



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**" Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε μονάδα με
φυσικό αέριο"**

"Electricity production in a natural gas plant"

ΦΟΙΤΗΤΕΣ:

ΚΑΡΑΣΟΥΛΟΣ ΜΙΧΑΗΛ (7796)

ΤΟΜΠΡΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ (7797)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	5
1.1 Το φυσικό αέριο	5
1.2 Ιστορική αναδρομή	5
1.3 Φυσικές και χημικές ιδιότητες	10
1.4 Κατανάλωση και αποθέματα.....	13
1.5 Κύκλος του φυσικού αερίου	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	16
2.1 Αναζήτηση	16
2.2 Εξόρυξη.....	19
2.3 Παραγωγή.....	22
2.4 Μεταφορά	29
2.5 Αποθήκευση	36
2.6 Διανομή	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	42
3.1 Η ιστορία του φυσικού αερίου στην Ελλάδα.....	42
3.2 Παρούσα κατάσταση.....	44
3.3 LNG.....	46
3.4 Χρήσεις του φυσικού αερίου	47
3.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΜΟΝΑΔΑ 5 ΤΟΥ ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	52
4.1 Τοποθεσία	52
4.2 Σταθμοί Δ.Ε.Η. Μεγαλόπολης	52
4.3 Κύκλοι λειτουργίας της μονάδας	56
4.4 Περιγραφή των συστημάτων της μονάδας.....	57
4.5 Περιγραφή λειτουργίας της μονάδας	72
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	77

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια συνεχής αναζήτηση νέων πηγών ενέργειας για την παραγωγή κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας εξαιτίας της όλο και μεγαλύτερης ζήτησης που προέρχεται από την αυξανόμενη ανθρώπινη δραστηριότητα. Στο πλαίσιο αυτό έχουμε αρχίσει να εκμεταλλευόμαστε και στην Ελλάδα μέσω διεθνών συμφωνιών το φυσικό αέριο.

Υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη στην επέκταση των δικτύων μεταφοράς και διανομής στους τελικούς καταναλωτές του φυσικού αερίου και στην διάδοση των χρήσεων του καθώς το φυσικό αέριο παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα στους χρήστες του και στο περιβάλλον.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στην μελέτη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με φυσικό αέριο και συγκεκριμένα της μονάδας 5 του ατμοηλεκτρικού σταθμού της Μεγαλόπολης.

ABSTRACT

In recent years there has been a constant search for new sources of energy for the production of mainly electricity due to the ever-increasing demand coming from growing human activity. In this context, we have started exploiting natural gas in Greece through international agreements.

There is great growth in the expansion of transmission and distribution networks to end consumers of natural gas and in the spread of its uses as natural gas provides significant advantages to its users and the environment.

This thesis aims to study the production of electricity with natural gas, specifically unit 5 of the Megalopolis steam power plant.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

1.1 Το φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο είναι ένα καύσιμο αέριο μίγμα απλών υδρογονανθράκων, που συνήθως απαντάται σε βαθιούς υπόγειους ταμιευτήρες που δημιουργούνται σε πορώδη πετρώματα. Μπορεί να βρεθεί μόνο του ή με αργό πετρέλαιο και συμπυκνώματα υδρογονανθράκων-αερίων που υγροποιούνται σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση και μοιάζουν αρκετά με κηροζίνη.

Με αργό ρυθμό, με την πάροδο 200 έως 400 εκατομμυρίων ετών, η πίεση και η θερμότητα από την γη μετέτρεψαν τα υπολείμματα φυτών και μικρών θαλάσσιων ζώων που θάφτηκαν κάτω από ιζήματα σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Αν και το φυσικό αέριο έχει μακρά ιστορία χρήσης ως πηγή ενέργειας, σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής του έρχεται από τις ΗΠΑ και την Ρωσία.

Το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο (CH_4). Μικρά ποσά άλλων αερίων, συμπεριλαμβανομένου του αιθανίου, προπανίου, βουτανίου και πεντανίου μπορούν όμως επίσης να βρεθούν.

Το φυσικό αέριο είναι μια σημαντική συνιστώσα στην παγκόσμια προσφορά ενέργειας. Είναι μια από τις πιο καθαρές, ασφαλείς και χρήσιμες ενεργειακές πηγές. Το φυσικό αέριο ως αέριο είναι άχρωμο και άοσμο στην καθαρή μορφή του. Είναι όμως αρκετά σημαντικό καθώς είναι καύσιμο και όταν καίγεται παράγει μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Σε αντίθεση με άλλα ορυκτά καύσιμα, ωστόσο, το φυσικό αέριο καίγεται καθαρά παράγοντας κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμούς και μικρά ποσά οξειδίων του αζώτου. Ως αποτέλεσμα, η χρήση του φυσικού αερίου θα πρέπει να αυξηθεί μελλοντικά κάτι το οποίο είναι ιδιαίτερα ευεργετικό για το περιβάλλον. Με την ρυθμιστική εποπτεία των κρατικών φορέων και διεθνών οργανισμών, οι τιμές του φυσικού αερίου θα μπορούσαν να παραμείνουν σχετικά σταθερές.

Η αυξανόμενη απαίτηση για περισσότερη ενέργεια για θέρμανση, οικιακή χρήση και παραγωγή ενέργειας είναι αυτή που κάνει τελικά τόσο επιτακτική την χρήση του φυσικού αερίου.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Πριν κατανοηθεί τι ακριβώς ήταν το φυσικό αέριο, το κάλυπτε ένα μυστήριο. Κάποιες φορές, αστραπές και κεραυνοί μπορούσαν να αναφλέξουν το φυσικό αέριο που διέφευγε κάτω από τον εξωτερικό φλοιό της γης. Αυτό δημιουργούσε μια φωτιά

που ανάβλυζε από την γη, καίγοντας το φυσικό αέριο που έβγαινε από το υπέδαφος. Αυτές οι φωτιές προβλημάτισαν τους πρωτόγονους πολιτισμούς και αποτέλεσαν τη βάση για πολλούς μύθους και προκαταλήψεις. Μία από τις πιο διάσημες τέτοιες φωτιές συναντάμε στην αρχαία Ελλάδα, στο όρος Παρνασσό, περίπου στο 1000 π.Χ. Ένας αιγοβοσκός βρήκε κάτι που έμοιαζε με «φλεγόμενο πίδακα», μια φλόγα που ανάβλυζε από μια σχισμή στο βράχο. Οι αρχαίοι Έλληνες, πιστεύοντας ότι επρόκειτο για θεϊκή παρέμβαση, έχτισαν ένα ναό πάνω στη φλόγα. Ο ναός αυτός στέγαζε μια ιέρεια η οποία ήταν γνωστή ως Μάντης των Δελφών, και έδινε προφητείες που υποστήριζε ότι εμπνέονταν από την φλόγα.

Αυτοί οι τύποι πηγών κατείχαν εξέχουσα σημασία στις θρησκείες της Ινδίας, Ελλάδας και Περσίας. Ανίκανοι να εξηγήσουν την προέλευση των φλογών αυτών, συχνά θεωρούνταν θεϊκές ή υπερφυσικές. Το 500 π.Χ. όμως οι Κινέζοι ανακάλυψαν την δυνατότητα εκμετάλλευσης των φλογών αυτών. Αφού έβρισκαν σημεία στο έδαφος όπου διέφευγε αέριο, κατασκεύαζαν πρόχειρους αγωγούς με καλάμια μπαμπού για να μεταφέρουν το αέριο, όπου το χρησιμοποιούσαν για το βρασμό και την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού και την μετατροπή του σε πόσιμο.

Η σύγχρονη ιστορία των αερίων καυσίμων-στα οποία συγκαταλέγονται και τα φυσικά αέρια-αρχίζει με την παραγωγή καυσίμου αερίου με ξηρή απόσταξη από στερεά καύσιμα, που χρησίμευσε για φωτισμό και για τον λόγο αυτό εκλήθη "φωταέριο". Η Βρετανία ήταν η πρώτη χώρα που εμπορευματοποίησε την χρήση του φωταερίου. Γύρω στο 1785, το φυσικό αέριο που παράγονταν από το κάρβουνο χρησιμοποιούνταν για τον φωτισμό των σπιτιών και των δρόμων. Ο πρώτος, που φαίνεται, ότι χρησιμοποίησε το φωταέριο για συνεχή φωτισμό ήταν ο Minkelers περί τα τέλη του 18ου αιώνα. Επίσης, το 1791 ο Lebon προσπάθησε να χρησιμοποιήσει στο Παρίσι αέριο που παρήγαγε από ξύλα για φωτισμό. Ασφαλώς όμως χρησιμοποιούσε για φωτισμό φωταέριο ο Merdoc, που το 1792 φώτισε το εργαστήριο του και την κατοικία του. Η επιτυχία του αυτή τον οδήγησε στην ίδρυση του πρώτου εργοστασίου φωταερίου στον κόσμο στο Μπίρμινγκχαμ, το 1798. Αυτό αποτέλεσε σπουδαίο γεγονός στην ιστορία του τεχνικού πολιτισμού.



Εικόνα 1.1: Φωτισμός δρόμου με φυσικό αέριο.

Μεγάλη συμβολή στην ανάπτυξη του φωταερίου είχε ο Samuel Clegg - παλαιός συνεργάτης του Murdoch - που εφεύρε όλα τα βοηθητικά κατ' αρχήν μηχανήματα για τον καθαρισμό, την συλλογή και αποθήκευση, την ρύθμιση της παραγωγής, αλλά και την μέτρηση του φωταερίου. Έδωσε επίσης ώθηση στην εξέλιξη των μηχανημάτων παραγωγής του. Τα μηχανήματα αυτά χρησιμοποίησε για την παραγωγή του φωταερίου, με το οποίο φώτισε το 1813 για πρώτη φορά στην ιστορία τους δρόμους του Λονδίνου. Βέβαια, πολύ σύντομα το φωταέριο χρησιμοποιήθηκε - σαν ευγενές καύσιμο, που είναι - για θερμαντικούς σκοπούς στην οικιακή και εμπορική οικονομία όπως για μαγείρεμα, για θέρμανση νερού, για θέρμανση χώρων ή και για ειδικές ακόμη κατεργασίες.

Από τα διάφορα στερεά καύσιμα για την παραγωγή του φωταερίου γρήγορα επιβλήθηκαν οι λιθάνθρακες και ιδιαίτερα οι λιθάνθρακες φωταερίου, που έδιναν συγχρόνως κατάλληλης ποιότητας κοκ για πολλές χρήσεις. Ενδιαφέρουσα είναι και η ανάπτυξη των κλιβάνων παραγωγής φωταερίου.

ΕΤΟΣ	ΚΛΙΒΑΝΟΙ
1804	Κλίβανος 6 αποστακτικών κεράτων μήκους 3 m με εστία με εσχάρα για καύση κοκ.
1878	Κλίβανος 9 αποστακτικών κεράτων μήκους 3 m με εστία αερίου εξαερισμού με αέρα.
1884	Κλίβανος 9 αποστακτικών κεράτων μήκους 5 m.
1905	Κατακόρυφος κλίβανος με 12 αποστακτικά κέρατα μήκους 5 m.
1907	Κλίβανος με 3 κεκλιμένους θαλάμους.
1909	Κλίβανος με οριζόντιους θαλάμους πλάτους 450-500 mm.
1913	Ομοίως με πλάτος θαλάμων 350 mm.
1919	Κλίβανος κατακόρυφων θαλάμων με περιοδική λειτουργία.
1920	Κλίβανος κατακόρυφων θαλάμων συνεχούς λειτουργίας.

Πίνακας 1.1: Εξέλιξη των κλιβάνων παραγωγής φωταερίου.

Η επιτυχία από την εφαρμογή και χρήση του φωταερίου στους διαφόρους τομείς οδήγησε στην αξιοποίηση κάθε αερίου, που παράγονταν ή θα μπορούσε να παραχθεί κατά κάποιον τρόπο. Έτσι εισερχόμαστε σε μια νέα εποχή, αυτή των βιομηχανικών αερίων. Ως πρώτο βιομηχανικό αέριο μπορούμε να θεωρήσουμε το αέριο των υψικαμίνων, που κατ' αρχήν καιγόταν μη αξιοποιούμενο. Από αυτό το γεγονός συνέλαβε ο Bischof την ιδέα του δι' αέρος αεριογόνου (εμφύσηση αέρα ανεπαρκούς για καύση δια διάπυρου στρώματος κοκ), που παρήγαγε επίσης ένα πτωχό αέριο. (Luftgas, gaz du generateur) το 1839. Ακολούθησε η παραγωγή υδαταερίου (Wassergas, gaz a l' eau), που παράγεται δια της προσδόσεως (υπέρθερμου) υδρατμού σε διάπυρο κοκ (ή και λιθάνθρακα) 1000°C.

Όσον αφορά στο πετρέλαιο, κατά την κλασματική απόσταξή του, παράγονται διάφορα αέρια. Από αυτά το προπάνιο και το βουτάνιο έχουν την ιδιότητα υπό μικρή πίεση να υγροποιούνται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Έτσι αναπτύχθηκε και η κατηγορία των "υγραερίων".

Το είδος αερίου, που αξιοποιήθηκε στην συνέχεια ήταν το φυσικό αέριο. Αυτό είχε πρωτοανακαλυφθεί στην Αμερική το 1626 όταν Γάλλοι εξερευνητές συνάντησαν ιθαγενείς να αναφλέγουν αέρια που ανάβλυζαν μέσα και γύρω από την λίμνη Erie. Η Αμερικάνικη βιομηχανία φυσικού αερίου ξεκίνησε από αυτή την περιοχή.

Το 1821, η πρώτη πηγή ειδικά για την εξόρυξη φυσικού αερίου ανοίχθηκε στην Fredonia, New York, από τον William Hart. Ο Hart, αφού παρατήρησε φυσαλίδες αερίου να ανέρχονται στην επιφάνεια σε ένα ρυάκι, έσκαψε μια πηγή 8.2m - αρκετά ρηχή για τα σημερινά δεδομένα των 9km βάθους - ώστε να μπορέσει να αντλήσει περισσότερη ποσότητα αερίου. Ο Hart θεωρείται από πολλούς ο «πατέρας» του φυσικού αερίου στην Αμερική. Επεκτείνοντας την δουλειά του Hart, ιδρύθηκε το 1858 η Fredonia Gas Light Company, η οποία αποτέλεσε και την πρώτη Αμερικάνικη εταιρία φυσικού αερίου.

Το 1859, ο Colonel Edwin Drake έσκαψε σε βάθος 21m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και βρήκε πετρέλαιο μαζί με το οποίο ανέθρωσκε και ένα αέριο, που αποτελούνταν κατά βάση από μεθάνιο.

Οι περισσότεροι στην βιομηχανία χαρακτηρίζουν αυτή την πηγή ως την έναρξη της βιομηχανίας φυσικού αερίου στην Αμερική. Ένας αγωγός διαμέτρου 5cm κατασκευάστηκε και διένυε 8.8km από την πηγή στο χωριό Titusville, στην Pennsylvania. Η κατασκευή του αγωγού αυτού απέδειξε ότι το φυσικό αέριο

μπορούσε να μεταφερθεί ασφαλώς και με σχετική ευκολία από την υπόγεια πηγή για πρακτική χρήση.

Κατά την διάρκεια του 19ου αιώνα το φυσικό αέριο χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά για φωτισμό. Χωρίς την υποδομή αγωγών, ήταν δύσκολο να μεταφερθεί το αέριο σε μακρινές αποστάσεις ή σε σπίτια για χρήση σε θέρμανση ή μαγείρεμα. Το περισσότερο από το φυσικό αέριο που παράγονταν αυτή την εποχή προέρχονταν από το κάρβουνο αντί να μεταφέρονταν από πηγή. Κοντά στο τέλος του 19ου αιώνα, με την άνοδο του ηλεκτρισμού, ο φωτισμός με φυσικό αέριο αντικαταστάθηκε με ηλεκτρικό φωτισμό. Αυτό οδήγησε τους παραγωγούς φυσικού αερίου να αναζητήσουν νέες χρήσεις του προϊόντος τους.

Το 1885, ο Robert Bunsen εφηύρε αυτό που σήμερα είναι γνωστό ως καυστήρας Bunsen. Κατόρθωσε να κατασκευάσει μια συσκευή που αναμίγνυε φυσικό αέριο με αέρα σε σωστές αναλογίες, δημιουργώντας μια φλόγα που μπορούσε με ασφάλεια να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση και μαγείρεμα. Η εφεύρεση του καυστήρα Bunsen άνοιξε νέες ευκαιρίες για την χρήση του φυσικού αερίου στην Αμερική αλλά και σε όλο τον κόσμο.

Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και αφού η ασφαλής και αξιόπιστη μεταφορά του φυσικού αερίου ήταν πλέον δυνατή, ανακαλύφθηκαν νέες χρήσεις του. Αυτές περιλάμβαναν την χρήση φυσικού αερίου για την θέρμανση οικιών και την λειτουργία συσκευών όπως θερμοσίφωνες και φούρνοι. Η βιομηχανία άρχισε να χρησιμοποιεί το φυσικό αέριο σε εργοστάσια κατασκευών και διεργασιών. Επίσης, το φυσικό αέριο χρησιμοποιήθηκε για την θέρμανση νερού με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η υποδομή των αγωγών έχει πλέον κάνει το φυσικό αέριο εύκολο στην απόκτησή του και εξελίσσεται σε μια αυξανόμενα δημοφιλή μορφή ενέργειας.



Εικόνα 1.2: Ένας τυπικός καυστήρας Bunsen.

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 αέριο αυτό προέρχονταν από σχάση νάφθας και εμπλουτιζόταν με LPG. Η νάφθα είναι κλάσμα πετρελαίου ελαφρότερο της κηροζίνης και χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσο προϊόν για την παραγωγή βενζινών και ως πρώτη ύλη στην πετροχημική βιομηχανία.

Το 1983 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.

1.3 Φυσικές και χημικές ιδιότητες

Το φυσικό αέριο είναι ένα φυσικό ορυκτό καύσιμο, που περιέχει κυρίως μεθάνιο. Είναι άοσμο και μη τοξικό, γεγονός που σημαίνει ότι σε περίπτωση εισπνοής του δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος σε αντίθεση με το παλιό φωταέριο που περιείχε μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα, ενός αρκετά τοξικού αερίου. Το φυσικό αέριο έχει χαμηλή σχετική πυκνότητα, με συνέπεια σε περίπτωση διαρροής του απελευθερώνεται προς τον εξωτερικό χώρο και ανεβαίνει προς τα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Αντίθετα, το υγραέριο που είναι βαρύτερο από τον αέρα (σχετική πυκνότητα περίπου 1.8) κατακάθεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και μπορεί να αποτελέσει σοβαρό κίνδυνο.

Επιπλέον, το φυσικό αέριο έχει χαμηλή αναφλεξιμότητα, γεγονός που το καθιστά ένα ιδιαίτερα ασφαλές καύσιμο. Για να υπάρξει ανάφλεξη του φυσικού αερίου πρέπει οι συνθήκες να είναι πολύ συγκεκριμένες και να υπάρξει ταυτόχρονα σπινθήρας.

ΣΤΟΙΧΕΙΟ / ΕΝΩΣΗ		ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%/mol)
Μεθάνιο	CH ₄	85% (min)
Αιθάνιο	C ₂ H ₆	8.6% (max)
Προπάνιο	C ₃ H ₈	3% (max)
Βουτάνιο	C ₄ H ₁₀	2% (max)
Πεντάνιο+	C ₅ H ₁₂ +	1% (max)
Αζωτο	N ₂	5% (max)
Διοξείδιο του άνθρακα	CO ₂	3% (max)
Θείο	S	90 mg/Nm ³ (max-κανονική λειτουργία) 130 mg/Nm ³ (max-έκτακτη ανάγκη, ≤ 48h)

Πίνακας 1.2: Χημική σύσταση του φυσικού αερίου.

Το φυσικό αέριο θεωρείται «ξηρό» όταν είναι σχεδόν καθαρό μεθάνιο και έχουν απομακρυνθεί οι περισσότεροι από τους υπόλοιπους συχνά συναντώμενους υδρογονάνθρακες. Όταν και άλλοι υδρογονάνθρακες είναι παρόντες τότε το φυσικό αέριο θεωρείται «υγρό».

Η καύση του φυσικού αερίου είναι καθαρή χωρίς να αφήνει υπόλειμμα και στάχτη. Τα προϊόντα της είναι κυρίως CO₂, H₂O και θερμότητα καθώς η αντίδραση είναι εξώθερμη. Σε σχέση με το μαζούτ εκπέμπει 4700 φορές λιγότερο SO₂, 2 φορές λιγότερο CO, 24 φορές λιγότερα σωματίδια, 3 φορές λιγότερους υδρογονάνθρακες και 17 φορές λιγότερα NO_x.

Η χρήση του φυσικού αερίου έχει θετική επίπτωση στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Για παραγωγή ίσου ποσού ενέργειας εκπέμπει 43% λιγότερο CO₂ από τον άνθρακα και 30% λιγότερο από το πετρέλαιο.

Η καύση του φυσικού αερίου, και εν γένει των καυσίμων (υδρογονάνθρακες), στον αέρα ονομάζεται οξείδωση η οποία περιλαμβάνει την αντίδραση του οξυγόνου που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα με το καύσιμο. Το αέριο και το οξειδωτικό πρέπει να είναι καλά αναμεμιγμένα και η αναλογία μεταξύ τους να είναι τέτοια ώστε να βρίσκονται μεταξύ των ορίων ανάφλεξης. Ένα σημείο του μίγματος πρέπει να υψωθεί σε θερμοκρασία υψηλότερη της θερμοκρασίας ανάφλεξης. Το φυσικό αέριο καίγεται με μια καθαρή μπλε φλόγα.

	m ³ /GJ	kg/GJ
Φυσικό αέριο	25.9	17.9
Αέρας καύσης	252	308.7
CO ₂	26.7	49.8
N ₂	199.2	236
H ₂ O	52.4	40

Πίνακας 1.3: Απαιτήσεις όγκου/μάζας για παραγωγή 1GJ ενέργειας από φυσικό αέριο.



Εικόνα 1.3: Καύση του φυσικού αερίου με καθαρή μπλε φλόγα.

Για να είναι δυνατή η συνέχιση της καύσης πρέπει:

- Να τροφοδοτείται συνεχώς η συσκευή με καύσιμο και οξειδωτικό.
- Να απομακρύνονται τα αέρια της καύσης.
- Να σταθεροποιείται η φλόγα στην κεφαλή του καυστήρα.

Ως θερμοκρασία ανάφλεξης ορίζεται η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία αρχίζει και επεκτείνεται η καύση σε όλη τη μάζα ενός ομογενούς μίγματος καυσίμου-αέρα. Για το CH₄ σε μίγμα με αέρα η θερμοκρασία ανάφλεξης είναι 632°C, ενώ σε μίγμα με O₂ είναι 556°C.

Η δυνατότητα ανάφλεξης μίγματος αερίου - αέρα περιορίζεται σε μια περιοχή που έχει σαν όρια ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο ποσοστό του αερίου στο μίγμα. Για το φυσικό αέριο το κατώτερο όριο ανάφλεξης είναι 5% ΦΑ/μίγμα ενώ το ανώτερο όριο ανάφλεξης 14% ΦΑ/μίγμα. Τα όρια ανάφλεξης εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και την πίεση του μίγματος με την περιοχή ανάφλεξης να αυξάνει σε εύρος όταν αυξάνει η θερμοκρασία του μίγματος. Επίσης, εξαρτώνται από την διάμετρο του αγωγού όπου τα όρια ανάφλεξης διευρύνονται μέχρι D=2'' καθώς και από την υγρασία η οποία μειώνει το ανώτερο όριο ανάφλεξης.

1.4 Κατανάλωση και αποθέματα

Τελευταία το φυσικό αέριο καλύπτει παγκοσμίως το ένα τέταρτο της κατανάλωσης ενέργειας από τον οικιακό, τριτογενή και βιομηχανικό τομέα. Στα επόμενα πενήντα χρόνια η κατανάλωση αναμένεται να αυξηθεί κατά 50%. Σε αυτές τις προβλέψεις δεν θα πρέπει να ξεχνάμε και τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση του φυσικού αερίου σε σχέση με τις άλλες μορφές ενέργειας και συγκεκριμένα του πετρελαίου. Ένας από αυτούς είναι η διαρκής αύξηση των τιμών του πετρελαίου λόγω γενικότερων πολιτικοοικονομικών συνθηκών στην περιοχή εξόρυξής του.

Τα ανταγωνιστικά του φυσικού αερίου καύσιμα / ενέργεια ανά χρήση είναι τα ακόλουθα:

ΧΡΗΣΗ	ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ / ΕΝΕΡΓΕΙΑ
Θέρμανση χώρων (κεντρική & αυτόνομη)	Πετρέλαιο θέρμανσης, ηλεκτρισμός
Ζέσταμα νερού	Ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κίνησης
Παραγωγή ατμού	Πετρέλαιο κίνησης, μαζούτ
Μαγείρεμα	Ηλεκτρισμός, υγραέριο
Κλιματισμός χώρων (ψύξη - θέρμανση)	Ηλεκτρισμός
Συμπαγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητα-ψύξη	Ηλεκτρισμός, όλα τα καύσιμα
Βιομηχανικές χρήσεις	Μαζούτ, πετρέλαιο κίνησης, υγραέριο

Πίνακας 1.4: Ανταγωνιστικά του φυσικού αερίου καύσιμα ή ενέργεια για κάθε χρήση.

Στη δεκαετία του '60 η παγκόσμια διακίνηση φυσικού αερίου δεν ξεπερνούσε τα 29 δισ. κυβικά μέτρα ετησίως. Όμως, η ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του '70 μετέβαλε άρδην το παγκόσμιο ενεργειακό τοπίο. Ο τομέας του φυσικού αερίου, που μέχρι τότε είχε αναπτυχθεί μόνο στις χώρες οι οποίες διέθεταν οι ίδιες αποθέματα, άρχισε στη συνέχεια να αναπτύσσεται παντού: με τους αγωγούς και τα πλοία μεταφοράς φυσικού αερίου δημιουργήθηκε ένα δίκτυο ικανό να μεταφέρει το φυσικό αέριο ακόμη και πολύ μακριά από τα σημεία εξαγωγής.

Στις αρχές της δεκαετίας του '80 σημειώθηκαν συναλλαγές μεταξύ εξαγωγικών χωρών και χωρών αξιοποίησης του φυσικού αερίου ύψους 180 δισ. κυβικών μέτρων ετησίως. Το φυσικό αέριο αποτέλεσε κατά το διάστημα αυτό την ταχύτερα αναπτυσσόμενη πρωτογενή μορφή ενέργειας. Πράγματι, η παγκόσμια κατανάλωση το 1999 έφθασε τα 2400 δισ. κυβικά μέτρα, καλύπτοντας το 23% της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η κατανάλωση φυσικού αερίου χωρίζεται σε τέσσερις βασικούς τομείς. Ο οικιακός τομέας κατέχει σήμερα το 23%, ο τριτογενής το 13% και ο βιομηχανικός το 45% ποσοστό ιδιαίτερα υψηλό ενώ η παραγωγή ηλεκτρισμού κατέχει το 13%.

Η Ευρώπη ευνοείται περισσότερο από κάθε άλλη ήπειρο από την ύπαρξη του φυσικού αερίου: η γειτνίαση με τις περιοχές παραγωγής (Ρωσία, Αλγερία, Ολλανδία, Μέση Ανατολή και άλλες), καθώς και το πυκνό δίκτυο των διασυνδεδεμένων αγωγών μεταφοράς εξασφαλίζουν παντού τη διαθεσιμότητά του.

Τα αποθέματα του φυσικού αερίου είναι εξίσου κατανεμημένα παγκοσμίως με αυτά του πετρελαίου. Σύμφωνα με έρευνες το 36.2% βρίσκεται στην πρώην Σοβιετική Ένωση και το υπόλοιπο είναι κατανεμημένο σε άλλες περιοχές του κόσμου. Αντίθετα το μεγαλύτερο ποσοστό των παγκοσμίων αποθεμάτων του πετρελαίου (63.5%) βρίσκεται στην Μέση Ανατολή.

1.5 Κύκλος του φυσικού αερίου

Ο κύκλος του φυσικού αερίου περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ

- Γεωλογικές μελέτες
- Σεισμική αναζήτηση
- Μαγνητόμετρα
- Βαρυτόμετρα
- Ερευνητικές γεωτρήσεις

2. ΕΞΟΡΥΞΗ

- Χερσαίες / Θαλάσσιες γεωτρήσεις
- Κρουστική / Περιστροφική διάτρηση

3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ

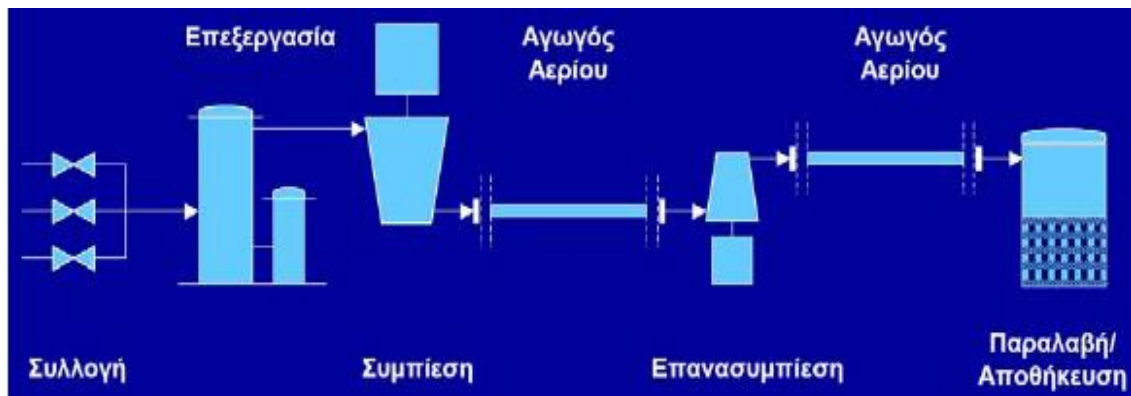
- Ολοκλήρωση πηγής
- Συλλογή αερίου από τις γεωτρήσεις
- Επεξεργασία και διαχωρισμός βαρέων υδρογονανθράκων (C3+)
- Συμπύεση αερίου

4. ΜΕΤΑΦΟΡΑ

- Επίγεια δίκτυα
- Υποθαλάσσια δίκτυα

- Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο
5. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ
- Κενοί ταμιευτήρες
 - Υδροφόρα στρώματα
 - Σπήλαια άλατος
6. ΔΙΑΝΟΜΗ
- Μέσης πίεσης δίκτυα
 - Χαμηλής Πίεσης δίκτυα

Σχηματικά ο κύκλος αυτός δίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 1.4: Κύκλος φυσικού αερίου: από την παραγωγή στην κατανάλωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

2.1 Αναζήτηση

Η τεχνική εντοπισμού κοιτασμάτων φυσικού αερίου και πετρελαίου έχει αλλάξει δραματικά κατά την διάρκεια των τελευταίων 15 ετών με την εισαγωγή εξαιρετικά προχωρημένης και ευφυούς τεχνολογίας. Τις πρώτες ημέρες της βιομηχανίας, ο μόνος τρόπος εντοπισμού υπογείων κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου ήταν η αναζήτηση για επιφανειακά σημάδια τέτοιων υπογείων σχηματισμών. Αυτοί που έψαχναν για κοιτάσματα φυσικού αερίου αναγκάζονταν να εξερευνούν την γη για κάποια διαρροή πετρελαίου ή αερίου που απελευθερώνονταν πριν θεωρήσουν ότι υπήρχε ένδειξη ύπαρξης υπόγειων κοιτασμάτων. Ωστόσο, επειδή το ποσοστό των κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου που διαρρέει προς την επιφάνεια είναι αρκετά μικρό, αυτή η διαδικασία εντοπισμού ήταν πολύ αναποτελεσματική και δύσκολη.

Καθώς η ζήτηση για ενέργεια από ορυκτά καύσιμα έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια, έτσι και η ανάγκη για πιο ακριβείς μεθόδους εντοπισμού αυτών των κοιτασμάτων έχει γίνει πλέον επιτακτική.

- **Πηγές δεδομένων**

Η τεχνολογία έχει επιτρέψει μια απίστευτη αύξηση της επιτυχίας εντοπισμού κοιτασμάτων φυσικού αερίου. Στις επόμενες παραγράφους, θα περιγραφεί πως οι γεωλόγοι και οι γεωφυσικοί χρησιμοποιούν την τεχνολογία και την γνώση των ιδιοτήτων των υπόγειων κοιτασμάτων φυσικού αερίου για να συλλέξουν δεδομένα που μπορούν αργότερα να επεξεργασθούν και να χρησιμοποιηθούν για να εκτιμηθούν οι πιθανές θέσεις των κοιτασμάτων. Παρόλα αυτά, πρέπει να επισημανθεί ότι η διαδικασία αναζήτησης κοιτασμάτων φυσικού αερίου και πετρελαίου είναι αρκετά αβέβαιη για τον απλό λόγο της πολυπλοκότητας αναζήτησης για κάτι που είναι συχνά αρκετά χιλιόμετρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Γεωλογικές μελέτες

Η αναζήτηση για φυσικό αέριο τυπικά ξεκινάει με την εξέταση της επιφανειακής γεωλογικής δομής της γης από τους γεωλόγους και τον προσδιορισμό των περιοχών που είναι γεωλογικά πιθανό να υπάρχουν κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου. Στα μέσα του 1800 ανακαλύφθηκε ότι οι αντικλινείς πλευρές είχαν μια ιδιαίτερα αυξημένη πιθανότητα να περιέχουν κοιτάσματα πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Αυτές οι πλευρές αντικλίνων είναι περιοχές όπου η γη έχει διπλωθεί

σχηματίζοντας ένα σχήμα θόλου που είναι χαρακτηριστικό μεγάλου πλήθους ταμιευτήρων.

Σεισμική αναζήτηση

Αναμφισβήτητα η μεγαλύτερη καινοτομία στην αναζήτηση πετρελαίου και φυσικού αερίου ήρθε με την χρήση της βασικής σεισμολογίας. Η σεισμολογία αναφέρεται στην μελέτη του τρόπου που η ενέργεια στη μορφή σεισμικών κυμάτων διατρέχει τον φλοιό της γης και αλληλεπιδρά διαφορετικά με τους ποικίλους τύπους υπόγειων γεωλογικών σχηματισμών.

Μαγνητόμετρα

Επιπλέον της χρήσης της σεισμολογίας για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την σύσταση του φλοιού της γης, οι μαγνητικές ιδιότητες των υπόγειων σχηματισμών μπορούν να μετρηθούν για την παραγωγή γεωλογικών και γεωφυσικών δεδομένων. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση μαγνητομέτρων, τα οποία είναι συσκευές που μπορούν να μετρήσουν τις μικρές διαφοροποιήσεις του μαγνητικού πεδίου της γης. Τα πρώτα μαγνητόμετρα ήταν μεγάλα και ογκώδη και ήταν ικανά να ερευνήσουν μόνο μια μικρή επιφάνεια κάθε φορά. Όμως, το 1981, η NASA εκτόξευσε ένα δορυφόρο, εξοπλισμένο με τεχνολογία μαγνητομέτρησης, ικανό να λαμβάνει μαγνητικές μετρήσεις σε ηπειρωτική κλίμακα.

Βαρυτόμετρα

Εκτός από τις μεταβολές του γήινου μαγνητικού πεδίου, οι γεωφυσικοί μπορούν επίσης να μετρήσουν και να καταγράψουν τη διαφοροποίηση του γήινου βαρυτικού πεδίου για να κατανοήσουν καλύτερα τι υπάρχει κάτω από τον φλοιό. Οι διαφορετικοί υπόγειοι σχηματισμοί και τα είδη πετρωμάτων έχουν μια ελαφρώς διαφορετική επίδραση στο βαρυτικό πεδίο που περιβάλλει την γη. Μετρώντας τις μικρές αυτές διαφοροποιήσεις με πολύ ευαίσθητο εξοπλισμό, οι γεωφυσικοί είναι σε θέση να αναλύσουν τους υπόγειους σχηματισμούς και να αποκτήσουν μια καθαρότερη εικόνα για το ποιοι τύποι σχηματισμών υπάρχουν κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και αν μπορούν εν δυνάμει να περιέχουν υδρογονάνθρακες όπως το φυσικό αέριο.

Ερευνητικές γεωτρήσεις

Ο καλύτερος τρόπος για να αποκτηθεί πλήρη εικόνα της υπεδάφιας γεωλογίας καθώς και της πιθανότητας ύπαρξης κοιτασμάτων φυσικού αερίου είναι η διάτρηση ερευνητικής γεώτρησης η οποία παρέχει στους επιστήμονες την λεπτομερή σύνθεση των υπόγειων πετρωμάτων. Μια ερευνητική γεώτρηση δεν αποσκοπεί μόνο στην

αναζήτηση για κοιτάσματα φυσικού αερίου ή πετρελαίου αλλά επιτρέπει στους γεωλόγους να εξετάσουν το διατρηθέν υλικό και τα ρευστά και να αποφανθούν για τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Καταγραφή

Η καταγραφή αναφέρεται στην εκτέλεση δοκιμών κατά την διάρκεια ή μετά την διαδικασία διάτρησης ώστε να δύνανται οι γεωλόγοι και οι χειριστές των διατρητικών μηχανημάτων να ελέγχουν και να ρυθμίζουν την πρόοδο της διάτρησης της γεώτρησης καθώς και να αποκτήσουν μια καθαρότερη εικόνα των υπεδάφινων σχηματισμών. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι καταγραφής, στην πράξη, πάνω από 100 διαφορετικές δοκιμές καταγραφής μπορούν να υλοποιηθούν αλλά ουσιαστικά αποτελούνται από μια ποικιλία δοκιμών που διασαφηνίζουν την πραγματική σύσταση και τα χαρακτηριστικά των διαφορετικών στρωμάτων του πετρώματος το οποίο διασχίζει η γεώτρηση.

• **Ανάλυση δεδομένων**

Υπάρχουν πολλές πηγές δεδομένων και πληροφοριών που χρησιμοποιούνται από τον γεωλόγο και τον γεωφυσικό για την αναζήτηση υδρογονανθράκων. Ωστόσο, αυτά τα δεδομένα είναι άχρηστα χωρίς την προσεκτική και μεθοδική επεξεργασία τους. Ο γεωφυσικός πρέπει να συνδυάσει όλα τα διαθέσιμα δεδομένα για να κατασκευάσει ένα μοντέλο της στρωματικής δομής των υπεδάφινων πετρωμάτων. Κάποιες τεχνικές, συμπεριλαμβανομένης της σεισμικής αναζήτησης, είναι κατάλληλες για την κατασκευή μοντέλου των υπόγειων σχηματισμών είτε με το χέρι είτε με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι παρά την αλματώδη εξέλιξη της τεχνολογίας και των τεχνικών αναζήτησης, ο μόνος τρόπος για να επιβεβαιωθεί η ύπαρξη ενός ταμιευτήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου είναι η διάτρηση μιας ερευνητικής γεώτρησης.

2-D Σεισμική ανάλυση

Η διδιάστατη σεισμική απεικόνιση αναφέρεται στους γεωφυσικούς που χρησιμοποιούν τα συλλεχθέντα δεδομένα από τις δραστηριότητες σεισμικής αναζήτησης για να αναπτύξουν μια εικόνα της τομής των υπόγειων σχηματισμών των πετρωμάτων. Ο γεωφυσικός αναλύει τα σεισμικά δεδομένα από την περιοχή, λαμβάνοντας τις καταγραφές του σειсмоγράφου και χρησιμοποιώντας τις για να αναπτύξει ένα μοντέλο της σύνθεσης και του πάχους των διάφορων στρωμάτων των πετρωμάτων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται κανονικά για την χαρτογράφηση των υπόγειων σχηματισμών και για

να γίνουν εκτιμήσεις, βασισμένες στις γεωλογικές δομές, ώστε να προσδιορισθεί εάν είναι πιθανή η ύπαρξη ταμιευτήρων.

Αναζήτηση με ηλεκτρονικό υπολογιστή

Μία από τις μεγαλύτερες καινοτομίες στην ιστορία της αναζήτησης φυσικού αερίου είναι η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών για επεξεργασία των γεωλογικών δεδομένων και κατασκευή κατανοητών χαρτών της δομής του υπεδάφους. Η χρήση αυτής της ηλεκτρονικής τεχνολογίας αναφέρεται ως «CAEX».

2.2 Εξόρυξη

Μόλις εντοπισθεί ένα εν δυνάμει κοιτάσμα φυσικού αερίου από μια ερευνητική ομάδα γεωλόγων και γεωφυσικών, είναι η σειρά των ειδικών επί των διατρήσεων για να κάνει γεώτρηση εκεί που εκτιμήθηκε ότι υπάρχει φυσικό αέριο. Αν και η διαδικασία διάτρησης βαθιά μέσα στο φλοιό της γης για την εύρεση κοιτασμάτων φυσικού αερίου που ίσως να υπάρχουν αλλά ίσως και όχι, φαίνεται αποθαρρυντική, η βιομηχανία έχει αναπτύξει ένα αριθμό καινοτομιών και τεχνικών που αμφότερες μειώνουν το κόστος και αυξάνουν την αποτελεσματικότητα των διατρήσεων για φυσικό αέριο. Η πρόοδος της τεχνολογίας έχει επίσης συνεισφέρει σημαντικά στην αυξημένη αποτελεσματικότητα και στον ρυθμό επιτυχίας των διατρήσεων φυσικού αερίου.

Η απόφαση για την διάτρηση μιας γεώτρησης εξαρτάται από ένα σύνολο παραγόντων, με τα οικονομικά χαρακτηριστικά του πιθανού ταμιευτήρα φυσικού αερίου να παίζουν σημαντικό ρόλο. Κοστίζει αρκετά στις εταιρίες αναζήτησης και παραγωγής η αναζήτηση και η διάτρηση για φυσικό αέριο και υπάρχει πάντα το ρίσκο να μην βρεθεί τελικά φυσικό αέριο.

Η ακριβής θέση της γεώτρησης εξαρτάται από ένα πλήθος παραγόντων, συμπεριλαμβανομένου της φύσης του εν δυνάμει σχηματισμού προς διάτρηση, των χαρακτηριστικών της υπεδάφειας γεωλογίας και του βάθους και μεγέθους του προς εκμετάλλευση κοιτάσματος. Αφού προσδιορισθεί από την ομάδα των γεωφυσικών η βέλτιστη θέση της γεώτρησης, είναι απαραίτητο η εταιρία εκμετάλλευσης να προβεί σε όλα τα αναγκαία βήματα για να εξασφαλίσει την νομιμότητα λειτουργίας γεώτρησης στην εν λόγω περιοχή. Αυτό συνήθως περιλαμβάνει την αδειοδότηση των διατρητικών διαδικασιών, την οριοθέτηση του νομικού πλαισίου που θα επιτρέπει στην εταιρία την εξόρυξη και πώληση των ορυκτών πόρων του υπεδάφους στη

δεδομένη περιοχή καθώς και την κατάθεση και έγκριση σχεδίου δικτύου μεταφοράς και σύνδεσης της γεώτρησης με τον κεντρικό αγωγό. Υπάρχουν διάφοροι εν δυνάμει ιδιοκτήτες των δικαιωμάτων της γης και των μεταλλευμάτων κάτω από αυτή.

Εάν η νέα γεώτρηση, αφού διατηρηθεί, ανακαλύψει κοιτάσματα φυσικού αερίου τότε διαμορφώνεται και αναπτύσσεται κατάλληλα για την εξόρυξη αυτού του φυσικού αερίου και αναφέρεται πλέον ως «παραγωγική» γεώτρηση ή πηγή. Σε αυτό το σημείο, με την πηγή να έχει διατηρηθεί και με παρόντες τους υδρογονάνθρακες, απομένει μόνο η ολοκλήρωσή της για την διευκόλυνση της παραγωγής του φυσικού αερίου. Ωστόσο, εάν η ομάδα αναζήτησης και εντοπισμού έκανε λάθος εκτίμηση για την ύπαρξη εμπορικά εκμεταλλεύσιμης ποσότητας φυσικού αερίου στην συγκεκριμένη περιοχή, η γεώτρηση αναφέρεται ως «ξηρή» και η παραγωγή αναστέλλεται.

- **Είδη διάτρησης**

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι διάτρησης, η κρουστική και η περιστροφική. Η κρουστική διάτρηση συνίσταται στην επαναλαμβανόμενη ανύψωση και ρίψη ενός μεγάλου βάρους μεταλλικού εργαλείου κοπής πάνω στο έδαφος, το οποίο ανοίγει σταδιακά μία οπή. Η κρουστική διάτρηση χρησιμοποιείται συνήθως για μικρού βάθους, χαμηλής πίεσης σχηματισμούς. Η περιστροφική διάτρηση συνίσταται στην περιστροφική χρήση αιχμηρού εργαλείου κοπής για την διάνοιξη οπής στο έδαφος. Αυτός ο τύπος διάτρησης χρησιμοποιείται κυρίως για μεγαλύτερου βάθους γεωτρήσεις που πιθανό να είναι κάτω από υψηλές πιέσεις.

- Κρουστική διάτρηση

Η κρουστική διάτρηση αναγνωρίζεται από πολλούς ως η πρώτη διατρητική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την διάνοιξη γεωτρήσεων με σκοπό την προσέγγιση των κοιτασμάτων πετρελαίου και νερού. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ακόμα για κάποιες γεωτρήσεις μικρού βάθους, αν και η περιστροφική διάτρηση είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος διάτρησης.

Η βασική αρχή της κρουστικής διάτρησης είναι η επαναλαμβανόμενη ρίψη ενός εργαλείου κοπής μεγάλου βάρους, στο έδαφος, με αποτέλεσμα την θραύση των πετρωμάτων και την διάνοιξη οπής μέχρι το επιθυμητό βάθος. Το εργαλείο κοπής είναι συνήθως ένα αμβλύ σχήματος κοπτικό εργαλείο, το οποίο μπορεί να αλλάζει ανάλογα με το είδος του προς θραύση πετρώματος. Κατά την διάρκεια της διάτρησης εκχύνεται νερό εντός της γεώτρησης το οποίο αναμιγνύεται με τα προϊόντα της θραύσης σχηματίζοντας ένα είδος ιλύος. Η ιλύς αυτή αντλείται περιοδικά από την

γεώτρηση όταν αρχίζει να επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του κοπτικού εργαλείου.

Περιστροφική διάτρηση

Η περιστροφική διάτρηση χρησιμοποιεί ένα αιχμηρό, περιστρεφόμενο κοπτικό εργαλείο για να διατρήσει ακόμα και τα σκληρότερα πετρώματα. Ωστόσο, αν και απλή σαν τεχνική, η μηχανολογία των σύγχρονων περιστροφικών διατρητικών γεωτρήσεων είναι αρκετά πολύπλοκη. Το βασικό διατρητικό σύστημα αποτελείται από τέσσερα υποσυστήματα ήτοι το κύριο κινητήριο σύστημα, το σύστημα ανύψωσης, το σύστημα περιστροφής και το σύστημα κυκλοφορίας, σχήμα 2.10.

Το κύριο κινητήριο σύστημα αποτελείται από τον εξοπλισμό που παρέχει ισχύ σε ολόκληρη την γεώτρηση. Μέχρι και τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι περιστροφικές διατρητικές γεωτρήσεις χρησιμοποιούσαν ατμομηχανές. Οι μηχανές ντίζελ καθιερώθηκαν μετά τον πόλεμο. Πρόσφατα, ενώ οι μηχανές ντίζελ ακόμα αποτελούν την πλειονότητα των πηγών ισχύος, έχουν αρχίσει και άλλοι τύποι μηχανών να χρησιμοποιούνται. Μηχανές φυσικού αερίου ή βενζίνης χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία τροφοδοτεί την γεώτρηση ενώ σε άλλες περιπτώσεις η ηλεκτρική ενέργεια αυτή λαμβάνεται απ' ευθείας από το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Οι περισσότερες περιστροφικές γεωτρήσεις απαιτούν σήμερα ισχύ 1000 έως 3000hp ενώ οι μικρού βάθους γεωτρήσεις απαιτούν μόνο 500hp ισχύ. Οι περιστροφικές γεωτρήσεις που σχεδιάζονται για διατρήσεις άνω των 6km βάθους, απαιτούν συνήθως πάνω από 3000hp ισχύ. Η ενέργεια από το κύριο κινητήριο σύστημα χρησιμοποιείται για την λειτουργία των υπόλοιπων υποσυστημάτων καθώς και για φωτισμό, νερό και συμπιεσμένο αέρα.

• **Χερσαίες & θαλάσσιες γεωτρήσεις**

Οι γεωτρήσεις για φυσικό αέριο μπορούν να λάβουν χώρα είτε πάνω στην ξηρά είτε πάνω από θάλασσα. Αν και οι διατρητικές τεχνικές είναι παρόμοιες και στις δύο περιπτώσεις, ωστόσο, οι θαλάσσιες (παράκτιες) γεωτρήσεις, εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από την κοντινότερη χερσαία επιφάνεια, θέτουν ένα αριθμό τεχνολογικών προκλήσεων. Ο βασικός λόγος είναι ότι στις θαλάσσιες γεωτρήσεις ο πυθμένας της θάλασσας μπορεί να είναι και εκατοντάδες μέτρα κάτω από την επιφάνειά της. Έτσι, ενώ με τις χερσαίες γεωτρήσεις το έδαφος παρέχει μια πλατφόρμα διάτρησης, στις θαλάσσιες απαιτείται η κατασκευή μιας τεχνητής πλατφόρμας. Αυτή η τεχνητή

πλατφόρμα μπορεί να πάρει αρκετές μορφές, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της γεώτρησης που πρόκειται να διατηρηθεί, όπως σε πόσο βάθος βρίσκεται ο πυθμένας.

Ένα από τα σημαντικότερα τμήματα μιας θαλάσσιας γεώτρησης είναι ο υποθαλάσσιος οδηγός διάτρησης. Ουσιαστικά, η χαλύβδινη αυτή κατασκευή συνδέει την υποθαλάσσια γεώτρηση με την πλατφόρμα στην επιφάνεια της θάλασσας και εξυπηρετεί στην ακριβή διάτρηση των γεωτρήσεων επιτρέποντας τις αναπόφευκτες μικρές μετατοπίσεις της πλατφόρμας λόγω των ανέμων και των θαλάσσιων ρευμάτων. Ο οδηγός διάτρησης, τοποθετείται και θεμελιώνεται στον πυθμένα της θάλασσας πάνω από την ακριβή θέση των γεωτρήσεων με χρήση δορυφορικής τεχνολογίας και GPS5.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι θαλάσσιων γεωτρήσεων, οι κινητές και οι μόνιμες. Οι κινητές γεωτρήσεις μπορούν να μετακινηθούν σε πολλαπλές θέσεις και εξυπηρετούν ερευνητικούς κυρίως σκοπούς καθώς έχουν πολύ χαμηλότερο κόστος από ότι οι σταθερές. Μόλις όμως ανακαλυφθεί ένα μεγάλο και εμπορικά εκμεταλλεύσιμο κοιτάσμα υδρογονανθράκων τότε κατασκευάζεται μια μόνιμη θαλάσσια γεώτρηση για την εξόρυξή τους.

2.3 Παραγωγή

Αφού ολοκληρωθεί η γεώτρηση και επιβεβαιωθεί η ύπαρξη εμπορικά εκμεταλλεύσιμων ποσοτήτων φυσικού αερίου, το επόμενο βήμα είναι η άντληση του φυσικού αερίου από το κοιτάσμα και η επεξεργασία του για μεταφορά.

Το φυσικό αέριο που υπάρχει στα υπόγεια κοιτάσματα, δεν είναι ακριβώς ίδιο με αυτό που τελικά δίνεται προς χρήση. Το φυσικό αέριο, όπως το χρησιμοποιούμε είναι σχεδόν μόνο μεθάνιο. Ωστόσο, το φυσικό αέριο, όπως βρίσκεται στα κοιτάσματα, εμπεριέχει διάφορες άλλες ουσίες και αέρια, όπως επίσης πετρέλαιο και νερό, τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν. Το φυσικό αέριο που μεταφέρεται μέσω των αγωγών τροφοδοσίας πρέπει να ικανοποιεί τις προδιαγραφές καθαρότητας πριν εισαχθεί σε αυτούς, οπότε οι περισσότερες διεργασίες γίνονται κοντά στην πηγή.

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι συμβατικών πηγών φυσικού αερίου. Καθώς το πετρέλαιο συσχετίζεται συχνά με κοιτάσματα φυσικού αερίου, μία συγκεκριμένη ποσότητα φυσικού αερίου μπορεί να αντληθεί από πηγές που ανοίχθηκαν αρχικά για παραγωγή πετρελαίου. Σε κάποιες περιπτώσεις αυτό το σχετιζόμενο φυσικό αέριο χρησιμοποιείται για να βοηθήσει την παραγωγή πετρελαίου παρέχοντας πίεση στον

σχηματισμό για την εξόρυξη του πετρελαίου. Το σχετιζόμενο φυσικό αέριο μπορεί επίσης να υπάρχει σε αρκετά μεγάλες ποσότητες ώστε να δύναται η ταυτόχρονη εξόρυξή του με το πετρέλαιο. Οι πηγές φυσικού αερίου είναι πηγές που διατρώνται ειδικά για φυσικό αέριο και περιέχουν λίγο ή καθόλου πετρέλαιο.

Οι πηγές συμπυκνωμάτων είναι πηγές που περιέχουν φυσικό αέριο και υγρό συμπύκνωμα. Αυτό το συμπύκνωμα είναι ένα υγρό μείγμα υδρογονανθράκων που συχνά διαχωρίζεται από το φυσικό αέριο είτε στη κορυφή της πηγής ή κατά την διάρκεια της επεξεργασίας του φυσικού αερίου. Ανάλογα με τον τύπο της γεώτρησης, η ολοκλήρωσή της μπορεί να διαφέρει ελαφρά. Είναι σημαντικό να υπενθυμιστεί ότι το φυσικό αέριο, όντας ελαφρύτερο του αέρα, θα ανέλθει στην επιφάνεια της πηγής. Εξαιτίας αυτού, σε αρκετές πηγές φυσικού αερίου και συμπυκνωμάτων, δεν είναι απαραίτητοι ο εξοπλισμός άντλησης και η διαμόρφωση της πηγής.

- **Η ολοκλήρωση της πηγής**

Η ολοκλήρωση της πηγής συνήθως αναφέρεται στην διαδικασία τελικής διαμόρφωσης της γεώτρησης έτσι ώστε να ετοιμασθεί για παραγωγή φυσικού αερίου. Στην ουσία, η ολοκλήρωση συνίσταται στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του τμήματος εισόδου της γεώτρησης στον υπόγειο ταμιευτήρα. Υπάρχουν αρκετοί τύποι ολοκλήρωσης, ωστόσο η τελική επιλογή βασίζεται στα χαρακτηριστικά και στην θέση του ταμιευτήρα.

Η ολοκλήρωση της πηγής συνίσταται από ένα πλήθος βημάτων όπως η εγκατάσταση της επένδυσης των παρειών του φρέατος, η εγκατάσταση της κεφαλής της πηγής και η εγκατάσταση του εξοπλισμού άντλησης ή η διαμόρφωση του σχηματισμού εάν αυτό απαιτείται.

Επένδυση φρέατος

Η εγκατάσταση της επένδυσης των παρειών του φρέατος είναι ένα σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας διάτρησης και ολοκλήρωσης μιας πηγής. Η επένδυση της πηγής συνίσταται από μια σειρά μεταλλικών σωλήνων που τοποθετούνται στη νεοδιατρηθείσα γεώτρηση. Η επένδυση εξυπηρετεί την δομική ενίσχυση των παρειών του φρέατος, την εξασφάλιση μη διαρροής πετρελαίου ή φυσικού αερίου από το φρέαρ κατά την άντληση του φυσικού αερίου στην επιφάνεια και την αποφυγή εισροής άλλων υγρών ή αερίων από τον σχηματισμό στην πηγή.

Κεφαλή της πηγής

Η κεφαλή της πηγής αποτελείται από τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που προσαρτάται στο άνοιγμα της πηγής με σκοπό να ρυθμίζει και να παρακολουθεί

την εξόρυξη των υδρογονανθράκων από τον υπόγειο σχηματισμό. Επίσης, αποτρέπει την διαρροή φυσικού αερίου από την πηγή και αποτρέπει τις απότομες απελευθερώσεις πίεσης λόγω των υψηλά υφισταμένων υπόγειων πιέσεων. Σχηματισμοί που βρίσκονται υπό υψηλές πιέσεις απαιτούν τυπικά κεφαλές που να μπορούν να αντέξουν πολύ μεγάλες άνωθεν πιέσεις από τα αέρια και υγρά, της τάξης των 20000 psi.

Αντληση πόρων

Μόλις ολοκληρωθεί η πηγή, είναι έτοιμη πλέον για την παραγωγή φυσικού αερίου. Σε κάποιες περιπτώσεις, οι υδρογονάνθρακες που υπάρχουν στους υπό πίεση σχηματισμούς θα ανέλθουν, όπως είναι φυσικό, διαμέσου της γεώτρησης στην επιφάνεια. Αυτή είναι συνήθως και η συνήθης περίπτωση με το φυσικό αέριο. Εφόσον το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο του αέρα, μόλις ανοιχθεί αγωγός προς την επιφάνεια, το υπό πίεση αέριο θα ανέλθει προς αυτή. Αυτό είναι κοινό για τους σχηματισμούς που περιέχουν μόνο φυσικό αέριο ή και με ελαφρά συμπυκνώματα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, μόλις εγκατασταθεί το χριστουγεννιάτικο δέντρο, το φυσικό αέριο θα ρεύσει από μόνο του προς την επιφάνεια.

Διαμόρφωση πηγής

Η διαμόρφωση της πηγής είναι μία άλλη μέθοδος εξασφάλισης αποδοτικής εκροής υδρογονανθράκων από αυτή. Ουσιαστικά, αυτή συνίσταται στην έγχυση οξέος (συνήθως υδροχλωρικού οξέος), νερού ή αερίων μέσα στην πηγή με σκοπό την διάνοιξη του σχηματισμού και την διευκόλυνση της ροής του πετρελαίου εντός αυτού. Η οξείδωση εφαρμόζεται κυρίως στους ασβεστολιθικούς ή ανθρακικούς σχηματισμούς όπου εγχύεται οξύ το οποίο διαλύει τμήματα του πετρώματος στο σχηματισμό, διανοίγοντας τους υπάρχοντες χώρους και διευκολύνοντας την ροή των υδρογονανθράκων.

• **Η επεξεργασία του φυσικού αερίου**

Το επόμενο βήμα στην διαδικασία παραγωγής φυσικού αερίου είναι η επεξεργασία του. Το φυσικό αέριο, όπως χρησιμοποιείται από τους καταναλωτές, είναι πολύ διαφορετικό από το φυσικό αέριο που αντλείται από τον σχηματισμό στην πηγή. Αν και η επεξεργασία του φυσικού αερίου είναι σε μεγάλο βαθμό λιγότερο πολύπλοκη από την διύλιση του αργού πετρελαίου, είναι ωστόσο εξίσου αναγκαία πριν την χρήση του από τους καταναλωτές.

Το φυσικό αέριο που προορίζεται για κατανάλωση αποτελείται σχεδόν εξ'ολοκλήρου από μεθάνιο. Αν και το φυσικό αέριο που φθάνει στην κεφαλή της

πηγής ήδη αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, ωστόσο δεν είναι καθόλου καθαρό. Οι πηγές από τις οποίες προέρχεται το φυσικό αέριο είναι τριών τύπων: πετρελαιοπηγές, πηγές φυσικού αερίου και πηγές συμπυκνωμάτων.

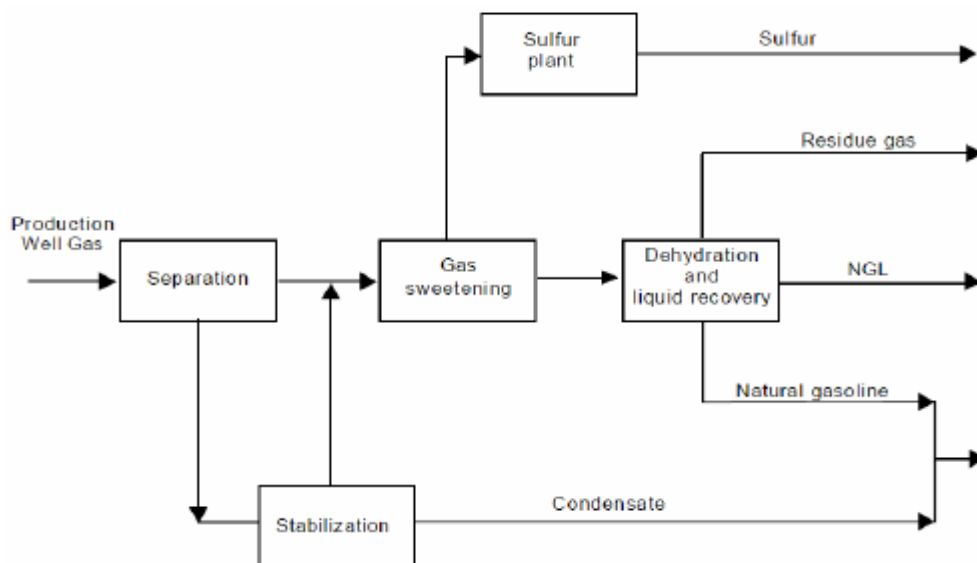
Το φυσικό αέριο που εξάγεται από τις πετρελαιοπηγές ονομάζεται «συνοδό αέριο». Το αέριο αυτό μπορεί να υπάρξει ξεχωριστά από το πετρέλαιο στο σχηματισμό (ελεύθερο αέριο) ή διαλυμένο στο αργό πετρέλαιο (διαλυμένο αέριο). Το φυσικό αέριο από τις πηγές αερίου και τις πηγές συμπυκνώματος, όπου υπάρχει ελάχιστο ή καθόλου αργό πετρέλαιο, ονομάζεται «μη συνοδό αέριο». Οι πηγές αερίου παράγουν τυπικά ακατέργαστο φυσικό αέριο ενώ οι πηγές συμπυκνώματος παράγουν ελεύθερο αέριο μαζί με ένα ημι-υγρό συμπύκνωμα υδρογονανθράκων.

Ωστόσο, όποιου τύπου και αν είναι η πηγή του φυσικού αερίου, μόλις αυτό διαχωριστεί από το αργό πετρέλαιο (εάν υπάρχει) τότε συνήθως υπάρχει σε μείγματα με άλλους υδρογονάνθρακες, κυρίως αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και πεντάνια. Επιπροσθέτως, το ακατέργαστο φυσικό αέριο περιέχει υδρατμούς, υδρόθειο (H_2S), διοξείδιο του άνθρακα, ήλιο, άζωτο και άλλες ουσίες.

Η επεξεργασία του φυσικού αερίου συνίσταται στον διαχωρισμό των διάφορων υδρογονανθράκων και ρευστών από το ακατέργαστο φυσικό αέριο, για την παραγωγή αυτού που είναι γνωστού ως «ποιότητας αγωγού» ξηρό φυσικό αέριο. Οι μείζονες αγωγοί μεταφοράς συνήθως επιβάλλουν περιορισμούς για την σύνθεση του φυσικού αερίου που επιτρέπεται να εισαχθεί στον αγωγό. Αυτό σημαίνει ότι πριν μπορέσει να μεταφερθεί το φυσικό αέριο πρέπει να καθαριστεί. Αν και το αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και τα πεντάνια πρέπει να απομακρυνθούν από το φυσικό αέριο, αυτό δεν σημαίνει ότι είναι άχρηστα προϊόντα.

Η τεχνική επεξεργασίας του ακατέργαστου φυσικού αερίου σε ξηρό φυσικό αέριο ποιότητας αγωγού μπορεί να είναι αρκετά πολύπλοκη, αλλά συνήθως περιλαμβάνει τέσσερις κύριες διεργασίες για την αφαίρεση των διάφορων ακαθαρσιών:

- Απομάκρυνση πετρελαίου & συμπυκνωμάτων
- Απομάκρυνση νερού
- Διαχωρισμός των NGL
- Απομάκρυνση του θείου και του διοξειδίου του άνθρακα

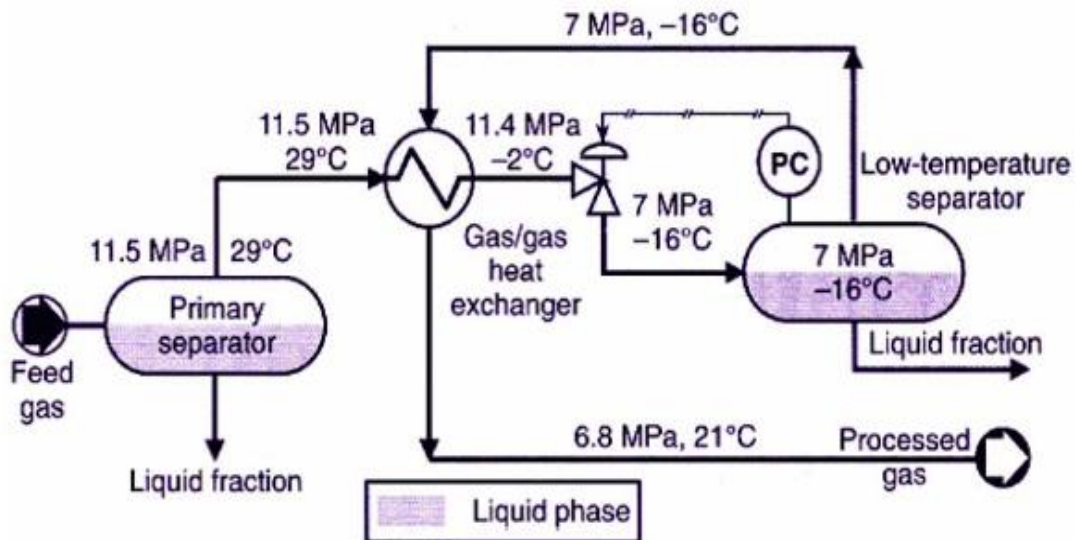


Εικόνα 2.1: Στάδια επεξεργασίας φυσικού αερίου.

Απομάκρυνση πετρελαίου & συμπυκνωμάτων

Για να επεξεργασθεί και μεταφερθεί το διαλυμένο συνοδό φυσικό αέριο, πρέπει πρώτα να διαχωριστεί από το πετρέλαιο μέσα στο οποίο είναι διαλυμένο. Ο διαχωρισμός του φυσικού αερίου από το πετρέλαιο πραγματοποιείται συνήθως με εξοπλισμό που εγκαθίσταται κοντά στην κεφαλή της πηγής.

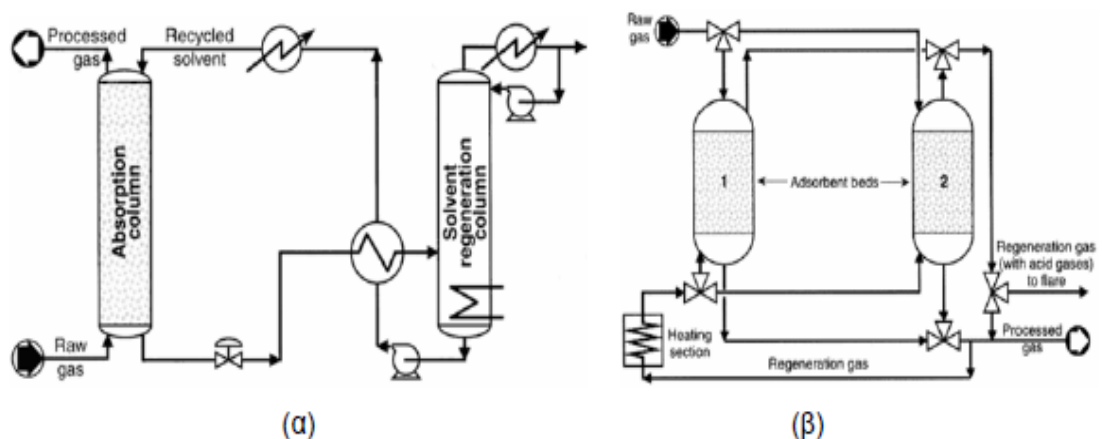
Η πραγματική διαδικασία που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό του πετρελαίου από το φυσικό αέριο, όπως και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός διαφέρουν κατά περίπτωση. Αν και το ξηρό φυσικό αέριο ποιότητας αγωγού είναι σχεδόν πανομοιότυπο σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, το ακατέργαστο φυσικό αέριο από διαφορετικές περιοχές είναι πιθανό να έχει διαφορετική σύσταση και απαιτήσεις διαχωρισμού. Σε πολλές περιπτώσεις το φυσικό αέριο είναι διαλυμένο στο πετρέλαιο κυρίως λόγω της πίεσης στην οποία βρίσκεται ο σχηματισμός.



Εικόνα 2.2: Απομάκρυνση πετρελαίου & συμπυκνωμάτων από το φυσικό αέριο.

Απομάκρυνση νερού

Εκτός της απομάκρυνσης του πετρελαίου και κάποιου συμπυκνώματος από το υγρό αέριο, είναι αναγκαίο να απομακρυνθεί και το μεγαλύτερο μέρος του νερού. Το περισσότερο από το υγρό, ελεύθερο νερό που υπάρχει στο εξαγόμενο φυσικό αέριο απομακρύνεται με απλές μεθόδους διαχωρισμού κοντά ή στην ίδια την κεφαλή της πηγής. Ωστόσο, η αφαίρεση των υδρατμών που υπάρχουν διαλυμένοι στο φυσικό αέριο απαιτεί μια πιο πολύπλοκη διαδικασία. Αυτή η διαδικασία συνίσταται στην αφυδάτωση του φυσικού αερίου, η οποία συνήθως περιλαμβάνει μία εκ των δύο διεργασιών: απορρόφηση ή προσρόφηση.



Εικόνα 2.3: Μέθοδοι αφυδάτωσης φυσικού αερίου με: α) απορρόφηση β) προσρόφηση.

Το φυσικό αέριο, έχοντας πλέον αφυδατωθεί, μεταφέρεται εκτός του αφυδατωτή. Η αφυδάτωση με στερεά ξηραντικά μέσα είναι η κύρια μορφή αφυδάτωσης του φυσικού αερίου με προσρόφηση και συνήθως αποτελείται από δύο ή περισσότερους πύργους προσρόφησης, οι οποίοι γεμίζονται με στερεό ξηραντικό μέσο. Τυπικά ξηραντικά μέσα είναι η ενεργή αλουμίνα ή τζελ κοκκώδους πυριτίου.

Το υγρό αέριο περνά μέσα από αυτούς τους πύργους, από πάνω προς τα κάτω. Καθώς το υγρό αέριο περνά γύρω από τα σωματίδια του ξηραντικού υλικού, το νερό κατακρατείται στην επιφάνεια αυτών των σωματιδίων. Περνώντας από όλη την κλίνη ξηραντικού υλικού, σχεδόν όλο το νερό προσροφάται πάνω στο ξηραντικό υλικό, αφήνοντας το ξηρό αέριο να εξέλθει στο κάτω μέρος του πύργου.



Εικόνα 2.4: Πύργοι προσρόφησης.

Διαχωρισμός των NGL

Το φυσικό αέριο που έρχεται από την πηγή περιέχει πολλά υγρά φυσικού αερίου που συνήθως απομακρύνονται. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα NGL έχουν υψηλότερη αξία ως μεμονωμένα προϊόντα και είναι συνεπώς οικονομικός ο διαχωρισμός τους από το φυσικό αέριο. Η απομάκρυνση των NGL συνήθως λαμβάνει χώρα σε ένα σχετικά κεντρικό εργοστάσιο επεξεργασίας και χρησιμοποιεί τεχνικές παρόμοιες με αυτές για την αφυδάτωση του φυσικού αερίου.

Υπάρχουν δύο βασικά στάδια για την κατεργασία των NGL στο φυσικό αέριο. Πρώτον, τα υγρά πρέπει να εξαχθούν από το φυσικό αέριο. Δεύτερον, αυτά τα υγρά πρέπει να διαχωριστούν μεταξύ τους, μέχρι τα βασικά τους συστατικά.

Όσον αφορά στην εξαγωγή των υγρών από το φυσικό αέριο, υπάρχουν δύο κύριες τεχνικές, η μέθοδος απορρόφησης και η διεργασία κρυογονικής εκτόνωσης.

Σύμφωνα με την Ένωση Επεξεργαστών Αερίου, αυτές οι δύο τεχνικές χρησιμοποιούνται για το 90% της ολικής παραγωγής υγρών φυσικού αερίου.

2.4 Μεταφορά

Η αποδοτική και αποτελεσματική μετακίνηση φυσικού αερίου από τις περιοχές παραγωγής στις περιοχές κατανάλωσης απαιτεί ένα εκτενές και επιμελημένο σύστημα μεταφορών. Σε πολλές περιπτώσεις, το φυσικό αέριο που παράγεται από μία συγκεκριμένη πηγή θα πρέπει να διανύσει μια μεγάλη απόσταση για να φθάσει στο σημείο χρήσης του. Το σύστημα μεταφορών για φυσικό αέριο αποτελείται από ένα σύνθετο δίκτυο σωληνώσεων, σχεδιασμένο για γρήγορη και αποτελεσματική μεταφορά του φυσικού αερίου από την προέλευσή του, στις περιοχές υψηλής ζήτησης. Επίσης, η μεταφορά του φυσικού αερίου συνδέεται στενά με την αποθήκευσή του. Εάν δεν υπάρχει ζήτηση φυσικού αερίου την περίοδο που μεταφέρεται, μπορεί να τεθεί στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης για όταν υπάρξει η ανάλογη ζήτηση.

Υπάρχουν ουσιαστικά τρεις σημαντικοί τύποι σωληνώσεων κατά μήκος της διαδρομής μεταφορών: το σύστημα συλλογής, η διαπολιτειακή σωλήνωση, και το σύστημα διανομής. Το σύστημα συλλογής αποτελείται από χαμηλής πίεσης, μικρής διαμέτρου σωληνώσεις που μεταφέρουν ακατέργαστο φυσικό αέριο από την πηγή στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Εάν το φυσικό αέριο από μια συγκεκριμένη πηγή έχει υψηλό περιεχόμενο θείου και διοξειδίου του άνθρακα (όξινο αέριο), πρέπει να εγκατασταθεί εξειδικευμένος όξινος σωλήνας συλλογής. Το όξινο αέριο είναι εξαιρετικά διαβρωτικό και επικίνδυνο, κατά συνέπεια η μεταφορά του από την πηγή στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας πρέπει να γίνει προσεκτικά.

Οι σωληνώσεις μπορούν να χαρακτηριστούν ως διακρατικές ή διαπολιτειακές. Οι διακρατικές σωληνώσεις μεταφέρουν φυσικό αέριο επί των κρατικών συνόρων, σε μερικές περιπτώσεις σαφώς και σε ολόκληρη τη χώρα. Οι διαπολιτειακές σωληνώσεις, αφ' ετέρου, μεταφέρουν φυσικό αέριο μέσα σε ένα συγκεκριμένο κράτος. Οι σωληνώσεις φυσικού αερίου υπόκεινται σε ρυθμιστικές διατάξεις, οι οποίες καθορίζουν από πολλές απόψεις τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις μεταφοράς και διανομής πρέπει να λειτουργήσουν.

Το διακρατικό σύστημα μεταφοράς φυσικού αερίου μεταφέρει επεξεργασμένο φυσικό αέριο από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας στις περιοχές παραγωγής του σε

εκείνες τις περιοχές με υψηλή ζήτηση σε φυσικό αέριο, ιδιαίτερα σε μεγάλες και πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές. Όπως γίνεται κατανοητό, το δίκτυο σωληνώσεων επεκτείνεται σε ολόκληρη τη χώρα. Οι διακρατικές σωληνώσεις είναι οι "εθνικές οδοί" της μεταφοράς φυσικού αερίου. Το φυσικό αέριο που μεταφέρεται μέσω των διακρατικών σωληνώσεων βρίσκεται υπό υψηλή πίεση (14-105 bar). Αυτό μειώνει τον όγκο του μεταφερόμενου φυσικού αερίου (μέχρι 600 φορές), καθώς επίσης παρέχει και την προωστική δύναμη για να κινήσει το φυσικό αέριο στη σωλήνωση.

Οι διακρατικές σωληνώσεις αποτελούνται από διάφορα συστήματα που εξασφαλίζουν την αποδοτικότητα και την αξιοπιστία που απαιτείται από ένα σύστημα που παραδίδει μια τέτοια σημαντική πηγή ενέργειας όλο το έτος, 24 ώρες ημερησίως.

- **Επίγεια δίκτυα μεταφοράς**

Το μεγαλύτερο ποσοστό του φυσικού αερίου, όχι μόνο μέσα στις ίδιες τις παραγωγικές χώρες αλλά όσον αφορά στο διεθνές εμπόριο, διακινείται με δίκτυα πιεστικών αγωγών. Είναι προφανές, ότι η αύξηση της δυνατότητας παροχής επιδιώκεται με αύξηση των πιέσεων. Οι σύγχρονες γραμμές μεταφοράς λειτουργούν με πίεση 67.5 ή 80 bar με τάση αυξήσεως στο προσεχές μέλλον στα 120 bar. Στον πίνακα 2.1 δίδονται στοιχεία για την εξέλιξη των δικτύων μεταφοράς.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	1910	1929	1965	1980	ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ
Πίεση λειτουργίας, bar	2	20	67.5	80	120
Μέγιστη διάμετρος, mm	400	500	900	1420	1620
Δυνατότητες μεταφοράς, ετησίως $10^9 \text{ m}^3/\text{a}$	80	650	8300	26000	52000
Μέγιστο μεταφοράς, MW	110	890	11400	35750	71500
Ποσοστό καταναλισκόμενου αερίου για την συμπίεση ανά 1000 km, %	8.1	5.2	2.4	1.8	1.4

Πίνακας 2.1: Εξέλιξη δικτύων μεταφοράς φυσικού αερίου.

	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ 80 bar ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ			
		Ø 284	Ø 600	Ø 1200	Ø 1420
$10^6 \text{ m}^3/\text{h}$	-	0.123	0.55	2.2	3.1
10^6 kWh/h	1.4	1.4	6.25	25	35

Πίνακας 2.2: Σύγκριση μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου.

Τα δίκτυα φυσικού αερίου τοποθετούνται σε βάθος 2-2.5m έχουν ζώνη εργασίας 10-15m, στην οποία μπορεί να γίνει κατάλληλη αγροτική παραγωγή (χαμηλά φυτά, όχι θάμνοι, όχι δέντρα). Προβλέπεται προστασία έναντι υγρασίας και προστασία με συνεχές ρεύμα. Στα χαμηλότερα σημεία του δικτύου τοποθετούνται συστήματα συγκρατήσεως των τυχόν συμπυκνωμένων βαρύτερων υδρογονανθράκων. Με τα μέτρα προστασίας αυτά υπολογίζεται χρόνος ζωής τουλάχιστον 50 ετών, που επιβεβαιώνεται και από την πράξη (λειτουργούν παλαιά δίκτυα περισσότερο από 70 χρόνια).

Τα κυριότερα προβλήματα, που τίθενται στον σχεδιασμό των δικτύων είναι:

- Αριθμός παραλλήλων αγωγών (ένας ή περισσότεροι)
- Επιλογή διαμέτρου.
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας.
- Απόσταση των σταθμών συμπίεσεως.
- Σχέση συμπίεσεως των σταθμών.
- Αποθήκευση αερίου ή εγκατάσταση παραγωγής συμπληρωματικού αερίου για την αντιμετώπιση αιχμών.

Οι σωληνώσεις μπορούν να είναι από 6 έως 48” σε διάμετρο, αν και ορισμένα τμήματα σωλήνων μπορούν να αποτελούνται από σωλήνωση μικρότερης διαμέτρου (Φ0.5”). Εντούτοις, αυτή η μικρής διαμέτρου σωλήνωση χρησιμοποιείται συνήθως μόνο στα συστήματα συλλογής και διανομής.

Η σωληνογραμμή καλύπτεται επίσης με ένα ειδικό επίστρωμα για να εξασφαλισθεί ότι δεν θα διαβρωθεί αφού τοποθετηθεί στο έδαφος. Ο σκοπός του επιστρώματος είναι να προστατεύσει τον αγωγό από την υγρασία, η οποία προκαλεί διάβρωση και οξείδωση. Υπάρχει ένα πλήθος διαφορετικών τεχνικών επίστρωσης. Στο παρελθόν, οι αγωγοί καλύπτονταν με ένα ειδικό σμάλτο πίσσας άνθρακα. Σήμερα, οι αγωγοί προστατεύονται συχνά με αυτό που είναι γνωστό ως εποξικός δεσμός τήξης, ο οποίος δίνει στον αγωγό ένα αξιοπρόσεχτο ανοικτό μπλε χρώμα. Επιπλέον, χρησιμοποιείται συχνά η καθοδική προστασία, η οποία είναι μια τεχνική όπου ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει τον αγωγό για να αποτρέψει τη διάβρωση και την οξείδωση.

Για να εξασφαλισθεί η υψηλής πίεσης ροή του φυσικού αερίου σε οποιοδήποτε σημείο της σωλήνωσης, απαιτείται περιοδικά κατά μήκος του σωλήνα η συμπίεσή του. Αυτό υλοποιείται από τους σταθμούς συμπίεστών, που τοποθετούνται

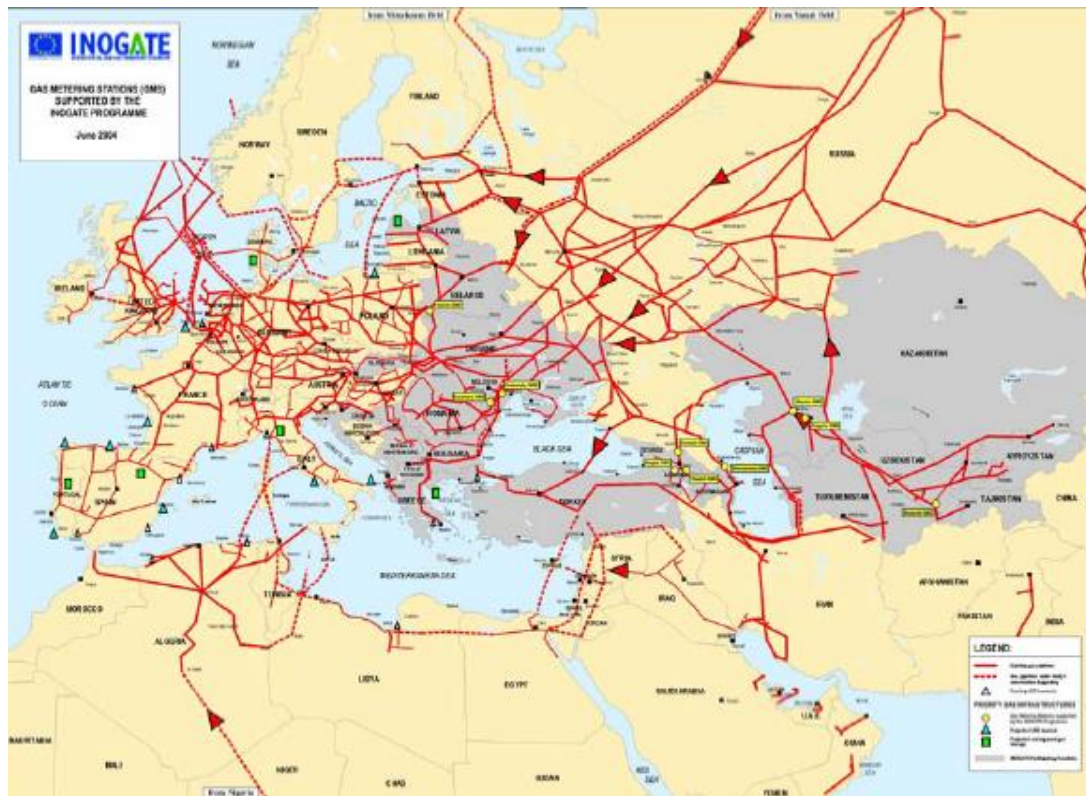
συνήθως σε διαστήματα 65 έως 160 km κατά μήκος της σωλήνωσης. Το φυσικό αέριο εισέρχεται στο σταθμό συμπίεστών, όπου συμπιέζεται είτε από ένα στρόβιλο, κινητήρα, ή μηχανή.

Οι στροβιλοσυμπιεστές λαμβάνουν την ενέργειά τους με την κατανάλωση ενός μικρού ποσοστού του φυσικού αερίου που συμπιέζουν. Ο ίδιος ο στρόβιλος εξυπηρετεί την λειτουργία ενός φυγοκεντρικού συμπιεστή, ο οποίος περιέχει έναν τύπο ανεμιστήρα που

συμπιέζει και αντλεί το φυσικό αέριο μέσω της σωλήνωσης. Μερικοί σταθμοί συμπίεστών λειτουργούν με τη χρησιμοποίηση μιας ηλεκτρικής μηχανής για να περιστρέψουν τον ίδιο τύπο φυγοκεντρικού συμπιεστή. Αυτός ο τύπος συμπίεσης δεν απαιτεί καθόλου τη χρήση του φυσικού αερίου του σωλήνα, όμως απαιτεί μια αξιόπιστη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας σε κοντινή απόσταση. Οι παλινδρομικές μηχανές φυσικού αερίου χρησιμοποιούνται επίσης για να τροφοδοτήσουν κάποιους σταθμούς συμπίεστών. Αυτές οι μηχανές μοιάζουν με μια πολύ μεγάλη μηχανή αυτοκινήτου, και τροφοδοτούνται από φυσικό αέριο από τη σωλήνωση. Η καύση του αερίου κινεί τα έμβολα εκτός της μηχανής, η οποία χρησιμεύει για να συμπιέσει το φυσικό αέριο.



Εικόνα 2.5: Σταθμός συμπίεσης φυσικού αερίου.



Εικόνα 2.6: Σταθμοί μέτρησης φυσικού αερίου στον ευρύτερο ευρωπαϊκό χώρο.

Οι διακρατικές σωληνώσεις περιλαμβάνουν έναν μεγάλο αριθμό βαλβίδων κατά μήκος τους. Αυτές οι βαλβίδες λειτουργούν όπως οι πύλες και είναι συνήθως ανοικτές και επιτρέπουν την ελεύθερη ροή του φυσικού αερίου ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σταματήσουν τη ροή του αερίου κατά μήκος ενός ορισμένου τμήματος του αγωγού.

Οι επιχειρήσεις μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου έχουν πελάτες και στα δύο άκρα της σωλήνωσης -οι παραγωγοί και οι επεξεργαστές που εισάγουν αέριο στη σωλήνωση και οι καταναλωτές και οι τοπικές επιχειρήσεις διανομής που παίρνουν αέριο από τη σωλήνωση. Προκειμένου να διαχειριστεί το φυσικό αέριο που εισάγεται στη σωλήνωση και για να εξασφαλιστεί ότι όλοι οι πελάτες λαμβάνουν έγκαιρη παράδοση της αναλογίας τους σε αέριο, απαιτούνται περίπλοκα συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης του αερίου καθώς αυτό ρέει μέσω όλων των τμημάτων ενός, συχνά, πολύ μεγάλου δικτύου σωληνώσεων. Για την υλοποίηση αυτής της παρακολούθησης και του ελέγχου, εγκαθίστανται κατά μήκος του σωλήνα κεντρικοί σταθμοί ελέγχου του φυσικού αερίου που συλλέγουν και διαχειρίζονται τα δεδομένα που λαμβάνονται από την παρακολούθηση και από τους σταθμούς ελέγχου συμπίεστών.

Το μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων που λαμβάνεται από έναν σταθμό ελέγχου παρέχεται από τα Εποπτικά Συστήματα Ελέγχου και Λήψης Δεδομένων (SCADA). Αυτά τα συστήματα είναι ουσιαστικά περίπλοκα συστήματα επικοινωνιών που παίρνουν μετρήσεις και συλλέγουν δεδομένα κατά μήκος της σωλήνωσης (συνήθως σε σταθμούς μέτρησης, σταθμούς συμπιεστών ή βαλβίδες) και τα διαβιβάζουν στο κεντρικό σταθμό ελέγχου. Η παροχή εντός της σωλήνωσης, η λειτουργική κατάσταση, η πίεση, και η θερμοκρασία μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της κατάστασης της σωλήνωσης σε οποιοδήποτε χρονική στιγμή. Αυτά τα συστήματα λειτουργούν επίσης σε πραγματικό χρόνο, που σημαίνει ότι υπάρχει λίγος χρόνος καθυστέρησης μεταξύ των μετρήσεων που λαμβάνονται κατά μήκος της σωλήνωσης και της μετάδοσής τους στο σταθμό ελέγχου.

Εκτός από την επιθεώρηση με ειδικά μηχανήματα, υπάρχουν διάφορες προφυλάξεις ασφάλειας και ισχύουσες διαδικασίες για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ατυχημάτων. Στην πραγματικότητα, η μεταφορά του φυσικού αερίου είναι ένας από τους ασφαλέστερους τρόπους μεταφοράς ενέργειας, κυρίως εξαιτίας του γεγονότος ότι όλη η υποδομή είναι σταθερή και τοποθετημένη υπόγεια.

Μερικές από τις προφυλάξεις ασφάλειας που λαμβάνονται για τους αγωγούς φυσικού αερίου περιλαμβάνουν:

Εναέριες περίπολοι: Χρησιμοποιούνται αεροπλάνα για να εξασφαλίσουν ότι καμία δραστηριότητα κατασκευής δεν πραγματοποιείται πολύ κοντά στη διαδρομή της σωλήνωσης, ιδιαίτερα στις κατοικημένες περιοχές. Η μη εξουσιοδοτημένη κατασκευή και σκάψιμο είναι η κυριότερη απειλή στην ασφάλεια των σωληνώσεων, σύμφωνα με το INGAA.

Ανίχνευση διαρροών: Εξοπλισμός ανίχνευσης φυσικού αερίου χρησιμοποιείται περιοδικά από το προσωπικό σωληνώσεων για να ελέγξει για τυχόν διαρροές στην επιφάνεια των σωληνώσεων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις περιοχές όπου στο φυσικό αέριο δεν προστίθεται τεχνητή οσμή.

Δείκτες σωληνώσεων: Σημάδια στην επιφάνεια επάνω από τις σωληνώσεις φυσικού αερίου υποδεικνύουν στο κοινό την παρουσία υπόγειων σωληνώσεων, για να μειωθεί η πιθανότητα οποιασδήποτε παρέμβασης στη σωλήνωση.

Δειγματοληψία αερίου: Η περιοδική δειγματοληψία του φυσικού αερίου στις σωληνώσεις εξασφαλίζει την ποιότητά του και μπορεί επίσης να αποτελέσει ένδειξη διάβρωσης του εσωτερικού της σωλήνωσης ή εισροής μολυσματικών παραγόντων.

Προληπτική συντήρηση: Αυτό περιλαμβάνει τη δοκιμή των βαλβίδων και την αφαίρεση των επιφανειακών εμποδίων για την επιθεώρηση των σωληνώσεων.

Απόκριση έκτακτης ανάγκης: Οι επιχειρήσεις μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου διατηρούν εκτενείς ομάδες απόκρισης έκτακτης ανάγκης που εκπαιδεύονται για την αντιμετώπιση ενός ευρέος φάσματος πιθανών ατυχημάτων και έκτακτων αναγκών.

- **Υποθαλάσσια δίκτυα μεταφοράς**

Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των αναγκών της Ευρώπης σε φυσικό αέριο καλύπτεται από τις πηγές της Βόρειας Θάλασσας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την Δυτική Ευρώπη έχει η υποθαλάσσια μεταφορά με αγωγούς υπό πίεση. Η σημερινή τεχνολογία για μεγαλύτερου μήκους γραμμές έχει σοβαρή εμπειρία για μικρά γενικά βάθη. Όμως, έχουν γίνει κατασκευές με νεότερη τεχνολογία για πολύ μεγαλύτερα βάθη.

Το σύστημα τροφοδοτήσεως της Ιταλίας από την Αλγερία (συνεργασία με ENI) από το Hassi Mrel μέσω Skihda και του ακρωτηρίου Βοη στην Τυνησία προς Σικελία αποτελείται από ένα τετραπλό αγωγό Ø20" (Ø508mm) που φθάνει σε βάθος μέχρι 608m.

Η γραμμή Arzew-Αλμέρια για τροφοδότηση της Ισπανίας και της Γαλλίας (συνεργασία με Enagas και Gaz de France) θα φθάνει μέχρι βάθος 1500m. Τοποθετήσεις υποθαλασσιών αγωγών αντιμετωπίζονται σήμερα μέχρι βάθους 2000m με νεότερη βέβαια τεχνολογία για την οποία στερούμαστε πλήρως εμπειρίας.

Υποθαλάσσιες γραμμές συνδέουν τις Βρετανικές πηγές της Βόρειας Θάλασσας προς την Σκωτία και την μέση Αγγλία. Από το Νορβηγικό πεδίο του Ekofisk στη Βόρεια Θάλασσα λειτουργεί μια υποθαλάσσια γραμμή μήκους 440km, που τροφοδοτεί το Emden από το 1977.

- **Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο**

Από το 1959 καρποφορεί η προσπάθεια αμερικανικών, αγγλικών και γαλλικών επιχειρήσεων για την υγροποίηση του φυσικού αερίου και την μεταφορά με πλοία του υγροποιημένου αερίου, με το πρώτο ταξίδι του μικρού δοκιμαστικού πλοίου «Methane Pioneer». Από το 1964 αρχίζει η συστηματική μεταφορά με τα μεγαλύτερα πλοία «Methane Princess» και «Methane Progress», 28000m³ μεταξύ Arzew (Αλγερία) και Canvey (Αγγλία) και το «Jules Verne» μεταξύ Arzew και Χάβρης. Ταχύτατα αναπτύσσονται και άλλες γραμμές μόνιμης μεταφοράς LNG.

Το παραγόμενο στην πηγή φυσικό αέριο μεταφέρεται υπό πίεση στο λιμάνι φορτώσεως, όπου ψύχεται στην θερμοκρασία υγροποίησής του. Αυτή ευρίσκεται περί τους -160°C . Για το μεθάνιο η θερμοκρασία αυτή είναι -161.3°C , ο δε όγκος του υγρού προς το αέριο είναι $1/587$. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) αποθηκεύεται υπό ατμοσφαιρική πίεση στις δεξαμενές φορτώσεως. Από τις δεξαμενές φορτώσεως, το LNG μεταφέρεται σε κατάλληλες δεξαμενές πλοίων που χρησιμοποιούν για την κίνηση τους το αεριοποιούμενο LNG και το μεταφέρουν στις δεξαμενές του παραλήπτη.

Προφανώς, όλο το σύστημα είναι ισχυρότατα μονωμένο, έτσι ώστε να διατηρείται σε υγρή μορφή με αυτόψυξη, μια διαδικασία στην οποία το LNG διατηρείται στο σημείο βρασμού του, έτσι ώστε οποιεσδήποτε προσδόσεις θερμότητας αντισταθμίζονται από την ενέργεια που χάνεται από το LNG που εξατμίζεται από την δεξαμενή αποθήκευσης για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο του πλοίου μεταφοράς.

2.5 Αποθήκευση

Το φυσικό αέριο, όπως τα περισσότερα άλλα προϊόντα, μπορεί να αποθηκευτεί για απεριόριστη χρονική περίοδο. Καθώς η αναζήτηση, η παραγωγή, και η μεταφορά του φυσικού αερίου παίρνουν χρόνο και το φυσικό αέριο που φθάνει στον προορισμό του δεν είναι πάντα άμεσα χρειαζόμενο, έτσι εγχέεται σε υπόγειες εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Αυτές οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης μπορούν να είναι εγκατεστημένες κοντά σε κέντρα αγοράς που δεν έχουν άμεσο ανεφοδιασμό από τοπικά παραχθέν φυσικό αέριο.

Παραδοσιακά, το φυσικό αέριο ήταν ένα εποχιακό καύσιμο. Δηλαδή η ζήτηση για φυσικό αέριο είναι συνήθως υψηλότερη κατά τη διάρκεια του χειμώνα, εν μέρει επειδή χρησιμοποιείται για θέρμανση στις κατοικημένες και εμπορικές τοποθετήσεις. Το αποθηκευμένο φυσικό αέριο διαδραματίζει ένα ζωτικής σημασίας ρόλο στην εξασφάλιση ότι η οποιαδήποτε αυξημένη τροφοδοσία που παραδίδεται κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών είναι διαθέσιμη για να ικανοποιήσει την αυξανόμενη απαίτηση των χειμωνιάτικων μηνών. Ωστόσο, με την πρόσφατη τάση προς τη ηλεκτροπαραγωγή με φυσικό αέριο, η ζήτηση για φυσικό αέριο κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών αυξάνεται τώρα (λόγω της απαίτησης ηλεκτρικής ενέργειας των κλιματιστικών και άλλων παρόμοιων μηχανημάτων). Το αποθηκευμένο φυσικό αέριο

δρά επίσης ως ασφάλεια ενάντια σε τυχόν απρόβλεπτα ατυχήματα, φυσικές καταστροφές, ή άλλα περιστατικά που μπορούν να έχουν επιπτώσεις στην παραγωγή ή την παράδοση του φυσικού αερίου.

Η αποθήκευση φυσικού αερίου διαδραματίζει επίσης ένα ζωτικής σημασίας ρόλο στη διατήρηση της αξιοπιστίας του ανεφοδιασμού που απαιτείται για να ικανοποιήσει τα αιτήματα των καταναλωτών. Τώρα, εκτός από την εξυπηρέτηση αυτού του σκοπού, η αποθήκευση του φυσικού αερίου χρησιμοποιείται επίσης από τη βιομηχανία για εμπορικούς λόγους, όπως, για παράδειγμα, την αποθήκευση αερίου όταν οι τιμές είναι χαμηλές και την απόσυρση και πώληση του όταν οι τιμές είναι υψηλές. Ο σκοπός και η χρήση της αποθήκευσης έχουν συνδεθεί στενά με το εκάστοτε ρυθμιστικό καθεστώς του κάθε κράτους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μόνο στις ΗΠΑ, το 2000, υπήρχαν 3.899 δισ. κυβικά πόδια αποθηκευμένου φυσικού αερίου.

- **Φορτίο βάσης & φορτίο αιχμής**

Υπάρχουν βασικά δύο χρήσεις για φυσικό αέριο στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης: ικανοποίηση απαιτήσεων φορτίου βάσης και ικανοποίηση απαιτήσεων φορτίου αιχμής. Όπως αναφέρθηκε, η αποθήκευση φυσικού αερίου απαιτείται για δύο λόγους: ικανοποίηση εποχιακών απαιτήσεων ζήτησης και ως ασφάλεια ενάντια στις απρόβλεπτες αιχμές ζήτησης.

Η ικανότητα αποθήκευσης φορτίου βάσης χρησιμοποιείται για να ικανοποιήσει τις εποχιακές αυξήσεις απαίτησης. Οι εγκαταστάσεις φορτίου βάσης είναι ικανές για να αποθηκεύσουν αρκετές ποσότητες φυσικού αερίου για να καλύψουν τις μακροπρόθεσμες εποχιακές απαιτήσεις ζήτησης.

Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης φορτίου αιχμής, αντιθέτως, σχεδιάζονται για να έχουν υψηλές παροχές για μικρές χρονικές περιόδους, γεγονός που σημαίνει ότι το φυσικό αέριο μπορεί γρήγορα να αντληθεί από την αποθήκευση εάν προκύψει η ανάγκη. Οι εγκαταστάσεις φορτίου αιχμής προορίζονται για την κάλυψη της ξαφνικής και βραχυπρόθεσμης αύξησης της απαίτησης φυσικού αερίου.

- **Τύποι υπόγειας αποθήκευσης**

Οι υπόγειες περιοχές αποθήκευσης φυσικού αερίου έγιναν δημοφιλείς αμέσως μετά από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Η τότε βιομηχανία φυσικού αερίου διαπίστωσε ότι οι εποχιακές αυξήσεις απαίτησης δεν θα μπορούσαν να καλυφθούν πιθανά μόνο από το δίκτυο αγωγών. Προκειμένου να καλυφθούν οι εποχιακές

αυξήσεις απαίτησης, ο ρυθμός παράδοσης διαμέσου των σωληνώσεων (και έτσι το μέγεθός τους), θα έπρεπε να αυξηθούν δραματικά. Εντούτοις, η τεχνολογία που απαιτούνταν για την κατασκευή τέτοιων μεγάλων σωληνώσεων στις κατανάλωσες περιοχές ήταν τότε ανέφικτη. Προκειμένου να είναι σε θέση να καλύψουν τις εποχιακές αυξήσεις απαίτησης, οι υπόγειες περιοχές αποθήκευσης ήταν η μόνη επιλογή.

Κενοί ταμιευτήρες αερίου

Η πρώτη επιτυχής περίπτωση υπόγειας αποθήκευσης φυσικού αερίου εμφανίστηκε στο Weland County στο Οντάριο του Καναδά, το 1915. Αυτή η εγκατάσταση αποθήκευσης χρησιμοποίησε ένα κενό ταμιευτήρα φυσικού αερίου που διαμορφώθηκε κατάλληλα σε αεροθυλάκιο αποθήκευσης.

Υδροφόρα στρώματα

Τα υδροφόρα στρώματα είναι υπόγειοι πορώδεις, διαπερατοί σχηματισμοί πετρωμάτων που λειτουργούν ως φυσικοί ταμιευτήρες νερού. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτοί οι υδροφόροι σχηματισμοί μπορούν να αναδιαμορφωθούν και να χρησιμοποιηθούν ως εγκαταστάσεις αποθήκευσης φυσικού αερίου. Δεδομένου ότι είναι ακριβότεροι να αναπτυχθούν από τους κενούς ταμιευτήρες, αυτοί οι τύποι εγκαταστάσεων αποθήκευσης χρησιμοποιούνται συνήθως μόνο στις περιοχές όπου δεν υπάρχει κοντά κενός υπόγειος ταμιευτήρας. Παραδοσιακά, αυτές οι εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται με μια ενιαία περίοδο χειμερινής άντλησης, αν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καλύψουν επίσης τις απαιτήσεις φορτίου αιχμής.

Σπήλαια άλατος

Οι υπόγειοι σχηματισμοί αλάτων προσφέρουν μια άλλη επιλογή για την αποθήκευση φυσικού αερίου. Αυτοί οι σχηματισμοί είναι αρκετά κατάλληλοι για αποθήκευση φυσικού αερίου καθώς τα σπήλαια αλάτων, από την στιγμή που διαμορφωθούν, επιτρέπουν μικρό μέρος του εγχυθέντος φυσικού αερίου να διαφύγει από το σχηματισμό, εκτός εάν εξαχθεί επί τούτου. Τα τοιχώματα ενός σπηλαίου αλάτων έχουν επίσης τη δομική αντοχή του χάλυβα, η οποία τα καθιστά πολύ ανθεκτικά απέναντι στην υποβάθμιση των ταμιευτήρων κατά τη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης αποθήκευσης.

2.6 Διανομή

Η διανομή είναι το τελικό βήμα στην παράδοση του φυσικού αερίου στους τελικούς χρήστες. Ενώ μερικοί μεγάλοι βιομηχανικοί, εμπορικοί, και

ηλεκτροπαραγωγοί πελάτες λαμβάνουν φυσικό αέριο απευθείας από τους υψηλής παροχής αγωγούς, οι περισσότεροι άλλοι χρήστες λαμβάνουν το φυσικό αέριο από μια τοπική Επιχείρηση Διανομής Αερίου (ΕΔΑ). Οι ΕΔΑ είναι επιχειρήσεις που παραδίδουν φυσικό αέριο στους καταναλωτές μέσα σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.

Οι τοπικές επιχειρήσεις διανομής μεταφέρουν συνήθως το φυσικό αέριο από σημεία παράδοσης κατά μήκος των διακρατικών ή διαπολιτειακών αγωγών μέσω αγωγών μικρότερης διαμέτρου. Τα σημεία παράδοσης φυσικού αερίου στις ΕΔΑ, ειδικά για τις μεγάλες δημοτικές περιοχές, καλούνται συχνά "citygates", και είναι σημαντικά κέντρα αγοράς για την τιμολόγηση του φυσικού αερίου. Χαρακτηριστικά, οι ΕΔΑ παίρνουν την ιδιοκτησία του φυσικού αερίου στο citygate, και το παραδίδουν στη θέση του κάθε μεμονωμένου πελάτη χρήσης μέσω ενός εκτενούς δικτύου αγωγών διανομής. Σε ό,τι αφορά το σύστημα που διανέμει το φυσικό αέριο στην πόλη σχεδιάζεται με τον κατάλληλο τρόπο και περιλαμβάνει όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό ώστε η τροφοδοσία του φυσικού αερίου σε ολόκληρη την πόλη αλλά και σε κάθε περιοχή να εξασφαλίζεται τουλάχιστον από δύο ανεξάρτητα σημεία.

Η παράδοση του φυσικού αερίου στο σημείο τελικής χρήσης του από μια εγκατάσταση διανομής είναι σαν τη μεταφορά του φυσικού αερίου που παρουσιάστηκε προηγουμένως. Εντούτοις, η διανομή περιλαμβάνει τη διακίνηση μικρότερων παροχών, σε πολύ χαμηλότερες πιέσεις, σε σύντομες αποστάσεις, προς έναν μεγάλο αριθμό μεμονωμένων χρηστών. Μικρής διαμέτρου αγωγός χρησιμοποιείται για να μεταφέρει φυσικό αέριο από το citygate στους μεμονωμένους καταναλωτές.

Το φυσικό αέριο συμπίεζεται περιοδικά για να εξασφαλισθεί η ροή στους αγωγούς, αν και οι τοπικοί σταθμοί συμπίεσης είναι συνήθως πολύ μικρότεροι από εκείνους που χρησιμοποιούνται για τη διακρατική μεταφορά. Λόγω της διακίνησης μικρότερων παροχών φυσικού αερίου, καθώς επίσης και του μικρής διαμέτρου αγωγού που χρησιμοποιείται, η πίεση που απαιτείται για να διακινήσει το φυσικό αέριο στο δίκτυο διανομής είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή που απαιτείται στους αγωγούς μεταφοράς. Ενώ το φυσικό αέριο που διακινείται μέσω των διακρατικών αγωγών συμπίεζεται τουλάχιστον σε 1.300 psi, το φυσικό αέριο που διακινείται μέσω του δικτύου διανομής απαιτεί συμπίεση 3 psi.

Η πίεση του φυσικού αερίου διανομής ελαττώνεται σε ή κοντά στο citygate και το φυσικό αέριο φιλτράρεται (ακόμα κι αν έχει υποβληθεί σε επεξεργασία ήδη

πριν από τη διανομή του μέσω των διακρατικών σωληνώσεων) για να εξασφαλισθεί η χαμηλή υγρασία και το χαμηλό περιεχόμενο σε σωματίδια. Επιπλέον, το mercaptan - η πηγή της γνωστής σάπιας μυρωδιάς αυτών στο φυσικό αέριο - προστίθεται πριν από τη διανομή του φυσικού αερίου. Αυτό προστίθεται επειδή το φυσικό αέριο είναι άοσμο και άχρωμο και η συνήθης μυρωδιά του mercaptan καθιστά την ανίχνευση των διαρροών πολύ ευκολότερη.

Παραδοσιακά, για την κατασκευή των δικτύων διανομής χρησιμοποιούνταν άκαμπτοι χαλυβδοσωλήνες. Ωστόσο, η νέα τεχνολογία επιτρέπει τη χρήση εύκαμπτων πλαστικών σωλήνων και αυλακωτών σωλήνων ανοξείδωτου χάλυβα αντί του άκαμπτου χαλυβδοσωλήνα. Αυτοί οι νέοι τύποι σωληνώσεων επιτρέπουν τη μείωση δαπανών και εγκαταστάσεων τόσο για τις τοπικές επιχειρήσεις διανομής όσο και για τους καταναλωτές φυσικού αερίου.

Μια άλλη καινοτομία στη διανομή φυσικού αερίου είναι η χρήση των ηλεκτρονικών μετρητικών συστημάτων. Το φυσικό αέριο που καταναλώνεται από οποιοδήποτε πελάτη μετριέται από τους επιτόπιους μετρητές, οι οποίοι παρακολουθούν ουσιαστικά τον όγκο του φυσικού αερίου που καταναλώνεται σε εκείνη την θέση. Παραδοσιακά, προκειμένου να τιμολογηθούν οι πελάτες σωστά, έπρεπε το κατάλληλο προσωπικό μετρήσεων να αποσταλεί για να καταγράψει επιτόπου τις καταναλώσεις. Όμως, τα νέα ηλεκτρονικά συστήματα μέτρησης είναι σε θέση να διαβιβάζουν αυτές τις πληροφορίες άμεσα στην τοπική επιχείρηση διανομής αερίου. Αυτό οδηγεί στη μείωση δαπανών των τοπικών επιχειρήσεων διανομής, η οποία περνά στη συνέχεια στους πελάτες.

Η εγκατάσταση του αγωγού διανομής φυσικού αερίου απαιτεί την ίδια διαδικασία όπως για τους μεγαλύτερους αγωγούς, δηλαδή την ανασκαφή τάφρων εντός των οποίων τοποθετούνται οι σωλήνες. Ωστόσο, οι νέες τεχνικές ανοίγματος τάφρων επιτρέπουν την εγκατάσταση του σωλήνα διανομής με το λιγότερο αντίκτυπο στα ανωτέρω επίγεια περίχωρα. Τα καθοδηγούμενα συστήματα διάτρησης χρησιμοποιούνται για να ανασκάψουν μια υπόγεια οπή στην οποία ο σωλήνας μπορεί να εισαχθεί και μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των δραστηριοτήτων ανασκαφής και αποκατάστασης. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις κατοικημένες αστικές τοποθεσίες και τα φυσικά αγροτικά περιβάλλοντα, όπου η εγκατάσταση του σωλήνα διανομής φυσικού αερίου μπορεί να είναι μια σημαντική δυσχέρεια για τους κατοίκους και τους ιδιοκτήτες επιχειρήσεων.

Οι τοπικές εταιρίες διανομής φυσικού αερίου χρησιμοποιούν επίσης Εποπτικά Συστήματα Ελέγχου και Λήψης Δεδομένων (SCADA), παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται από τις εταιρίες μεγάλων σωληνώσεων. Αυτά τα συστήματα μπορούν εκτός από τον έλεγχο και τη μέτρηση της ροής του αερίου να συνεργασθούν με άλλα συστήματα λογιστικής, τιμολόγησης και συμβάσεων για να παρέχουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα μέτρησης και ελέγχου για τις τοπικές επιχειρήσεις διανομής. Αυτό επιτρέπει την συλλογή και επεξεργασία εξακριβωμένων και έγκαιρων πληροφοριών για τη κατάσταση του δικτύου διανομής ώστε να εξασφαλισθεί η αποδοτική και αποτελεσματική λειτουργία του.

Κατά κανόνα, οι τοπικές επιχειρήσεις διανομής κατέχουν τα αποκλειστικά δικαιώματα να διανείμουν φυσικό αέριο σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, καθώς επίσης και να εκτελούν υπηρεσίες όπως η τιμολόγηση, η επιθεώρηση ασφάλειας και η παροχή συνδέσεων φυσικού αερίου για τους νέους πελάτες. Όπως στις διακρατικές σωληνώσεις, οι τοπικές επιχειρήσεις διανομής έχουν θεωρηθεί στο παρελθόν φυσικά μονοπώλια. Λόγω του κόστους κατασκευής των εγκαταστάσεων διανομής θα ήταν αντισυμβαλλόμενο να τοποθετηθούν επικαλυπτόμενα δίκτυα διανομής σε κάποια περιοχή, που σημαίνει ότι στις περισσότερες περιοχές υπάρχει μόνο μία τοπική επιχείρηση διανομής που προσφέρει τις υπηρεσίες διανομής και παροχής φυσικού αερίου.

Λόγω της θέσης τους ως φυσικά μονοπώλια σε μια δεδομένη γεωγραφική περιοχή, οι επιχειρήσεις διανομής έχουν ρυθμιστεί στο παρελθόν για να εξασφαλίσουν ότι η μονοπωλιακή δύναμη χρησιμοποιείται σωστά και οι καταναλωτές φυσικού αερίου δεν πέφτουν θύμα σε υπερβολικά υψηλές δαπάνες διανομής ή σε ανεπαρκή συστήματα παράδοσης. Οι κρατικές επιτροπές εγκαταστάσεων δημόσιας χρήσης χρεώνονται με την εποπτεία των ιδιωτικών τοπικών επιχειρήσεων διανομής. Ο κρατικός κανονισμός των τοπικών επιχειρήσεων διανομής έχει ποικίλους στόχους, συμπεριλαμβανομένης της εξασφάλισης επαρκούς παροχής, την αξιόπιστη λειτουργία και τις λογικές τιμολογήσεις των καταναλωτών, επιτρέποντας επίσης ένα επαρκές ποσοστό απόδοσης των επενδυτών. Επιπλέον, οι κρατικές επιτροπές είναι αρμόδιες για την επιτήρηση της κατασκευής των νέων δικτύων διανομής, συμπεριλαμβανομένης της έγκρισης των περιοχών εγκαταστάσεων και των προτεινόμενων προσθηκών στο δίκτυο. Οι ρυθμιστικές οδηγίες και οι μέθοδοι εποπτείας ποικίλλουν από κράτος σε κράτος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3.1 Η ιστορία του φυσικού αερίου στην Ελλάδα

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 (ΔΕΠ), με στόχο την εισαγωγή, τη μεταφορά και τη διάθεση του φυσικού αερίου στην Ελλάδα.

Με την αναδιοργάνωση της ΔΕΠ και την εισαγωγή της στο χρηματιστήριο σαν "Ελληνικά Πετρέλαια" (ΕΛΠΕ), μεταβιβάστηκε το 85% του μετοχικού της κεφαλαίου στο Ελληνικό Δημόσιο ενώ το υπόλοιπο 15% παρέμεινε στην Μητρική Εταιρεία. Το Δεκέμβριο του 1997 ενσωματώνει στο δυναμικό της και το δίκτυο της ΔΕΦΑ, ενώ σήμερα, το 65% της εταιρείας ανήκει στο Ελληνικό δημόσιο και το 35% στα ΕΛΠΕ.

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. Ανταποκρινόμενη στην αποστολή της, η ΔΕΠΑ εισήγαγε στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας το φυσικό αέριο, ένα νέο, πιο αποδοτικό, οικονομικό και οικολογικό καύσιμο, το οποίο σταδιακά αγκάλιασε με τις εφαρμογές του το σύνολο σχεδόν των καθημερινών αναγκών και των επαγγελματικών δραστηριοτήτων. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτός ο στόχος χρειάστηκε να συντελεστεί ένα πολύ μεγάλο έργο υποδομής, ένα μεγάλο

κατασκευαστικό - ενεργειακό έργο που ανέδειξε ταυτόχρονα την ΔΕΠΑ ως φορέα ανάπτυξης και εκσυγχρονισμού της Ελληνικής οικονομίας.

Η ΔΕΠΑ έχει ιδρύσει τρεις θυγατρικές Εταιρείες Διανομής Αερίου (ΕΔΑ) με την συμμετοχή και της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, οι οποίες θα έχουν την κυριότητα των δικτύων διανομής και την ευθύνη εκμετάλλευσής τους στην Αττική, Θεσσαλονίκη και Θεσσαλία ενώ έχουν ήδη συσταθεί και λειτουργούν οι αντίστοιχες Εταιρείες Παροχής Αερίου (ΕΠΑ) με την συμμετοχή των ΕΔΑ και άλλων επενδυτών.

Το κατασκευαστικό πρόγραμμα της εταιρείας συνεχίζεται και το Εθνικό Σύστημα φυσικού αερίου επεκτείνεται συνεχώς απορροφώντας υψηλές επενδύσεις. Η επιχειρηματική φιλοσοφία και η επιτυχημένη στρατηγική της εταιρείας έχουν ως αποτέλεσμα τη συνεχή της ανάπτυξη.

Ταυτόχρονα η ΔΕΠΑ έχει αναδειχθεί σε εταιρεία με ενεργό ρόλο στην ενεργειακή αγορά των Βαλκανίων και γενικότερα της Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Το Δεκέμβριο του 2003 υπεγράφη σύμβαση προμήθειας αερίου με την τουρκική BOTAS ενώ σε όλη τη διάρκεια της χρονιάς η εταιρεία ενίσχυσε τον διεθνή της ρόλο προωθώντας τη συνεργασία της με ξένους ενεργειακούς φορείς. Σε αυτά τα πλαίσια το 2003 ανανεώθηκε το μνημόνιο συνεργασίας μεταξύ ΔΕΠΑ, BOTAS και EDISON ενώ με την υπογραφή σχετικού πρωτοκόλλου ξεκίνησε η συνεργασία της ΔΕΠΑ με εταιρείες των χωρών που εμπλέκονται στο έργο διασύνδεσης του Ελληνικού Συστήματος φυσικού αερίου με εκείνο των Δυτικών Βαλκανίων.

Το ανθρώπινο δυναμικό της ΔΕΠΑ ανέρχονταν στο τέλος του 2003 σε 302 εργαζόμενους. Το προσωπικό που απασχολείται στην εταιρεία είναι εξειδικευμένο, με υψηλό ποσοστό αποφοίτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και κατόχων μεταπτυχιακών τίτλων.

Η ΔΕΠΑ, μέσα από την πολιτική της έχει αναδειχθεί σε φορέα που συμμετέχει δυναμικά στη διαμόρφωση του ενεργειακού τοπίου στα Βαλκάνια και στην Ευρωπαϊκή Ένωση και έχει αναβαθμισμένη εκπροσώπηση σε μία σειρά διεθνών οργανισμών. Η ΔΕΠΑ συμμετέχει στην Eurogas, στην GIE29, στην Ευρωμεσογειακή Συνεργασία, στην IGU30 και στην GIIGNL31, ενώ παράλληλα λαμβάνει μέρος σε ομάδες εργασίας και μέσω του Υπουργείου Ανάπτυξης είναι υπεύθυνη για την ενημέρωση του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας σε θέματα ισοζυγίου αερίου και επιπέδου τιμών.

Η ΔΕΠΑ φιλοδοξεί να αναβαθμίζει συνεχώς το ρόλο της και να ανταποκρίνεται στις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται ενόψει της απελευθέρωσης

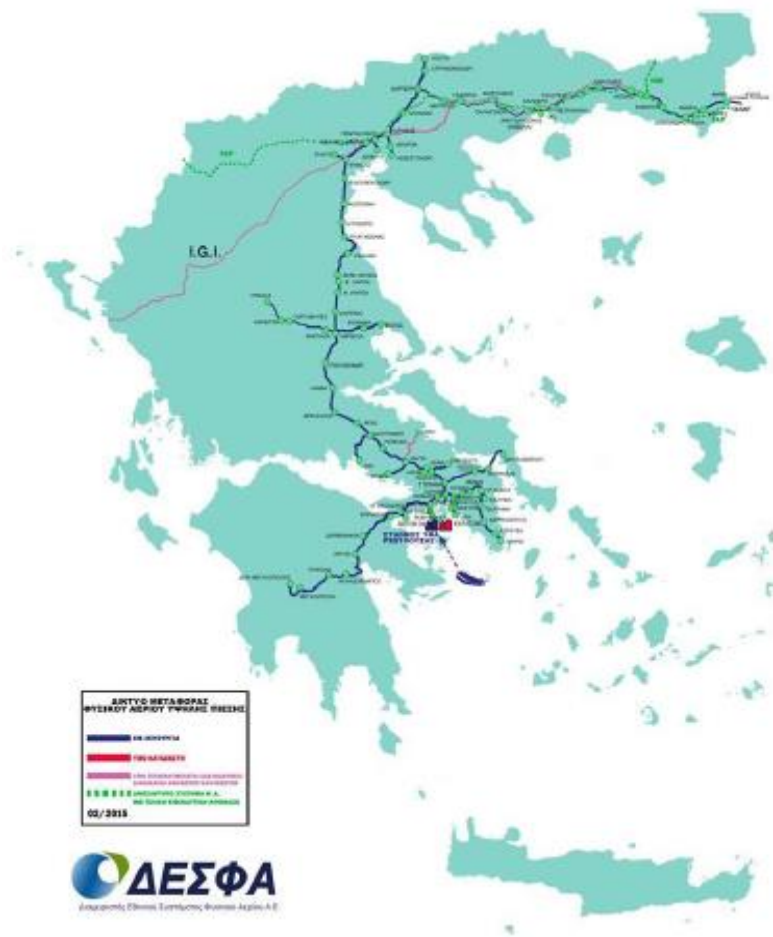
της ενεργειακής αγοράς. Άμεσοι στόχοι της εταιρείας είναι η ανάδειξη της χώρας μας ως ενός από τους πλέον σημαντικούς διαύλους μεταφοράς φυσικού αερίου στην ευρύτερη περιοχή, η διεύρυνση της χρήσης φυσικού αερίου στην βιομηχανία, στην ηλεκτροπαραγωγή, στην αεριοκίνηση, στην αστική κατανάλωση και γενικότερα η ανάπτυξη των πωλήσεων εντός της χώρας.

3.2 Παρούσα κατάσταση

Αυτή την στιγμή στην Ελλάδα υπάρχουν εν ενεργεία δυο αγωγοί φυσικού αερίου. Ο πρώτος μεταφέρει φυσικό αέριο από την Ρωσία και εισέρχεται από τα σύνορα Βουλγαρίας-Ελλάδας στην περιοχή του Προμαχώνα. Ο αγωγός λειτουργεί από το 1996 σε συνεργασία με την εταιρεία Gazprom, η οποία εφοδιάζει την χώρα μας με 2,8δισ κυβικά μέτρα φυσικού αερίου τον χρόνο. Ο δεύτερος αγωγός μεταφέρει φυσικό αέριο από την Τουρκία, η είσοδος του είναι από τα σύνορα Ελλάδας-Τουρκίας στην περιοχή του Έβρου και καταλήγει στην περιοχή της Ηγουμενίτσας όπου εκεί συνεχίζει προς την Ιταλία. Η σύμβαση με την τουρκική εταιρεία Botas υπογράφηκε από την ΔΕΠΑ το 2003 λόγω αυξημένης ζήτησης αερίου και προβλέπει την προμήθεια 0,75δισ κυβικών μέτρων αερίου τον χρόνο. Άλλη μία πηγή τροφοδοσίας φυσικού αερίου στην Ελλάδα βρίσκεται στην νήσο Ρεβυθούσα στον κόλπο των Μεγάρων, όπου εκεί κατασκευαστήκαν 2 δεξαμενές υγροποιημένου φυσικού αερίου, χωρητικότητας 45.000 κυβικά μέτρα η κάθε μια και από τις δεξαμενές στέλνεται στους καταναλωτές. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο προέρχεται από την Αλγερία σε συνεργασία με την εταιρεία Sonatrach όπου προμηθεύει την Ελλάδα από τον Φεβρουάριο του 2000 με 0,51 έως 0,68δισ κυβικά μέτρα αερίου και η μεταφορά του γίνεται με ειδικό δεξαμενόπλοιο.

Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (70 bar) που ξεκινάει από τον Προμαχώνα και καταλήγει στην Αττική έχει συνολικό μήκος 512 χιλιόμετρα και είναι διαμέτρου 36 ιντσών. Ο αγωγός είναι χαλύβδινος και φέρει ειδική προστατευτική επίστρωση πολυαιθυλενίου και ένα ενεργό σύστημα καθοδικής προστασίας. Βρίσκεται εντός εδάφους σε ένα βάθος από 1,0 μέτρο μέχρι 2,0 μέτρα. Ο υποθαλάσσιος αγωγός από την Ρεβυθούσα μέχρι τα παράλια της Αττικής στα Μέγαρα είναι μήκους 1,3 χιλιομέτρων και διαμέτρου 24 ιντσών. Στο δίκτυο μεταφοράς ανήκουν επίσης οι μετρητικοί και ρυθμιστικοί σταθμοί για την μέτρηση της παροχής και την ρύθμιση της πίεσης, το σύστημα τηλεχειρισμού, τα κέντρα

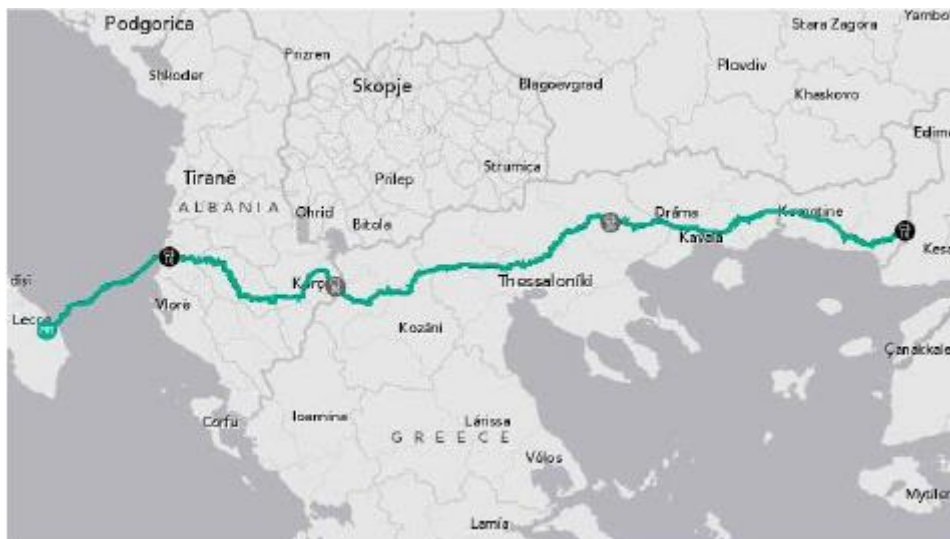
λειτουργίας και συντήρησης στην Αττική, την Θεσσαλονίκη και την Θεσσαλία και ο συνοριακός σταθμός εισόδου. Αντίστοιχα το σύστημα διανομής αποτελείται από δίκτυα μέσης πίεσης (19 bar) όπου ο αγωγός είναι επίσης χαλύβδινος με αντιδιαβρωτική προστασία. Μετά το δίκτυο μέσης πίεσης ακολουθεί το δίκτυο χαμηλής πίεσης 4 bar, όπου η μετάβαση γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως γίνεται και η μετάβαση από τα 70 bar στα 19 bar. Δηλαδή με δακτυλιοειδή διαμόρφωση του δικτύου χαμηλής πίεσης και δύο εισόδους μέσω σταθμών υποβιβασμού της πίεσης 19/4 bar. Το δίκτυο χαμηλής πίεσης στις πόλεις είναι κατασκευασμένο από πλαστικούς σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) κίτρινου χρώματος και διαμέτρου από 160 έως 40 χιλιοστά.



Εικόνα 3.1: Εθνικό Σύστημα Αγωγών Φυσικού Αερίου.

Τέλος στην βόρεια Ελλάδα κατασκευάστηκε την χρονική περίοδο 2016-2020 ο αγωγός TAP (TRANS ADRIATIC PIPELINE) ο οποίος εισέρχεται από τα σύνορα Ελλάδας-Τουρκίας από την περιοχή του Έβρου, διασχίζει την Βόρεια Ελλάδα και θα

συνεχίζει προς την Αλβανία και από εκεί στην Ιταλία. Με τον αγωγό αυτό θα τροφοδοτείται με φυσικό αέριο η Δυτική και Νοτιανατολική Ευρώπη από το Αζερμπαϊτζάν.



Εικόνα 3.2: Η πορεία του αγωγού TAP.

3.3 LNG

Η χρήση του LNG ή ΥΦΑ είναι μια λύση στο θέμα τροφοδοσίας περιοχών με φυσικό αέριο οι οποίες βρίσκονται μακριά από το κεντρικό δίκτυο φυσικού αερίου (Δυτική Ελλάδα και νησιώτικη χώρα) για διάφορες χρήσεις όπως είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, βιομηχανικών, εμπορικών και οικιακών καταναλωτών. Επίσης σημαντικό ρόλο θα έχει και ως καύσιμο στις οδικές και θαλάσσιες μεταφορές. Για να γίνει διαθέσιμο το ΥΦΑ για τις αναφερόμενες περιοχές-χρήσεις θα πρέπει να κατασκευαστούν κατάλληλες υποδομές οι οποίες θα επιτρέπουν τη διανομή υγροποιημένου φυσικού αερίου σε μικρή κλίμακα. Η λειτουργία μιας μικρής κλίμακας εφοδιασμού με ΥΦΑ έχει για αφετηρία ένα τερματικό σταθμό εισαγωγής ΥΦΑ, όπως αυτός της Ρεβυθούσας, από τον οποίο το ΥΦΑ φορτώνεται σε βυτιοφόρα και μεταφέρεται σε ενδιάμεσους δορυφορικούς τερματικούς σταθμούς αποθήκευσης για την τροφοδοσία νησιών ή απομακρυσμένων περιοχών ή απευθείας σε τερματικά μεγάλων καταναλωτών. Με τις νέες τροποποιήσεις σχετικά με τις εκπομπές ρύπων για τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που ισχύουν από το 2020 είναι απαραίτητη η δημιουργία μιας εφοδιαστικής αλυσίδας για την χρήση ΥΦΑ σε αυτές τις μονάδες επιλεγμένων νησιών, έτσι ώστε να βρίσκονται εντός των απαιτούμενων ορίων. Επίσης έτσι δίνεται η δυνατότητα για εδραίωση κατάλληλων συστημάτων

διανομής φυσικού αερίου σε αυτά τα νησιά, ώστε να εξυπηρετηθούν και άλλοι καταναλωτές όπως βιομηχανικοί, εμπορικοί και οικιακοί. Για αυτό τον σκοπό λοιπόν η ΔΕΠΑ και η ΔΕΗ έχουν υπογράψει μνημόνιο συνεργασίας για την τροφοδοσία με φυσικό αέριο νησιώτικων και άλλων περιοχών/καταναλωτών απομακρυσμένων από το εθνικό σύστημα φυσικού αερίου.

Όσο αφορά τις μεταφορές και κυρίως τις θαλάσσιες μεταφορές, η Ελλάδα είναι μία σημαντική περιοχή για την τροφοδοσία ναυτιλιακών καυσίμων και πιο συγκεκριμένα το λιμάνι του Πειραιά είναι ένα από τα σημαντικότερα κέντρα ανεφοδιασμού πλοίων με καύσιμα και κατέχει μια στρατηγική θέση για την παγκόσμια αγορά ανεφοδιασμού πλοίων. Για να διατηρήσει αυτόν τον τίτλο και για την τροφοδοσία πλοίων με ΥΦΑ θα πρέπει να υπάρξουν και εδώ οι κατάλληλες υποδομές. Σε αυτό το σημείο έρχεται το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Poseidon Med II που θα δημιουργήσει τις αναγκαίες προϋποθέσεις για την χρήση ΥΦΑ ως ναυτιλιακό καύσιμο στην Ανατολική Μεσόγειο μέσα από τον σχεδιασμό στοχευόμενων και βιώσιμων υποδομών και την επίλυση και αντιμετώπιση όλων των άλλων εκκρεμών ζητημάτων για την ύπαρξη μιας ολοκληρωμένης εφοδιαστικής αλυσίδας σε όλα τα επίπεδα.

3.4 Χρήσεις του φυσικού αερίου

Οι καταναλωτές φυσικού αερίου διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Μεγάλοι καταναλωτές με ετήσιο μέσο όρο κατανάλωσης μεγαλύτερο από 100 GWh.
- Μικροί καταναλωτές με ετήσιο μέσο όρο κατανάλωσης μικρότερο από 100 GWh.

Οι μεγάλοι καταναλωτές είναι οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρισμού και οι ανεξάρτητοι παραγωγοί ενέργειας, οι μεγάλοι πελάτες της βιομηχανίας (με μέσο όρο ετήσιας κατανάλωσης υψηλότερο από 100GWh). Οι φορείς που θα διαχειρίζονται τα μέσα μαζικής μεταφοράς με καύσιμη ύλη το φυσικό αέριο προμηθεύονται αέριο από τη ΔΕΠΑ, κυρίως επειδή υπάρχει ανάγκη ενός εθνικού κεντρικού συστήματος διανομής για συμπιεσμένο φυσικό αέριο καθώς και για λόγους ασφαλείας. Οι μικροί καταναλωτές εφοδιάζονται από τις εταιρίες παροχής. Χαρακτηριστικές κατηγορίες καταναλωτών είναι:

- Μικροί βιομηχανικοί καταναλωτές (μικρότεροι από 100 GWh)

- Οικιακοί καταναλωτές
- Εμπορικοί καταναλωτές
- Μονάδες συμπαραγωγής
- Αγροτικός τομέας

Ο λόγος μιας τέτοιας κατηγοριοποίησης είναι κυρίως οι διαφορετικές επιβαρύνσεις που εφαρμόζονται για κάθε κατηγορία. Οι διαφορές παρουσιάζονται από τα διαφορετικά προφίλ τροφοδοσίας της κάθε κατηγορίας και το διαφορετικό κόστος προμήθειας. Η εμπορική λειτουργία του συστήματος διανομής του φυσικού αερίου άρχισε τον Νοέμβριο 1996 με την τροφοδοσία της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης στη Λάρισα.

- **Οικιακός, εμπορικός & βιομηχανικός τομέας**

Αναφερόμενοι στα ενεργειακά τιμολόγια στην Ελλάδα, μπορούμε χαρακτηριστικά να αναφέρουμε ότι στον οικιακό τομέα το φυσικό αέριο είναι 20% πιο οικονομικό από το πετρέλαιο θέρμανσης και έως 60% πιο οικονομικό από το ηλεκτρικό ρεύμα ενώ στον εμπορικό τομέα είναι 30% πιο οικονομικό από το πετρέλαιο κίνησης, 45% πιο οικονομικό από το υγραέριο και έως 65% πιο οικονομικό από το ηλεκτρικό ρεύμα. Η συμφέρουσα χρήση του φυσικού αερίου αντί άλλων ενεργειακών πηγών αρχίζει σταδιακά να γίνεται αντιληπτή από το ευρύ κοινό, γεγονός στο οποίο συμβάλουν αρκετά και οι διαφημιστικές και ενημερωτικές δραστηριότητες των κατά τόπων ΕΠΑ.

Η σύνδεση ενός ακινήτου με το δίκτυο του φυσικού αερίου στην Αττική, Θεσσαλονίκη ή Θεσσαλία γίνεται σήμερα, περίπου 2 μήνες μετά την υπογραφή της σχετικής σύμβασης. Πρέπει όμως να προηγηθεί η σχετική αίτηση σύνδεσης και να εγκριθεί (διάρκεια περίπου 1 μήνας).

Η έναρξη της παροχής φυσικού αερίου γίνεται μέσα σε τρεις (3) μήνες μετά από την αίτηση σύνδεσης και η ταχύτητα σύνδεσης εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Αν υπάρχει δίκτυο στο σημείο ενδιαφέροντος
- Πόσο γρήγορα θα υπογράψει ο ενδιαφερόμενος τη σύμβαση
- Χρόνο ετοιμότητας της εσωτερικής εγκατάστασης και
- Εποχή (αυξημένη ζήτηση παρατηρείται από Σεπτέμβριο έως Δεκέμβριο)

- **Αγροτικός τομέας**

Η χρήση του φυσικού αερίου στα θερμοκήπια είναι ήδη διαδεδομένη σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Το βασικό πλεονέκτημα της χρήσης του οφείλεται στον εμπλουτισμό του αέρα του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο παράγεται κατά την καύση του φυσικού αερίου και συμβάλλει στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και κατά συνέπεια στη διαδικασία της παραγωγής. Επιπλέον, η χρήση του φυσικού αερίου διευκολύνει την επίτευξη των κατάλληλων συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας που ευνοούν την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Στη χώρα μας σήμερα σε σύγχρονα θερμοκήπια χρησιμοποιείται κυρίως LPG. Όμως η ανάπτυξη των δικτύων διανομής αναμένεται να δώσει τη δυνατότητα χρήσης φυσικού αερίου και σε αυτό τον τομέα με τεράστια πλεονεκτήματα για πολλούς τομείς της γεωργίας.

- **Μεταφορές**

Η ΔΕΠΑ έχει ολοκληρώσει την κατασκευή Σταθμού Ανεφοδιασμού Λεωφορείων της ΕΘΕΛ με φυσικό αέριο δίπλα στο αμαξοστάσιο του ΟΑΣΑ στα Άνω Λιόσια. Ο σταθμός αυτός μπορεί να εξυπηρετεί τις ανάγκες 300 λεωφορείων ημερησίως. Διαθέτει πέντε θέσεις ανεφοδιασμού και η δυναμικότητά του είναι 5000 Nm³/h σε φυσικό αέριο, γεγονός που τον καθιστά τον πιο σύγχρονο και 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.

Η χρήση της αεριοκίνησης στα λεωφορεία αποτελεί επίσης αναμφισβήτητη μια ενδεδειγμένη ενέργεια για τις ελληνικές πόλεις που αντιμετωπίζουν περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και για βιομηχανίες που εδρεύουν σε επιβαρυνμένες περιοχές και χρησιμοποιούν λεωφορεία για τις μεταφορές του προσωπικού τους.

- **Ηλεκτροπαραγωγή**

Οι φυσικές αντιρρυπαντικές ιδιότητες του φυσικού αερίου σε συνδυασμό με το φθινό κόστος παραγωγής και την υψηλή του απόδοση σε θερμική ενέργεια, το καθιστούν μοναδικό καύσιμο στην ηλεκτροπαραγωγή. Η απελευθέρωση της ελληνικής αγοράς ηλεκτρισμού, η τεχνολογία των αεριοστροβίλων και γενικότερα η

απελευθέρωση της ελληνικής αγοράς ενέργειας από τον Φεβρουάριο 2001, δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την επέκταση της χρήσης του φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή.

Με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα και με βέβαιη πρόβλεψη για αρκετές ακόμη δεκαετίες, οι ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί με τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου φυσικού αερίου στις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού και τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θερμότητας στις ενεργοβόρες βιομηχανίες είναι οι βέλτιστες δυνατές επιλογές τόσο από πλευράς εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας (αυξημένη συνολική ενεργειακή απόδοση έως 85%) και κόστους παραγωγής, όσο και από πλευράς περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η ΔΕΗ έχει ορίσει ως έναν από τους βασικούς στρατηγικούς στόχους της ενεργειακής πολιτικής της τη χρήση του φυσικού αερίου σε ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς συνδυασμένου κύκλου έχοντας ήδη θέσει σε λειτουργία μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, με καύσιμο το φυσικό αέριο. Επίσης, έχει προχωρήσει σε σημαντικές επενδύσεις για την εκμετάλλευση του φυσικού αερίου. Η ΔΕΗ αποτελεί σήμερα το μεγαλύτερο πελάτη της ΔΕΠΑ με ετήσια απορρόφηση 1.5 δισ. m³ φυσικού αερίου και έχει συνάψει 25ετή σύμβαση συνεργασίας με τη ΔΕΠΑ για τις ανάγκες λειτουργίας των Θερμοηλεκτρικών Σταθμών της.

Στα πλαίσια της προετοιμασίας της για την απελευθέρωση της αγοράς, η ΔΕΠΑ έχει ολοκληρώσει τη συνεργασία της με εξωτερικούς συμβούλους για ζητήματα που αφορούν στην πρόβλεψη της εξέλιξης της ζήτησης φυσικού αερίου σε συνθήκες απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και την τιμολογιακή πολιτική της ΔΕΠΑ σε καθεστώς απελευθερωμένης αγοράς φυσικού αερίου.

Επιπλέον, η ΔΕΠΑ σε συνεργασία με το ΕΜΠ συμμετέχει στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος "Ανταγωνιστικότητα" του Υπουργείου Ανάπτυξης, σε ειδικό πρόγραμμα που προβλέπει το σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη λειτουργία προτύπων εφαρμογών, όπως οι κυψέλες καυσίμου. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει, εκτός των άλλων, την αξιολόγηση της λειτουργίας των μονάδων κυψελών καυσίμου και τη διοργάνωση ημερίδων με στόχο τη διάδοση των αποτελεσμάτων της λειτουργίας τους.

3.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Το φυσικό αέριο 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. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης, οι ρυπογόνες εκπομπές των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα δίνονται στον πίνακα 3.1.

Καύσιμο	Εκπομπές αερίου ρύπου (g/kg καυσίμου)					
	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	HC	Σωματίδια
Μαζούτ Νο1 (1500) Χαμηλού Θείου	3175	14.0	0.565	5.363	0.188	1.832
Μαζούτ Νο1 (1500) Υψηλού Θείου	3109	64.0	0.553	5.251	0.184	1.832
Μαζούτ Νο3 (3500) Χαμηλού Θείου	3175	14.0	0.565	5.363	0.188	1.832
Μαζούτ Νο3 (3500) Υψηλού Θείου	3091	64.0	0.550	5.221	0.183	1.832
Νηήζελ	3142	0.7	0.572	2.384	0.191	0.286
Υγραέριο	3030	0.0	0.332	2.102	0.080	0.100
Φυσικό αέριο	2715	0.0	0.332	2.102	0.080	0.100

Πίνακας 3.1: Ρυπογόνες εκπομπές καυσίμων χρησιμοποιούμενων στην Ελλάδα.

Η χρήση του συμβάλει επίσης στον περιορισμό των μεταλλικών ρύπων. Στον άνθρακα και στο πετρέλαιο υπάρχουν π.χ ίχνη υδραργύρου, μολύβδου, βαναδίου και νικελλίου τα οποία δεν περιέχονται στο φυσικό αέριο.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να περιοριστεί σημαντικά και μέσω της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμων, η οποία επιτυγχάνεται με τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης της καύσης. Το φυσικό αέριο παρουσιάζει αυξημένο βαθμό απόδοσης κατά τη χρήση του, προσφέροντας μείωση της κατανάλωσης καυσίμων κατά 4-10%. Επιπλέον, επιτρέπει την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών με υψηλό ενεργειακό βαθμό απόδοσης. Το φυσικό αέριο λόγω της μορφής και της σύστασής του θεωρείται κατ' εξοχήν οικολογικό καύσιμο. Δεν περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα και δεν είναι τοξικό.

Στην Ελλάδα, η ηλεκτροπαραγωγή (που είναι ουσιαστικά η ΔΕΗ) αποτελεί τον πλέον σημαντικό παράγοντα στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου δεδομένου ότι της αναλογεί περίπου το 75% των εκπομπών CO₂.

Η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από την ηλεκτροπαραγωγή φαίνεται να μην είναι μια εύκολη υπόθεση παρά τις καλές προθέσεις όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Το παραπάνω συμβαίνει γιατί η Ελλάδα βρίσκεται γεωγραφικά στο νοτιοανατολικότερο άκρο της Ευρώπης και ως εκ τούτου αποτελεί νησίδα με περιορισμένη δυνατότητα ανταλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η ασφάλεια ηλεκτροδότησης οδηγεί σε συνέχιση της χρήσης του εγχώριου λιγνίτη που δεν είναι όμηρος των πετρελαϊκών κρίσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΜΟΝΑΔΑ 5 ΤΟΥ ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ

4.1 Τοποθεσία

Ο Σταθμός της Μεγαλόπολης βρίσκεται στην κεντρική Πελοπόννησο, στην Ελλάδα, περίπου 210 χλμ. από την Αθήνα και περίπου 5 χλμ βορειοδυτικά από την πόλη της Μεγαλόπολης. Δεν υπάρχουν απευθείας συνδέσεις με σιδηρόδρομο ή μέσω πλωτών οδών με το Σταθμό της Μεγαλόπολης. Η πρόσβαση είναι εφικτή μόνο οδικώς μέσα από την πόλη της Μεγαλόπολης καθώς το πλησιέστερο λιμάνι είναι της Καλαμάτας, περίπου 65 χλμ νότια του ΑΗΣ. Μεγαλόπολης. Ο δρόμος δυο λωρίδων προς Καλαμάτα διασχίζει μια οροσειρά και έχει σχετικά κλειστές στροφές.

4.2 Σταθμοί Δ.Ε.Η. Μεγαλόπολης

Μονάδες I & II

Οι Μονάδες I και II του ΑΗΣ Μεγαλόπολης που τέθηκαν σε λειτουργία το 1970 είναι όμοιες 125MW η καθεμιά. Οι λέβητες των μονάδων I και II είναι κατασκευής VKW, φυσικής κυκλοφορίας, διπλής διαδρομής καυσαερίων, με αναθέρμανση του ατμού που εξέρχεται από το στρόβιλο της Υ.Π..

Κάθε λέβητας των I-II Μονάδων περιλαμβάνει έξη μύλους λιγνίτη τύπου DGS BABCOCK, ικανότητας ο καθένας 69 ton/h. Η κονιοποίηση και ξήρανση του λιγνίτη γίνεται με θερμά καυσαέρια που απορροφά ο κάθε μύλος από το άνω μέρος της εστίας του λέβητα.



Εικόνα 4.1: Οι Μονάδες I και II του ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

Στην έξοδο κάθε μύλου το μείγμα καυσίμου-καυσαερίων-υδρατμών διαχωρίζεται φυγοκεντρικά και ένα μέρος αυτού (65% του καυσίμου και 45% των υδρατμών) πηγαίνει κατευθείαν στους αντίστοιχους καυστήρες λιγνίτη, ενώ το υπόλοιπο μέρος οδηγείται μέσω κυκλώνων στα Ηλεκτροστατικά φίλτρα (Η/Φ) λιγνίτη στη οροφή του λεβητοστασίου. Στα Η/Φ διαχωρίζεται το καύσιμο από τους υδρατμούς και τα καυσαέρια και τα μεν τελευταία πηγαίνουν ελεύθερα προς την ατμόσφαιρα, ενώ ο λιγνίτης πηγαίνει στον αντίστοιχο καυστήρα υποβοηθώντας έτσι την καύση.

Έτσι ενώ η τυπική σύσταση του ακατέργαστου λιγνίτη είναι: $H_2O=59,9\%$ τέφρα= $16,7\%$, καύσιμο= 23% με $H_u=960Kcal/kg$ μετά την ξήρανση το καύσιμο μείγμα προ καυστήρος έχει: $H_u=1550 Kcal/kg$ και $H_2O=20\%$.

Για την επίτευξη πλήρους φορτίου της κάθε Μονάδας και συμβατική ποιότητα λιγνίτη, απαιτείται η λειτουργία πέντε μύλων από τους έξι εγκαταστημένων, ενώ ο έκτος είναι εφεδρικός. Για εκκινήσεις, κρατήσεις ή υποστήριξη της καύσης έχουν εγκατασταθεί επί πλέον τέσσερις καυστήρες πετρελαίου σε κάθε λέβητα.

Οι στρόβιλοι των Μονάδων I και II είναι κατασκευής AEG και αποτελούνται από τρία τμήματα (υψηλής, μέσης και χαμηλής πίεσης). Το τμήμα της υψηλής πίεσης, απλής ροής αποτελείται από 11 βαθμίδες και από την έξοδο του τροφοδοτεί ένα προθερμαντή υψηλής πίεσης. Το τμήμα μέσης πίεσης, απλής ροής και αυτό, αποτελείται από 12 βαθμίδες και τροφοδοτεί μια απομάστευση υψηλής πίεσης, τον απαερωτή και μια απομάστευση υψηλής πίεσης. Το τμήμα χαμηλής πίεσης του στρόβιλου είναι διπλής ροής με 2X5 βαθμίδες και τροφοδοτεί δυο απαμαστεύσεις χαμηλής πίεσης.

Μονάδα III

Η Μονάδα III του ΑΗΣ Μεγαλόπολης που τέθηκε σε λειτουργία το 1975 είναι εγκατεστημένης ισχύος 300MW.

Ο λέβητας της Μονάδας είναι κατασκευής VKW, φυσικής κυκλοφορίας, διπλής διαδρομής καυσαερίων, με αναθέρμανση του ατμού που εξέρχεται από το στρόβιλο της υψηλής πίεσης. Ο Λέβητας αυτός είναι όμοιος με τους αντίστοιχους των δυο άλλων μονάδων, με μόνη τη διαφορά ότι δεν έχει κυκλώνες.

Έχει έξι μύλους λιγνίτη τύπου DGS BABCOCK με ικανότητα ο καθένας 180ton/h.

Για την επίτευξη πλήρους φορτίου με τις συμβατικές τιμές λιγνίτη, απαιτείται η λειτουργία πέντε μύλων ενώ ο έκτος είναι εφεδρικός. Ο τρόπος ξήρανσης του λιγνίτη είναι ο ίδιος ακριβώς με τον αντίστοιχο των μονάδων I και II.

Για την εκκίνηση, κράτηση και στήριξη της καύσης, όταν ο λέβητας είναι χαμηλής θερμογόνου δύναμης, ο λέβητας είναι εφοδιασμένος με έξι καυστήρες πετρελαίου DIESEL.

Ο στρόβιλος της Μονάδας III είναι κατασκευής KWU και αποτελείται από τρία τμήματα(υψηλής, μέσης και χαμηλής πίεσης). Το τμήμα της υψηλής πίεσης, χωρίς οριζόντια φλάντζα στο κέλυφος, είναι απλής ροής και τροφοδοτεί ένα διπλό προθερμαντή υψηλής πίεσης. Το τμήμα της μέσης πίεσης είναι απλής ροής και τροφοδοτεί με δυο απομαστεύσεις ένα προθερμαντή (διπλό) υψηλής πίεσης και τον απαερωτή. Το τμήμα της χαμηλής πίεσης του στροβίλου είναι και αυτό διπλής ροής με τρεις απομαστεύσεις που τροφοδοτούν ισάριθμους προθερμαντες χαμηλής πίεσης.



Εικόνα 4.2: Η Μονάδα III του ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

Μονάδα 4

Η μονάδα 4 λειτούργησε το 1991 και είναι ισχύος 300MW. Έχει σαν καύσιμο και αυτή τον λιγνίτη και είναι εξοπλισμένη με σύστημα αποθείωσης των καυσαερίων και νέας τεχνολογίας ηλεκτροστατικών φίλτρων, με αποτέλεσμα να είναι σημαντικά μειωμένοι οι ρύποι που απελευθερώνονται στο περιβάλλον.



Εικόνα 4.3: Η Μονάδα 4 του ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

Μονάδα 5 Φυσικού Αερίου

Η μονάδα 5 είναι συνδυασμένου κύκλου με καύσιμο φυσικό αέριο, καθαρής ισχύος 811 MW και συμβατικού τιμήματος 500 εκατ. ευρώ. Στις αρχές του 2015 η μονάδα ξεκίνησε τις επίσημες δοκιμές και λειτούργησε κανονικά το καλοκαίρι του 2015.

Η Μονάδα περιλαμβάνει δύο αεριοστροβίλους 9FB και έναν ατμοστρόβιλο D11 σε διάταξη 2-2-1, δύο λέβητες ανάκτησης θερμότητας με σύστημα παράκαμψης καυσαερίων, συμπυκνωτή και πύργο ψύξεως εξαναγκασμένης ροής, καθώς και συγκρότημα κατεργασίας βιομηχανικού νερού (αποσκλήρυνση και αφαλάτωση).

Ο νέος σταθμός «ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ V», ο οποίος χρησιμοποιεί ως καύσιμο φυσικό αέριο, έχει προστεθεί στις υφιστάμενες τέσσερις λιγνιτικές μονάδες της Δ.Ε.Η στην περιοχή της Μεγαλόπολης.



Εικόνα 4.4: Μονάδα 5 Φυσικού Αερίου του ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

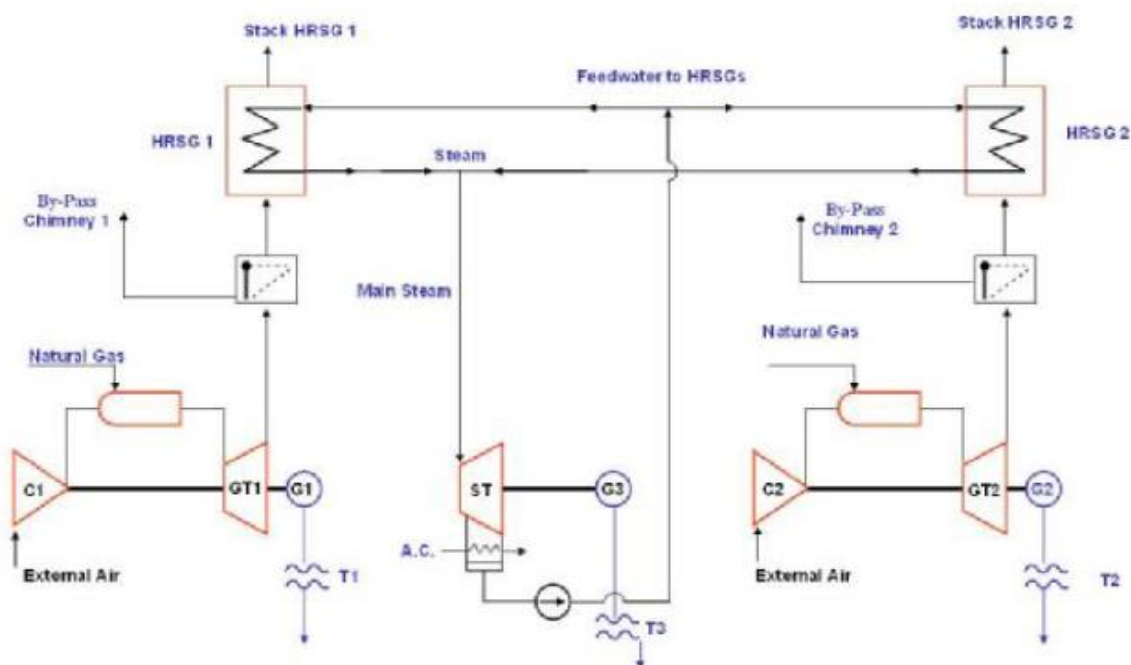
4.3 Κύκλοι λειτουργίας της μονάδας

Η λειτουργία της μονάδας ισχύος συνδυασμένου κύκλου βασίζεται στην ενσωμάτωση δύο τύπων κύκλων σε διαφορετικές θερμοκρασίες: ένα ανοικτό κύκλο αέρα-αερίου και ο άλλος, ένα κλειστός κύκλος νερού-ατμού. Αυτό γίνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την μετατροπή της θερμοδυναμικής ενέργειας των ρευστών σε μηχανική ενέργεια (στους στροβίλους), και στη συνέχεια μετατρέποντας τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια (στις γεννήτριες).

Στη πολύ-αξονική διαμόρφωση του συνδυασμένου κύκλου, δύο αεριοστροβίλοι παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα των καυσαερίων κάθε αεριοστροβίλου χρησιμοποιείται για παραγωγή ατμού περνώντας δια μέσου δύο λεβήτων ατμού ανάκτησης θερμότητας (HRSG). Ο παραγόμενος ατμός παράγει πρόσθετη ενέργεια μέσω ενός ατμοστροβίλου και αυτό το τελευταίο βήμα ενισχύει το βαθμό απόδοσης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε μια μονάδα συνδυασμένου κύκλου θερμότητα υψηλής θερμοκρασίας ως είσοδος στη μονάδα παραγωγής ενέργειας, από την καύση του φυσικού αερίου, μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια ως μία από τις εξόδους και θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας, όπως μια άλλη έξοδος. Κατά κανόνα, προκειμένου να επιτευχθεί υψηλή απόδοση, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιπέδων θερμικής εισόδου και εξόδου θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν υψηλότερη. Αυτή η υψηλή απόδοση

επιτυγχάνεται με το συνδυασμό των θερμοδυναμικών κύκλων Rankine (ατμός) και Brayton (αέριο).



Εικόνα 4.5: Λειτουργία της μονάδας ισχύος συνδυασμένου κύκλου.

4.4 Περιγραφή των συστημάτων της μονάδας

Προκειμένου να επιτευχθεί η καθαρή ηλεκτρική δυναμικότητα παραγωγής 811MWh, η μονάδα συνδυασμένου κύκλου Μεγαλόπολη V περιλαμβάνει το ακόλουθο κύριο εξοπλισμό, συστήματα και εγκαταστάσεις:

- **Μετασηματιστής 17KV/400 KV**



- Γεννήτρια diesel



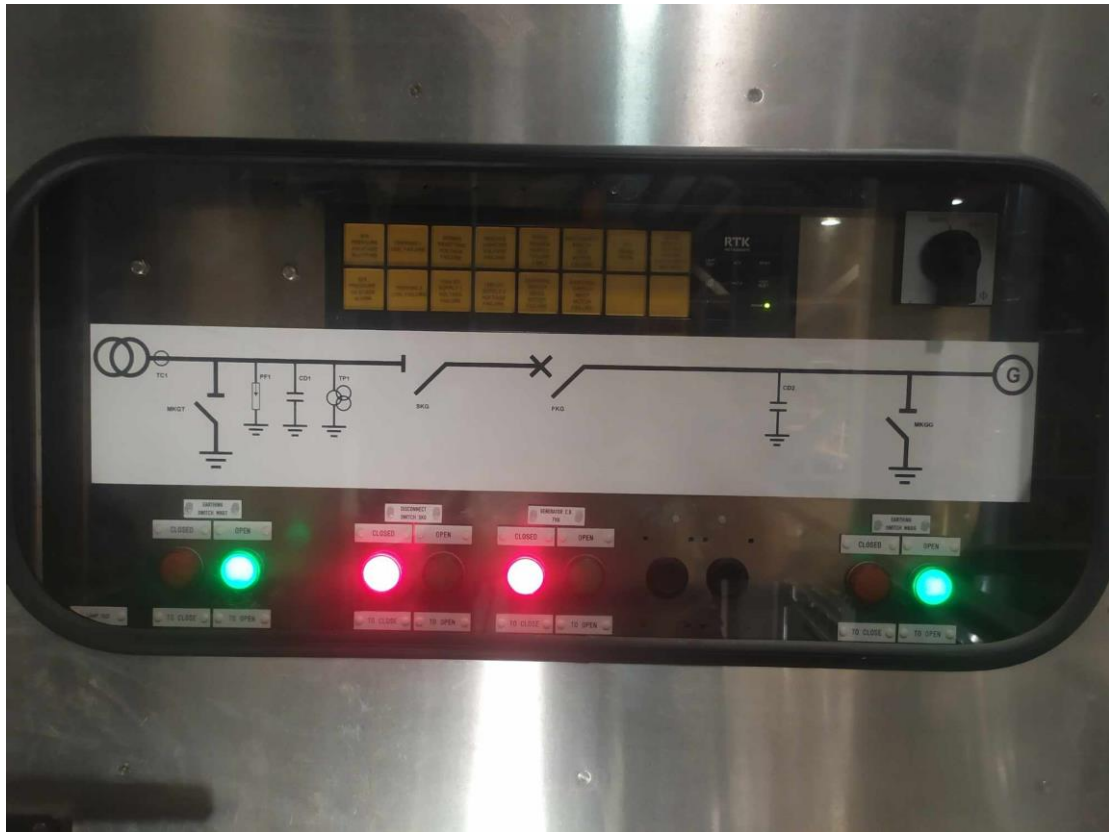


- Βοηθητικός μετασχηματιστής 6KV/17 KV



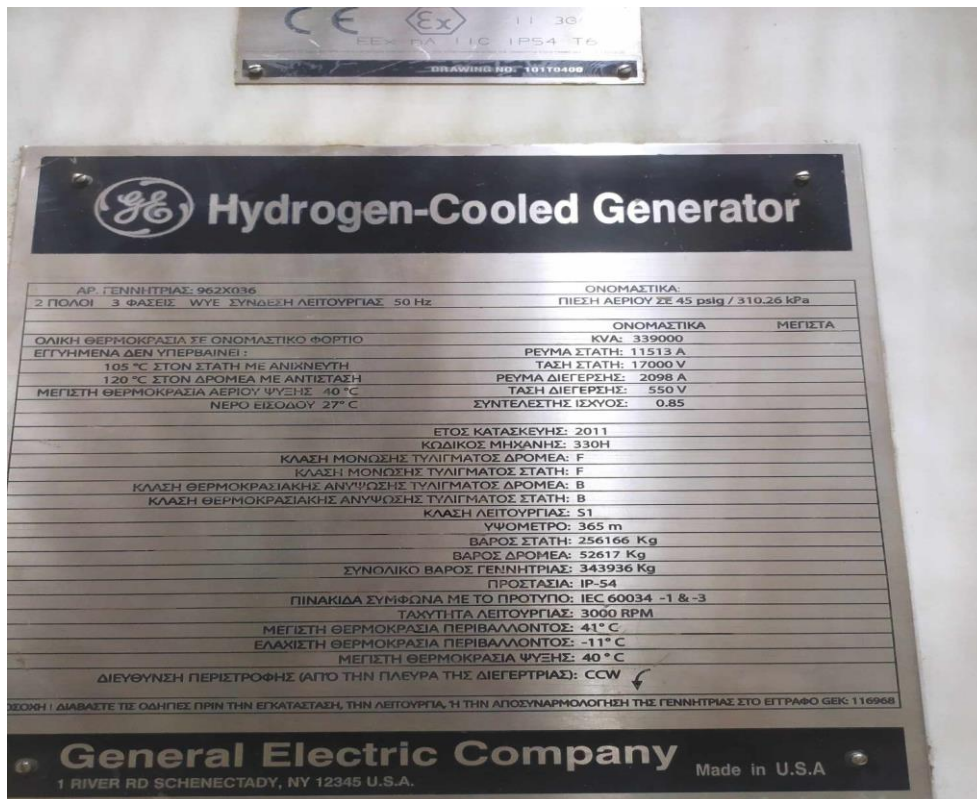


- Διακόπτης φορτίου (17KV) - αποξέυκτης και γέφυρες



- Γεννήτρια



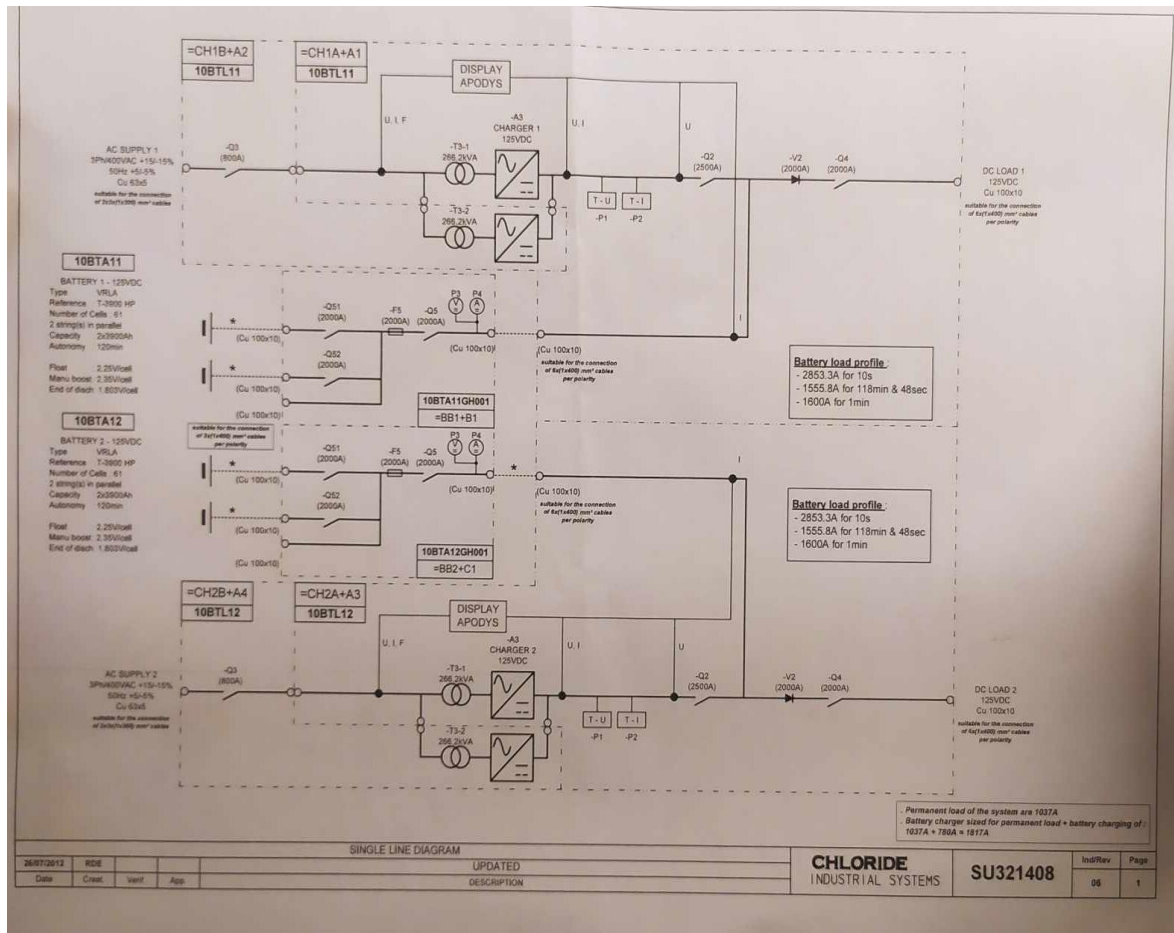


- Ψύκτες της γεννήτριας στον δρομέα για την διέγερση

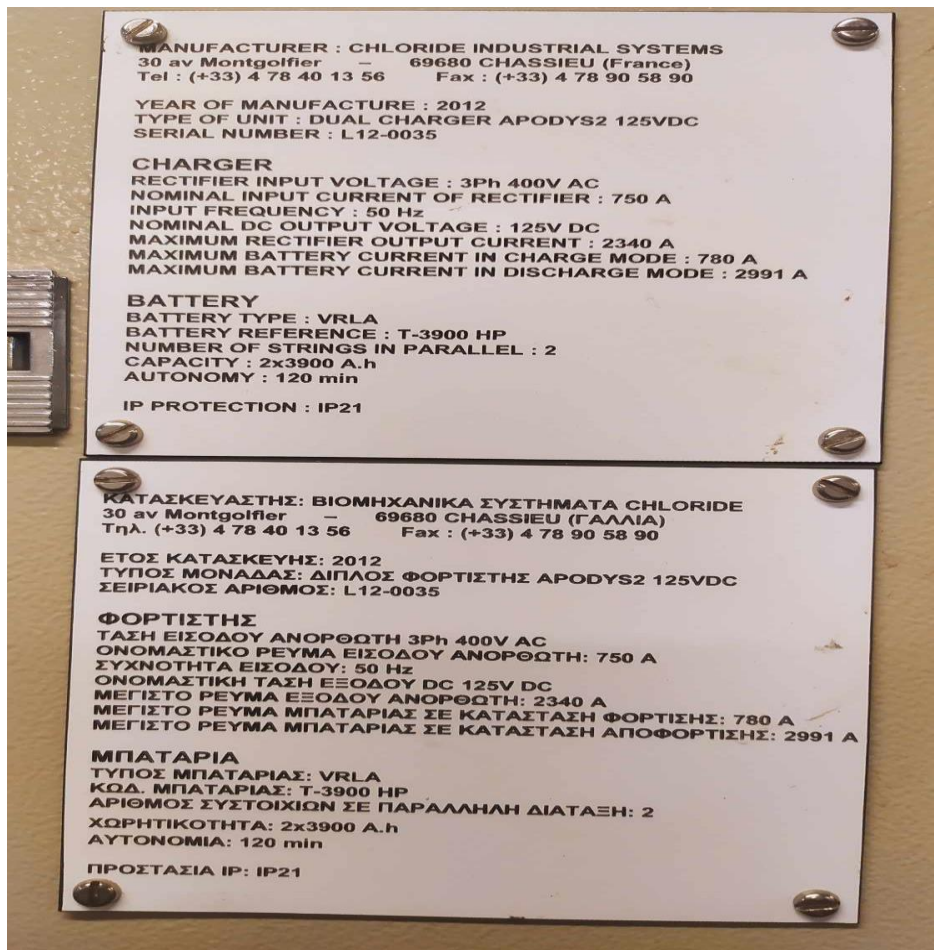


- Χώρος όπου παίρνουν τροφοδοσία τα μηχανήματα με τάση 6KV

Εδώ βλέπουμε πως παίρνουμε την αδιάλειπτη τάση DC στην βιομηχανία. Σε περίπτωση που οι φορτιστές για κάποιο λόγο δεν μπορούν να δώσουν DC τότε την DC τάση την παίρνουμε από τις μπαταρίες όπως φαίνεται στο σχέδιο.

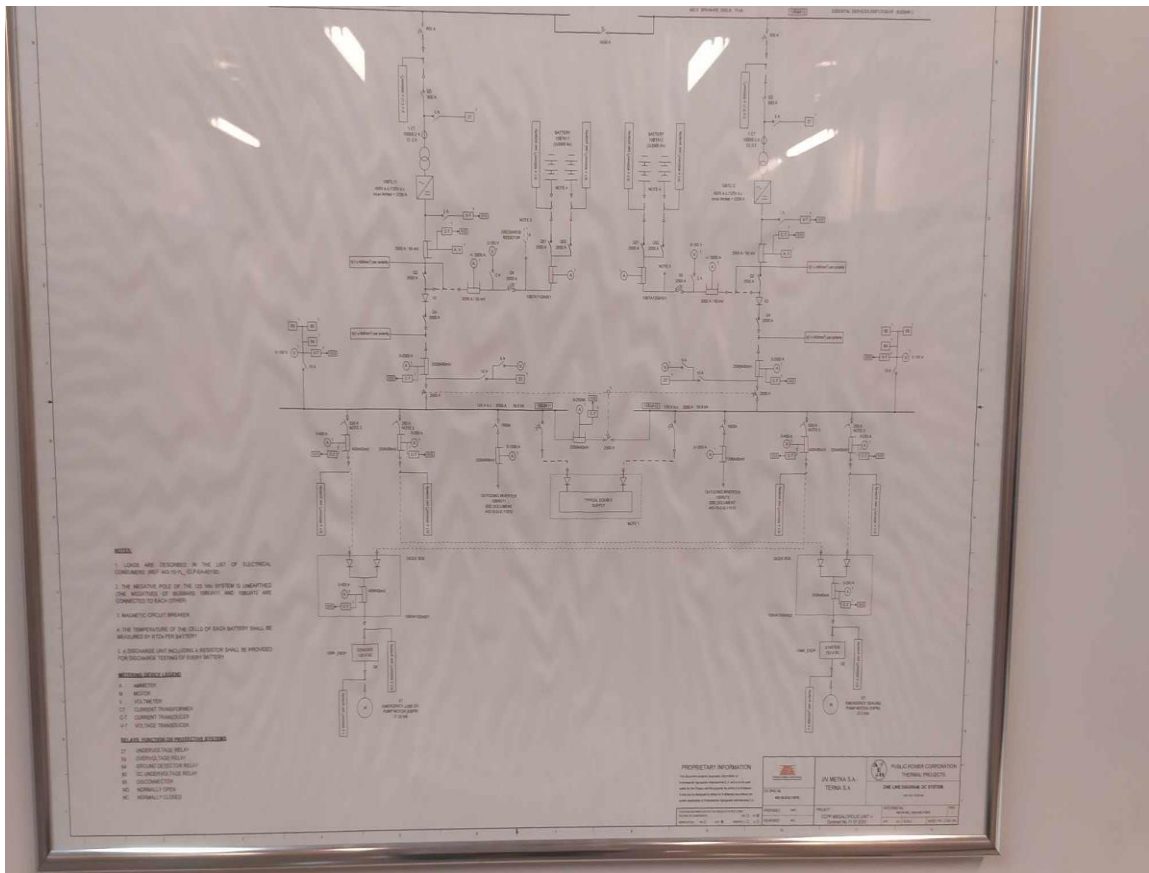


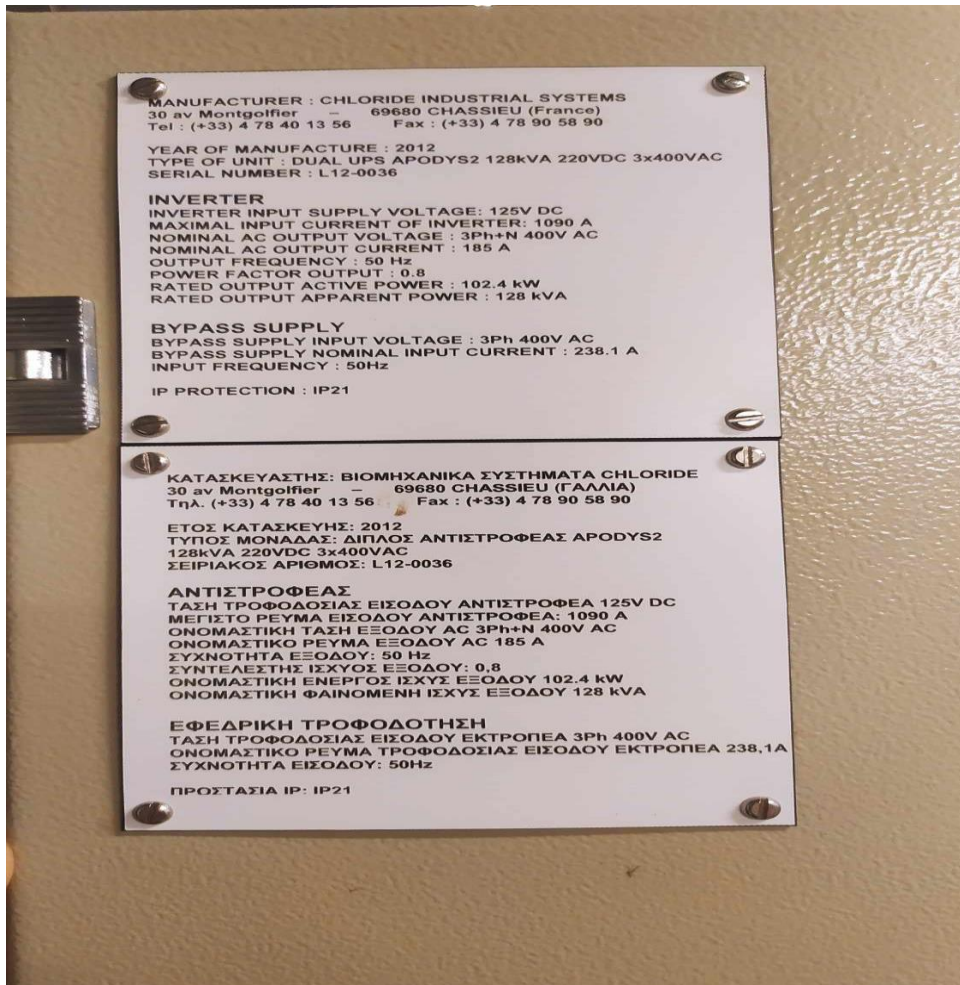




- Χώρος για την αδιάλειπτη AC τάση λειτουργίας της μονάδας

Όπως φαίνεται στο σχέδιο υπάρχει ένας SS όπου αυτός καθορίζει από που θα πάρουμε την τάση, επίσης αν για κάποιο λόγο χαθεί από την μια πλευρά η τάση υπάρχει διακόπτης αυτόματης μεταγωγής όπως φαίνεται στο σχέδιο και τότε αυτόματα μπαίνει σε λειτουργία το εφεδρικό.





- Η γεννήτρια που τροφοδοτείται από τον ατμοστρόβιλο και τα χαρακτηριστικά της



GE GENERATOR
 SCHENECTADY, N.Y. USA
 YEAR OF MANUFACTURE: 2011
 SERIAL NUMBER: 290T819

CE **Ex** II 3G
CAUTION! ΕΞΕΤΑΣΤΕ ΤΟ ΙΣΤΟΡΙΑΚΟ
 SCHENECTADY, NY DRAWING NO. 100T1875

Hydrogen-Cooled Generator

ΑΡ. ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ: 290T819	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ
2 ΠΟΛΟΙ 3 ΦΑΣΕΙΣ ΨΥΞ ΣΥΝΔΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 50 Hz	ΠΙΕΣΗ ΑΕΡΙΟΥ ΞΕ 45 psig / 310.26 kPa
ΟΛΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΜΕΓΙΣΤΑ
ΕΓΓΥΗΜΕΝΑ ΔΕΝ ΥΠΕΡΒΑΙΝΕΙ:	KVA: 370000
105 °C ΣΤΟΝ ΣΤΑΤΗ ΜΕ ΑΝΙΚΗΝΕΥΤΗ	ΡΕΥΜΑ ΣΤΑΤΗ: 12586 A
120 °C ΣΤΟΝ ΔΡΟΜΕΑ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΤΑΣΗ ΣΤΑΤΗ: 17000 V
ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΙΟΥ ΨΥΞΗΣ: 40 °C	ΡΕΥΜΑ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ: 2245 A
ΝΕΡΟ ΕΙΣΟΔΟΥ: 27° C	ΤΑΣΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ: 550 V
	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ: 0.85
ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2011	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΗΚΑΝΗΣ: 330	
ΚΛΑΣΗ ΜΟΝΩΣΗΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ ΔΡΟΜΕΑ: F	
ΚΛΑΣΗ ΜΟΝΩΣΗΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ ΣΤΑΤΗ: F	
ΚΛΑΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ ΔΡΟΜΕΑ: B	
ΚΛΑΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ ΣΤΑΤΗ: B	
ΚΛΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: S1	
ΥΨΟΜΕΤΡΟ: 365 m	
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΤΗ: 251744 Kg	
ΒΑΡΟΣ ΔΡΟΜΕΑ: 51936 Kg	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ: 344730 Kg	
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ: IP-54	
ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ: IEC 60034 -1 & -3	
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: 3000 RPM	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ: 41° C	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ: -11° C	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΨΥΞΗΣ: 40° C	
ΔΙΕΓΧΥΣΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ (ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΤΙΑΣ): CW	

ΠΡΟΣΟΧΗ | ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ, ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ, Ή ΤΗΝ ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΕΓΧΡΩΜΟ ΔΕΚ. 1169660

General Electric Company Made in U.S.A.
 1 RIVER RD SCHENECTADY, NY 12345 U.S.A.

- Ζυγός ασφαλείας όπου ξεκινάνε τα Η/Ζ σε περίπτωση που οι δύο κύριοι ζυγοί μείνουν χωρίς ρεύμα



4.5 Περιγραφή λειτουργίας της μονάδας

Ο ΑΗΣ Μ 5 λειτουργεί με καύσιμο το φυσικό αέριο σε συνδυασμένο κύκλο λειτουργίας. Αποτελείται από δυο αεριοστρόβιλους (GT) με δυο γεννήτριες ισχύος 339MVA αντίστοιχα και έναν ατμοστρόβιλο (ST) με μια γεννήτρια ισχύος 370MVA.

Η παραγωγή ατμού για τον ατμοστρόβιλο γίνεται από λέβητες που εκμεταλλεύονται την θερμική ενέργεια των καυσαερίων των δυο GT. Οι τρεις γεννήτριες του σταθμού είναι μονοπολικός (ένα ζεύγος πόλων) και λειτουργούν με τις σύγχρονες στροφές 3000rpm. Η τάση εξόδου των γεννητριών είναι 17KV +/- 5%.

Μέσω ενός διακόπτη φορτίου, αποζεύκτη και μεγάλων μονωμένων αγωγών η γεννήτρια συνδέεται με τον μετασχηματιστή 17KV/400KV ανύψωσης τάσης στα 400KV και στην συνέχεια με το κέντρο υψηλής τάσης του ΑΔΜΗΕ. Για την

εσωτερική κατανάλωση του σταθμού υπάρχουν δυο Μ/Σ (βοηθητικών) 17KV/6KV που τροφοδοτούν τους δυο βασικούς πίνακες (ζυγούς μέσης τάσης 6KV. Από τους ζυγούς των 6KV τροφοδοτούνται επιμέρους πίνακες χαμηλής τάσης 400V μέσω Μ/Σ υποβιβασμού 6KV/0,4KV αντίστοιχα, καθώς και μεγάλα μηχανήματα που η τάση λειτουργεί τους είναι 6KV.

Η διανομή τάσεως στον σταθμό γίνεται από πίνακες και υποπίνακες των 400V AC καθώς και πίνακες 125V DC και χωρίζεται ανάλογα την χρήση σε τάση ισχύος, τάση ελέγχου, και τάση σηματοδότησης. Όλοι οι πίνακες είναι διπλοί με μια κυρία πηγή τροφοδότησης και έναν διακόπτη διασύνδεσης ως εφεδρική πηγή τροφοδότησης. Υπάρχει σύστημα επιτήρησης και αυτόματης μεταφοράς της τροφοδότησης των πινάκων από την κυρία στην εφεδρική τροφοδοσία και το αντίστροφο. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η εξασφάλιση της τάσης στον πίνακα καθώς και η αδιάλειπτη λειτουργία των μηχανημάτων που τροφοδοτούνται από αυτόν.

Η τάση των 125 V DC παράγεται από δυο πεδία με διάταξη ανόρθωσης από 400V AC στα 125V DC και στην συνέχεια μέσω φορτιστών επιτυγχάνεται η φόρτιση δυο συστοιχιών μπαταριών. Οι κύριοι ζυγοί 125V DC έχουν ως κυρία τροφοδότηση την είσοδο από τους φορτιστές ενώ μόνιμα στον ζυγό είναι συνδεδεμένες οι συστοιχίες των μπαταριών εξασφαλίζοντας την τάση σε περίπτωση απώλειας της κυρίας πηγής.

Επιστρέφοντας ξανά στους δυο κυρίους ζυγούς των 6KV όπου η τροφοδότηση τους γίνεται από τους Μ/Σ βοηθητικών αντίστοιχα έχουν και αυτοί διασύνδεση μεταξύ τους με επιτήρηση και διάταξη αυτόματης μεταγωγής αλλά υπάρχει ακόμα μια τροφοδότηση ασφαλείας από ζυγούς 6KV (ζυγός ασφαλείας) όπου σε περίπτωση όπου ο σταθμός δεν λειτουργεί και δεν υπάρχει τάση στο ούτε δίκτυο (black out) τότε γίνεται εκκίνηση αυτόματα των Η/Ζ diesel ασφαλείας που τροφοδοτούν τον πίνακα ασφαλείας 6KV και αυτός με την σειρά του τους κυρίους ζυγούς των 6KV.

Η λειτουργία των diesel ασφαλείας εξασφαλίζουν την τάση στον σταθμό έτσι ώστε να λειτουργούν κρίσιμα μηχανήματα όπως οι αντλίες στεγανοποίησης της γεννήτριας για να μην έχουμε διαρροή υδρογόνου καθώς και οι αντλίες για λίπανση και ανύψωση του άξονα των γεννητριών – στροβίλων.

Τα Η /Ζ των diesel ασφαλείας είναι πέντε στον αριθμό, ισχύος 3MW το κάθε ένα και λειτουργούν στις 1500 rpm (έχουν δυο ζεύγη πόλων) και τάση εξόδου 6KV.

Η εκκίνηση τους και συγχρονισμός τους με τους ζυγούς γίνεται αυτόματα ή χειροκίνητα ακόμα και τοπικά.

Η λειτουργία των 1-2 από τα πέντε Η/Ζ είναι ικανή να καλύψει την ανάγκες του σταθμού για την λειτουργία των κρίσιμων μηχανών και άλλων. Με την λειτουργία και των πέντε Η /Ζ μας παρέχεται η απαιτούμενη ισχύς και η δυνατότητα εκκίνησης ενός αεριοστρόβιλου γεγονός που καθιστά τον σταθμό αυτό ικανό να ξεκινήσει σε συνθήκη γενικού black out στο δίκτυο και σε λιγότερο από μια ώρα να έχει σε πλήρη σχεδόν λειτουργία το ένα GT παρέχοντας γρήγορα ισχύ στο δίκτυο.

Εκτός από τους πίνακες των DC που έχουν αδιάλειπτη τάση εξασφαλισμένη από τις μπαταρίες υπάρχουν και πίνακες 400V AC με αδιάλειπτη τάση που τροφοδοτούνται από δυο πηγές. Η μια πηγή είναι μέσω inverter (μετατροπέα) από DC σε AC και η δεύτερη από άλλον πίνακα AC. Μέσω ένας στατικού διακόπτη (static switch) επιτυγχάνεται η αυτόματη μεταγωγή από την κυρία στην εφεδρική τροφοδότηση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το φυσικό αέριο αποτελεί ένα από τα πιο «καθαρά» καύσιμα που υπάρχουν και βρίσκει χρήσεις τόσο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στη βιομηχανία και στον οικιακό τομέα. Η μεταφορά του φυσικού αερίου γίνεται είτε με τη χρήση δικτύων αγωγών.

Η μονάδα 5 του φυσικού αερίου Μεγαλόπολης στην Πελοπόννησο χρησιμοποιεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας νέες τεχνολογίες υψηλής απόδοσης, καθώς συνδυάζει τον αεριοστρόβιλο και τον ατμοστρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπου ο πρώτος αντίστοιχα τροφοδοτεί τον ατμοστρόβιλο με θερμό ατμό από την παραγόμενη θερμότητα και η απόδοση του αγγίζει το 60%.

Επιπλέον παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις άλλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που βρίσκονται στην περιοχή της Μεγαλόπολης και χρησιμοποιούν ως καύσιμο τον λιγνίτη για την παράγωγη ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι:

- Προστασία περιβάλλοντος

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

- Εξοικονόμηση ενέργειας

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

- Οικολογικό

Η καύση του δημιουργεί τη μικρότερη ρύπανση σε σχέση με τα λοιπά συμβατικά καύσιμα, συμβάλλει περιορισμένα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού παράγει μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με το πετρέλαιο, και δεν προκαλεί όξινη βροχή, καθώς δεν περιέχει καθόλου θείο. Συμβάλλει λοιπόν στην προστασία του περιβάλλοντος, για την οποία έχουμε δεσμευτεί και διεθνώς ως χώρα. Εξασφαλίζεται έτσι η χρήση ενός καθαρού καυσίμου, χωρίς οσμές, θορύβους και ρύπους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ζηλάκος, Κ., Το φυσικό αέριο μπαίνει δυναμικά στη ζωή μας, Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Αθηνών, Αθήνα, 2002.
2. Γκόνης, Κ., Μελέτη χρονικά μεταβαλλόμενης ροής στο Ελληνικό σύστημα μεταφοράς φυσικού αερίου, Διπλ. Εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, 1999.
3. Θωμαδάκης, Μ., Τεχνολογία του φυσικού αερίου, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εκδ. ΕΜΠ, Νοέμβριος 1999.
4. Κροκίδας, Α., Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο, Αθήνα, 1991.
5. Λέφας, Κ., Εισαγωγή στην τεχνολογία του φυσικού αερίου, Εκδ.ΣΕΛΚΑ-4Μ, Αθήνα, 2004.
6. Μπίκος, Σ.Χ., Θεοδοσίου, Θ., Φυσικό αέριο για βιομηχανική χρήση, ΤΕΕ-Διείσδυση φυσικού αερίου στην αγορά ενέργειας, ΕΒΕΑ, 2004.
7. Πασπαλάς, Κ., Τεχνολογία εγκαταστάσεων και χρήσεων φυσικού αερίου, Έκδοση Συλλόγου Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων Β.Ελλάδος, 1999.
8. Πατλιτζιάνας, Δ. Κ., Δούκας, Χ., Παπαδοπούλου, Α., και Ψαρράς Ι., Διερεύνηση Δυνατοτήτων Αντιμετώπισης των Επιδράσεων της Κλιματικής Αλλαγής στην Ηλεκτροπαραγωγή, ΤΕΕ, Διημερίδα Λιγνίτης και φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας, 2005.
9. Σελλούντος Η., Εισαγωγή στην τεχνολογία του φυσικού αερίου, Δ' Έκδοση, 2004.
10. Υπουργείο Ανάπτυξης www.ypan.gr
11. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας <http://www.rae.gr/>,
12. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας www.tee.gr
13. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού <https://www.dei.gr/>
14. Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Α.Ε. www.depa.gr
15. Μεγαλόπολη Αρκαδίας <https://megalopolis.gr/>

