υδράργυρος προσβάλλει το νευρικό και το ενδοκρινικό σύστημα, τα νεφρά και άλλα όργανα, το στόμα, τα ούλα και τα

δόντια. Έκθεση για μεγάλα διαστήματα, οδηγεί σε βλάβη στον εγκέφαλο και τελικά σε θάνατο, ειδικά τα νεογνά και τα έμβρυα. Γυναίκες που είχαν εκτεθεί σε υδράργυρο κατά την εγκυμοσύνη, γέννησαν παιδιά με σοβαρές ανωμαλίες (περίπτωση Minamata Ιαπωνίας). Έκθεση σε ορισμένες ενώσεις του υδραργύρου όπως ο διμέθυλ- υδράργυρος μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο μέσα σε λίγες ώρες. Στα μικρά παιδιά ο υδράργυρος εμποδίζει την σωστή ανάπτυξη του νευρικού ιστού και έχει ενοχοποιηθεί ακόμη και για εμφάνιση αυτιστικής συμπεριφοράς.

- **Μόλυβδος**

Όπως κι ο υδράργυρος, ο μόλυβδος είναι νευροτοξικό βαρύ μέταλλο, που βιοσυσσωρεύεται με το χρόνο στους μαλακούς ιστούς και τα κόκαλα. Είναι δηλητηριώδες μέταλλο, κυρίως για τα μικρά παιδιά, στα οποία προκαλεί ανωμαλίες του αίματος και του εγκέφαλου. Μακροχρόνια έκθεση σε μόλυβδο ή τα άλατά του μπορούν να προκαλέσουν νεφροπάθειες και πόνους κοιλικού

τύπου. Είναι το μέταλλο που οδήγησε στην τρέλα τους περισσότερους Ρωμαίους αυτοκράτορες, λόγω της διαδεδομένης χρήσης ενός άλατος του μολύβδου ως γλυκαντική ουσία στο κρασί. Η έκθεση σε μόλυβδο έχει συσχετιστεί με την εμφάνιση σχιζοφρένειας, και γι' αυτό η χρήση του στις ανεπτυγμένες χώρες έχει περιοριστεί στο ελάχιστο. Επίσης ο μόλυβδος θεωρείται ιδιαίτερα επιβλαβής για την αναπαραγωγική ικανότητα των γυναικών.

Ο μόλυβδος είναι πολύ διαδεδομένος ρύπος του εδάφους και η προέλευσή του είναι κυρίως βιομηχανική, συμπεριλαμβανομένων και των εργοστασίων ηλεκτρικής ενέργειας. Αυξημένα ποσά μολύβδου έχουν ανιχνευτεί στο κρέας και το γάλα ζώων κοντά σε πηγές εκπομπής του, κάτι που αναμφισβήτητα αποτελεί κίνδυνο για τη δημόσια υγεία.

- **Κάδμιο**

Η έκθεση των ανθρώπων σε κάδμιο προκαλείται κυρίως από τις δραστηριότητες καύσης του άνθρακα. Το κάδμιο συσσωρεύεται στα σπαρτά, που αναπτύσσονται κοντά σε πηγές εκπομπής του. Σοβαρά μαζικά ατυχήματα δηλητηρίασης έχουν συμβεί στο παρελθόν, όταν ντόπιοι αγροτικοί πληθυσμοί κατανάλωσαν μολυσμένα προϊόντα όπως το ρύζι, εμφανίζοντας σοβαρές ανωμαλίες και παθήσεις. Το κάδμιο και οι ενώσεις του είναι γνωστά καρκινογόνα, υπεύθυνα για πολλές μορφές καρκίνου.

- **Άλλα βαρέα μέταλλα**

Παρόμοια τοξική δράση έχουν κι άλλα βαρέα μέταλλα που προέρχονται από διεργασίες καύσης άνθρακα και απελευθερώνονται στο περιβάλλον, όπως το αρσενικό, το χρώμιο, το βηρύλλιο κ.α.

## Γ) Οργανικές ενώσεις

Οργανικές ενώσεις όπως πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, πολυχλωριωμένα διφαινύλια, χλωροβενζόλια, χλωροφαινόλες, χλωριωμένες διοξίνες, βενζοφουράνια, κλπ, παράγονται όταν καίγεται οργανική ύλη, και οι τοξικότερες των ενώσεων αυτών σχηματίζονται κατά την καύση κυρίως παρουσία χλωρίου. Οι ενώσεις αυτές είναι κυρίως υπεύθυνες για την πρόκληση καρκίνου και γενετικών ανωμαλιών.

Η τοξικότητα των οργανικών ενώσεων ποικίλει ανάλογα με το είδος τους. Π.χ. ορισμένα ισομερή πολυχλωριωμένων διφαινυλίων έχουν ισχυρή τοξικότητα ανάλογη των διοξινών. Τα πιο συνήθη συμπτώματα στους ανθρώπους που έχουν εκτεθεί σε μεγάλη δόση, είναι δερματικές παθήσεις όπως εξανθήματα, καθώς και ηπατικές βλάβες. Οι σοβαρότερες επιπτώσεις αφορούν τις μητέρες και τα βρέφη. Επίσης σε ζώα που καταναλώνουν μολυσμένες τροφές μπορεί να προκληθούν ηπατικές βλάβες, αναιμία, δερματικές παθήσεις, βλάβες στο στομάχι και το θυρεοειδή, αλλαγές του ανοσοποιητικού συστήματος, διαταραχές συμπεριφοράς, προβλήματα στην αναπαραγωγή καθώς και θάνατος. Τα διφαινύλια που έχουν τοξικότητα διοξίνης είναι δυνατό να προκαλέσουν τερατογενέσεις τόσο στους ανθρώπους όσο και στα ζώα. Οι γυναίκες που είχαν εκτεθεί π.χ. από κατανάλωση μολυσμένων ψαριών γέννησαν παιδιά με κακή ανάπτυξη και με διαταραχές συμπεριφοράς όπως ανικανότητα χειρισμού μηχανημάτων, προβλήματα μνήμης, κλπ. Οι οργανικές ενώσεις μπορεί να μεταφερθούν στο μωρό τόσο μέσω του γάλακτος όσο και μέσω του πλακούντα, και μπορούν να προκαλέσουν ανωμαλίες όπως θηλυκοποίηση των αρσενικών εμβρύων, ή γέννηση μωρών χωρίς φύλο που είναι και οι πιο συνηθισμένες περιπτώσεις (ενδοκρινικές ανωμαλίες). Όλες σχεδόν οι ενώσεις αυτές έχουν συνδεθεί με την εμφάνιση καρκίνου.



### 9.3 Πυρηνική ενέργεια



Πυρηνική ενέργεια ή ατομική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλωβισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά τη σχάση ή σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (όπως συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει ενεργειακές ανάγκες.

Πυρηνικοί αντιδραστήρες λειτουργούν χιλιάδες χρόνια στην Γή. Αυτή την εκπληκτική ανακάλυψη έκαναν Γάλλοι επιστήμονες αναλύοντας το ουράνιο σε ένα ορυχείο της Αφρικής. Η γεωλογική εξέλιξη και η εμφάνιση του οξυγόνο συνέβαλλαν στη δημιουργία φυσικών αντιδραστήρων που βρίσκονται βαθιά μέσα στο φλοιό της γής. Πολύ αργότερα ο άνθρωπος τους επαναδημιούργησε. Στη δεκαετία του '40, το πετρέλαιο, το κάρβουνο και το νερό παρήγαγαν το μεγαλύτερο μέρος του ηλεκτρισμού στον κόσμο. Όμως, μια νέα πηγή αναδύθηκε από τα εργαστήρια της φυσικής. Η πυρηνική ενέργεια.

Οι πρώτοι πυρηνικοί αντιδραστήρες, οι ατομικές στήλες δεν παρήγαγαν ηλεκτρική ενέργεια. Μας βοήθησαν όμως να ανακαλύψουμε τα μυστικά των πυρηνικών φαινομένων και να τα ελέγξουμε.

## Πυρηνική σχάση

Πυρηνική σχάση είναι η ιδιότητα κάποιων ατόμων να διασπώνται παράγοντας μεγάλη ποσότητα ενέργειας.

Όλα τα άτομα αποτελούνται από έναν πυρήνα που περιβάλλεται από ένα σύννεφο ηλεκτρονίων. Αυτός ο πυρήνας περιέχει και άλλα δύο είδη σωματιδίων σε διάφορους αριθμούς. Τα νετρόνια και τα πρωτόνια. Αυτά τα σωματίδια αλληλοσυγκρατούνται με μια ισχυρή δύναμη που οι φυσικοί ονομάζουν 'ενέργεια σύνδεσης.

Στη φύση, οι περισσότεροι ατομικοί πυρήνες είναι σταθεροί. Ο μόλυβδος θα είναι πάντα μόλυβδος. Όμως υπάρχει μόνο ένας πυρήνας που μπορεί να διασπασθεί συγκρουόμενος με ένα νετρόνιο και απελευθερώνοντας ένα μέρος της συνδετικής τους ενέργειας. Πρόκειται για τον πυρήνα του ουρανίου 235. Ο αριθμός 235 αντιστοιχεί στην ποσότητα των πρωτονίων και νετρονίων μέσα στον πυρήνα. Και άλλα στοιχεία κατασκευασμένα από τον άνθρωπο, όπως το πλουτώνιο μπορεί επίσης να διασπασθεί. Η σχάση του ουρανίου 235 δεν είναι αυθόρμητη. Για να διασπασθεί ένα νετρόνιο πρέπει να συγκρουσθεί με τον πυρήνα του ουρανίου. Τότε ο πυρήνας διασπάται, απελευθερώνει ενέργεια μαζί με δύο ή τρία άλλα νετρόνια. Καθώς διαφεύγουν, αυτά τα νετρόνια μπορούν να συγκρουστούν με άλλους πυρήνες ουρανίου 235 προκαλώντας πάλι σχάση, απελευθερώνοντας και άλλα νετρόνια και ενέργεια κ. ο. κ. Αυτή είναι η φημισμένη αλυσίδα των αντιδράσεων που αποτελεί πηγή ενέργειας στους πυρηνικούς αντιδραστήρες.

Για να διευκολυνθεί αυτή η αλυσίδα αντιδράσεων, αντιδραστήρες γνωστοί και ως πετρελαιμένοι ύδατος χρησιμοποιούν ένα καύσιμο και μέσω μιας σύνθετης διαδικασίας, αυξάνεται η ποσότητα του ουρανίου 235. Πρόκειται για ένα εμπλουτισμένο ουράνιο. Το ουράνιο 235 αποτελείται κυρίως από το ουράνιο 238, ένα άτομο που δεν έχει τη δυνατότητα διάσπασης. Αν χρησιμοποιείται το φυσικό ουράνιο θα γινόταν μόνο μια σύγκρουση των νετρονίων με τον πυρήνα του ουρανίου 235, και έτσι η αλυσίδα αντιδράσεων θα εξελίσσονταν πιο δύσκολα. Επίσης τα απελευθερωμένα νετρόνια ταξιδεύουν με τόσο μεγάλη ταχύτητα που θα υπήρχε μικρή πιθανότητα να συγκρουστούν με τον πυρήνα ενός ουρανίου. Για να αυξηθούν οι πιθανότητες σύγκρουσης, πρέπει να μειωθεί η ταχύτητα των νετρονίων. Αυτό γίνεται με έναν μετατροπέα. Μια ουσία, που επιβραδύνει τα νετρόνια χωρίς να τα απορροφά. Στον αντιδραστήρα πετρελαιμένου ύδατος, το νερό είναι αυτός ο μετατροπέας. Η αλυσίδα των αντιδράσεων γίνεται στην καρδιά του αντιδραστήρα, μια ατσάλινη δεξαμενή με πετρελαιμένο νερό γεμάτη. Το καύσιμο που είναι σε μορφή σβώλων, είναι μέσα σε μεταλλικές θήκες που ονομάζονται μολυβδίδες. Το νερό κυκλοφορεί ανάμεσα στις μολυβδίδες, επιβραδύνει τα νετρόνια που βγαίνουν από τη μια μολυβδίδα στην άλλη και έτσι ξεκινά μια αυτοσυντήρητη αλυσίδα αντιδράσεων.

Το νερό όμως, που κυκλοφορεί στην καρδιά του αντιδραστήρα δεν ενεργεί μόνο ως μετατροπέας. Χρησιμοποιείται και ως μέσο ελέγχου της θερμοκρασίας και αποτρέπει την υπερθέρμανση της καρδιάς του αντιδραστήρα. Αυτό το νερό που ονομάζεται και πρωτεύων νερό, έχει μια ακόμα σημαντική λειτουργία: Θερμόμενο από το καύσιμο, εισχωρεί σε μυριάδες σωλήνες στη γεννήτρια ατμού γύρω από την οποία επίσης

κυκλοφορεί νερό. Το νερό που κυκλοφορεί γύρω από αυτές τις σωλήνες, το δευτερεύον νερό, εξατμίζεται. Ο ατμός μεταβιβάζεται σε μια τεράστια τουρμπίνα που ενεργοποιεί έναν μεταλλάκτη ο οποίος παράγει ηλεκτρισμό. Ο ατμός δεν αποβάλλεται στο περιβάλλον. Υγροποιείται σε επαφή με ένα τρίτο κύκλωμα, το κύκλωμα ψύξης. Ένας σταθμός με αντλίες τροφοδοτεί το τρίτο κύκλωμα με κρύο νερό από τη θάλασσα ή από κάποιο ποτάμι. Το νερό από κάθε κύκλωμα επιστρέφει στο αρχικό του σημείο. Το τριτεύον νερό επιστρέφει στη θάλασσα ή στο ποτάμι, το δευτερεύον νερό επιστρέφει στη γεννήτρια ατμού και το πρωτεύον στη δεξαμενή του αντιδραστήρα. Αυτά τα τρία κυκλώματα ανταλλάσσουν θερμότητα, αλλά ποτέ υπό φυσιολογικές συνθήκες, νερό. Έτσι μειώνονται οι πιθανότητες μόλυνσης του περιβάλλοντος αφού **μόνο το πρωτεύον νερό είναι ραδιενεργό** που έρχεται σε επαφή με τα στοιχεία του καυσίμου. Αν δεν δημιουργηθεί διαρροή η ραδιενέργεια αυτή δεν μεταβιβάζεται στο δευτερεύον νερό.

## Επιπτώσεις

Η πυρηνική ενέργεια έχει και τα μειονεκτήματά της, αλλά από άποψη αποτελεσματικότητας είναι αξεπέραστη. Η σχάση ενός ουρανίου 235 παράγει τόση ενέργεια, όση δύο τόνοι κάρβουνο σε ένα κλασσικό σταθμό ηλεκτρικής ενέργειας. Η ασφαλής λειτουργία ενός σταθμού πυρηνικής ενέργειας, αποτελεί μια τεράστια πρόκληση. Μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την αύξηση των φραγμάτων, ανάμεσα στον πυρηνικό αντιδραστήρα και το περιβάλλον.

- 1) Ένας σταθμός πυρηνικής ενέργειας παράγει συνεχώς ραδιενεργά απόβλητα. Μπορεί αυτά τα υγρά και τα αέρια να απολυμαίνονται και να ελέγχονται αυστηρά πριν απελευθερωθούν στο περιβάλλον ωστόσο αποτελούν μια ισχυρή και άκρως επικίνδυνη πηγή ρύπανσης. Αυτό που κάνει τα πυρηνικά απόβλητα τόσο επικίνδυνα είναι η ραδιενέργειά τους. Ένα σώμα είναι ραδιενεργό όταν τα άτομά του είναι ασταθή. Προσπαθώντας να επανέλθουν στη σταθερή τους κατάσταση τα άτομα απελευθερώνουν ραδιενέργεια σε μορφή σωματιδίων ή ενέργειας. Αυτή η ραδιενέργεια είναι πολύ τοξική για όλα τα έμβια όντα. Πέρα από κάποια συγκεκριμένα επίπεδα προκαλεί καρκίνο και μεταλλάξεις.
- 2) Μέσα στο εργοστάσιο λαμβάνονται πολλά μέτρα ασφαλείας που διασφαλίζουν την προστασία του προσωπικού. Οι υπάλληλοι υποβάλλονται σε συστηματικούς ελέγχους για μόλυνση από ραδιενέργεια ωστόσο δεν είναι σπάνια η αναφορά τέτοιων περιστατικών.
- 3) Η ασφάλεια των πυρηνικών αντιδραστήρων όμως, δεν περιλαμβάνει μόνο τον έλεγχο του πεδίου έκθεσης σε ραδιενέργεια των ανθρώπων, αλλά αποσκοπεί και στη μείωση των πιθανοτήτων σοβαρών ατυχημάτων. Είναι αλήθεια ότι τα ατύχηματα σε εργοστάσια πυρηνικής ενέργειας είναι λίγα, αλλά όταν γίνονται καταγράφονται στην ιστορία με τις συνέπειές τους να είναι ολέθριες.

### 9.3.1 Ραδιενεργά Απόβλητα

Το κύριο πρόβλημα της παραγωγής ενέργειας μέσω της ραδιενέργειας, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως είναι τα απόβλητα που παράγονται. Ο χρόνος που απαιτείται για τη δραστηριότητα ενός συγκεκριμένου ραδιενεργού στοιχείου να μειώσει κατά το ήμισυ την αρχική του τιμή ραδιενέργειας, ποικίλουν σημαντικά. Κυμαίνονται από μερικά δέκατα του δευτερολέπτου μέχρι πολλά δισεκατομμύρια χρόνια π. χ. το ιώδιο 131 έχει διάρκεια ζωής 8 ημέρες, το πλουτώνιο 239, 24.000 (είκοσι τέσσερις χιλιάδες χρόνια). Κατά κανόνα η ραδιενέργεια ενός στοιχείου μειώνεται πολύ σταδιακά.

Υπάρχουν διάφορα είδη πυρηνικών αποβλήτων. Ανάλογα με την προέλευσή τους και τη δραστηριότητά τους. Ως επί το πλείστον έχουν ελάχιστη ή μέτρια δραστηριότητα και σύντομο διάστημα ζωής. Μεταξύ αυτών είναι τα ρούχα ή τα γάντια, οι λαμπτήρες και οι βελόνες των νοσοκομείων. Ενώ αποτελούν το 95% του συνόλου των πυρηνικών αποβλήτων εκπέμπουν λιγότερο από το 1% της συνολικής ραδιενέργειας και γι' αυτό δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα. Μπορούν να αποθηκευτούν σε τσιμεντένιες χωματερές. Τα πυρηνικά απόβλητα που προκαλούν τη μεγαλύτερη ανησυχία είναι αυτά με υψηλή περιεκτικότητα σε ραδιενέργεια. Αυτά αποτελούν το 1% των συνολικών πυρηνικών αποβλήτων αλλά εκπέμπουν το 99% της συνολικής ραδιενέργειας και κυρίως η διάρκεια ζωής τους είναι δεκάδες χιλιάδες χρόνια. Αυτά τα απόβλητα προέρχονται κυρίως από τα σβησμένα καύσιμα των σταθμών πυρηνικής ενέργειας.

Σε ένα σταθμό ενέργειας, ένα καύσιμο σπάνια διαρκεί πάνω από 3-4 χρόνια και μετά παύει να είναι αποτελεσματικό. Το πρόβλημα είναι πώς θα διατεθούν αυτά τα σβησμένα καύσιμα. Ορισμένες χώρες τα ανακυκλώνουν. Τα σβησμένα καύσιμα δεν περιέχουν μόνο άχρηστες ουσίες αλλά και υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν για να παράγουν νέο πυρηνικό καύσιμο.

## 10. Επίλογος

Με το πέρας αυτής της εργασίας μπορεί να δει κανείς το ενεργειακό ζήτημα από διαφορετική οπτική γωνία, ένα ζήτημα μείζονος σημασίας, που απασχολεί και προβληματίζει την σύγχρονη επιστημονική και επιχειρησιακή κοινότητα.

Τα τελευταία χρόνια η εύρεση λύσεων στον τομέα της ενέργειας, είτε στην παραγωγή της, είτε στον τρόπο διάθεσής της, είτε ακόμα και στην ορθολογικότερη, κατά το δυνατό, χρήση της, αποτελεί το ιερό δισκοπότηρο της οικονομίας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εκεί φαίνεται να βρίσκεται το μέλλον, εφόσον τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων εξαντλούνται και εφόσον πραγματικά παραμένει μέλημα της κοινωνίας η προστασία του περιβάλλοντος.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι άφθονες, καθώς αντλούνται από τη φύση. Επίσης είναι και οι φιλικότερες προς το περιβάλλον. Έχουν όμως μία αρνητική πτυχή. Το κόστος εγκατάστασης και συντήρησής τους είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με τις υπόλοιπες μορφές ενέργειας με αποτέλεσμα να μην αποδίδουν σε βραχυπρόθεσμο οικονομικό σχεδιασμό, αλλά να κάνουν απόσβεση κεφαλαίου μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Με άλλα λόγια οικονομίες που είναι αδύναμες σίγουρα δεν είναι σε θέση να διαθέσουν τεράστια οικονομικά ποσά για μία επένδυση που θα αποδώσει κερδοφορία έπειτα από πάρα πολλά χρόνια.

Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα και στην περίπτωση της Ελλάδας, η οποία στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκεται ακόμα πολύ πίσω, συγκριτικά με την ταχύρρυθμη πρόοδο άλλων χωρών. Η αλήθεια είναι ότι δε μας λείπουν οι ιδέες, η πρωτοπορία ή ο ανανεώσιμος φυσικός πλούτος, απλά δεν υπάρχει η οικονομική δυνατότητα να αξιοποιήσουμε τα παραπάνω.

Είναι δεδομένο, επομένως, ότι θα περάσουν αρκετές δεκαετίες μέχρι η Ελλάδα να φτάσει στο σημείο να αυτονομηθεί ενεργειακά χρησιμοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έτσι, πρέπει να στραφούμε, όσο γίνεται, σε μία μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία θα αποτελεί τη γεφύρωση των μη ανανεώσιμων με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Δηλαδή, πρέπει να στραφούμε αποκλειστικά στη μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία θα μας δίνει τη βέλτιστη ισορροπία απόδοσης-φιλικότητας προς το περιβάλλον.

Η πηγή ενέργειας που ικανοποιεί περισσότερο την παραπάνω ισορροπία είναι ξεκάθαρα το φυσικό αέριο. Όπως είδαμε σε όλη την έκταση της διπλωματικής εργασίας, το φυσικό αέριο είναι το πιο φιλικό προς το περιβάλλον. Δεν είναι τοξικό και η καύση του αφήνει ελάχιστα απόβλητα ενώ απελευθερώνει ελάχιστους αέριους ρύπους. Είναι αραιό και η διαρροή του δε λειτουργεί συσσωρευτικά όπως του πετρελαίου. Δεν προκαλούνται, επομένως, μόνιμες διαταραχές του οικοσυστήματος σε περίπτωση ατυχήματος.

Εκτός από τη φιλικότητα του προς το περιβάλλον, το φυσικό αέριο εκτελεί την πιο τέλεια καύση, έχοντας με αυτόν τον τρόπο την μεγαλύτερη απόδοση ενέργειας σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα.

Στον τομέα της απόδοσης, βέβαια, υπάρχει μία ενέργεια που υπερτερεί συντριπτικά. Πρόκειται για την πυρηνική ενέργεια. Ωστόσο δεν είναι τυχαίο που η χρήση της πυρηνικής ενέργειας γίνεται από λίγα κράτη σε ολόκληρο τον κόσμο και ως γνωστόν, η Ελλάδα δεν συμπεριλαμβάνεται σε αυτά.

Ο λόγος είναι ότι η πυρηνική ενέργεια είναι η πιο δύσκολα διαχειρίσιμη πηγή ενέργειας. Απαιτεί πολύ υψηλή τεχνογνωσία και απόλυτη ακρίβεια για τη λειτουργία ενός πυρηνικού σταθμού, ο οποίος θα πρέπει να καταστεί άτρωτος απέναντι σε κάθε εσωτερικό και εξωτερικό κίνδυνο. Η παραμικρή αστοχία μπορεί να προκαλέσει μία αλυσίδα ατυχημάτων(φαινόμενο domino) που να προκαλέσουν καταστροφές τεράστιας κλίμακας. Πραγματικά, παρά τη λήψη υψηλότατου επιπέδου μέτρων ασφάλειας, έχουν σημειωθεί ατυχήματα, το μέγεθος και οι συνέπειες των οποίων έχουν καταγραφεί ιστορικά. Εκτός αυτού, η μελέτη και χρήση των πυρηνικών για δημιουργία ενέργειας δημιουργεί και τον πειρασμό για σύνδεση της πυρηνικής τεχνολογίας με στρατιωτικές εφαρμογές...

Τελικά, συμπεραίνουμε ότι σε χώρες όπως η Ελλάδα, όπου οι ρυθμοί ανάπτυξης είναι αργοί και η οικονομική δυνατότητα περιορισμένη, η ανάπτυξη προς το φυσικό αέριο θα ήταν συμφέρουσα τόσο για τους παρόχους όσο και για τους καταναλωτές. Η χρήση φυσικού αερίου έναντι άλλων μη ανανεώσιμων πηγών θα αποτελούσε ιδανικό πρόδρομο της μετάβασής μας προς τις-ακόμα πιο φιλικές προς το περιβάλλον-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

## 11. Βιβλιογραφία

[1] Π. ΤΣΑΛΙΚΙΔΟΥ, Σ. ΝΟΥΤΣΙΑΣ, «Το φυσικό αέριο στην Ελλάδα και τη Θεσσαλονίκη», 2002. ΤΕΕ/ΤΚΜ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

[2] Χ.ΚΟΡΩΝΑΙΟΣ, «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», 2012. Δ.Π.Σ.Μ «Περιβάλλον και ανάπτυξη». Ε.Μ.Π.

[3] Κ. ΠΑΧΥΓΙΑΝΝΑΚΗΣ, « Χρήση του φυσικού αερίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας», 2014. Σχολή ηλεκτρονικών μηχανικών. Α.Τ.Ε.Ι Αθήνας

[4] Χ. ΜΕΝΗΣ, Π. ΙΩΑΝΝΟΥ, «Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο και σύγκριση με άλλες πηγές ενέργειας». Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών, τμήμα τεχνολογίας πετρελαίου και φυσικού αερίου. Α.Τ.Ε.Ι Καβάλας

[5] Κ.ΠΑΠΙΛΑ, «Ειδική εσωτερική εγκατάσταση φυσικού αερίου πίεσης μέχρι 1 bar», 2009. Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών, τμήμα τεχνολογίας πετρελαίου και φυσικού αερίου. Α.Τ.Ε.Ι Καβάλας

[6] Ρ. ΣΚΛΑΒΟΥΝΟΣ Χ. ΤΣΙΡΑΚΜΑΝΗΣ , «Χρήσεις φυσικού αερίου και εξοικονόμηση ενέργειας», 2010. Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών, τμήμα τεχνολογίας πετρελαίου και φυσικού αερίου. Α.Τ.Ε.Ι Καβάλας

[7] Π. ΚΑΚΑΡΟΥΝΑΣ, Α. ΜΠΡΑΓΚΑΤΖΗ, «Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο», 2005. Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών, τμήμα τεχνολογίας πετρελαίου και φυσικού αερίου. Α.Τ.Ε.Ι Καβάλας

[8] «Το φυσικό αέριο χτυπά στην καρδιά της οικονομίας», 2016. Agroticanews.gr

[9] Γ. ΑΡΓΥΡΗΣ, «Μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου», 2014. Ακαδημία εμπορικού ναυτικού Μακεδονίας.

[10] «Ιδιότητες Φυσικού Αερίου», μάθημα τεχνολογίας πετρελαίου και φυσικού αερίου, εργαστήριο τεχνολογίας καυσίμων και λιπαντικών. Ε.Μ.Π. [online]

<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/pngtech/files/Natural%20Gas%20Properties-1.pdf>

[11] «Παραγωγή Ενέργειας», elpedison . [online]

<http://www.elpedison.gr/gr/ola-gia-tin-energeia/paragogi-energeias/>

[12] «Παραγωγή ενέργειας από συμβατικά ορυκτά καύσιμα και εναλλακτικές πηγές ενέργειας».[online]

[http://www.environ-develop.ntua.gr/uploads/k\\_7.pdf](http://www.environ-develop.ntua.gr/uploads/k_7.pdf)

[13] «Το φυσικό αέριο», προμηθείας. [online]

<http://www.promitheas.org.gr/default.asp?pid=415&langid=18&>

[14] «Το Ελληνικό ενεργειακό σύστημα», 2009. Υπουργείο Ανάπτυξης. [online]

<http://es.slideshare.net/bestman124/energy-outlook-2009el>

[15] «Πηγές ενέργειας», εκπαιδευτικό πρόγραμμα «Ενέργεια και περιβάλλον». Υπουργείο εθνικής παιδείας και θρησκευμάτων. [online]

[http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human\\_activities/energy\\_sources.htm](http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/energy_sources.htm)

[16] «Αποθέματα φυσικού αερίου», Αέριο Θεσσαλονίκης. [online]

<https://www.epathessaloniki.gr/apothemata/fysikou-aeriou/>

[17] Δ. ΚΑΡΩΝΗΣ, Ε. ΛΟΗΣ, Φ. ΖΑΝΝΙΚΟΣ, «Βασικά χαρακτηριστικά φυσικού αερίου». Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών, τμήμα τεχνολογίας πετρελαίου και φυσικού αερίου. Α.Τ.Ε.Ι Καβάλας [online]

[http://www.chemeng.ntua.gr/courses/pngtech/news\\_files/webdoc\\_23\\_2\\_6\\_2014.pdf](http://www.chemeng.ntua.gr/courses/pngtech/news_files/webdoc_23_2_6_2014.pdf)

[18] «Φυσικό αέριο», Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. [online]

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=280&language=el-GR>

[19] «Παραγωγή και Εισαγωγή ενέργειας», Eurostat, statistics explained. [online]

[http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Energy\\_production\\_and\\_imports](http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Energy_production_and_imports)

[20] «Οι επιπτώσεις της ρύπανσης από πετρελαιοειδή», Greenpeace. [online]

<http://www.greenpeace.org/greece/Global/greece/report/2006/8/591349.pdf>



[21] «Πυρηνική ενέργεια», Wikipedia [online]

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1)

[22] «Γαιάνθρακας», Wikipedia [online]

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B1%CE%B9%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82\\_\(%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B1%CE%B9%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82_(%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF))

[23] «Πετρέλαιο», Wikipedia [online]

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>

[24] «Λιθάνθρακας», Wikipedia [online]

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B9%CE%B8%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82>