

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟ ΜΙΚΡΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ- ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Ζυκαΐ Ντρίτάν

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2017

***“ Δώσε σε μια οικογένεια ψάρια και θα χορτάσουν για μια μέρα,
μάθε τους να ψαρεύουν και θα χορταίνουν μια ολόκληρη ζωή ”***

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που θα εκπονηθεί στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας, αναφέρεται στη χρήση αερίων καυσίμων από μικρούς καταναλωτές και στην κατασκευή ενδεικτικού συστήματος υγραερίου. Στην αρχή μελετάται η χρήση αερίων καυσίμων από μικρούς καταναλωτές στην Ελλάδα που κατά κύριο λόγο χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Αυτή του Υγραερίου και αυτή του Φυσικού Αερίου.

Στην συνέχεια αναπτύσσεται και κατασκευάζεται ένα ενδεικτικό σύστημα Υγραερίου σε ένα κτήριο, που έχουμε κάνει πρόβλεψη και για σύνδεση με κεντρικό δίκτυο Φυσικού Αερίου, που θα τηρεί τα νομοθετικά μέτρα τα οποία επιβάλλουν οι κρατικοί φορείς. Αναλύουμε τα καυσαέρια που παράγονται κατά την διάρκεια της καύσης των αερίων καυσίμων και επισημαίνουμε το πλεονέκτημα τους που έχουν προς το περιβάλλον. Στο τέλος μελετάμε την ενεργειακή ανάλυση μίας μονοκατοικίας και με τους υπολογισμούς που προκύπτουν παρατηρούμε το πλεονέκτημα που έχει η χρήση Υγραερίου και του Φυσικού Αερίου σε σύγκριση με το Πετρέλαιο και το Ηλεκτρικό ρεύμα.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Ανδρέα Γιαννόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της εργασίας.

Ζυκαΐ Ντριτάν
Ιούνιος 2017

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
(Ονοματεπώνυμο)

.....
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην μελέτη και κατασκευή ενός ενδεικτικού συστήματος Υγραερίου και Φυσικού Αερίου, που τα συστήματα αυτά μεταφέρουν αέρια καυσίμων σε μικρούς καταναλωτές και τα καύσιμα αυτά χρησιμοποιούνται για θέρμανση, για χρήσεις που απαιτείται ζεστό νερό, για μαγείρεμα, για φωτισμό κ.λπ. Η κατασκευή αποτελείται από εξαρτήματα και υλικά που είναι καταλληλά, τυποποιημένα για εγκαταστάσεις υγραερίου και φυσικού αερίου. Η κατασκευή είναι σε λειτουργική θέση, έχει ελεγχθεί με τεχνικές μεθόδους και παρέχει ασφαλή λειτουργία. Στο θεωρητικό μέρος η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε τέσσερα κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι δύο κατηγορίες αερίων καυσίμων, στην ιστορική αναδρομή, στην παραγωγή, στην εξόρυξη, στη μεταφορά, στις ιδιότητες, ο τρόπος αποθήκευσης και η διανομή τους. Η μία κατηγορία είναι η χρήση υγραερίου που παράγεται από τη διύλιση του πετρελαίου στα διυλιστήρια, μεταφέρεται με βυτιοφόρο ή με μπουκάλες στους μικρούς καταναλωτές και αποθηκεύεται σε αυτούς με διαφορετικές μεθόδους. Η άλλη κατηγορία είναι η χρήση φυσικού αερίου όπου εισάγεται με δεξαμενόπλοια ή με αγωγούς από διαφορετικές χώρες (*Ρωσία, Αλγερία, Τουρκία*) και με τον έλεγχο της Δημόσιας Επιχείρησης Αερίου, διανέμεται με αγωγούς (*δίκτυο φυσικού αερίου*) σε διαφορετικές πόλεις της Ελλάδας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε μία ενδεικτική κατασκευή για τη χρήση αερίων καυσίμων. Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε τα παραπάνω καύσιμα είναι απαραίτητο να σχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε μία εγκατάσταση για μικρούς καταναλωτές. Η εγκατάσταση αυτή και στις δύο μεγάλες κατηγορίες, δεν διαφέρει και πάρα πολύ μεταξύ τους, αρκεί μόνο να μετατρέπουμε και να ρυθμίζουμε μερικά σημεία τους. Καθώς επίσης αναλύουμε και τους κανονισμούς ασφαλείας, που πρέπει να τηρηθούν και επιβάλλονται από το κράτος.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στις μεθόδους απαγωγής καυσαερίων, στην συντήρηση και διαστασιολόγηση των καμινάδων που είναι κατάλληλα για αέρια καύσιμα. Περιγράφουμε τους ρύπους που περιέχουν τα αέρια καύσιμα, σε ποια πράγματα πλεονεκτούν προς το περιβάλλον σε σύγκριση με τα αλλιά υγρά και

στερεά καύσιμα. Αναλύουμε με παράδειγμα και υπολογισμούς ότι τα αέρια καύσιμα έχουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα σε σύγκριση με τα υγρά καύσιμα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο μελετάται η ενεργειακή ανάλυση και γίνεται μελέτη μιας μονοκατοικίας όπου παρατηρούμε την εξοικονόμηση και τα πλεονεκτήματα που έχουν τα αέρια καύσιμα. Η ενεργειακή ανάλυση πραγματοποιείται με τρεις βασικές χρήσεις που συνηθώς παρατηρούνται σε μια μονοκατοικία. Μελετάμε την κεντρική θέρμανση με τρεις διαφορετικούς καυστήρες: με καυστήρα πετρελαίου, με καυστήρα υγραερίου και με καυστήρα φυσικού αερίου. Μελετάμε τη χρήση του ζεστού νερού με ηλεκτρικό ρεύμα, με υγραέριο και με φυσικό αέριο. Τέλος, μελετάμε μία μαγειρική κουζίνα που μπορεί να λειτουργήσει με ηλεκτρικό ρεύμα, με υγραέριο ή με φυσικό αέριο.

Τα τελικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία είναι ότι η χρήση των αέριων καυσίμων σε μικρομεσαίους καταναλωτές είναι μια συμφέρουσα λύση γιατί μπορούμε να εξοικονομήσουμε χρήματα. Εκτός από το να εξοικονομήσουμε χρήματα, τα αέρια καύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από την φύση τους και συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία είναι ότι εξοικονομούμε χρήματα, προστατεύουμε το περιβάλλον καθώς και ότι τα αέρια καύσιμα έχουν μεγάλη διαχυτοτητα στο χώρο των εστιών καυσίμων, και για αυτό το λόγο έχουν λιγότερες απώλειες στα καυσαέρια τους σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε μεγαλύτερη απόδοση στις εστίες καυσίμων που λειτουργούν με αέρια καύσιμα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Εισαγωγή στην τεχνολογία αέριων καυσίμων.

1.1 Ιστορική αναδρομή Φυσικό Αέριο – Υγραέριο	1
1.2 Ιδιότητες φυσικού αερίου (Natural Gas).....	3
1.3 Εξόρυξη αερίου.....	5
1.4 Αποθήκευση και μεταφορά του φυσικού αερίου	6
1.5 Παραγωγή τεχνητού αερίου (Liquefied.Propane.Gas).....	8
1.6 Αποθήκευση και μεταφορά του τεχνητού αερίου.....	9
1.7 Επιτρεπόμενη νομοθεσία.....	11
2. Εγκαταστάσεις αέριων καυσίμων.	
2.1 Ταξινόμηση εγκαταστάσεων υγραερίου.....	13
2.2 Σύνδεση με δεξαμενές υγραερίου.....	14
2.3 Σύνδεση με φιάλες υγραερίου.....	18
2.4 Σύνδεση με κεντρικό δίκτυο φυσικού αερίου.....	20
2.5 Σωληνώσεων για εγκατάσταση υγραερίου.....	22
2.6 Προστασία της εγκατάστασης από διάβρωση.....	28
2.7 Εγκαταστάσεις υγραερίου στο κτήριο	31
2.8 Εγκατάσταση συσκευών αερίου.....	42
2.9 Λειτουργία και δομή των συσκευών αερίου.....	48
2.10 Κατασκευή πινακίδας με δίκτυο αέριων καυσίμων.....	50

3. Απαγωγή καυσαερίων για αέριων καύσιμων.				
3.1 Υγραέριο	-	Φυσικό	αέριο	και
περιβάλλον.....				53
3.2 Απαγωγή καυσαερίων.....				55
3.3 Διατομή	και	το	ενεργό	ύψος
καπνοδόχων.....				58
3.4 Απόδοση και απώλειες καπναερίων από αέρια καύσιμα.....				59
3.5 Ασφάλεια καυσαερίων				62
3.6 Συντήρησή των καπνοδόχων.....				63
4. Ενεργειακή ανάλυση.				
4.1 Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης υγραερίου.....				67
4.2 Εφαρμογή σε μονοκατοικία				69
4.3 Ενεργειακή ανάλυση της μονοκατοικίας.....				71
4.4 Συμπεράσματα μελέτης.....				83
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....				86

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

d_i = Εσωτερική διάμετρος

\dot{V} = Παροχή

v = Ταχύτητα ροής

q_A = Απώλειες καπναερίων

η_A = Βαθμός απόδοσης

T_h = Θερμοκρασία καυσαερίων

T_A = Εισερχόμενη θερμοκρασία αέρα στο θάλαμο καύσεως

CO_2 = Ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα

O_2 = Ποσοστό του οξυγόνου

A_1, A_2 = Συντελεστές

B = Συντελεστές καυσίμων

L = Μήκος των σωλήνων

Q = Φορτίο ηλεκτρικό ή θερμικό

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

BP = Βρετανικά πετρέλαια
TAP = Trans Adriatic Pipeline
NG = Natural Gas
LPG = Liquefied Propane Gas
ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε = Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής & Ασφάλειας της Εργασίας.
RLV= Πηλίκιο χώρου - ισχύος
BS = Blocked Safety

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τα αέρια καύσιμα όπως είναι το φυσικό αέριο και το υγραέριο. Τα αέρια καύσιμα είναι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όμως φιλικότερες από το πετρέλαιο ή την βιομάζα, προς το περιβάλλον. Θα αναλύσουμε πώς δημιουργήθηκαν και πώς παράγονται στις βιομηχανίες, σε ποια μορφή βρίσκονται και πως τα μεταφέρουμε, ποια διαφορά έχουν με τα άλλα καύσιμα και που πλεονεκτούν σε σύγκριση με τα άλλα ορυκτά καύσιμα. Θα αναλύσουμε τα νομοθετικά πλαίσια, την εξόρυξή τους, την αποθήκευσή τους, τη διανομή τους και το όφελος που μας προσφέρει η χρήση τους. Το σημαντικότερο είναι η κατασκευή μιας εγκατάστασης υγραερίου – φυσικού αερίου με τα κατάλληλα όργανα, διάταξη, δεξαμενές, σωληνώσεις, εξαρτήματα, ασφαλιστικά όργανα ,συσκευές καυσίμου κ.λπ. Θα μελετήσουμε τα σημαντικότερα στοιχεία που παράγονται κατά την καύση του υγραερίου ή φυσικού αερίου και θα αναλύσουμε μεθόδους διοχέτευσής τους στο περιβάλλον. Τέλος, θα μελετήσουμε την οικονομοτεχνική μελέτη μιας εγκατάστασης και την ενεργειακή ανάλυση σε μια μονοκατοικία για να μπορέσουμε να παρατηρήσουμε το πλεονέκτημα τους ως ορυκτά καύσιμα.

Είναι ευρέως γνωστό ότι από τα αρχαία χρόνια έως τις μέρες μας , ο άνθρωπος προσπαθούσε να επιβιώνει και να βελτιώνει συνεχώς το επίπεδο ποιότητας ζωής του, όπως να μαγειρεύει, να ζεσταίνεται, να φωτίζει το χώρο του, να μετακινείται, να

επικοινωνεί κ.λπ. Για να γίνει αυτό, ο άνθρωπος χρειάζεται ενέργεια και την εξέλιξη της τεχνολογίας. Από την φυσική γνωρίζουμε ότι η ενέργεια του σύμπαντος είναι σταθερή, δεν παράγεται, δεν καταστρέφεται και το μόνο που μπορεί να κάνει, είναι να μετατρέπεται από την μία μορφή στην άλλη. Στη φύση όμως δεν υπάρχει αφθονία ενέργειας σε μορφές που είναι εύκολη η μετατροπή της. Για να μπορέσουμε να την μετατρέψουμε χρειάζεται παράλληλα να εξελιχθεί και η τεχνολογία. Οι σημαντικότερες μορφές ενεργείας, που ο άνθρωπος έχει ανακαλύψει, είναι η χημική, θερμική, δυναμική, κινητική και ηλεκτρομαγνητική ενεργεία. Στη συνέχεια, ο άνθρωπος ξεκίνησε να εξαντλεί συνεχώς με εντατικό ρυθμό τα ορυκτά καύσιμα (λιθάνθρακα, γαιάνθρακα, λιγνίτη, τύρφη κ.λπ.) όπου μπορούσε να τα εκμεταλλευτεί με εύκολο τρόπο. Αργότερα, ανακάλυψε τους υδρογονάνθρακες που με την εξέλιξη της τεχνολογίας μπορούσε να τα εξορύξει, να τα αποθηκεύσει και να τα μετατρέψει σε μια άλλη μορφή ενέργειας. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει το υγραέριο και το φυσικό αέριο όπου η εξόρυξη, η αποθήκευση και η μετατροπή σε μια άλλη μορφή ενέργειας ήταν μία πολύπλοκη και επικίνδυνη διαδικασία. Το υγραέριο και το φυσικό αέριο είναι αέρια καύσιμα, με την επίδραση της θερμοκρασίας και της πίεσης τα καύσιμα αυτά υδροποιούνται, έτσι μπορούμε να τα αποθηκεύσουμε και να τα μεταφέρουμε από το σημείο παραγωγής τους, σε έναν άλλο σημείο κατανάλωσής τους. Στις μέρες μας, με την εξέλιξη της τεχνολογίας μπορούμε να εκμεταλλευθούμε αυτά τα αέρια καύσιμα για ενέργεια και να βελτιώσουμε ακόμα περισσότερο το επίπεδο ποιότητας της ζωής μας. Από το ποσοστό αερίων καυσίμων που έχουμε διαθέσιμο, αν και δεν είναι τεκμηριωμένο από βιομηχανίες που παράγουν ή αντλούν τα καύσιμα, προβλέπεται ότι θα μπορούμε να τα χρησιμοποιούμε για εκατό χρόνια. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι μια άλλη τεχνολογία για την παραγωγή αερίων καυσίμων εξελίσσεται συνεχώς. Η τεχνολογία αυτή είναι η παραγωγή του βιοαερίου που παράγεται από λύματα των χοιροστασιών, πτηνοτροφιών, βουστασιών, βιομηχανικών και αστικών οργανικών απορριμμάτων. Αυτά τα λύματα αποθηκεύονται στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) με την πάροδο του χρόνου. Συνήθως από το δεύτερο ή τρίτο χρόνο απόθεσης παράγεται το βιοαέριο που μπορούμε να το χρησιμοποιούμε για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού, μηχανών εσωτερικής καύσης κ.λπ. Για το λόγο που τα αέρια καύσιμα υπάρχουν και μπορούν να παράγονται, ο μηχανικός καλείται να μελετήσει και να κατασκευάσει εγκαταστάσεις αερίων καυσίμων τόσο στις οικιακές, όσο και στις επαγγελματικές εφαρμογές. Τα αέρια καύσιμα είναι εκρηκτικά καύσιμα και αποτελούν μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας. Για την ασφαλή λειτουργία τους απαιτείται μεγάλη προσοχή και η εγκατάστασή τους προαπαιτεί να παρέχονται οι κατάλληλες προδιαγραφές όπως αυτά ορίζονται από τα νομοθετικά διατάγματα. Για να μπορέσει ο μηχανικός να σχεδιάσει και να διαστασιολόγησει μια εγκατάσταση αερίων καυσίμων, αρχικά υπολογίζει το ζητούμενο φορτίο που χρειάζεται το κτήριο, ταξινομεί, κατηγοριοποιεί, υπολογίζει την οικονομοτεχνική μελέτη, μελετά τα νομοθετικά επιτρεπτά όρια που επιβάλλονται από το κράτος και στο τέλος σχεδιάζει, διαστασιολογεί ή ακόμα και τα τοποθετεί. Η τοποθέτηση της εγκατάστασης προαπαιτεί να πραγματοποιείται από έμπειρους τεχνικούς που γνωρίζουν το αντικείμενο και ασφαλίζουν την λειτουργία της εγκατάστασης. Τα βασικότερα σημεία που οι τεχνικοί πρέπει να προσέχουν είναι η αποθήκευση των αερίων καυσίμων, η μεταφορά τους στη γραμμή του δικτύου, η εξασφάλιση της παροχής με αυτόνομο σύστημα ασφάλειας, η ποιότητα της καύσης και η εκροή των καυσαερίων στην

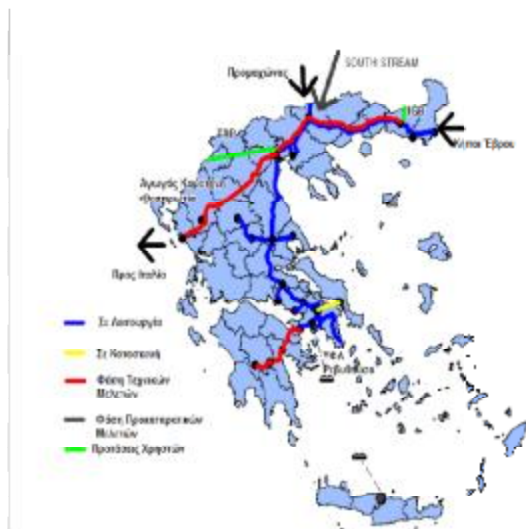
ύπαιθρο. Όταν μία εγκατάσταση αερίων καυσίμων είναι έτοιμη να ξεκινήσει την λειτουργία της, πρέπει να ελεγχθεί για τη στεγανότητα, για την σωστή πίεση λειτουργίας της, για την ασφάλεια κ.λπ., με προσεκτικό τρόπο από το τεχνικό και να πιστοποιηθεί από συγκεκριμένο φορέα πιστοποίησης. Ο τεχνικός οφείλει να εξηγήσει τα συμπεράσματα του γραπτώς στον καταναλωτή όπου θα του κάνει την εγκατάσταση αερίων καυσίμων, να τον καθοδηγήσει σε περίπτωση που διαπιστωθεί οσμή από το καύσιμο και εάν υπάρχουν ζημιές ή βλάβες στους αγωγούς αερίων, επιτρέπεται να επισκευάζονται μόνο από αδειούχο εγκαταστάτη.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.

1.1 Ιστορική αναδρομή Φυσικού Αερίου – Υγραερίου.

Στην αρχαία Κίνα οι επιστήμονες και οι τεχνολόγοι, ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν το φυσικό αέριο σε βιομηχανική κλίμακα, για την εξάτμιση του αλατιού. Αυτό συνέβη στην διάρκεια των δυναστειών του Κιν 221-207 π.Χ. και Καν 202 π.Χ. – 9 μ.Χ. . Τα ευρήματα της μοντέρνας βιομηχανίας του φυσικού αερίου βρίσκονται στη Φρεδονία της πολιτείας της Νέας Υόρκης . Εκεί, το 1821, το φυσικό αέριο χρησιμοποιήθηκε για τον φωτισμό των δρόμων. Το πρώτο σύστημα διανομής φυσικού αερίου ολοκληρώθηκε το 1883 και μετέφερε φυσικό αέριο στο Πίτσμπουργκ από μια πηγή 22 (km) μακριά του. Στο ίδιο διάστημα είχε αρχίσει η ανάπτυξη μιας πετρελαιοπηγής μαζί με εξαρτημένο φυσικό αέριο, στο Μπακού κοντά στην Κασπία Θάλασσα. Παρ' όλα αυτά, η παραγωγή και η εκμετάλλευση του φυσικού αερίου γινόταν κυρίως στις Η.Π.Α., μόνο η Βενεζουέλα με 8% και η Σοβιετική Ένωση με 4% αναγνωρίζονταν σαν παραγωγοί. Τον Αύγουστο του 1959 η συνεργασία της Esso-Shell είχε σαν αποτέλεσμα την ανακάλυψη μιας μεγάλης πηγής φυσικού αερίου στην Ολλανδία. Αργότερα, το Σεπτέμβριο του 1965, η BP (British Petroleum) ανακάλυψε φυσικό αέριο 72 (km) ανατολικά του Humber. Επακολούθησε, όπως ήταν φυσικό, η γρήγορη ανάπτυξη της βιομηχανίας φυσικού αερίου στη Μεγάλη Βρετανία, Σοβιετική Ένωση και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες.

Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από τη Ρωσία, Αλγερία και την Τουρκία, όπως δίνεται επίσημα από τη Δημόσια Επιχείρηση Αερίου. Το φυσικό αέριο από την Ρωσία (Natural Gas) έχει βάση το μεθάνιο και φθάνει μέσω του κύριου αγωγού από τα βόρεια σύνορα και έτσι φτάνει στην Αττική. Ο αγωγός αυτός έχει φτάσει μέχρι την Κόρινθο που προμηθεύει μόνο τα διυλιστήρια Motor Oil. Στις μέρες μας το 2017 ο αγωγός αυτός επεκτείνεται συνεχώς για να προμηθεύει το εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Μεγαλόπολη. Από την Αλγερία μεταφέρεται σε ειδικά διαμορφωμένα δεξαμενόπλοια σε υγροποιημένη μορφή στον τερματικό σταθμό του υγροποιημένου φυσικού αερίου (Liquefied Natural Gas) στη νήσο Ρεβυθούσα του κόλπου των Μεγάρων. Από το Μάιο του 2003 έχει συμφωνηθεί η κατασκευή του Ελληνοτουρκικού αγωγού TAP (Trans Adriatic Pipeline) όπου έρχεται από τη Κασπία θάλασσα και είναι 280 χιλιόμετρα από Β.Δ Ελλάδα, συνεχίζει στα Ελληνοαλβανικά σύνορα και με 110 χιλιόμετρα υποθαλάσσιου αγωγού για τη διασύνδεση με το Ιταλικό σύστημα φυσικού αερίου. Αυτός ο αγωγός είναι σε κατασκευαστικό στάδιο στις μέρες μας. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε πώς εισάγεται, πώς αναπτύσσεται και πώς εξελίσσεται ο αγωγός της διανομής του φυσικού αερίου για την Ελλάδα και διεθνώς.



Εικόνα 1.1.1 : Αγωγός φυσικού αερίου για την Ελλάδα και διεθνούς (Natural Gas).



Εικόνα1.1.2: Δεξαμενόπλοια υγροποιημένου φυσικού αερίου (Liquefied Natural Gas).

Από την άλλη, για το υγραέριο που είναι τεχνητό αέριο ο Αμερικανός Δρ. Walter Snelling το 1911, προσδιορίζει ότι το προπάνιο και το βουτάνιο είναι η εξάτμιση της βενζίνης που είναι παράγοντες του πετρελαίου. Έτσι, αναπτύσσεται σύντομα μια πρακτική μέθοδος για τον διαχωρισμό αυτών των αερίων από την βενζίνη. Όμως το 1914 ο Πρώτος Παγκόσμιος Πόλεμος αποτελεί τροχοπέδη στην ανάπτυξη του υγραερίου, καθώς η συντριβή του *Hindenburg* * της Γερμανίας συγκλονίζει τον κόσμο και διαδίδεται ότι τα αέρια καύσιμα θεωρούνται ασταθή και επικινδυνά. Ο Δεύτερος Παγκόσμιος Πόλεμος το 1940-1944, δημιουργεί προβλήματα στη τροφοδοσία του υγραερίου. Αργότερα με την πετρελαϊκή κρίση το 1973 έως τις μέρες μας, πολλές βιομηχανίες όπως τα διυλιστήρια παράγουν υγραέριο για κατανάλωση.

(* *Hindenburg*: Ως καταστροφή του Χίντενμπουργκ αναφέρεται η συντριβή του Γερμανικού επιβατικού αερόπλοιου στις 6 Μαΐου 1937 που επιβεβαιώθηκε η θεωρία της διαρροής υδρογόνου που προκλήθηκε από στατικό ηλεκτρισμό, με αποτέλεσμα 36 άνθρωποι να χάσουν τη ζωή τους.

1.2 Ιδιότητες φυσικού αερίου (Natural Gas).

Η πλειοψηφία των πηγών φυσικού αερίου υφίσταται ανεξάρτητα από τις πετρελαιοπηγές, και είναι γνωστό σαν μη εξαρτημένο αέριο για να διαχωριστεί από το εξαρτημένο αέριο. Το μη εξαρτημένο αέριο έχει παραχθεί από δένδρα και φυτά και από την φυσική αεριοποίηση του κάρβουνου σε μεγάλα βάθη και σε μεγάλες χρονικές περιόδους. Από την άλλη, το εξαρτημένο αέριο μπορεί να βρεθεί σε στρώματα πάνω από το πετρέλαιο και έχει προέλθει, όπως και το πετρέλαιο, από οργανικά υλικά που δημιουργήθηκαν από τις αντιδράσεις των υπολειμμάτων των φυτών και θάφτηκαν στα ιζηματογενή πετρώματα. Η σύσταση των πηγών φυσικού αερίου διαφέρει αισθητά ανάλογα με την πηγή, και το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο CH_4 με ποσοστό 85% έως 95%. Οι άλλοι αέριοι υδρογονάνθρακες είναι το βουτάνιο, το προπάνιο και το αιθάνιο. Στον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε την σύσταση και κάποιες ιδιότητες του εισαγόμενου φυσικού αερίου για την Ελλάδα, σύμφωνα με την Δημόσια Επιχείρηση Αερίου.

Πίνακας 1.2.1: Σύσταση - ιδιότητες του Ρωσικού, Αλγερινού και Τουρκικού Φ. Αερίου.

Συστατικό φυσικού αερίου	Ρωσικό		Αλγερινό		Τουρκικό	
	min%	max%	min%	max%	min%	max%
1.Μεθάνιο, CH_4	85.0	-	85.65	96.60	82.0	-
2.Αιθάνιο, $C_2 H_6$	-	7.00	3.20	8.50	-	12.0
3.Προπάνιο, $C_3 H_8$	-	3.00	-	3.00	-	4.0
4.Βουτάνιο, $C_4 H_{10}$	-	2.00	-	0.70	-	2.5
5.Ισοβουτάνιο, i- $C_4 H_{10}$	-	-	-	0.52	-	-
6.Πεντάνιο, $C_5 H_{12}$	-	1.00	-	0.25	-	1.0
7.Διοξ. Άνθρακα, CO_2	-	3.00	-	-	-	3.0
8.Αζωτο, N_2	-	5.00	0.2	1.40	-	5.5
9.Οξυγόνο, O_2	-	0.02	-	-	-	0.15
10.Υδρόθειο, H_2S , mg/m^3	-	5	-	0.83	-	5.1
11.S ερκαπτανών, mg/m^3	-	15	-	2.3	-	15.3
12.Ολικό θείο, S, mg/m^3	-	60	-	30	-	70
13. Θερμογόνου. Δύναμη $kcal/m^3$	8600	9200	9640	10650	8100	10427
14.Δείκτης Wobbe, kWh/m^3	10850	12000	-	-	10465	13000
15.Σημείο δρόσου υδρογονάνθρακες	-	<0°C σε 50 bar	-	-	-	0°C
16.Σημείο δρόσου για νερό	-	<-8°C σε 40.2 bar	-	-	-	0°C

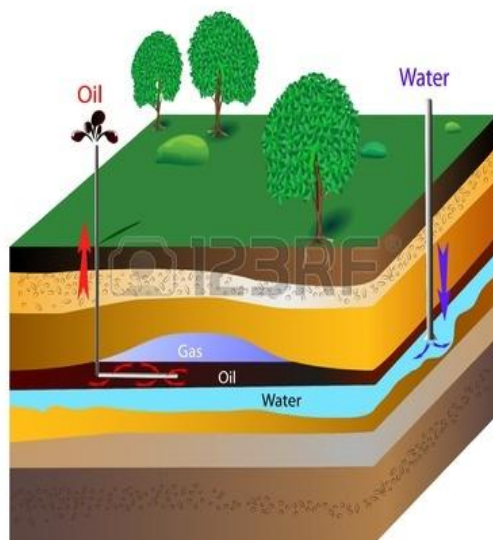
(*) Ο δείκτης Wobbe: Είναι ο λόγος της θερμογόνου δύναμης του αερίου προς την τετραγωνική ρίζα της πυκνότητας του αερίου υπό τις ίδιες συνθήκες αναφοράς. Είναι μια χαρακτηριστική τιμή για τη δυνατότητα εναλλαγής των αερίων από την άποψη της θερμικής φόρτισης των συσκευών αερίου.

Όταν το φυσικό αέριο βρίσκεται σε υγροποιημένη μορφή είναι γνωστό σαν υγρό και μπορεί να βρεθεί μόνο σε πηγές μαζί με πετρέλαιο σε υψηλή πίεση και δημιουργείται με την απότομη αφαίρεση πίεσης. Όταν το φυσικό αέριο βρίσκεται σε αέρια μορφή είναι γνωστό σαν στεγανό φυσικό αέριο και το αέριο βρίσκεται σε πορώδεις αμμόλιθους, παγιδευμένο κάτω από ένα στεγανό στρώμα άλατος και πάνω από ένα στρώμα κάρβουνου. Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε την τυπική ανάλυση των υδρογονανθράκων υγρού και στεγανού φυσικού αερίου.

Πίνακας 1.2.2: Ανάλυση των υδρογονανθράκων υγρού – στεγανού Φ. Αερίου.

Υδρογονάνθρακες	Στεγανό φυσικού αερίου %	Υγρό φυσικού αερίου %
Μεθάνιο	96,00	84,60
Εθάνιο	2,00	6,40
Προπάνιο	0,60	5,30
Ισο-Βουτάνιο	0,18	1,20
N- Βουτάνιο	0,12	1,40
Ισο- Πεντάνιο	0,14	0,40
N- Πεντάνιο	0,06	0,20
Εξάνια	0,10	0,40
Επτάνιο	0,80	0,10

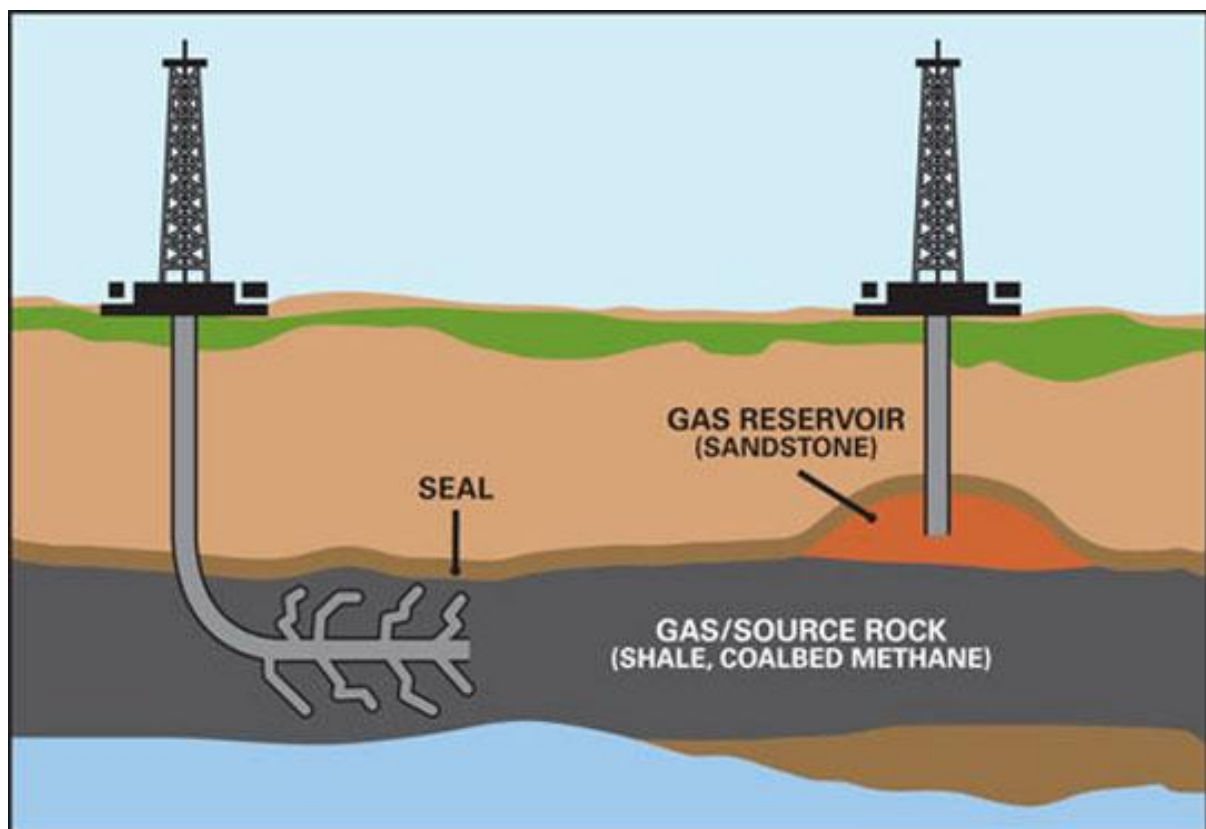
Στις δύο παρακάτω εικόνες παρατηρούμε το υγρό φυσικό αέριο που βρίσκεται σε υγροποιημένη μορφή στην επιφάνεια του πετρελαίου, το οποίο έχει διαχωριστεί από το πετρέλαιο λόγω της διαφοράς της πίεσης τους. Το στεγανό φυσικό αέριο βρίσκεται σε πορώδεις αμμόλιθους όπου δημιουργήθηκε και εγκλωβίστηκε πριν πάρα πολλά χρόνια.



Εικόνα 1.2.1 : Υγρό και Στεγανό Φ. Αέριο στα εσωτερικά της γης.

1.3 Εξόρυξη φυσικού αερίου (Natural Gas).

Το φυσικό αέριο είναι άχρωμο και άοσμο, η χαρακτηριστική του οσμή γίνεται τεχνικά, με άγρια κρεμμύδια και αυγά για σκοπούς ασφαλείας ώστε να γίνεται αντιληπτό σε περιπτώσεις διαρροής του. Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων. Το ειδικό του βάρος είναι ίσο με 0.59 και είναι ελαφρύτερο από το αέρα. Οι εφεδρείες του φυσικού αερίου παγκόσμια έχουν εξερευνηθεί λιγότερο από ότι αυτές του πετρελαίου και όπως είναι λογικό, αυτό το γεγονός δίνει αρκετή αισιοδοξία για το μέλλον του καυσίμου αυτού. Στις αρχές του 1950 θεωρούταν πρόβλημα για τους πετρελαιοπαραγωγούς, και για χρόνια καιγόταν επί τόπου στις πετρελαιοπηγές ή με *μηχανικό* * τρόπο θαβόταν στο πυθμένα του εδάφους, γιατί δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί. Εδώ και αρκετά χρόνια το φυσικό αέριο εξορίζεται από πετρελαϊκές βιομηχανίες και επεξεργάζεται για να φτάσει στους καταναλωτές. Όταν το φυσικό αέριο βρίσκεται σε υγροποιημένη μορφή βρίσκεται πάνω στην επιφάνεια του πετρελαίου και οι πετρελαϊκές βιομηχανίες αντλούν πρώτα με τεχνικό τρόπο το φυσικό αέριο και στην συνέχεια το πετρέλαιο. Όταν το φυσικό αέριο βρίσκεται σε στεγνή μορφή, τότε οι βιομηχανίες το αντλούν με εκρηκτικούς και σεισμικούς τρόπους. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε πως γίνεται η άντληση του υγρού και στεγανού φυσικού αερίου.



Εικόνα 1.3.1: Μεθόδιο άντλησης του υγρού και στεγνού Φ. Αερίου.

(*) *Μηχανικός τρόπος:* Ύστερα από την εξόρυξη του πετρελαίου, θάβουν τις πηγές με σεισμικούς μεθόδους και το φυσικό αέριο εγκλωβίζεται στη γη. Αυτή όμως ήταν λανθασμένη μέθοδος, διότι δημιουργούνταν κενό και πρόκληση σεισμών.

1.4 Αποθήκευση και μεταφορά του φυσικού αερίου.

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου από την Αλγερία, γίνεται σε ειδικά διαμορφωμένα δεξαμενόπλοια σε υγροποιημένη μορφή στους -160 ($^{\circ}\text{C}$) σε 1 ατμόσφαιρας. Μεταφέρεται στην Ρεβυθούσα νήσο και αποθηκεύεται σε δύο δεξαμενές με συνολική χωρητικότητα 65.000 (m^3). Αφού πρώτα περάσει από τους σταθμούς επανεξαέρωσης όπου γίνεται η μετατροπή από την υγροποιημένη μορφή σε αέρια μορφή, διοχετεύεται στο δίκτυο του λεκανοπεδίου και στην Νότια Ελλάδα για κατανάλωση. Στις μέρες μας σχεδιάζεται και η τρίτη δεξαμενή υγροποιημένου φυσικού αερίου, που θα έχει χωρητικότητα 95.000 (m^3) και κόστος κατασκευής 98 εκατομμύρια ευρώ. Το έργο αυτό είναι κομβικής σημασίας για τα ενεργειακά δεδομένα της Ελλάδας. Όχι μόνο θα ενισχύσει σημαντικά την αποθηκευτική ικανότητα και την ενεργειακή αυτονομία της χώρας μας, αλλά θα επιτρέψει και μεγαλύτερη ευελιξία στην επιλογή προμηθευτών ώστε να εξασφαλιστούν καλύτερες τιμές αγοράς του φυσικού αερίου. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε δυο δεξαμενές που βρίσκονται στη Ρεβυθούσα νήσο για την αποθήκευση και την επανεξαέρωση του υγροποιημένου Φ. Αερίου.



Εικόνα 1.4.1: Ρεβυθούσα, αποθήκευση του υγροποιημένου Φ. Αερίου.

Το φυσικό αέριο από Ρωσία μεταφέρεται με κεντρικό αγωγό όπου έχει διάμετρο 7500 (mm) και υψηλή πίεση 54 (bar). Το υλικό του αγωγού είναι από χάλυβα και είναι υπόγειος. Στην συνέχεια αγωγοί υψηλής πίεσης 30 (bar) και με διάμετρο 150 έως 300 (mm) συνδέονται με διάφορες πόλεις της Ελλάδας. Μέσα στις πόλεις υπάρχουν σταθμοί μείωσης της πίεσης στα 4 (bar) για ολόκληρα οικοδομικά τετράγωνα και 22 (mbar) που είναι και η πίεση τελικής χρήσης στις οικίες. Οι αγωγοί που μεταφέρουν το φυσικό αέριο με πίεση 4 (bar) και 22 (mbar) είναι από πολυαιθυλένιο MDPE μέσης πυκνότητας. Με κατάλληλες βαλβίδες και μετρητά όργανα συνδέεται στις οικίες, επιχειρήσεις και βιομηχανίες.

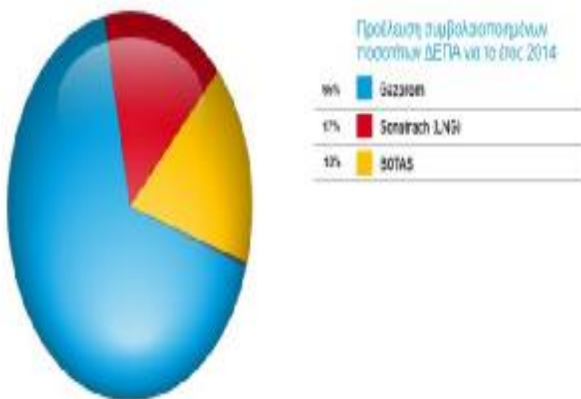
Το φυσικό αέριο από την Τουρκία και το έργο του TAP στην Ελλάδα προβλέπει, εκτός από την τοποθέτηση του ίδιου του αγωγού, την κατασκευή ενός σταθμού συμπίεσης κοντά στους Κήπους με μεταφορική ικανότητα 10 δισ. κ. μ. και ενός δεύτερου σταθμού κοντά στις Σέρρες σε περίπτωση μελλοντικής αναβάθμισης της μεταφορικής ικανότητας του αγωγού σε 20 δισ. κ. μ. Κατά μήκος της διαδρομής του ελληνικού τμήματος του αγωγού θα κατασκευαστούν 22 βαλβιδοστάσια. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε πως γίνεται η κατασκευή του αγωγού για την μεταφορά του φυσικού αερίου από Ρωσία και Τουρκία.



Εικόνα 1.4.2: Αγωγός για μεταφορά Φ. Αερίου σε κατασκευαστικό στάδιο.

Ο στρατηγικός στόχος της ΔΕΠΑ (Δημόσια Επιχείρηση Αερίου) είναι να συνεχίσει να εξασφαλίζει για τους πελάτες της, επαρκείς ποσότητες φυσικού αερίου σε ανταγωνιστικές τιμές, από αξιόπιστες και διαφοροποιημένες πηγές, μεγιστοποιώντας την ασφάλεια εφοδιασμού. Η ΔΕΠΑ είναι η μοναδική εταιρεία στην Ελλάδα η οποία έχει υπογράψει μακροχρόνιες συμβάσεις προμήθειας αερίου με τη ρωσική Gazprom, την τουρκική BOTAS, και την Αλγερινή Sonatrach, όπως αυτό απεικονίζεται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1.4.1 : Προέλευση, ποσοτήτων και λήξη συμβολαίου.



Προμηθεύτρια Εταιρεία	Χώρα (αγωγός και ΥΦΑ)	Λήξη Συμβολαίου
Gazprom	Ρωσία	2026
Sonatrach (LNG)	Αλγερία	2021
BOTAS	Τουρκία	2021

1.5 Παραγωγή Τεχνητού Αερίου (Liquefied.Propane.Gas)

Το υγραέριο που είναι τεχνητό αέριο, είναι μείγματα υδρογονανθράκων, του βουτανίου και του προπάνιου ή μίγμα αυτών των δύο. Και τα δύο παράγονται από τη διύλιση του πετρελαίου και για πολλά χρόνια καίγονται στο διυλιστήριο σαν άχρηστα υποπροϊόντα. Σήμερα επεξεργάζεται στα διυλιστήρια και είναι χρήσιμα αέρια. Το τεχνητό αέριο είναι σε αέρια φάση όταν βρίσκεται σε θερμοκρασία 20 (°C) και πίεση 1 (bar), εάν συμπιεστεί τότε υγροποιείται. Το βουτάνιο υγροποιείται σε θερμοκρασία 20 (°C), 2.5 (bar) και το προπάνιο υγροποιείται σε θερμοκρασία 20 (°C), 8.5 (bar). Το προπάνιο είναι άχρωμο και άγευστο στη φυσική του κατάσταση, η οσμή δίνεται με άγρια κρεμμύδια για σκοπούς ασφάλειας. Ο χημικός του τύπος είναι C_3H_8 , το ειδικό βάρος 1.5 και είναι 1.5 φορές βαρύτερο από τον αέρα. Το βουτάνιο μοιάζει με το προπάνιο αλλά έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως πίεση ατμοποίησης και θερμογόνο δύναμη. Ο χημικός του τύπος είναι C_3H_{10} , το ειδικό βάρος 1.5 και είναι 2.5 φορές βαρύτερο από τον αέρα. Τα μίγματα είναι με προπάνιο και βουτάνιο προκειμένου να παραχθούν τιμές θερμότητας και πίεσης ανάμεσα σ' αυτά τα δύο αέρια. Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε χαρακτηριστικά υγραερίων εμπορίου.

Πίνακας 1.5.1: Χαρακτηριστικά υγραερίων εμπορίου.

	Προπάνιο	Βουτάνιο	Μίγμα	Μίγμα	Μονάδας SI
			$\frac{\text{Προπάνιο}}{\text{Βουτάνιο}}$ = $\frac{25}{75}$ %	$\frac{\text{Προπάνιο}}{\text{Βουτάνιο}}$ = $\frac{50}{50}$ %	
Κατώτερη Θερμογόνου Δύναμη H_u	5610	6270	6100	6040	$\frac{\text{kWh}}{\text{lit}}$
Ανώτερη Θερμογόνου Δύναμη H_i	6070	6790	6610	6540	$\frac{\text{kWh}}{\text{lit}}$
Δείκτης Wobbe	19900	21600	21200	21000	$\frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}$
Θεωρητικό CO_2 στον ξηρό καπνό	13,9	14,1	14	14	%
Ειδικό βάρος υγρού σε 15,5°C	0,507	0,583	-	0,57	$\frac{\text{kg}}{\text{lit}}$

(*) Συμφώνα με το βιβλίο Τεχνολογία Φυσικού Αερίου 1, ISBN 978-960-411-655-3 σελ.21, και http://www.ntailianisgas.gr/main/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=67.

1.6 Αποθήκευση και μεταφορά του Τεχνητού Αερίου.

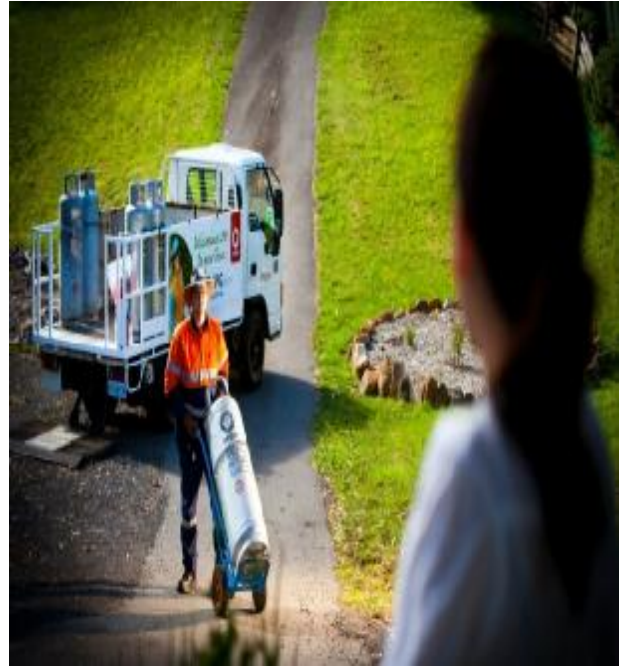
Το τεχνητό αέριο που είναι το προπάνιο C_3H_8 , το βουτάνιο C_3H_{10} και μείγματα προπάνιου και βουτανίου, από το σημείο παραγωγής του στα διυλιστήρια, μεταφέρεται με δύο τρόπους στην τελική χρήση του στις οικίες, επιχειρήσεις και βιομηχανίες.

Ο πρώτος τρόπος είναι με βυτιοφόρα αυτοκίνητα όπου αποθηκεύεται σε υγροποιημένη μορφή στις βιομηχανίες παραγωγής υγραερίου και μεταφέρεται με ασφάλεια στους καταναλωτές. Οι καταναλωτές για να μπορέσουν να αγοράσουν υγραέριο πρέπει να έχουν, σταθερές δεξαμενές που μπορεί να είναι υπόγειες ή εξωτερικές. Με αυτό το τρόπο το υγραέριο μεταφέρεται από τα βυτιοφόρα αυτοκίνητα στις δεξαμενές. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε ένα βυτιοφόρο αυτοκίνητο που είναι κατάλληλο για να μεταφέρει υγραέριο.



Εικόνα 1.6.1: Βυτιοφόρο αυτοκίνητο για υγραέριο.

Ο δεύτερος τρόπος είναι με μπουκάλες υγραερίου με διαφορετικά ποσοστά χωρητικότητας. Οι μπουκάλες αυτές γεμίζονται σε τυποποιημένα εργαστήρια που τηρούν τις προδιαγραφές για γέμισμα και σφράγισμα μπουκαλών υγραερίου. Οι μεγάλες βιομηχανίες προμηθεύουν την τοπική αγορά και τους καταναλωτές με μπουκάλες, δίνοντας τους τις γεμάτες και μαζεύοντας τις άδειες. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε διάφορες χωρητικότητες σε μπουκάλες υγραερίου και την μέθοδο όπου αυτές μεταφέρονται στους καταναλωτές.



Εικόνα 1.6.2: Μπουκάλες υγραερίου.

Οι δύο μέθοδοι μεταφοράς αποτελούν την αιτία όπου διαφέρει και η τιμή τους στην τοπική αγορά. Τα δοχεία αερίου είναι κατά κανόνα γεμάτα μόνο έως το 80% με υγρό αέριο, το υπόλοιπο ποσοστό βρίσκεται σε αέρια μορφή. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι η ποσότητα που περιέχει το μπουκάλι, πρέπει να καλύψει την ζητούμενη ποσότητα της παροχής. Όταν η παροχή ζητάει να απορροφήσει μεγάλο ποσοστό υγραερίου, η πίεσή μέσα στο μπουκάλι πέφτει απότομα, έτσι το καύσιμο μετατρέπεται από την υγρή στην στερεά (πάγος) μορφή. Για αυτήν την αλλαγή της κατάστασης είναι αναγκαία η θερμότητα εξατμίσεως η οποία προσδίδεται στο υλικό μέσω των τοιχωμάτων του δοχείου. Στις κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες και τα δύο αυτά είναι αέρια, αλλά ήδη όταν ευπρεπιστούν μετατρέπονται σε υγρά. Από αυτό προέρχεται η λέξη “υγραέριο”. Η πίεση υγροποίησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το είδος του υγραερίου. Τα υγραέρια, σε υγρή κατάσταση απασχολούν μόνο το 1/260 του όγκου, που έχουν σαν αέρια και για την υγροποίησή τους χρειάζονται μικρές ευπρεπίσεις. Έτσι μπορούν να αποθηκεύουν και να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες αερίου μέσα σε σχετικά μικρά δοχεία με λεπτά τοιχώματα.

1.7 Επιτρεπόμενη νομοθεσία.

Για το λόγο του ότι τα αέρια καύσιμα είναι εκρηκτικά και έχουν μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας, η εγκατάστασή τους πρέπει να είναι ασφαλής, να είναι κατάλληλη ανά κατηγορία καυσίμου και προαπαιτεί να τηρούνται οι κανονισμοί και οι προδιαγραφές του. Στην Ελλάδα ο κανονισμός γίνεται σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1775 και τα νομοθετικά προβλέπονται από το Τεχνικό κανονισμό Εγκαταστάσεων αερίων καυσίμων (υγραερίου - φυσικό αέριο) στα κτήρια, όπως αναφέρεται στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης τεύχος δεύτερο Αρ. Φύλλου 1257 και με αποφάσεις αριθ. 31856. Το σημαντικότερο για την εγκατάσταση υγραερίου είναι:

Υ.Α. Δ3/14858/1993 - Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών διαμόρφωσης, σχεδίασης, κατασκευής, ασφαλούς λειτουργίας και πυροπροστασίας εγκαταστάσεων αποθήκευσης, εμφιάλωσης, διακίνησης, και διανομής υγραερίου καθώς και εγκαταστάσεων για τη χρήση αυτού σε βιομηχανικές, βιοτεχνικές και επαγγελματικές δραστηριότητες. Όπως αυτό δίνεται από ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. Ο κανονισμός αυτός προβλέπεται και από το Κανονισμό Πυροπροστασίας Κτιρίων (ΚΠΚ) τις διατάξεις του Π.Δ. 71/1988, από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ) και το Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Αφού τεθεί σε λειτουργία η εγκατάσταση των σωληνώσεων, πρέπει να ελεγχθεί η στεγανότητα. Κάθε εγκατάσταση πρέπει να πιστοποιηθεί από συγκεκριμένο φορέα που έχει κρατική άδεια και να αναφέρει ότι η εγκατάσταση μπορεί να λειτουργεί με ασφάλεια και δεν έχει κάποιο βαθμό επικινδυνότητας.

2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.

2.1 Ταξινόμηση εγκαταστάσεων υγραερίου.

Οι εγκαταστάσεις υγραερίου ανάλογα με την ποσότητα, την χωρητικότητα, την αποθήκευση και τη συνδεσμολογία τροφοδοσίας ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

Κατηγορία 0 : Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι εγκαταστάσεις οι οποίες τροφοδοτούνται μόνο από φιάλες με συνολικό αριθμό φιαλών υγραερίου της εγκατάστασης:

- Για τις οικιακές εγκαταστάσεις ≤ 3 φιαλών και συνολική αποθηκευόμενη ποσότητα υγραερίου ≤ 30 (kg).
- Για τις επαγγελματικές εγκαταστάσεις ≤ 4 φιαλών και συνολική αποθηκευόμενη ποσότητα υγραερίου ≤ 100 (kg).

Οι φιάλες μπορούν:

- Είτε να μην είναι συνδεδεμένες σε συστοιχία, να μην διαθέτουν μόνιμο δίκτυο σωληνώσεων και οι συσκευές κατανάλωσης να συνδέονται απευθείας σε φιάλη υγραερίου μέσω ρυθμιστή πίεσης και εύκαμπτου σωλήνα.
- Είτε να είναι συνδεδεμένες σε συστοιχία και να διαθέτουν μόνιμο δίκτυο σωληνώσεων.

Κατηγορία 1: Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι εγκαταστάσεις οι οποίες τροφοδοτούνται μόνον από φιάλες συνδεδεμένες σε συστοιχία, διαθέτουν μόνιμο δίκτυο σωληνώσεων και ο συνολικός αριθμός φιαλών υγραερίου της εγκατάστασης είναι:

- Για τις οικιακές εγκαταστάσεις >3 φιαλών και συνολική αποθηκευόμενη ποσότητα υγραερίου > 30 (kg).
- Για τις επαγγελματικές εγκαταστάσεις > 4 φιαλών και συνολική αποθηκευόμενη ποσότητα υγραερίου >100 (kg).

Κατηγορία 2: Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι εγκαταστάσεις οι οποίες:

- Τροφοδοτούνται από δεξαμενές υγραερίου χωρητικότητας εκάστης μικρότερης ή ίσης με 9 (m^3) και συνολικής χωρητικότητας της ομάδας μικρότερης ή ίσης των 27 (m^3).
- Η εγκατάσταση δεν έχει εξαεριστή, αντλία ή συμπιεστή.
- Το δίκτυο σωληνώσεων μεταφέρει υγραέριο μόνο σε αέρια φάση.

Κατηγορία 3: Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι εγκαταστάσεις οι οποίες τροφοδοτούνται από δεξαμενές υγραερίου:

- Από τις οποίες μία τουλάχιστον έχει χωρητικότητα μεγαλύτερη από 9 (m^3).
- Είτε η συνολική χωρητικότητα της ομάδας είναι μεγαλύτερη των 27 (m^3).
- Είτε δίκτυο σωληνώσεων που μεταφέρει υγραέριο και σε υγρή φάση.
- Είτε εγκατάσταση που διαθέτει εξαεριωτή, αντλία ή αυμπιεστή.

2.2 Σύνδεση με δεξαμενές υγραερίου.

Όταν το υγραέριο φτάνει στο καταναλωτή, γίνεται η αποθήκευση του σε υγρή μορφή ώστε στην συνέχεια να οδηγηθεί μέσω εγκατάστασης στις εστίες καυσίμου. Η αποθήκευση στους καταναλωτές γίνεται με σταθερές δεξαμενές και φιάλες υγραερίου. Οι σταθερές δεξαμενές ανάλογα με το διαθέσιμο χώρο που υπάρχει στους καταναλωτές, μπορούν να τοποθετηθούν εξωτερικά ή υπόγεια. Όταν τα τοποθετήσουμε εξωτερικά έχουμε το πλεονέκτημα ότι μπορούμε να τα συντηρήσουμε και να τα ελέγχουμε εύκολα. Ωστόσο για λόγους ασφάλειας και για περιβαλλοντικές συνθήκες μας δημιουργούν προβλήματα που πρέπει να μελετηθούν και να πάρουμε τα καταλληλά μετρά για να αποφύγουμε αυτά τα προβλήματα. Για παράδειγμα η θερμοκρασία μας μεταβάλλει την πίεση του δοχείου. Για αυτό το λόγο οι εξωτερικές δεξαμενές που βρίσκονται στο περιβάλλον, πρέπει να προστατεύονται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και τις θερμές καλοκαιρινές ώρες να ψύχονται με τρεχούμενο κρύο νερό ώστε να μην υπερβεί η θερμοκρασία του υγραερίου. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε πως προστατεύουμε την δεξαμενή από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.



Εικόνα 2.2.1: Προστασία δεξαμενής από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Αντίθετα στις υπόγειες δεξαμενές δεν χρειάζεται η προστασία από τη θερμοκρασία για το λόγο ότι η θερμοκρασία της Γης είναι περίπου σταθερή, και δεν είναι απαραίτητη η προστασία της δεξαμενής από την ηλιακή ακτινοβολία. Κάθε υπόγεια δεξαμενή πρέπει να έχει μελετηθεί ώστε να αντέχει εκτός από τις εσωτερικές καταπονήσεις και στις εξωτερικές όπως στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.2.1: Εσωτερικές και εξωτερικές καταπονήσεις για υπόγεια δεξαμενή.

α/α	Έλεγχο της αντοχή της δεξαμενής σε Εξωτερικές καταπονήσεις	Έλεγχο της αντοχή της δεξαμενής σε Εσωτερικές καταπονήσεις
-----	--	--

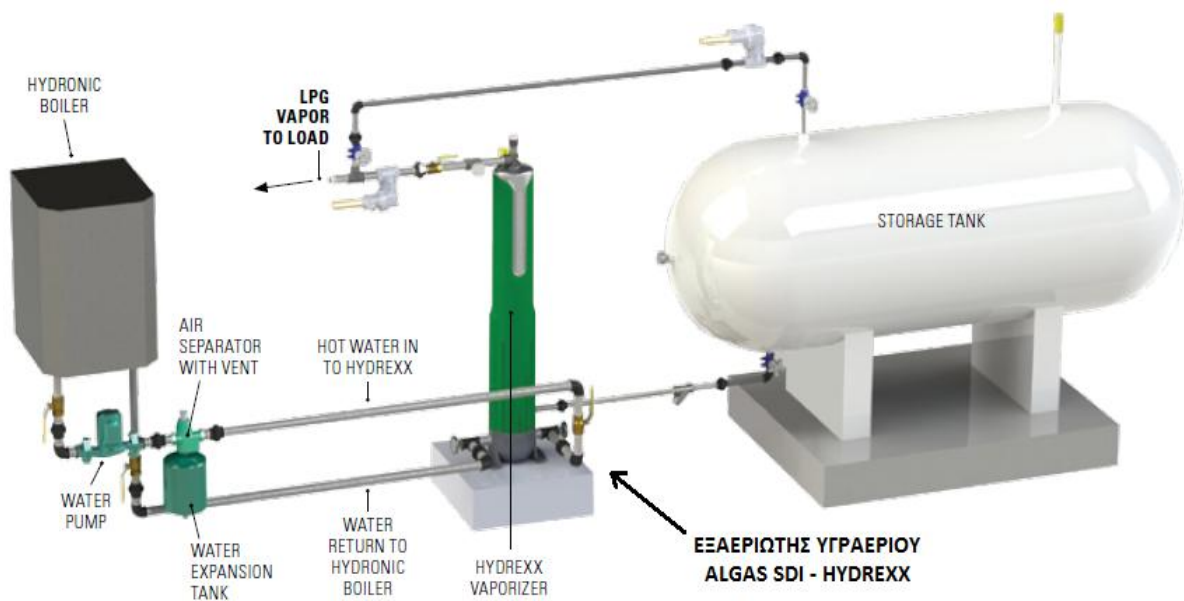
1	Πίεση από το έδαφος και το υλικό επιχωμάτωσης	Αντιδιαβρωτική προστασία
2	Επίδραση γειτονικών δεξαμενών εφόσον υπάρχουν	Αντοχή στην εσωτερική πίεση
3	Διαφορά καθίζησης στις βάσεις	
4	Τριβές με το υλικό επιχωμάτωσης	

Όμως πρέπει να τις προστατέψουμε από την διάβρωση που δημιουργείται από την υγρασία του εδάφους και να γίνεται συνεχώς έλεγχος με πιεσόμετρο εάν υπάρχει διαρροή υγραερίου στο έδαφος. Για αυτό το λόγο ο πυθμένας του σκάμματος έχει συμπιεστεί και επιστρωθεί με άμμο πάχους 20 (cm). Η δεξαμενή περιβάλλεται ολόπλευρα από ένα στρώμα άμμου τουλάχιστον 50 (cm). Η άμμος είναι ποταμού ή λατομείου και απαγορεύεται η χρησιμοποίηση άμμου θαλάσσης. Επάνω από την κορυφή της δεξαμενής πρέπει να υπάρχει κάλυψη περίπου 50 (cm). Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε υπόγεια δεξαμενή υγραερίου.



Εικόνα 2.2.2: Υπόγεια δεξαμενή υγραερίου.

Και στις δύο περιπτώσεις, αν η αφαίρεση του αερίου είναι τόσο μεγάλη, τότε μπορεί να ψυχθεί το τοίχωμα του δοχείου τόσο πολύ ώστε να σχηματιστεί ένα στρώμα πάγου. Επειδή όμως αυτό το φαινόμενο μεταφέρεται και στα όργανα ρυθμίσεως και ασφαλείας, δεν επιτρέπεται η λήψη πέρα από ένα μέγιστο όριο. Για παράδειγμα, στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, οι οποίες χρειάζονται μεγάλες ποσότητες η, αναγκαία θερμότητα εξατμίσεως προσφέρεται μέσω εξατμιστή με ηλεκτρική θέρμανση η με ζεστό νερό. Σε αυτήν την περίπτωση η έξοδος του υγραερίου γίνεται από το κάτω μέρος της δεξαμενής, ώστε να είναι σε υγρή μορφή, οπότε η ποσότητα που μπορεί να παραχθεί είναι απεριόριστη και εξαρτάται μόνο από την δυναμικότητα της συσκευής εξάτμισης. Οι εγκαταστάσεις αυτού του τύπου είναι πολύπλοκες και πρέπει να σχεδιάζονται από έμπειρο προσωπικό. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε έναν σύστημα εξατμίσεως υγραερίου.



Εικόνα 2.2.3: Σύστημα εξατμίσεως υγραερίου.

Οι δεξαμενές υγραερίου είναι ελεγμένα δοχεία πίεσεως από χάλυβα που είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, για αυτό το λόγο τοποθετούμε σύστημα γείωσης, για προστασία κεραυνών και βραχυκύκλωσης ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να συμβεί από το δίκτυο της ΔΕΗ ή από κάποιο κεραυνό. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε το σύστημα εξατμίσεως υγραερίου και γείωσης.



Εικόνα 2.2.4: Σύστημα γείωσης δεξαμενής υγραερίου.

Όλες οι σταθερές δεξαμενές υγραερίου εξωτερικά ή υπόγεια, έχουν τις κατάλληλες διατάξεις ασφαλείας και τους διακόπτες τους. Επιμέρους αυτά είναι :

Βαλβίδα εισαγωγής υγραερίου που επιτρέπει μόνο την είσοδο του υγραερίου που γίνεται από τα βυτιοφόρα αυτοκίνητα. Όταν ο διανομέας υγραερίου γεμίζει την δεξαμενή, πρέπει να προσέξει την ομαλή εισαγωγή υγραερίου, ώστε να μην δημιουργηθεί φραγμός πάγου στην είσοδο της βαλβίδας αυτής.

Δείκτης περιεχομένου στάθμης υγραερίου μέσα στην δεξαμενή. Ο καταναλωτής παρατηρεί αυτό το δείκτη και καταλαβαίνει το διαθέσιμο ποσό υγραερίου που έχει μέσα στην δεξαμενή του. Ο διανομέας υγραερίου όταν γεμίζει την δεξαμενή, πρέπει να παρατηρήσει το δείκτη αυτό, ώστε να μην υπερβεί το 80% για λόγους ασφαλείας.

Εκτονωτική βαλβίδα ασφαλείας υγραερίου που έχει διάμετρο 1" και είναι ελεύθερο προς το περιβάλλον. Η βαλβίδα αυτή δεν επιτρέπει να συνδεθεί κάποιος διακόπτης επάνω του, να βλέπει προς την ύπαιθρο και σε περίπτωση που αυξηθεί η πίεση μέσα στην δεξαμενή, αυτομάτως ανοίγει και το υγραέριο εκτονώνεται στο

περιβάλλον. Η πίεση μέσα στην δεξαμενή μπορεί να αυξηθεί λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και σε περίπτωση που ο διανομέας υγραερίου εισάγει παραπάνω υγραέριο από το επιτρεπόμενο όριο που έχει η κάθε δεξαμενή.

Βαλβίδα λήψεως υγραερίου, όπου είναι μια βαλβίδα τυποποιημένου και βαρίου τύπου. Έχει πάνω μανόμετρο με σήμανση πίεσης λειτουργίας και στην έξοδό της ακολουθεί η τοποθέτηση ενός ρυθμιστή πίεσεως. Η βαλβίδα εξαγωγής συνάδεεται με τον ρυθμιστή πίεσεως και η σύνδεσή τους γίνεται με αριστερόστροφο σπείρωμα ½” για λόγους ασφαλείας.

Ρυθμιστής υψηλής πίεσεως υγραερίου, επάνω στην δεξαμενή είναι πολύ σημαντικό εξάρτημα γιατί μπορούμε να ρυθμίσουμε την πίεση της γραμμής. Στην έξοδο του μπορούμε να τοποθετήσουμε και αλλά ασφαλιστικά όργανα που διακόπτουν την παροχή, όπως βαλβίδα σεισμικής προστασίας, αυτόματες βάνες απομόνωσης και ρυθμιστή διαφυγής υγραερίου. Στη συνέχεια ακολουθεί η σωλήνωση που μεταφέρει το υγραέριο στις εστίες καυσίμου.

Ανάλογα με την ποσότητα αποθήκευσης υγραερίου λαμβάνεται και η απόσταση με τους γειτονικούς χώρους για λογούς ασφαλείας. Στα θέματα τα οποία αφορούν την τοποθέτηση των δεξαμενών και τις αντίστοιχες αποστάσεις ασφαλείας για τον κανονισμό, ακολουθούμε τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.2.2: Αποστάσεις ασφαλείας υφιστάμενων δεξαμενών.

Απόκλιση – έλλειψη	Μέτρα βελτίωσης
Τοποθέτηση δεξαμενής εντός κτηρίου	Δεν είναι αποδεκτές αυτές οι εγκαταστάσεις
Τοποθέτηση δεξαμενής σε ταράτσα	Δεν είναι αποδεκτές αυτές οι εγκαταστάσεις
Απόκλιση πραγματικών αποστάσεων ασφαλείας άνω του 50% από τις απαιτούμενες για δεξαμενές.	Να γίνει μετεγκατάσταση, ώστε να τηρούνται οι αποστάσεις του κανονισμού, αλλιώς δεν είναι αποδεκτές οι εγκαταστάσεις
Απόκλιση πραγματικών αποστάσεων ασφαλείας μικρότερη από 25% από τις απαιτούμενες για δεξαμενές.	Οι εγκαταστάσεις γίνονται αποδεκτές κατά παρέκκλιση χωρίς πρόσθετα μέτρα.

Οι αποθήκες υγραερίων που στεγάζονται είτε σε νέα, είτε σε υφιστάμενα κτήρια, εξετάζονται από άποψη πυροπροστασίας σύμφωνα με τις διατάξεις της Κ.Υ.Α. Δ3/14858/1993 (ΦΕΚ Β' 477). Έτσι λοιπόν είναι απαραίτητο η φράξη με σιδερένιο πλέγμα και η επισήμανση που δείχνει ότι εδώ βρίσκεται υπόγεια δεξαμενή , καθώς

και μια πυροσβεστική φώλια που να είναι συνδεδεμένη με το δίκτυο της ίδρυσης και να ακολουθεί το κανονισμό ασφαλείας. Όλα τα παραπάνω είναι αναγκαστικά από τους κανονισμούς του κράτους και είναι απαραίτητα να τηρηθούν ώστε να εγκριθεί η λειτουργία της εγκατάστασης.

2.3 Σύνδεση με φιάλες υγραερίου.

Ο δεύτερος τρόπος αποθήκευσης και μεταφοράς γίνεται με κινητά δοχεία υγραερίου, διακρίνονται σε φιαλίδια, μικρές φιάλες υγραερίου, σε μεγάλες φιάλες και σε βαρέλια. Ανάλογα με τη χωρητικότητα του δοχείου μπορούν να εγκατασταθούν είτε στην ύπαιθρο, είτε μέσα σε κτήρια. Τα κινητά δοχεία είναι από χάλυβα, ελεγμένα σε πίεση και γεμίζονται από εταιρείες παροχής με κιλά υγραερίου. Το πλεονέκτημα για τη χρήση φιαλών και βαρελιών υγραερίου έγκειται στο ότι αυτά μπορεί να τα πάρει κανείς μαζί του όπως π.χ. σε εργοτάξια, στην οδοποιία, σε αερόστατα θερμού αέρα ή σε κατασκήνωση (camping). Τα φιαλίδια δεν έχουν βαλβίδα ασφαλείας, ούτε ρυθμιστή πίεσεως για αυτόν το λόγο πρέπει οι ελαστικοί σωλήνες συνδέσεως να αντέχουν στην πίεση δοκιμής 75 (bar). Έχουν μπλε χρώμα και η σύνδεσή τους γίνεται με αριστερόστροφο σπείρωμα R 3/8. Οι μικρές φιάλες μπορούν να εγκατασταθούν σε κατοικίες, σε εξοχικά, εκδρομές, και νοικοκυριά, π.χ. για μαγείρεμα, θέρμανση ή για θέρμανση νερού. Οι εγκαταστάσεις μεγάλων φιαλών αποτελούνται από επιμέρους φιάλες των 33.0 (kg). Αν δεν είναι αρκετή μία φιάλη για λήψη αερίου ≤ 0.6 (kg/h), τότε σχηματίζονται συστοιχίες έως το πολύ 2*8 φιαλών. Αν οι ποσότητες λήψεως είναι μεγαλύτερες π.χ. έως 3.0 (kg/h), ποσότητα η οποία ζητείται σε μεγάλες οικοδομές ή στην οδοποιία, τότε χρησιμοποιούνται βαρέλια υγραερίου. Οι φιάλες υγραερίου αποθηκεύονται όρθιες, οι βαλβίδες πρέπει να έχουν κοχλιωτό πώμα και κάλυμμα για την προστασία τους από χτυπήματα στην αποθήκευση ή τη μεταφορά. Για να μη δημιουργούνται υψηλές πιέσεις στις φιάλες, τοποθετείται στη βαλβίδα λήψεως μία βαλβίδα ασφαλείας.

Οι φιάλες με περιεχόμενο ≤ 14.0 (kg) επιτρέπεται να τοποθετούνται σε χώρους παραμονής κατοικιών. Εδώ δεν είναι αναγκαία μία περιοχή προστασίας, όμως πρέπει να προσεχθεί ώστε:

- Ανά κατοικία να υπάρχουν δύο το πολύ φιάλες, συμπεριλαμβανομένης και της κενής.
- Σε κάθε χώρο να υπάρχει μόνον μία φιάλη.
- Δεν επιτρέπεται η λειτουργία φιαλών σε υπνοδωμάτια.
- Δεν επιτρέπεται η θέρμανση των φιαλών σε θερμοκρασίες $> 40(^{\circ}\text{C})$, διαφορετικά απαιτείται προστασία από ακτινοβολία.
- Η τοποθέτησή τους σε κλιμακοστάσια, διαδρόμους, διόδους, διόδους οχημάτων κτηρίων και χώρους κάτω από την επιφάνεια της γης, δεν επιτρέπεται.

Οι φιάλες με περιεχόμενο > 14.0 (kg) μπορούν να αποθηκευτούν μέσα σε κτήριο, αλλά μόνον σε ειδικούς χώρους. Για αυτούς τους χώρους ισχύουν οι παρακάτω προδιαγραφές:

- Δεν επιτρέπονται ανοίγματα στους τοίχους και σε οροφές ή δάπεδα προς άλλους χώρους.
- Ο διαχωρισμός από τους άλλους χώρους πρέπει να είναι ανθεκτικός στη φωτιά.
- Ο χώρος πρέπει να είναι προσιτός από την ύπαιθρο.
- Οι πόρτες πρέπει να ανοίγονται μόνον προς τα έξω και πρέπει να φέρουν την πινακίδα κινδύνου όπως π.χ. " Προσοχή Υγραέριο. Απαγορεύεται το κάπνισμα και πάσα χρήση πυρός"
- Απαγορεύεται η αποθήκευση άλλων εύφλεκτων υλικών.

Αν οι φιάλες τοποθετούνται στην ύπαιθρο τότε ισχύει:

- Προστασία έναντι προσβάσεων από τρίτους, π.χ. με ερμάρια φιαλών από χαλυβοελάσματα με κλειδαριά.
- Ερμάρια φιαλών πρέπει να αερίζονται και να εξαερίζονται.
- Πρέπει να υπάρχει μία απόσταση για προστασία.
- Στην περιοχή προστασίας ή δίπλα από τα ερμάρια φιαλών δεν πρέπει να υπάρχουν ανοίγματα προς υπόγεια, σιφώνια δαπέδου ή αεραγωγοί και φωταγωγοί.

Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε συστοιχίες φιαλών και πινακίδα κινδύνου για υγραέριο.



Εικόνα 2.3.1: Συστοιχίες 2*2 φιαλών υγραέριο και προειδοποίησης κινδύνου.

2.4 Σύνδεση με κεντρικό δίκτυο φυσικού αερίου.

Για να γίνει η σύνδεση της οικίας με κεντρικό δίκτυο φυσικού αερίου της πόλης αρχικά τοποθετούμε όργανα φραγής. Με τον όρο αυτόν αναφερόμαστε σε διακόπτες και βάνες που χρησιμεύουν στο άνοιγμα και κλείσιμο των σωλήνων, στη ρύθμιση της παροχής καθώς και στην ασφάλεια της εγκατάστασης. Οι βασικές διαστάσεις, το

σχήμα, το υλικό κατασκευής και οι απαιτήσεις των οργάνων φραγής είναι τυποποιημένα. Η επιλογή του κατάλληλου οργάνου φραγής γίνεται με βάση το σκοπό που εξυπηρετεί και τις συνθήκες λειτουργίας όπως πρέπει να ταιριάζει με τον υπόλοιπο σωληναγωγό ως προς την ονομαστική διάμετρο και την ονομαστική πίεση. Στην συνέχεια τοποθετούμε μετρητές αερίου που έχουν σαν αποστολή να μετρούν την παρεχόμενη ποσότητα αερίου σε (m³/h). Οι μετρητές στα σπίτια έχουν κατά κανόνα ανά δύο θαλάμους μετρήσεως, οι οποίοι χωρίζονται με πτυσσόμενα πλαστικά διαφράγματα και γεμίζονται εναλλάξ. Η κίνηση των διαφραγμάτων μεταφέρεται στο μηχανισμό απαριθμήσεως μέσω σύρτη και μαγνητικού συνδέσμου. Η θέση τοποθέτησης, το είδος και το μέγεθος του μετρητή αερίου καθορίζονται από την επιχείρηση διανομής αερίου. Δεν πρέπει να είναι πολύ θερμή και πρέπει να είναι προσιτή και ξηρή, το ύψος πρέπει να επιλεγεί έτσι ώστε να είναι εύκολη η ανάγνωση της ενδείξεως και η αντικατάστασή του. Εκτός αυτού, ο μετρητής πρέπει να αναρτηθεί έτσι ώστε να μην έρχεται σε επαφή με τους τοίχους και να απέχουν 2 (cm). Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε μια διαδικασία τοποθέτησης ενός μετρητή φυσικού αερίου σε κατοικία.



Εικόνα 2.4.1: Διαδικασία τοποθέτησης ενός μετρητή αερίου.

Στη συνέχεια ακολουθούν οι ρυθμιζόμενες βαλβίδες ασφαλείας, οι αυτόματες βάνες απομόνωσης για τον έλεγχο της παροχής και για την ρύθμιση της πίεσης. Η βαλβίδα ασφαλείας ανοίγει αυτόματα όταν η πίεση υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή, και κλείνει επίσης αυτόματα όταν η τιμή της πίεσης φθάσει την προκαθορισμένη τιμή. Σε εγκαταστάσεις που λειτουργούν υπό πίεση η τοποθέτηση μιας βαλβίδας ασφαλείας είναι υποχρεωτική καθώς απαγορεύεται αυστηρά να αλλάξει η τιμή της μέγιστης επιτρεπτής πίεσης στη βαλβίδα ή να τεθεί η βαλβίδα εκτός λειτουργίας. Από την άλλη ο αντισεισμικός κανονισμός είναι τεχνικός νόμος του κράτους και αποτελεί έναν από τους θεμελιώδους θεσμούς για την αντισεισμική άμυνα της χώρας, έτσι από τον κανονισμό αερίου προβλέπεται η εγκατάσταση στο δίκτυο βαλβίδας αντισεισμικής προστασίας. Αύτη διακόπτει την παροχή αερίου στο δίκτυο όταν ένας σεισμός ξεπερνά τα 5,4 ρίχτερ. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε αντισεισμική βαλβίδα.



Εικόνα 2.4.2: Αντισεισμική βαλβίδα.

2.5 Σωληνώσεις για εγκατάσταση υγραερίου.

Στις εγκαταστάσεις αερίων καυσίμων υπάρχει διαθέσιμος ένας μεγάλος αριθμός σωληνών από διάφορα υλικά που απαιτεί μια αντίστοιχη τεχνική στην σύνδεσή τους. Στο σχεδιασμό της εγκατάστασης αερίων, αρχικά υπολογίζουμε την ονομαστική διάμετρο DN. Η ονομαστική διάμετρος είναι έτσι διαβαθμισμένη, ώστε η ικανότητα παροχής των σωληνώσεων να αυξάνεται από ονομαστική διάμετρο σε ονομαστική διάμετρο από 60% έως 100% περίπου. Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε συνήθεις ονομαστικές διαμέτρους.

Πίνακας 2.5.1: Συνήθεις ονομαστικές διαμέτροι D_N .

Συνήθεις ονομαστικές διαμέτροι σε (mm)								
10	15	20	25	32	40	50	65	80
100	125	150	200	250	300	350	400	450
500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600
1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400
3600	3800	4000						

Η ονομαστική διάμετρος καθορίζεται από την ταχύτητα ροής και την παροχή που πρέπει να ρέουν μέσα στις σωληνώσεις. Για τον καθορισμό της ονομαστικής διαμέτρου υπολογίζεται η απαιτούμενη εσωτερική διάμετρος d_i με το παρακάτω τύπο:

$$d_i = 2 * \sqrt{\frac{\dot{V}}{\pi * v}} \dots\dots\dots 4.1$$

οπού:

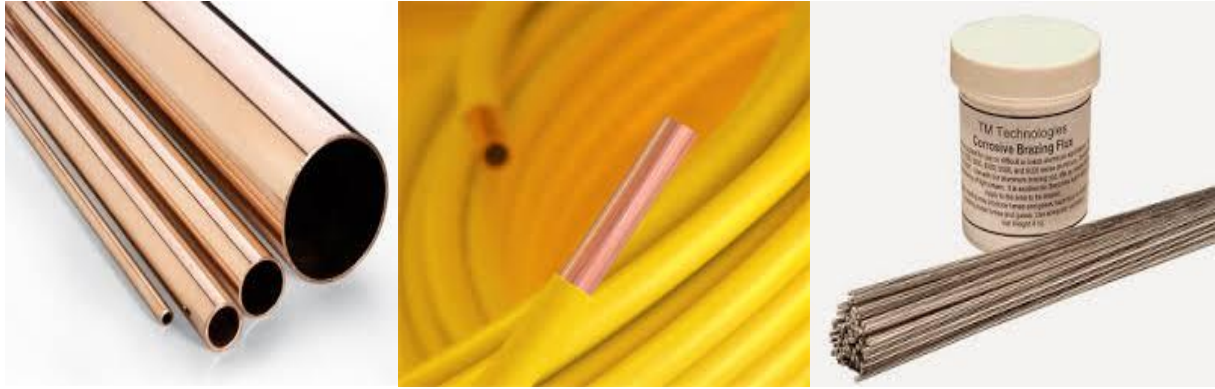
d_i = Εσωτερική διάμετρος σε (m)

$$\tilde{V} = \text{Παροχή} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$v = \text{Ταχύτητα ροής} \left(\frac{m}{h} \right)$$

Αν για παράδειγμα υπολογίσουμε εσωτερική διάμετρο $d_i = 37.5$ (mm), αυτή η τιμή δεν βρίσκεται στο παραπάνω πίνακα και επιλέγουμε την κοντινότερη τιμή, άρα $D_N = 40$ (mm). Στο σχεδιασμό και στη συναρμολόγηση σωληνώσεων είναι αναγκαία μια σωστή εκλογή των υλικών των σωλήνων και μια σκόπιμη τοποθέτησή τους. Ανάλογα με τα υλικά για σωλήνες στις εγκαταστάσεις αέριων καύσιμων σε μία κατοικία, διακρίνει κανείς μια μεγάλη κατηγορία:

Χαλκοσωλήνες βαρίου τύπου κατά DIN 1786 προσφέρονται σαν κατάλληλοι για αέρια καύσιμα. Χαρακτηρίζονται σε ευθύγραμμο τεμάχια με σκληρότητα ελκυσμού (F37) σε 4 μέτρα τεμάχια και μαλακοί (F22) σε κουλούρες των 25 ή 50 μέτρων. Τα πλεονεκτήματα των χαλκοσωλήνων είναι ότι είναι εύκολα σε κάμψη, στη ταχεία συναρμολόγηση και είναι ελάχιστες λόγω τριβών στο σωλήνα. Οι συνδέσεις των χαλκοσωλήνων γίνονται είτε με σκληρή κόλληση, είτε με συμπίεση. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι όταν οι χαλκοσωλήνες είναι μεγαλύτεροι από φ42 δεν μπορεί να συνδεθούν με συμπίεση πάρα μόνο με σκληρή κόλληση. Με τον όρο κόλληση εννοούμε τη σύνδεση όμοιων ή ανόμοιων μετάλλων με ένα πρόσθετο μέταλλο, το οποίο έχει θερμοκρασία τήξεως χαμηλότερη από αυτή των μετάλλων που θα συνδεθούν. Το κόλλημα ανήκει στις μη λουόμενες συνδέσεις. Η ραφή που κατασκευάζεται με σκληρή κόλληση είναι ανθεκτική στη θερμοκρασία και για το λόγο αυτό επιβάλλεται από το κανονισμό ασφαλείας στις εγκαταστάσεις αερίων. Για την κόλληση χρειαζόμαστε υλικό κολλήσεως και αντιοξειδωτικό. Τα υλικά κολλήσεως είναι κράματα μετάλλων όπως χαλκό (Cu), αργυρό (Ag) και κασσίτερο (Sn), τα οποία προσφέρονται στο εμπόριο με τη μορφή συρμάτων ή ράβδων. Τα αντιοξειδωτικά είναι αμέταλλα υλικά τα οποία κατά τη διαδικασία τού κολλήματος απομακρύνουν λεπτές στιβάδες οξειδίων και προστατεύουν τις επιφάνειες των τεμαχίων από μια εκ νέου οξείδωση. Δεν επιτρέπεται η εισαγωγή του αντιοξειδωτικού μέσα στο σωλήνα, μετά τη συγκόλληση πρέπει τα κατάλοιπα του αντιοξειδωτικού να απομακρυνθούν από μέσα και από έξω. Στη κόλληση με φλόγα, θερμαίνουμε την θέση συγκολλήσεως μέχρι την αναγκαία θερμοκρασία. Οι υψηλές θερμοκρασίες για τη σκληρή κόλληση επιτυγχάνονται με τον καυστήρα οξυγόνου-ασετιλίνης ή με καυστήρα οξυγόνου-προπανίου. Εάν οι χαλκοσωλήνες είναι μικρότερες από φ42, μπορούμε να τα συνδέσουμε με συμπίεση. Σε αυτές τις συνδέσεις οι χαλκοσωλήνες συνδέονται μπροστά και πίσω, συμπιέζονται με ειδικό μηχάνημα και μέσο της τριβής πραγματοποιείται μια μη λουόμενη σύνδεση. Επίσης, στην ίδια κατηγορία ανήκουν και οι συνδέσεις με δακτύλιους σύσφιξης. Για τη στεγανοποίηση των συνδέσεων αυτών χρησιμοποιούνται είτε οι επίπεδοι δακτύλιοι στεγανότητας, είτε τα εξαρτήματα παίρνουν κωνική διαμόρφωση και η στεγανότητα γίνεται με μεταλλική επαφή. Η παραπάνω κατηγορία είναι λυόμενες συνδέσεις και χρησιμοποιούνται στις κατοικίες. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε χαλκοσωλήνες με σκληρότητα ελκυσμού (F37) σε 4 μέτρα τεμάχια, μαλακοί (F22) σε κουλούρες των 25 μέτρων και σκληρή κόλληση με καυστήρα οξυγόνου- προπανίου.



Εικόνα 2.5.1: Σκληρό 4 μέτρα τεμάχια χαλκοσωλήνα και σκληρή κόλληση.

Χαλυβδοσωλήνες για αέρια καύσιμα, θεωρούνται κατάλληλοι για σύνδεση με σπείρωμα και με συγκόλληση. Οι χαλυβδοσωλήνες με σπείρωμα προσφέρονται στο εμπόριο είτε γαλβανισμένοι, είτε χωρίς, γνωστοί ως μαύροι σωλήνες και με ονομαστικές διαμέτρους D_N 6 έως 150 (mm). Το γαλβάνισμα που γίνεται εν θερμώ των σωλήνων, χρησιμεύει κυρίως για την αντίσταση στη διάβρωση που μπορεί να είναι εσωτερικά ή εξωτερικά. Η πλέον συχνή σύνδεση σωλήνων με σπείρωμα είναι η κυλινδρική- κωνική κατά DIN 2999. Για αυτές τις συνδέσεις επιτρέπεται το σπείρωμα Whitworth για σωλήνες με κυλινδρικό εσωτερικό σπείρωμα και κωνικό εξωτερικό με λόγο κώνο 1:16. Η στεγανότητα της συνδέσεως εξασφαλίζεται ουσιαστικά από τη μεταλλική συμπίεση των επιφανειών του σπειρώματος μεταξύ τους. Τοποθετούμε για το μέσο στεγανοποίησης ταινία ή υγροποιημένο (Teflon) αναλαμβάνει την εξομάλυνση τυχόν ανωμαλιών επάνω στις επιφάνειες του σπειρώματος. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε στεγανότητα της σύνδεσης με υγροποιημένο και σύνθετο (Teflon).



Εικόνα 2.5.2: Teflon για στεγανότητα της σύνδεσης υγραερίου.

Η σύνδεση σωλήνων με σπειρώμα με εξαρτήματα από μαλακό χυτοσίδηρο θεωρείται σαν μη λυόμενη σύνδεση, λόγω της παραμόρφωσης που δημιουργείται μεταξύ σωλήνα και εξαρτήματος κατά την κοχλίωση. Τα σπειρώματα πρέπει να είναι αριστερόστροφα σύμφωνα με το κανονισμό εγκατάστασης αερίου και κατά την κοπή σπειρώματος πρέπει να χρησιμοποιούνται υγρά κοπής διαλυτά στο νερό και να απομακρύνονται τα γρέζια. Στους χαλυβδοσωλήνες που η σύνδεση πραγματοποιείται με συγκόλληση γίνεται με δύο μεθόδους. Συγκόλληση με τήξη όμοιων υλικών σε ρευστή κατάσταση ή σε συγκόλληση με συμπίεση, με βοήθεια θερμότητας που δημιουργείται λόγω τριβής μεταξύ τους. Οι ραφές συγκόλλησης ανήκουν στις μη λυόμενες συνδέσεις και μια περιμετρική συγκόλληση σε σωλήνα χωρίς σφάλματα. Έχει διάρκεια ζωής όση και ο ίδιος ο σωλήνας. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε χαλυβδοσωλήνες που η σύνδεση πραγματοποιείται με συγκόλληση.



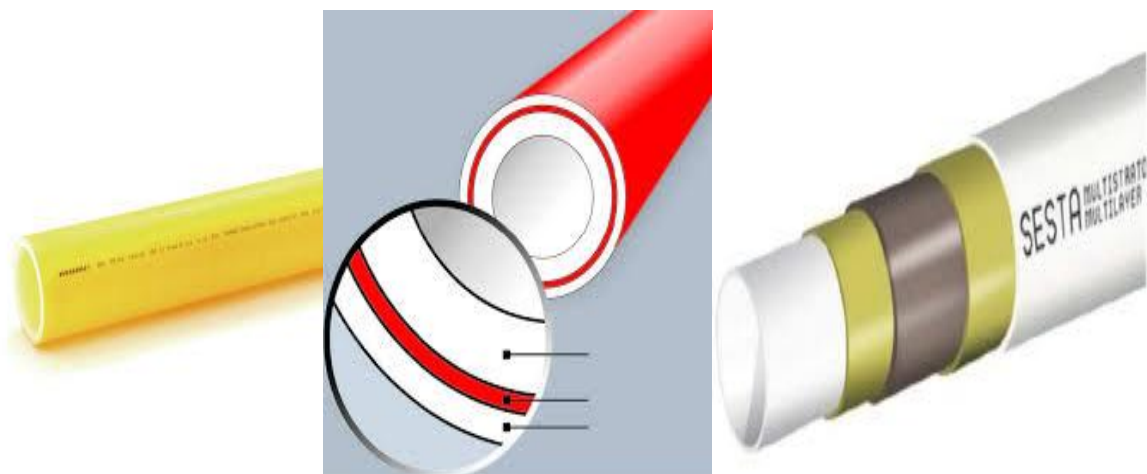
Εικόνα 2.5.3: Χαλυβδοσωλήνες που η σύνδεση πραγματοποιεί με συγκόλληση.

Σωλήνες από πλαστικό υλικό για αέρια καύσιμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εγκαταστάσεις αερίων σε εξωτερικές υπόγειες σωληνώσεις. Οι πλαστικοί σωλήνες χρησιμοποιούνται με αυξανόμενο ρυθμό, λόγω των ιδιοτήτων τους και είναι κατασκευασμένοι από σύνθετα υλικά. Κατασκευάζονται από πρώτες ύλες π.χ. αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή άνθρακες με χημική μετατροπή. Οι ιδιότητες εξαρτώνται από το μήκος της αλυσίδας και το είδος δικτύωσης. Οι πλαστικοί σωλήνες είναι εύκολα διαμορφώσιμοι και δεν είναι αγωγοί ηλεκτρισμού, μπορούν να χρωματιστούν και είναι ανακυκλωμένα υλικά. Αντιθέτως, έχουν μικρή αντοχή στη θερμότητα και συνήθως μικρή μηχανική αντοχή, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ο χειρότερος εχθρός τους και για αυτό το λόγο τοποθετούνται υπόγεια. Το μεγάλο πλεονέκτημα τους είναι ότι έχουν μεγάλη αντοχή στη διάβρωση και μικρότερο κόστος. Οι πλαστικοί σωλήνες μπορούν να συνδεθούν με κόλλα, σύσφιξη ή με ηλεκτροσύντηξη. Με κόλλημα συνδέονται οι σωλήνες σταθερά αν έχει γίνει σ' αυτούς σωστή προεργασία και έχει χρησιμοποιηθεί η κατάλληλη κόλλα. Μια ειδική περίπτωση κολλήματος είναι με τη χρήση διαλυτικού μέσου, εδώ η αντοχή της κόλλησης είναι ίση με αυτή του βασικού υλικού. Οι συνδέσεις με σύσφιξη χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση ως ενδιάμεσες συνδέσεις π.χ. σαν ενδιάμεσο στοιχείο για τη μετάβαση από έναν πλαστικό σωλήνα σε ένα αντικείμενο από μέταλλο. Οι συνδέσεις με σύσφιξη είναι λυόμενες συνδέσεις αν είναι δυνατή η λύση της σύνδεσης με διατήρηση του δακτυλίου σύσφιξης στα άκρα των σωλήνων. Η συγκόλληση με ηλεκτροσύντηξη προτιμάται στις εγκαταστάσεις αερίου λόγω της μεγαλύτερης αντοχής. Το θερμαντικό στοιχείο έχει ένα θερμαντικό βλήτρο για την μούφα και ένα θερμαντικό δακτύλιο για το θερμαντικό στοιχείο όπου συναρμολογούνται και συγκρατούνται έως ότου ψυχθούν. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε πλαστικοί σωλήνες για αέρια καύσιμα, συνδέσεις με σύσφιξη και συγκόλληση με ηλεκτροσύντηξη.



Εικόνα 2.5.4: Πλαστικοί σωλήνες, συνδέσεις με σύσφιξη και ηλεκτροσύντηξη.

Σύνθετοι σωλήνες μετάλλου – πολυαιθυλενίου για αέρια καύσιμα, είναι σύνθετοι μεταλλικοί σωλήνες πολλαπλών στρώσεων όπου συνενώνουν τα πλεονεκτήματα των μετάλλων και των πλαστικών. Ο εσωτερικός σωλήνας που είναι ο αγωγός του υγραερίου, αποτελείται από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (PE-X) πράγμα που καθιστά το σωλήνα ανθεκτικό στη διάβρωση και με μικρή τραχύτητα. Τον ανθεκτικό πυρήνα σχηματίζει ένας σωλήνας από αλουμίνιο, το οποίο προστατεύει το σωλήνα από τη μηχανική αντοχή και εξωτερικά από πολυαιθυλένιο (PE-HD), που προστατεύει το σωλήνα από εξωτερική διάβρωση. Οι σύνθετοι σωλήνες προσφέρονται στο εμπόριο είτε σε κουλούρες, είτε σε ευθύγραμμα τεμάχια και συνδέονται με ειδικά εξαρτήματα. Οι συνδέσεις των σύνθετων σωλήνων είναι κυρίως συνδέσεις με συμπίεση οι οποίες παράγονται είτε με κοχλίωση, είτε με καθαρή συμπίεση. Η επεξεργασία είναι οικονομική, εύκολη στην συναρμολόγηση, γρήγορη και ασφαλής. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε πολλαπλές στρώσεις σωλήνων.



Εικόνα 2.5.5: Πολλαπλές στρώσεις σωλήνων.

Εύκαμπτοι σωλήνες σε σπирάλ για αέρια καύσιμα, είναι άκαμπτα συστήματα σωληνώσεων και χρησιμεύουν ως συνδετήρες με συσκευές αερίου. Η ευκαμψία επιτρέπει την ευθυγράμμιση μεταξύ σωληνώσεων και συσκευής. Κατασκευάζονται από χάλυβα, ανοξείδωτο και συνθέτες με πλέγμα. Οι σωλήνες σε σπирάλ

προσφέρονται στο εμπόριο είτε σε κουλούρες , είτε σε τεμάχια ανεξάρτητου μήκους και διαμέτρου. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε εύκαμπτους σωλήνες σε σπιράλ ή κουλούρες και σε τεμάχια.



Εικόνα 2.5.6: Εύκαμπτοι σωλήνες σε σπιράλ και σε τεμάχια.

Σε όλες τις κατηγορίες των σωλήνων που προαναφέραμε και στα εξαρτήματα, μετά τη σύνδεση γίνεται έλεγχος για τυχόν διαρροή γύρω από το ρεκόρ, γύρω από τους ρυθμιστές, ενώσεις κ.λπ., ύστερα από την συναρμολόγησή τους . Ο έλεγχος πρέπει να γίνει με πρεσάρισμα του δικτιού και ύστερα ελέγχουμε τις σωλήνες με σαπουνάδα * για διαρροές. Στο εμπόριο υπάρχουν ειδικά υγρά που είναι για να ελέγχουμε τις διαρροές, καθώς και ανιχνευτές που εντοπίζουν τα αέρια καύσιμα , όπως παρατηρούμε στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 2.5.7: Υγρά, Σαπουνάδα και Ανιχνευτής για εντοπισμό διαρροής.

(*) ΜΕ ΣΑΠΟΥΝΑΔΑ και ΟΧΙ ΜΕ ΦΛΟΓΑ (σπίρτο κλπ.)

2.6 Προστασία της εγκατάστασης από διάβρωση.

Με το όρο διάβρωση εννοούμε τη μεταβολή των μετάλλων με χημικές ή ηλεκτροχημικές αντιδράσεις και με ενεργά υλικά του περιβάλλοντος όπως αέρα, νερό και τις προσμείξεις τους. Οι σωλήνες που χρησιμεύουν για εγκατάσταση υγραερίου και φυσικού αερίου τα τοποθετούμε εξωτερικά ή εσωτερικά θαμμένα στη γη ή στα τοιχώματα της οικοδομής. Όταν είναι εξωτερικά ή θαμμένα στη γη, το οξυγόνο, το νερό και η υγρασία που περιέχει το περιβάλλον και το έδαφος διαβρώνει το σωλήνα και στη συνέχεια έχει μικρότερη διάρκεια ζωής. Το παραπάνω ονομάζεται χημική διάβρωση και οι τεχνίτες πρέπει να τη προβλέψουν ώστε να πάρουν τα κατάλληλα μετρά προστασίας. Ζημιές από διάβρωση μπορούν να αποφευχθούν με σωστή εκλογή του σωλήνα και επεξεργασία με καταλληλά μονωτικά υλικά. Οι σωλήνες που τοποθετούνται κάτω από το έδαφος θα πρέπει να έχουν μία προστατευτική επικάλυψη έτσι ώστε να επιβραδύνεται η διάβρωση. Στο εμπόριο υπάρχουν ειδικά μονωτικά σπιδάλ και ειδικές μονωτικές ταινίες για να περιτυλίξουμε εξωτερικά το σωλήνα. Τα σπιδάλ είναι σε κουλούρες τον 50 (m), έχουν κίτρινο χρώμα και τα αγοράζουμε ένα διάμετρο μεγαλύτερη από τον σωλήνα, π.Χ. εάν ο σωλήνας είχε διάμετρο $d_{\text{σωλήνα}} = \frac{1}{2}''$ το σπιδάλ θα πρέπει να είναι $d_{\text{σπιδάλ}} = \frac{3}{4}''$ ώστε να τοποθετεί εξωτερικά του σωλήνα. Οι μονωτικές ταινίες δεν καίγονται, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, πάνω τους αναγράφεται ότι είναι για υγραέριο ή φυσικό αέριο και με το κατάλληλο χρωματισμό. Όταν τοποθετούμε σωληνώσεις για εγκατάσταση υγραερίου και φυσικού αερίου στο έδαφος, ο κανονισμός για λόγους ασφαλείας μας επιβάλλει να τηρούμε την προστασία των σωληνών από διάβρωση και να είναι κατάλληλα θαμμένοι στο έδαφος, π.χ. ο σωλήνας θα πρέπει να “καθίσει” καλά στον πυθμένα της τάφρου πάνω σε στρώμα από άμμο, να είναι μονωμένο με σπιδάλ ή με μονωτική ταινία, να σκεπαστεί 10 έως 20 (cm) με άμμο, να περάσει κίτρινο πλαστικό πλέγμα με ταινία επισήμανσης που μας δείχνει ότι από κάτω υπάρχουν σωλήνες υγραερίου ή φυσικού αερίου και στη συνέχεια να σκεπαστεί με χώμα ή σπλισμένο σκυρόδεμα. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε σωλήνα PVC σπιδάλ κίτρινο για την επένδυση των σωληνών στα υπόγεια δίκτυα, μονωτική ταινία για να περιτυλίξουμε εξωτερικά το σωλήνα και κίτρινο πλαστικό πλέγμα με ταινία επισήμανσης.



Εικόνα 2.6.1: Επένδυση των σωληνών στα υπόγεια δίκτυα για προστασία.

Όταν οι σωλήνες τοποθετούνται κάτω από το έδαφος και πρέπει να εισχωρήσουν στο κτήριο μέσω του τοίχου του υπογείου, πρέπει να βγαίνουν πάνω από την

επιφάνεια του εδάφους πριν περάσουν στο κτήριο. Με αυτό τον τρόπο, εάν τύχει να υπάρξει διαρροή κάτω από το έδαφος, τότε το υγραέριο ή το φυσικό αέριο ακολουθεί το σωλήνα με το σπιδάλ και έτσι διαφεύγει στην ατμόσφαιρα και δεν συγκεντρώνεται κάτω από το κτήριο. Το σημείο από το οποίο ο σωλήνας εισέρχεται στο κτήριο, θα πρέπει να έχει επικάλυψη έτσι ώστε να αποφεύγεται η διάβρωση. Ο χώρος γύρω από το σωλήνα, θα πρέπει να κλείνεται ερμητικά, έτσι ώστε να εμποδίζονται η υγρασία, τα ζώδια και τα τρωκτικά.

Η διάβρωση από σχηματισμό ηλεκτρολυτικού στοιχείου εμφανίζεται, όταν συνδεθούν δύο διαφορετικά μέταλλα π.Χ. χαλυβδοσωλήνες και χαλκόσωλήνας. Έτσι αναπτύσσεται μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων μια ηλεκτρική τάση. Τα μέταλλα διαφέρουν στην ιδιότητά τους και το υγραέριο που μεταφέρεται στους σωλήνες αυτούς είναι ένα αγωγός του ηλεκτρολυτικού στοιχείου. Έτσι ο χάλυβας διαλύεται γρηγορότερα από το χαλκό και φθείρεται και τείνει να καταστραφεί. Για το λόγο που η δεξαμενή αποθήκευσης υγραερίου είναι από χάλυβα, η εγκατάσταση είναι από χαλκοσωλήνα, μπρούτζο και κράματα μετάλλων, το ασθενότερο μέταλλο θα καταστραφεί. Τοποθετούμε έναν διηλεκτρικό σύνδεσμο που είναι κατάλληλο για την εγκατάσταση υγραερίου, ώστε να αποφεύγουμε το φαινόμενο της διάβρωσης. Ο διηλεκτρικός σύνδεσμος είναι από μαγνήσιο και καταναλώνεται περισσότερο από όλα τα μεταλλικά υλικά, με αποτέλεσμα η ηλεκτρική τάση που μεταφέρεται από το υγραέριο πάει και καταναλώνει το διηλεκτρικό σύνδεσμο. Έτσι προστατεύουμε τα άλλα μέταλλα της εγκατάστασης. Πρέπει να τοποθετηθεί στο κατάλληλο σημείο της εγκατάστασης και να τον παρατηρούμε τακτικά. Εάν έχει καταναλωθεί πρέπει να αντικατασταθεί και για αυτό το λόγο οι κατασκευαστές δίνουν την διάρκεια ζωής του. Στην εγκατάσταση δεν επιτρέπεται η μικτή εγκατάσταση σωλήνων αλλά αν δεν είναι δυνατή η αποφυγή μιας μικρής εγκαταστάσης με χαλυβδοσωλήνες και χαλκόσωλήνα, τότε πρέπει να προσεχθεί ο κανόνας ροής. Με τον όρο αυτό εννοούμε ότι κατά τη φορά που κινείται το υγραέριο πρέπει να τοποθετηθεί το ευγενέστερο μέταλλο ύστερα από το μη ευγενές, π.Χ. ο χαλκός να τοποθετηθεί ύστερα από το χάλυβα ή ο χαλκός ύστερα από τον ψευδάργυρο. Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε ευγενή και μη ευγενή μέταλλα με σειρά τάσεων.

Πίνακας 2.6.1: Ευγενή και μη ευγενή μέταλλα με σειρά τάσεων.

	Μέταλλα		Volt
Ευγενή	Χρυσός	Au	1.5
	Άργυρος	Ag	0.8
	Χαλκός	Cu	0.35
	Υδρογόνο	H	0
	Μη ευγενή	Μόλυβδος	Pd
Νικέλιο		Ni	-0.22
Σίδηρος		Fe	-0.43
ψευδάργυρος		Zn	-0.76
Αλουμίνιο		Al	-1.7
Μαγνήσιο		Mg	-2.4

Όταν υπάρχει άμεση επαφή δύο μετάλλων και υπάρχει υγρό ηλεκτρικό αγωγίμο μέσα στο σωλήνα και ο σωλήνας είναι σε επαφή με κάποιο άλλο μέταλλο,

δημιουργείται διάβρωση επαφής. Για παράδειγμα, όταν ο χαλκοσωλήνας στηρίζεται με στηρίγματα από χάλυβα, δημιουργείται η διάβρωση επαφής, έτσι πρέπει να προσέξουμε τα στηρίγματα να είναι από όμοιο υλικό με το σωλήνα ή να είναι στηρίγματα με λάστιχο. Τα στηρίγματα με λάστιχο μας βοηθούν να αποφεύγουμε και την ηχορύπανση που δημιουργούν οι σωλήνες λόγω των μεγάλων ταχυτήτων ροής. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε έναν διηλεκτρικό σύνδεσμο με διάμετρο ½" και στηρίγματα βαρίου τύπου με λάστιχο.



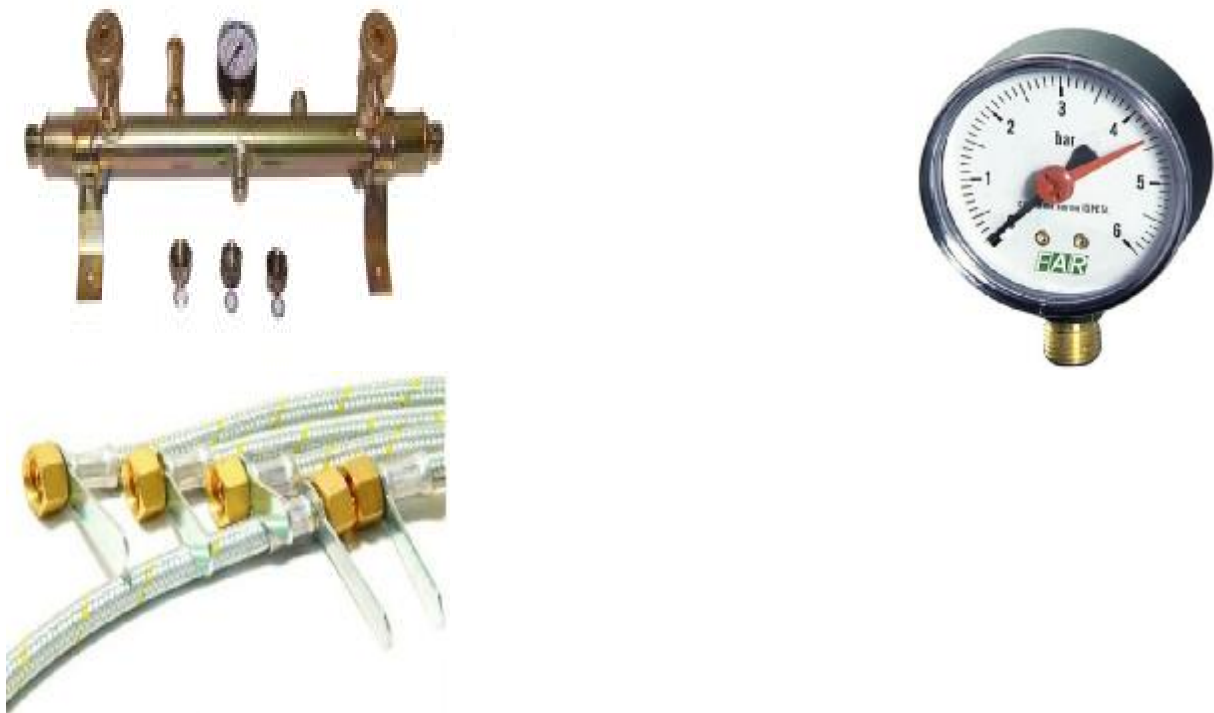
Εικόνα 2.6.5: Διηλεκτρικό σύνδεσμο Στηρίγματα βαρίου τύπου με λάστιχο.

2.7 Εγκατάσταση υγραερίου στο κτήριο.

Όταν συναρμολογούμε την εγκατάσταση υγραερίου στο κτήριο, χρησιμοποιούμε διάφορα εξαρτήματα και μετρητικά όργανα. Θα εξηγήσουμε για κάθε εξάρτημα, με την σειρά που πρέπει να τοποθετούνται στη εγκατάσταση και το σκεπτικό της λειτουργίας τους.

Κολλεκτέρ : Όπως έχουμε προαναφέρει παραπάνω τα αέρια καύσιμα έρχεται με δύο τρόπους στο κτήριο, με βυτιοφόρα αυτοκίνητα και αποθηκεύεται στις δεξαμενές, με φιάλες υγραερίου και το φυσικό αέριο έρχεται από το κεντρικό δίκτυο της πόλης. Για αυτό το λόγο συνηθώς επιλέγουμε ένα κολλεκτέρ με τέσσερις εισόδους και δύο εξόδους. Στην πρώτη εισόδο τοποθετούμε έναν διακόπτη κατάλληλο για υγραέριο και από εκεί εισέρχεται το υγραέριο από την δεξαμενή που συνηθώς είναι μερικά μετρά μακριά από το κτήριο για λογούς ασφαλείας. Στην δεύτερη εισόδο τοποθετούμε έναν διακόπτη κατάλληλο για φυσικό αέριο, όπου εκεί εισέρχεται το φυσικό αέριο από το κεντρικό δίκτυο της πόλης. Εάν δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο στην πόλη που τοποθετούμε την εγκατάσταση, η είσοδος αυτή ταπώνεται και παραμένει έτσι για το μέλλον, με σκοπό, εάν σε περίπτωση που το φυσικό αέριο έρθει στην πόλη να συνδεθεί με το κεντρικό δίκτυο. Στις άλλες δύο εισόδους, με δύο διακόπτες και με δύο τεμάχια εύκαμπτων σωλήνων που συνηθώς είναι με διάμετρο ½" και με μήκος 50 έως 200 (cm), τους συνδέουμε με φιάλες υγραερίου. Με αυτό το τρόπο μπορεί να εισέρχονται στην εγκατάσταση δύο παροχές υγραερίου και μια παροχή φυσικού αερίου. Δεν επιτρέπεται και δεν είναι λειτουργικό εάν και οι τρεις παροχές είναι ανίκητες, για αυτό το λόγο έχουμε τοποθετήσει κατάλληλους διακόπτες ώστε να λειτουργήσει η μια παροχή από τις τρεις και οι άλλες δύο να παραμένουν κλειστές. Η

παροχή που θα μείνει ανέκμη εξαρτάται από το κόστος του καυσίμου και θα αναλυθεί στο παρακάτω κεφάλαιο. Στις δύο εξόδους του κολλεκτέρ που απομένουν, στην πρώτη που συνηθώς είναι στο πάνω μέρος του κολλεκτέρ τοποθετούμε έναν ταφ με δύο έξοδους, στην μία έξοδο του ταφ τοποθετούμε ένα μανόμετρο για να παρατηρήσουμε την πίεση που έχει το κολλεκτέρ και στην δεύτερη έξοδο του ταφ τοποθετούμε ένα ασφαλιστικό κολλεκτέρ με επιτρεπτό όριο πίεσης μέχρι 18 (bar). Όταν η πίεση του κολλεκτέρ υπερβεί τα 18 (bar) αυτό το ασφαλιστικό εκτονώνεται. Και στην δεύτερη έξοδο του κολλεκτέρ τοποθετούμε την παροχή που φεύγει για την κατανάλωση. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε έναν κολλεκτέρ με τέσσερις εισόδους και δύο εξόδους, ένα μανόμετρο και εύκαμπτους σωλήνες για φιάλες υγραερίου.



Εικόνα 2.7.1: Κολλεκτέρ, μανόμετρο και εύκαμπτες σωλήνες για φιάλες υγραερίου.

Φίλτρα αερίου : Πολλές φορές το υγραέριο ή το φυσικό αέριο, έχει ακαθαρσίες με μικρά σωματίδια, καθώς μέσα στο εσωτερικό των σωλήνων σχηματίζονται από σκουριά μικρά σωματίδια σκόνης. Αυτές μπορεί λόγω αυξομειώσεων της πίεσεως στο δίκτυο παροχής, και λόγω των υψηλών ταχυτήτων να συμπαρασυρθούν στην έξοδο του κολλεκτέρ και στην συνέχεια στην εγκατάσταση του κτηρίου. Για να μην παρουσιαστούν ανωμαλίες στη λειτουργία των συσκευών αερίου και να βουλώσει το ακροφύσιο που είναι στις εστίες αερίου τοποθετούμε ένα φίλτρο αερίου. Το φίλτρο αερίου που είναι για την γραμμή αερίου είναι τύπου Υ, με συρματένια πλέγματα, συνδέονται με φλάντζα ή με σπείρωμα και τοποθετούνται στην έξοδο του κολλεκτέρ ώστε από όποια παροχή εισέρχεται το αέριο, να μην επιτρέψει την είσοδο των σωματιδίων στη γραμμή του κτηρίου. Υπάρχουν και τα φίλτρα συσκευών αερίου που τοποθετούνται κοντά στις συσκευές αερίου. Και στις δύο περιπτώσεις τα φίλτρα πρέπει να παρατηρούνται συχνά και να τα καθαρίζονται σε τακτικά χρονικά στάδια.

Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε ένα φίλτρο γραμμής τύπου Y και ένα φίλτρο συσκευής αερίου.



Εικόνα 2.7.2: Φίλτρο γραμμής τύπου Y και φίλτρο συσκευής αερίου.

Ρυθμιστές υψηλής πίεσης : Οι ρυθμιστές πίεσης του κτηρίου έχουν αποστολή να διασφαλίζουν μία σταθερή πίεση λειτουργίας στο κτήριο. Στο δίκτυο παροχής από δεξαμενή υγραερίου ή φιάλες υγραερίου, επικρατούν υψηλότερες πιέσεις καθώς με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυτή η πίεση μεταβάλλεται συνεχώς. Οι ρυθμιστές πίεσης είναι απαραίτητες για την ρύθμιση της πίεσης και αυτό επιτυγχάνεται με ένα ρυθμιζόμενο ελατήριο, το οποίο ενεργεί στη μεμβράνη στα εσωτερικά του ρυθμιστή. Όταν αυξάνεται η πίεση εισόδου πιέζεται το ελατήριο προς το άνω μέσο της μεμβράνης και ο ρυθμιστής κλείνει αργά την παροχή του αερίου. Όταν πέφτει η πίεση, τότε η δύναμη του ελατηρίου, μέσω της μεμβράνης ανοίγει το ρυθμιστή και επιτρέπει μία μεγαλύτερη παροχή. Όμως ο κανονισμός για τα κτήρια που καταναλώνουν υγραέριο δεν επιτρέπει να υπερβεί η πίεση στην γραμμή εκτός κτηρίου παραπάνω από 1,5 (bar).

Οι ρυθμιστές πίεσης έχουν ένα ρυθμισμένο κοχλία, που περιστρέφεται και ένα μανόμετρο που μπορούμε να παρατηρήσουμε την ζητούμενη πίεση. Με αυτό το τρόπο γίνεται η ρύθμιση της πίεσης στην έξοδο του ρυθμιστή. Οι ρυθμιστές πίεσης λειτουργούν και σαν αντεπιστροφές βαλβίδες, όπου επιτρέπει την ροή του ρευστού κατά μίας φορά για λόγους ασφαλείας. Εκτός αυτού για να επιλέξουμε το κατάλληλο ρυθμιστή πίεσης πρέπει να γνωρίζουμε την ογκομετρική παροχή που θέλουμε για το κτήριο, όμως πρέπει να είναι γνωστό το τι συσκευές αερίου θα τοποθετήσουμε. Η κάθε συσκευή αερίου, περιέχει την πινακίδα από τον κατασκευαστή η οποία μας εκφράζει το τι παροχή και πίεση χρειάζεται για να λειτουργήσει, καθώς και τι καταναλώνει ανά ώρα λειτουργίας. Έτσι αθροίζουμε όλες τις συσκευές αερίου που θα τοποθετήσουμε ή που υπάρχουν και βρίσκουμε την κεντρική παροχή της γραμμής. Συνηθώς σε έναν κτήριο $120(m^2)$, ένας ρυθμιστής υψηλής πίεσης με ογκομετρική

παροχή περίπου με $Q = 10 \left(\frac{kg}{h} \right)$ και με εύρος πίεσης από 0,1 έως 4 (bar) είναι αρκετό.

Για την παροχή του φυσικού αερίου ο ρυθμιστής αυτός είναι στο μετρητή αερίου και επιτρέπεται να ρυθμίζεται από 0,1 έως 0,9 (bar). Για αυτό το λόγο, στην εξόδο του ρυθμιστή για φυσικό αέριο τοποθετούμε σωλήνες με μεγάλες διαμέτρους ώστε να έχουμε την ζητούμενη παροχή. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε έναν ρυθμιστή υψηλής πίεσης με ογκομετρική παροχή $Q = 10 \left(\frac{kg}{h} \right)$ και με εύρος πίεσης από 0,1 έως 4 (bar).



Εικόνα 2.7.3: Ρυθμιστές υψηλής πίεσης.

Ασφαλιστικό γραμμής : Όταν αυξηθεί η πίεση στην έξοδο του ρυθμιστή υψηλής πίεσης για κάποιο λόγο, π.χ. να έχει πάθει κάποια βλάβη ή κάποιος τεχνικός να το έχει καταργήσει από την εγκατάσταση, τότε στην γραμμή θα αυξηθεί η πίεση. Αυτό δεν το επιτρέπει ο κανονισμός ασφαλείας και είναι επικίνδυνο. Η ασφαλιστική γραμμή είναι ένας μηχανισμός με ελατήριο όπου σε περίπτωση που αυξηθεί η πίεση, το ελατήριο ενεργοποιείται και διακόπτει αυτόματα την προσαγωγή αερίου. Με αυτό το τρόπο μπορούμε να εξασφαλίσουμε την γραμμή και να αποφύγουμε κάποιο ενδεχόμενο κίνδυνο. Η αύξηση της πίεσης θα συνεχιστεί στο κολλεκτέρ που υπάρχει πριν από το ασφαλιστικό της γραμμής, αλλά το ασφαλιστικό του κολλεκτέρ θα εκτονωθεί και το αέριο θα διαφύγει στο περιβάλλον. Το ασφαλιστικό γραμμής βρίσκεται στο εμπόριο με διαφορετικές διαμέτρους και επιτρεπτή πίεση, συνεπώς το τοποθετούμε σε οικίες με διάμετρο 3/8'' και επιτρεπτή πίεση 3(bar). Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε έναν ασφαλιστικό γραμμής με διάμετρο 3/8'' και επιτρεπτή πίεση 3(bar).



Εικόνα 2.7.4: Ασφαλιστικό γραμμής.

Διακόπτες αερίου: Οι διακόπτες για εγκαταστάσεις αερίου είναι αναγκαίες για την απρόσκοπτη λειτουργία τους και για απομόνωση εάν χρειαστεί. Αυτό ισχύει όχι μόνον κατά την καύση των αερίων στις συσκευές αλλά επίσης και για την ασφάλιση των εγκαταστάσεων σε περίπτωση πυρκαγιάς. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε μερικές βαλβίδες και διακόπτες αερίου.



Εικόνα 2.7.5: Διακόπτες αερίου.

Για να μη διαρρέει ανεξέλεγκτα το αέριο σε περίπτωση πυρκαγιάς, τοποθετούνται αυτόματα όργανα προστασίας από πυρκαγιά. Η βαλβίδα πυροπροστασίας τοποθετείται στη γραμμή της εγκατάστασης πριν την συσκευή αερίου. Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία περίπου 70 (°C) στο χώρο που είναι η βαλβίδα, η βαλβίδα πυροπροστασίας κλείνει αυτόματα την προσαγωγή αερίου. Με αυτό το τρόπο το αέριο καύσιμο δε διαχέεται στο περιβάλλον που είναι εγκαταστημένες οι συσκευές αερίου. *Ταχυσύνδεσμο** αερίου με πυροπροστασία είναι η σύνδεση που γίνεται ανάμεσα στη γραμμή της εγκατάστασης με την συσκευή αερίου. Σε περίπτωση που ο εύκαμπτος σωλήνας τραβηχτεί ο ταχυσύνδεσμος αερίου δεν επιτρέπει την διαρροή αερίου στο χώρο που είναι οι συσκευές αερίου. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε τον ταχυσύνδεσμο αερίου.

(*): Ταχυσύνδεσμος αερίου με πυροπροστασία και Βαλβίδα πυροπροστασίας:



Εικόνα 2.7.6: Ταχυσύνδεσμος αερίου με εύκαμπτο σωλήνα.

Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ασφαλείας : Μέχρι στιγμής έχουμε εξασφαλίσει την γραμμή ώστε να υπάρχει σταθερή πίεση με τους ρυθμιστές υψηλής πίεσης και το ασφαλιστικό γραμμής να μην επιτρέπει να υπερβεί η πίεση. Όμως σε περίπτωση που υπάρχει διαρροή υγραερίου στην γραμμή, στις εστίες καυσίμου ή μέσα στο κτήριο, θα συγκεντρώνεται το υγραέριο και μπορεί να γίνει έκρηξη. Για αυτό το λόγο, τοποθετούμε μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ασφαλείας, η οποία είναι απαραίτητο να επικοινωνεί μέσω ενός ηλεκτρικού καλωδίου, με έναν ανιχνευτή διαρροής υγραερίου.

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ασφαλείας τοποθετείται στην γραμμή, στην έξοδο του ασφαλιστικού γραμμής και ο ανιχνευτής διαρροής τοποθετείται μέσα στο κτήριο κοντά στις εστίες καυσίμου. Σε περίπτωση διαρροής υγραερίου μέσα στο κτήριο, ο ανιχνευτής διαρροής την εντοπίζει με αισθητήριο οσμής και δίνει εντολή στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ασφαλείας να κλείσει. Με αυτό το τρόπο η διαρροή υγραερίου δεν θα συνεχιστεί, διότι η παροχή έχει κλείσει και δεν θα υπάρχει κίνδυνος έκρηξης από το υγραέριο.

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ασφαλείας είναι το *σημαντικότερο* * ασφαλιστικό για μια εγκατάσταση υγραερίου και επιβάλλεται αυστηρά από το κανονισμό για κάθε εγκατάσταση υγραερίου σε κτήρια και μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Η φορά του υγραερίου κινείται μόνο κατά μια φορά και δεν επιτρέπει επιστροφή του υγραερίου. Τέτοιες ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες διατίθενται στο εμπόριο με διαφορετικές διαμέτρους και υλικό. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ασφαλείας για υγραέριο.

(*)*Σημαντικότερο:* Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι τα εξαρτήματα αυτά έχουν μεγάλο κόστος για μια εγκατάσταση, όμως είναι υποχρεωτικά από νομό για την ασφάλεια λειτουργίας μιας εγκατάστασης αερίου.



Εικόνα 2.7.7: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ασφαλείας.

Ανιχνευτής διαρροής υγραερίου: Όπως έχουμε αναφέρει παραπάνω το υγραέριο και το φυσικό αέριο είναι άχρωμα και άγευστα στη φυσική τους κατάσταση, όμως για λόγους ασφαλείας προστίθεται οσμή. Ο ανιχνευτής διαρροής, ανιχνεύει πιθανή διαρροή υγραερίου ή φυσικού αερίου, διαθέτει φωτεινές ενδείξεις λειτουργίας και ηχητικό βομβητή. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του, αν ανιχνευτεί φυσικό αέριο ή υγραέριο περισσότερο του επιτρεπόμενου, ο κίτρινος δείκτης ανάβει. Αν η ύπαρξη της μεγάλης αυτής συγκέντρωσης διαρκέσει για πάνω από 10 (sec), τότε ο ανιχνευτής θεωρεί ότι έχει συμβεί διαρροή και διακόπτει την παροχή μέσω ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας. Ταυτόχρονα, σβήνει ο κίτρινος δείκτης, ανάβει ο κόκκινος και ενεργοποιείται ο βομβητής σημαίνοντας συναγερμό. Η παροχή υγραερίου ή φυσικού αερίου στην εγκατάσταση παραμένει κομμένη μέχρι κάποιος ειδικός να ξαναοπλίσει την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και να τροφοδοτήσει με αέριο το κύκλωμα. Σε περίπτωση που συμβεί βλάβη στο κύκλωμα ανίχνευσης της συσκευής η παροχή και πάλι διακόπτεται αυτή τη φορά όμως άμεσα και χωρίς την παρεμβολή της χρονικής καθυστέρησης των 10 (sec). Ο ανιχνευτής πρέπει να είναι συνεχώς σε ρεύμα και σε περίπτωση που υπάρχει διακοπή ρεύματος, αντέχει 72 ώρες, και κλείνει την παροχή. Ο ανιχνευτής πρέπει να βρίσκεται μέσα στο χώρο των συσκευών που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ή υγραέριο π.χ. κουζίνες, θερμοαντήρες νερού, καυστήρες αέρα κ.ά. Όταν χρησιμοποιούμε υγραέριο τοποθετείται σε απόσταση 1 έως 4 (m) από αυτές και η τοποθέτησή του πρέπει να γίνει στο κάτω μέρος του χώρου κοντά στο δάπεδο και σε θέση όχι μεγαλύτερη σε μήκος των 30 (cm) από αυτό. Αυτό γίνεται διότι το υγραέριο έχει μεγαλύτερο ειδικό βάρος από το αέρα του περιβάλλοντος και έτσι το υγραέριο κάθεται στο κάτω μέρος κοντά στο δάπεδο.

Αντίθετα, όταν χρησιμοποιούμε φυσικό αέριο, όπου έχει μικρότερο ειδικό βάρος από τον αέρα, και όταν υπάρχει διαρροή, το φυσικό αέριο πάει ψηλά. Έτσι η τοποθέτησή του πρέπει να γίνει στο άνω μέρος του χώρου και 30 (cm) από το ταβάνι. Για το λωλό που οι εστίες καυσίμου είναι σε διαφορετικούς χώρους π.χ. οι καυστήρες αερίου είναι στο λεβητοστάσιο, οι θερμοαντήρες νερού σε κάποιο

διάδρομο, οι κουζίνες αερίου μέσα στην κουζίνα κ.ά., τοποθετούμε σε κάθε χώρο έναν ανιχνευτή και όλους μαζί τους συνδέουμε με τον κεντρικό ανιχνευτή που είναι συνδεδεμένος με την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε έναν ανιχνευτή για οικιακή χρήση.



Εικόνα 2.7.8: Ανιχνευτής διαρροής υγραερίου.

Τοποθέτηση σωλήνων αερίου καυσίμου : Για το λόγο που οι αγωγοί φυσικού αερίου και υγραερίου δεν επιτρέπεται να τοποθετούνται μέσα στο δάπεδο ή μέσα στο τοίχο, τα τοποθετούμε εξωτερικά με στηρίγματα. Στη στερέωση των σωλήνων πρέπει να ληφθεί υπόψη η ηχοπροστασία, η πυροπροστασία, η αντισεισμική προστασία και η μεταβολή του μήκους λόγω θερμοδιαστολής.

Οι σωληνώσεις του φυσικού αερίου και υγραερίου πρέπει να είναι εξωτερικές ώστε να μπορέσουμε να τα ελέγξουμε και να στηρίζονται στο κτήριο, ώστε να παραλαμβάνονται οι εμφανιζόμενες καταπονήσεις. Οι στερεώσεις των σωληνώσεων πρέπει να είναι κατασκευασμένα από άκαυστα υλικά, από ηχομονωτικό λαστιχένιο παρέμβασμα και οι σωληνώσεις να προστατευτούν από διάβρωση. Για το λόγο ότι η θερμοκρασία του φυσικού αερίου και υγραερίου που ρέει μέσα στους σωλήνες είναι περίπου σταθερή, οι σωλήνες δεν έχουν μεγάλες θερμικές διαστολές, όμως όταν έχουμε μεγάλες αποστάσεις, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μας δημιουργεί μεταβολή μήκους στους σωλήνες. Για το λόγο αυτό τοποθετούμε εύκαμπτους συνδέσμους για να απορροφήσουν τις θερμικές διαστολές. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε έναν αντισεισμικό εύκαμπτο σωλήνα και έναν σωλήνα απορροφητή θερμικών διαστολών.



Εικόνα 2.7.9: Αντισεισμικό σωλήνα και απορροφητή θερμικών διαστολών.

Για την αντισεισμική προστασία των σωλήνων σε κτήριο, τοποθετούμε τον σωλήνα, μόνο όταν τα κτήρια έχουν διαφορετικό θεμέλιο. Για παράδειγμα, τα τελευταία χρονιά συνηθίζεται το λεβητοστάσιο να τοποθετείται μερικά μέτρα μακριά από την οικία για λογούς θορύβου. Έτσι σε περίπτωση που ο σωλήνας στηρίζεται στο τοίχωμα της οικίας, αυτόματα στηρίζεται στο τοίχωμα του λεβητοστασίου. Τα δύο κτήρια έχουν διαφορετικό θεμέλιο και σε περίπτωση σεισμού θα έχουν διαφορετικές ταλαντώσεις. Για το λόγο αυτό τοποθετούμε έναν αντισεισμικό εύκαμπτο σωλήνα.

Οι αγωγοί αερίου δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως απαγωγοί ή γειωτές και να απέχουν από ηλεκτρικά καλώδια. Οι αγωγοί φυσικού αερίου και υγραερίου πρέπει να απέχουν από σωληνώσεις νερού 5 (cm) και 5 (cm) όταν είναι εντοιχισμένο ηλεκτρονικά ή ηλεκτρικά καλώδια. Όταν οι γραμμές των καλωδίων είναι εξωτερικές τότε πρέπει να απέχουν 10 (cm) και δεν πρέπει να στερεώνονται πάνω σε άλλους αγωγούς. Πολλές φορές οι σωλήνες που μεταφέρουν υγραέριο είναι εξωτερικές και οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα παγώνουν τους σωλήνες και δημιουργείται παγοφραγμος. Για να αποφευχθεί ένα τέτοιο φαινόμενο μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα θερμοκαλώδιο. Το θερμοκαλώδιο είναι μια ηλεκτρική αντίσταση από 70 έως 140 (w), είναι στεγανό και η λειτουργία του ελέγχεται από τον θερμοστάτη του από τους 3 έως 13 (°c). Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε το θερμοκαλώδιο γραμμής για την προστασία των σωληνώσεων από παγετό.



Εικόνα 2.7.10: Θερμοκαλώδιο γραμμής.

Παροχές χαμηλής, μέσης και υψηλής πίεσης : Οι εγκαταστάσεις υγραερίου στο κτήριο σε σχέση με την παροχή και την πίεση, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες παροχή χαμηλής πίεσης που είναι μέχρι 100 (bar), παροχή μέσης πίεσης που είναι επάνω από 100 (bar) μέχρι 2 (bar) και παροχή υψηλής πίεσης που είναι επάνω από 2 (bar). Η πίεση λειτουργίας των σωληνώσεων εντός κτηρίου, ανάλογα με τη χρήση, δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα όρια του παρακάτω πίνακα 2.7.1, εκτός εάν οι συσκευές κατανάλωσης έχουν πιστοποιηθεί για υψηλότερες πιέσεις.

Πίνακας 2.7.1: Μέγιστες επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας εντός κτηρίου.

Είδος χρήσης	Πίεση (mbar)
Χρήση με πίεση σύνδεσης μέχρι 50 mbar	50
Λεβητοστάσια κεντρικής θέρμανσης	70
Λεβητοστάσια μεγάλων κτηρίων, νοσοκομείων, ξενοδοχείων κλπ. Με συνολική παροχή $\leq 300 (\frac{kg}{h})$.	70
Λεβητοστάσια μεγάλων κτηρίων, νοσοκομείων, ξενοδοχείων κλπ. Με συνολική παροχή $> 300 (\frac{kg}{h})$.	300
Επαγγελματικά μαγειρεία	50
Λοιπές επαγγελματικές χρήσεις	70
Επαγγελματικά εργαστήρια	50
Ερευνητικά εργαστήρια	300

Αντίστοιχα η παροχή φυσικού αερίου όταν είναι για οικιακή χρήση είναι μόνο χαμηλής πίεσης 22 (bar) που είναι και η πίεση τελικής χρήσης στις οικίες. Η γραμμή με παροχή υψηλής πίεσης δεν επιτρέπεται από το κανονισμό ασφάλισης να εισέρχεται μέσα στο κτήριο. Για το λόγω αυτό τοποθετούμε ένα ρυθμιστή χαμηλής πίεσης και στην συνέχεια η γραμμή εισέρχεται μέσα στο κτήριο. Ο ρυθμιστής χαμηλής πίεσης έχει εύρος πίεσης από 0.1 έως 1.0 (bar) και η επιθυμητή χαμηλή πίεση ρυθμίζεται μέσω της περιστροφής του ρυθμιστικού χειροτροχού. Έτσι, αλλάζει η δύναμη του ελατηρίου στη μεμβράνη χαμηλής πίεσης, οπότε αλλάζει και το άνοιγμα εκροής του ακροφυσίου. Σε περίπτωση πτώσης της πίεσης, π.χ. λόγω μεγαλύτερης διέλευσης ή λόγω μικρότερης υπερπίεσης, η μεμβράνη χαμηλής πίεσης κινείται προς τα κάτω μαζί με την πλάκα πρόσκρουσης.

Ο ρυθμιστής αυτός υποβιβάζει την πίεση από υψηλής πίεσης που έχει η εξωτερική γραμμή και ρυθμίζει την ογκομετρική παροχή. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε έναν ρυθμιστής χαμηλής πίεσης με 30 (mbar) και με παροχή $10 (\frac{kg}{h})$.



Εικόνα 2.7.11: Ρυθμιστές χαμηλής πίεσης.

Για να έχουμε την κατάλληλη ογκομετρική παροχή και κατάλληλη πίεση, πρέπει να επιλέξουμε την κατάλληλη διάμετρο του αγωγού που θα μεταφέρει το υγραέριο μέσα στο κτήριο και να γνωρίζουμε τις συσκευές αερίου που θα τοποθετήσουμε. Όταν ρυθμίζουμε την παροχή χαμηλής πίεσης πρέπει να γνωρίζουμε τις απώλειες από ευθύγραμμα τμήματα (*μείζονες απώλειες*) και απώλειες από διάφορα εξαρτήματα (*τοπικές απώλειες*), όπως βάνες, γωνίες, ταφ, μαστός, μούφες κ.λπ. Για να μπορέσουμε να εξισορροπήσουμε το δηκτικό διανομής τοποθετούμε *βάνες στραγγαλίζου* που είναι και η καλύτερη μέθοδος ή με ταφ συστολικά π.χ. φ22 – φ15 – φ18, ώστε να επιτύχουμε την κατάλληλη παροχή σε κάθε συσκευή αερίου.

Όμως σε ένα κτήριο υπάρχουν και εστίες καυσίμου που για να λειτουργήσουν είναι απαραίτητο να έχουν παροχή υψηλής πίεσης, όπως ατμοσφαιρικές καυστήρες υγραερίου και για γρήγορο μαγείρεμα.

Για την παροχή υψηλής πίεσης οι προδιαγραφές και οι διατάξεις ασφαλείας είναι ποιοι αυστηρές και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην ασφάλεια της γραμμής. Για παράδειγμα, όταν συνδέουμε μια συσκευή υγραερίου με την γραμμή της υψηλής πίεσης ή σύνδεση πρέπει να είναι σταθερή και να μην είναι με εύκαμπτο σωλήνα. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε μια ρυθμιζόμενη βάνα στραγγαλίζου, συστολικά ταφ και σταθερή σύνδεση ενός καυστήρα υγραερίου.



Εικόνα 2.7.12: Ρυθμιζόμενη βάνα, συστολικά ταφ και σταθερή σύνδεση.

(*)*Βάνες στραγγαλίζου:* Τα τοποθετούμε για να εξισορροπήσουμε την εγκατάσταση. Πρέπει να τονίσουμε ότι είναι η καλύτερη μέθοδος σε σύγκριση με τα ταφ συστολικά, όμως έχουν και μεγαλύτερο κόστος αγοράς.

2.8 Εγκατάσταση συσκευών αερίου.

Για την καύση των αερίων απαιτείται οξυγόνο και εκτός από την επιθυμητή θερμότητα αναπτύσσονται και καυσαέρια. Για αυτόν το λόγο, ανάλογα με τον τρόπο παροχής του αέρα καύσεως, την απαγωγή των καυσαερίων, την κατασκευαστική τους διαμόρφωση, εάν υπάρχει ανεμιστήρας και εάν είναι πριν ή μετά από την εστία καυσίμου, διακρίνονται σε είδος Α, Β και C.

Οι συσκευές αερίου **είδος Α** που δεν έχουν θάλαμο καύσεως ή έχουν έναν ανοικτό θάλαμο καύσεως π.χ. οι καυστήρες κολλήσεως, οι εστίες μαγειρέματος και θερμάστρες ακτινοβολίας. Αυτές οι συσκευές παίρνουν τον αέρα για την καύση από το χώρο που βρίσκονται και στέλνουν τα καυσαέρια στον ίδιο χώρο.

Οι συσκευές αερίου του είδους Α δεν χρειάζονται εγκατάσταση καυσαερίων, όμως διακρίνονται μεταξύ τους σε Α1 που είναι χωρίς ανεμιστήρα, Α2 που είναι με ανεμιστήρα μετά τον καυστήρα με εναλλάκτη θερμότητας και Α3 με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα.

Σε όλες τις περιπτώσεις αναφέρεται πάνω η πρόσθετη σήμανση AS για συσκευές αερίου με διάταξη επιτήρησης ατμόσφαιρας (π.χ. Α1AS). Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε συσκευές αερίου είδος Α.



Εικόνα 2.8.1: Συσκευές αερίου είδος Α.

Οι συσκευές αερίου είδος Α πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ώστε να βεβαιωθούμε ότι καίνε σωστά, διότι μπορεί να διαρρεύσουν από αυτές επικίνδυνα αέρια όπως το μονοξείδιο του άνθρακα μέσα στον αέρα του δωματίου, που αυτό μπορεί να είναι και θανατηφόρο.

Οι συσκευές αερίου **είδος Β** έχουν ανοιχτό θάλαμο καύσεως έναντι του χώρου τοποθέτησής τους και χρειάζονται εγκατάσταση για την απαγωγή των καυσαερίων. Παίρνουν τον αέρα για την καύση από το χώρο που βρίσκονται και για αυτό ονομάζονται συσκευές αερίου εξαρτώμενες από τον αέρα χώρου. Η απαγωγή των καυσαερίων γίνεται με μία καπνοδόχο. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε ανεμιστήρες οι οποίοι χρησιμεύουν για να απομακρύνουν τα καυσαέρια μέσω καμινάδας.



Εικόνα 2.8.2: Ανεμιστήρες συσκευές αερίου είδος B.

Οι συσκευές αερίου είδος B διακρίνονται μεταξύ τους στο παρακάτω πίνακα:

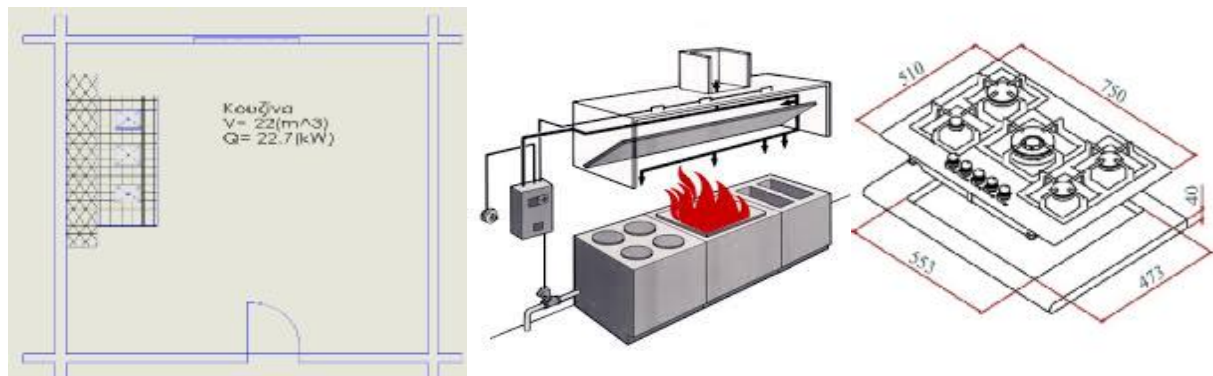
Πίνακας 2.8.1: Κατάταξη των συσκευών αερίου είδος B.

<p>B_1 : Συσκευή αερίου με ασφάλεια ροής.</p> <p>B_{11} Χωρίς ανεμιστήρα</p> <p>B_{13} Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα</p> <p>Πρόσθετη σήμανση: AS για συσκευές αερίου με διάταξη επιτήρησης ατμόσφαιρας (π.χ. B_{11AS})</p> <p>Πρόσθετη σήμανση: BS (Blocked Safety) για συσκευές αερίου με διάταξη επιτήρησης καυσαερίων (π.χ. B_{11BS})</p>
<p>B_2 : Συσκευή αερίου χωρίς ασφάλεια ροής.</p> <p>B_{22} με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας</p> <p>B_{23} Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα</p>
<p>B_3 : Συσκευή αερίου χωρίς ασφάλεια ροής, στην οποία όλα τα τμήματα της διαδρομής των καυσαερίων τα ευρισκόμενα υπό υπερπίεση περιρρέονται από τον αέρα καύσης.</p> <p>B_{32} Με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας</p> <p>B_{33} Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα</p>
<p>B_4 : Συσκευή αερίου χωρίς ασφάλεια ροής προοριζόμενη για σύνδεση μόνο με δικό της ιδιαίτερο αγωγό απαγωγής καυσαερίων.</p> <p>B_{41} Χωρίς ανεμιστήρα</p> <p>B_{43} Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα</p> <p>Πρόσθετη σήμανση: AS, BS</p>
<p>B_5 : Συσκευή αερίου χωρίς ασφάλεια ροής προοριζόμενη για σύνδεση μόνο με δικό της ιδιαίτερο αγωγό απαγωγής καυσαερίων.</p> <p>B_{52} Με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας</p> <p>B_{53} Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα</p>

Αν σε χώρους ή κατοικίες, λειτουργεί εξαεριστήρας ο οποίος απομακρύνει τα καπναέρια προς την ύπαιθρο, π.χ. σε κουζίνες, υπνοδωμάτια ή τουαλέτες, τότε απαγορεύεται η τοποθέτηση συσκευών του είδους B σε αυτούς χώρους. Για την απρόσκοπτη και για την ακίνδυνη λειτουργία των συσκευών, πρέπει η ισχύς των συσκευών να είναι εναρμονισμένη με το μέγεθος του χώρου. Για αυτόν το λόγο πρέπει να αποδειχθεί υπολογιστικά ο στόχος προστασίας 1 και 2. Ο στόχος προστασίας 1 είναι για την τοποθέτηση μιας συσκευής αερίου του είδους B με

ασφάλεια ροής, πρέπει πρώτα να ελεγχθεί αν ο όγκος του χώρου τοποθέτησης είναι αρκετός για πιθανή επιστροφή καπναερίων από ανωμαλίες της καπνοδόχου και ο στόχος προστασίας 2 πρέπει να αποδειχθεί ότι για όλες τις συσκευές του είδους Β, είναι εξασφαλισμένη η παροχή αέρα καύσεως, όταν λειτουργεί η συσκευή στην μέγιστη ονομαστική ισχύ.

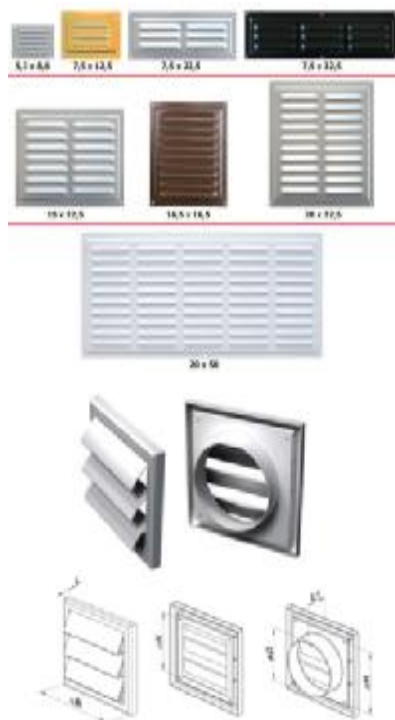
Παράδειγμα 2.8.1: Σε ένα διαμέρισμα ορόφου θα εγκατασταθεί στη κουζίνα μία ένθετη συσκευή μαγειρέματος με ονομαστική ισχύ 22.7 (kW) και για 1 (kW) είναι απαραίτητος όγκος χώρου τουλάχιστον $1 (m^3)$. Η εσωτερική πόρτα και παράθυρο έχουν αεροστεγές παρέμβαση σε όλες τις πλευρές τους. Η κουζίνα έχει εμβαδό $22 (m^2)$, η κάτοψη και η ενδεικτική συσκευή μαγειρέματος που θα εγκατασταθεί απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα 2.8.1. Να ελέγξετε υπολογιστικά την επικοινωνία για τον αέρα καύσεως και με ποιες προϋποθέσεις για κουζίνα είδους Β επιτρέπεται η τοποθέτηση;



Σχήμα 2.8.1. Κάτοψη και συσκευή μαγειρέματος.

Λύση :

Για το λόγο που το πηλίο χώρος – ισχύς (RLV) δεν είναι 1:1 δηλαδή, συσκευή μαγειρέματος με ισχύ 22.7 (kW) είναι απαραίτητος όγκος χώρου τουλάχιστον $22,7 (m^3)$ και όχι $22,0 (m^3)$. Η συσκευή μαγειρέματος δεν επιτρέπεται να εγκατασταθεί, όμως για να γίνεται επικουρική ανανέωση του αέρα από γειτονικό χώρο, εκτός υπαίθρου, πρέπει να υπάρχουν δύο περσίδες στην πόρτα με ελεύθερη διατομή $150 (cm^2)$ η καθεμία. Σε αυτήν την περίπτωση μπορούμε να εγκαταστήσουμε την συσκευή μαγειρέματος. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε περσίδες αερισμού.



Εικόνα 2.8.3: Περσίδες αερισμού.

Οι συσκευές αερίου **είδος C** είναι εστίες με κλειστό θάλαμο καύσεως έναντι του χώρου τοποθέτησής τους. Αναρροφούν τον αέρα καύσεως κατευθείαν από τον υπαίθριο χώρο και οδηγούν τα καπναέρια, επίσης στην υπαίθριο μέσω εγκαταστάσεως καπναερίων. Οι συσκευές αυτού του είδους ονομάζονται συσκευές αερίου ανεξάρτητες από τον αέρα χώρου και καλούνται ως κλειστά συστήματα. Πρόσθετη σήμανση για συσκευές του τύπου C και χαρακτηρισμό “X” με ανεμιστήρα, πρέπει όλα τα τμήματα της διαδρομής των καυσαερίων να ευρισκόμενα υπό υπερπίεση περιρρέονται από τον αέρα καύσεως να πληρούν αυξημένες απαιτήσεις στεγανότητας, έτσι ώστε να μην μπορούν να εκρέουν καυσαέρια σε επικίνδυνες ποσότητες (π.χ. C12x). Οι συσκευές αερίου είδος C διακρίνονται μεταξύ τους όπως το παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.8.2: Κατάταξη των συσκευών αερίου είδος C.

C₁ : Συσκευή αερίου με οριζόντια προσαγωγή αέρα καύσεως και απαγωγή καυσαερίων μέσω εξωτερικού τοίχου. Τα στόμια των αγωγών βρίσκονται το ένα κοντά στο άλλο στην ίδια περιοχή πίεσης.

C₁₁ Χωρίς ανεμιστήρα

C₁₂ Με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας

C₁₃ Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα

C₃ : Συσκευή αερίου με κατακόρυφη προσαγωγή αέρα καύσεως και απαγωγή καυσαερίων μέσω εξωτερικού τοίχου. Τα στόμια των αγωγών βρίσκονται το ένα κοντά στο άλλο στην ίδια περιοχή πίεσης.

C₃₁ Χωρίς ανεμιστήρα

C₃₂ Με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας

C₃₃ Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα

C₄ : Συσκευή αερίου με προσαγωγή αέρα καύσης και απαγωγή καυσαερίων για σύνδεση με ένα σύστημα αέρα – καυσαερίων.

C₄₂ Με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας

C₄₃ Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα

C₅ : Συσκευή αερίου με χωριστή προσαγωγή αέρα καύσης και απαγωγή καυσαερίων. Για σύνδεση με ένα σύστημα αέρα – καυσαερίων. Τα στόμια των αγωγών βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές πίεσης.

C₅₂ Με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας

C₅₃ Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα

C₆ : Συσκευή αερίου για την οποία προβλέπεται σύνδεση με διάταξη προσαγωγής αέρα καύσης και απαγωγή καυσαερίων, η οποία δεν έχει δοκιμασθεί μαζί με τη συσκευή αερίου.

C₆₂ Με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας

C₆₃ Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα

C₈ : Συσκευή αερίου με σύνδεση απαγωγής καυσαερίων με μια κοινή εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων (λειτουργία υπό υποπίεση) και χωριστή προσαγωγή αέρα καύσης από την ύπαιθρο.

C₈₂ Με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας

C₈₃ Με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα

Για συσκευές αερίου του είδους C με φυσητήρα και το χαρακτηρισμό “X”, δεν υπάρχουν απαιτήσεις σχετικές με το μέγεθος του χώρου. Όμως οι συσκευές αερίου του είδους C με φυσητήρα και χωρίς το χαρακτηρισμό “X”, πρέπει να τοποθετηθούν σε χώρους οι οποίοι έχουν άνοιγμα προς την ύπαιθρο, είτε είναι ένα άνοιγμα εμβαδού 150 (cm²), είτε είναι δύο ανίγματα εμβαδού 75 (cm²) το καθένα. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε συσκευές αερίου είδος C και καπναγωγός για συσκευές είδος C.



Εικόνα 2.8.4: Συσκευές αερίου και καπναγωγός για συσκευές είδος C.

Όταν λειτουργούν συσκευές αερίου του είδους Α ή του είδους Β χρειάζονται για την καύση οξυγόνου, το οποίο αφαιρείται από το χώρο τοποθέτησής τους. Αν δεν μπορεί να αναπληρωθεί ο αέρας της καύσεως, τότε θα προκύψει μία ατελής καύση. Εκτός αυτού, μπορούν να έλθουν τα καπναέρια στο χώρο τοποθέτησής τους, αν οι συσκευές δεν διαθέτουν θάλαμο καύσεως ή διαθέτουν ανοιχτό θάλαμο καύσεως. Για τον λόγο αυτό οι χώροι τοποθέτησής τους συσκευών αερίου πρέπει, σε σχέση και με το μέγεθος της οικοδομής να δημιουργηθούν κατά τρόπο ώστε όταν χρησιμοποιούνται αυτοί να μη δημιουργούνται κίνδυνοι για τους ανθρώπους.

Ανάλογα με την θερμαντική ισχύ της συσκευής πρέπει να έχουν οι χώροι τοποθέτησής τους ορισμένες διαστάσεις για συναρμολόγηση, συντήρηση και υπηρετήση των συσκευών. Οι ελάχιστες αποστάσεις από τα γειτονικά αντικείμενα, κατά την τοποθέτηση των συσκευών πρέπει να είναι σύμφωνες με τις οδηγίες του κατασκευαστή και επιτρέπεται η χρησιμοποίηση μόνον συσκευών οι οποίες στην πινακίδα τους έχουν το σήμα CE. Όλες οι συσκευές πρέπει να τοποθετηθούν κατά τρόπο ώστε με τη θερμότητα να μην κινδυνεύουν τα γειτονικά έπιπλα και η εύκαμπτη σύνδεσή τους. Στα κλιμακοστάσια και γενικά στους προσιτούς χώρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται σαν οδοί διαφυγής, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σαν χώροι τοποθέτησής τους συσκευών αερίου. Το ίδιο ισχύει και για χώρους στους οποίους θα αποθηκεύονται εύφλεκτες ή εκρηκτικές ύλες.

2.9 Λειτουργία και δομή των συσκευών αερίου.

Μέσα στο θάλαμο καύσεως, γίνεται πρόσμιξη μεταξύ του αέρα του περιβάλλοντος με το υγραέριο ή το φυσικό αέριο. Όταν καίγονται δημιουργούνται καυσαέρια τα οποία είναι απαραίτητα να διοχετεύονται στο περιβάλλον με ασφάλεια. Το υγραέριο και το φυσικό αέριο εισέρχονται στην εστία καυσίμου μέσω αγωγού και με την βοήθεια μιας οπής εκροής “μπεκ η ακροφυσιο” ψεκάζει το χώρο του θαλάμου καύσεως. Όμως για να υπάρχει συνεχής φλόγα εκτός από το υγραέριο ή το φυσικό αέριο, πρέπει να υπάρχει διαθέσιμος αέρας περιβάλλοντος και ένα σύστημα ασφαλείας για την καύση. Το σύστημα ασφαλείας για την καύση μας εξασφαλίζει την καύση μέσα στο θάλαμο καύσεως, είναι αναμμένο όταν θέλουμε να λειτουργήσει η συσκευή αερίου, για να μπορέσει το υγραέριο ή το φυσικό αέριο να καίγεται και να θερμαίνει το χώρο του θαλάμου καύσεως. Σε περίπτωση που το πιλότο σβήνει, συνήθως από διαταραχές του αέρα, το υγραέριο ή το φυσικό αέριο δεν θα υπέχει ανάφλεξη και θα συγκεντρώνεται στο θάλαμο καύσεως. Σε αυτήν την περίπτωση το υγραέριο ή το φυσικό αέριο θα συγκεντρώνεται στο χώρο του θαλάμου καύσεως. Ενδεχομένως να έχουμε έκρηξη και να προκαλέσουμε κάποια βλάβη στη συσκευή καυσίμου ή ακόμη και στους ανθρώπους που μπορεί να βρίσκονται στο χώρο. Το σύστημα ασφαλείας για την καύση παρατηρεί και εξασφαλίζει την καύση μέσα στο θάλαμο καύσεως, αποτελείται από έναν αναφλεκτήρα, ένα μετασχηματιστή αναφλέξεως, έναν πιλότο με μικρή κατανάλωση, ένα μπεκ ψεκασμού υγραερίου ή

φυσικού αερίου, έναν μαγνητικό διακόπτη και όλες οι εστίες διαθέτουν θερμοστοιχείο. Αναλύοντας όλα τα μέρη που αποτελείται ο πιλότος αυτός έχουμε :

Αναφλεκτήρας, είναι μία μεταλλική ακίδα και είναι καλυμμένη με πορσελάνη, παίρνει την εντολή από το μετασχηματιστή αναφλέξεως με ένα καλώδιο το οποίο είναι ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες και δημιουργεί σπινθηρισμό στο πιλότο για να ανάβει η φλόγα της.

Μετασχηματιστής αναφλέξεως είναι στο εξωτερικό χώρο της συσκευής αερίου και πατιέται με το χέρι ή ηλεκτρονικά. Αυτός, όταν το πατάμε δημιουργεί υψηλή τάση μέχρι που στην ανάφλεξη δημιουργείται τόξο ρεύματος και με το σπινθηρισμό αυτό ανάβει ο πιλότος.

Πιλότος είναι συνεχώς με φλόγα για όσες ώρες είναι αναμμένη η εστία καύσιμου, είναι κοντά στην εστία καυσίμου 'σχάρα' και έχει ρυθμιζόμενο μπεκ.

Μπεκ - είναι στο εσωτερικό μέρος του πιλότου- είναι ρυθμιζόμενο και είναι διαφορετικός σε κάθε καύση. Για παράδειγμα το μπεκ που είναι για υγραέριο δεν μπορεί να είναι για φυσικό αέριο. Οι κατασκευαστές συνήθως δίνουν μπεκ για φυσικό αέριο και για υγραέριο, οι τεχνίτες αναλόγως με το είδος του καυσίμου, τοποθετούνε και το αντίστοιχο μπεκ.

Μαγνητικός διακόπτης είναι ένας μηχανισμός που συνεργάζεται με το πιλότο. Στο μαγνητικό διακόπτη εισέρχεται υγραέριο ή το φυσικό αέριο και διαχωρίζεται σε δύο εξόδους. Η μία έξοδος που είχε μία μικρή παροχή και με την βοήθεια ενός σωλήνα συνήθως με διάμετρο $\phi = 8$ (mm) τροφοδοτεί το πιλότο. Ο άλλος σωλήνας τροφοδοτεί την εστία καυσίμου ή "σχάρα".

Θερμοστοιχείο ή "θερμοκόπιες" που είναι το σημαντικότερο εξάρτημα μιας συσκευής, συνδέεται στο πιλότο και στο μαγνητικό διακόπτη. Το θερμοστοιχείο όταν είναι στο πιλότο είναι στη φλόγα, με την βοήθεια της θερμότητας που είχε η φλόγα φορτίζεται με ενεργεία και κρατεί το μαγνητικό διακόπτη ανοικτό. Έτσι το υγραέριο ή το φυσικό αέριο περνάει από το μαγνητικό διακόπτη και πάει στην εστία καυσίμου ή "σχάρα". Εκεί το υγραέριο ή το φυσικό αέριο συναντιέται με το πιλότο που είναι ήδη αναμμένο με φλόγα, αναφλέγεται η εστία καυσίμου και θερμαίνουμε το θάλαμο καύσεως. Σε περίπτωση που ο πιλότος σβήνει για κάποιον λόγο όπως διαταραχές της παροχής ή από το αέρα του περιβάλλοντος, το θερμοστοιχείο δεν θερμαίνεται και δίνει εντολή στο μαγνητικό διακόπτη να κλίσει την παροχή του υγραερίου ή του φυσικού αερίου. Το θερμοστοιχείο είναι από χαλκό και είναι σε διαφορετικά μήκη, έχει συγκεκριμένη διάρκεια ζωής, συνήθως 12.000 ώρες και για το λόγο αυτό αντικαθίσταται συχνά από τους τεχνίτες. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι όταν έχουμε υγραέριο, το θερμοστοιχείο πρέπει να το τοποθετήσουμε λίγο πιο κάτω από την ευθεία του πιλότου για το λόγο ότι το υγραέριο είναι βαρύτερο από την ατμοσφαιρική πίεση του αέρα. Αντίστοιχα όταν έχουμε φυσικό αέριο ως καύση το θερμοστοιχείο πρέπει να το τοποθετήσουμε λίγο πιο πάνω από τον πιλότο διότι το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από το αέρα του περιβάλλοντος. Σε όλες τις περιπτώσεις το θερμοστοιχείο πρέπει να είναι σε επαφή με την φλόγα του πιλότου. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε ένα σύστημα ασφαλείας για την καύση και θερμοστοιχείο.



Εικόνα 2.9.1: Σύστημα ασφαλείας για την καύση και Θερμοστοιχείο.

2.10 Κατασκευή Πινακίδας με δίκτυο Αερίων Καυσίμων.

Για την καλύτερη κατανόηση του δικτύου αερίων καυσίμων και των αναγκαίων εξαρτημάτων ρύθμισης και ελέγχου αυτών, κατασκευάσα μια πινακίδα, πάνω στην οποία τοποθέτησα ένα δίκτυο για παροχή Φυσικού Αερίου ή Υγραερίου σε κατοικία, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.10.1: Πινακίδα δικτύου για παροχή Υγραερίου ή Φυσικού Αερίου.

Η παραπάνω πινακίδα κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου από εμένα χρησιμοποιώντας εξαρτήματα τα οποία αγόρασα και τοποθέτησα πάνω σε αυτήν. Η τοποθέτηση έγινε με βάση όλων των προϋποθέσεων και κανονισμών που ορίζει ο νόμος. Η διαδικασία

της τοποθέτησης συμπεριλαμβάνει διεργασίες όπως οξυγονοκόλληση, δημιουργία σπειρώματος, συνδεσμολογία, στήριξη των εξαρτημάτων και έλεγχο σωστής λειτουργίας τους. Η παραπάνω διαδικασία κατασκευής απεικονίζεται στις παρακάτω εικόνες σε διάφορα στάδια της τοποθέτησης και εν τέλει ελέγχθηκε από τον επιβλέπον καθηγητή μου.



Εικόνα 2.10.2: Διαδικασία κατασκευής.

3 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.

3.1 Υγραέριο – Φυσικό αέριο και περιβάλλον.

Οι οικολογικές βλάβες που προκαλεί η καύση του υγραερίου και του φυσικού αερίου στο περιβάλλον, οφείλονται σε αέριους ρύπους προερχόμενους από ρυπογόνες πηγές όπως εστίες κεντρικής θέρμανσης, γκριλ, κουζίνες, φούρνους, θερμαντήρες νερού, εστίες και άλλες εφαρμογές εγκατάστασης ή συσκευές αερίου. Πρέπει να τονιστεί εξ αρχής, ότι το φυσικό αέριο και το υγραέριο όπως σχεδόν όλα τα αέρια καύσιμα (μεθάνιο, αιθάνιο, βουτάνιο, προπάνιο κλπ., είναι λιγότερο επιβλαβή περιβαλλοντικά σε σχέση με το πετρέλαιο, τον άνθρακα και τα άλλα ορυκτά καύσιμα. Τούτο όμως ισχύει αναφορικά με την παραγωγή οξειδίου του θείου και τα στερεά σωματίδια αιθάλης. Δεν ισχύει όμως για τα παραγόμενα κατά την καύση οξειδία του αζώτου, μεταλλικά ιχνοστοιχεία και βαρύτερους υδρογονάνθρακες. Γενικά, οι κυριότεροι αέριοι ρύποι μπορούν να ομαδοποιηθούν σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Οι πρωτογενείς ρύποι παράγονται άμεσα κατά την καύση και εκπέμπονται κατευθείαν στην ατμόσφαιρα, ενώ οι δευτερογενείς ρύποι σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα σε δεύτερο στάδιο μετά την έξοδό τους από καπναγωγούς και μετά από φωτοχημικές ή και χημικές αντιδράσεις διαφόρων προϊόντων καύσης. Κατά τη διάρκεια της απελευθέρωσης της θερμότητας σχηματίζονται σε μεγάλες ποσότητες αέρια καύσης, όπως είναι οι υδρατμοί H_2O και σε μικρές ποσότητες διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , του οποίου οι αρνητικές επιπτώσεις έχουν μακροσκοπικό χαρακτήρα, επειδή δεν επηρεάζουν άμεσα το περιβάλλον κοντά στην περιοχή, όπου αυτό παράγεται άλλα γενικότερα συντείνουν στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Παράλληλα όμως σχηματίζονται και άλλα επιβλαβή αέρια καύσης, που είναι δηλητηριώδη ακόμη και σε μικρές ποσότητες. Οι ρύποι που σχηματίζονται κατά την καύση των αερίων καύσιμου μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

Οξείδια του άνθρακα, είναι πρωτογενείς ρύποι, κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 και το μονοξείδιο CO . Εκτιμήσεις δείχνουν ότι στην ευθύνη για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 συμμετέχει κατά 55% και ειδικότερες επιπτώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα CO είναι ότι είναι δηλητηριώδες για τον άνθρωπο και τα ζώα και προκαλεί διαταραχές στο κεντρικό νευρικό σύστημα και στο καρδιακό κυκλοφορικό σύστημα. Για αυτές τις επιπτώσεις, το 2004 υπογράφηκε η συνθήκη του Κιότο που περιόριζε την εκπομπή των ρύπων στην ατμόσφαιρα για κάθε κράτος. Το πλεονέκτημα του φυσικού αερίου και του υγραερίου είναι ότι περιέχουν πολύ μικρό ποσοστό διοξείδιο του άνθρακα CO_2 .

Οξείδια του θείου SO_x , αυτό παράγεται κατά την καύση και αποτελεί μια από τις σοβαρότερες σύγχρονες απειλές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Η ποσότητα που εκλύεται είναι ανάλογη με την ποσότητα του θείου που περιέχεται στο καύσιμο. Παράλληλα με το σχηματισμό του SO_2 , το θείο του καιόμενου καυσίμου δίνει και ποσότητες τριοξειδίου του θείου SO_3 , το οποίο με τους υδρατμούς των καυσαερίων

μετατρέπεται στο εξαιρετικά τοξικό θειικό οξύ H_2SO_4 και παρατηρείται οπτικά στις καμινάδες που απάγουν τα καυσαέρια. Οι κυριότερες επιπτώσεις από τα οξείδια του θείου είναι ότι προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα στον άνθρωπο, συντελούν στη μείωση της χλωροφύλλης στα φυτά και προκαλούν διάβρωση σε κτήρια και μεταλλικές κατασκευές. Το φυσικό αέριο και το υγραέριο περιέχει πολύ λίγο θείο και πλεονεκτήματα από τα άλλα ορυκτά καύσιμα.

Τα οξείδια του αζώτου NO_x , είναι παράγωγα της καύσης του φυσικού αερίου ή του υγραερίου και συντελεί σημαντικά στη δημιουργία φωτοχημικής ρύπανσης. Το διοξείδιο NO_2 , που είναι δευτερογενείς ρύποι και προκύπτει από την χημική αντίδραση, είναι το τοξικότερο όλων γιατί όταν συγκεντρώνεται, βλάπτει αναπνευστικά όργανα και παράλληλα σχηματίζει φωτοχημικό νέφους. Το φωτοχημικό νέφους κατεβαίνει στην επιφάνεια της Γη ως όξινη βροχή και το φαινόμενο αυτό, παρατηρείται έντονα στις μεγάλες πόλεις της Ελλάδας, όπως Αθηνά και Θεσσαλονίκη.

Άλλοι ρύποι που δημιουργούνται κατά την καύση του φυσικού αερίου ή του υγραερίου είναι τα αιωρούμενα σωματίδια και όταν έχουμε μεγάλες εστίες καύσης με φυσικό αέριο ή υγραέριο δημιουργούνται λοιποί ρύποι, όπως οι λεγόμενοι επικίνδυνοι αέριοι ρύποι. Τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούμε να τα συγκεντρώσουμε με κατάλληλο φίλτρο και τους λοιπούς ρύπους μπορούμε να τους περιορίσουμε με κατάλληλη ρύθμιση της φλόγας στις εστίες καύσης.

Για όλους τους ρύπους που αναφέραμε παραπάνω, σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούμε το φυσικό αέριο ή το υγραέριο είναι πολύ λιγότερο από τα άλλα ορυκτά καύσιμα και πολύ φιλικότερο προς το περιβάλλον. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε θειικό οξύ στις καμινάδες που απάγουν τα καυσαέρια και φωτοχημικό νέφους στον λεκανοπέδιο της Αττικής.



Εικόνα 3.1.1: Θειικό οξύ στις καμινάδες και φωτοχημικό νέφους.

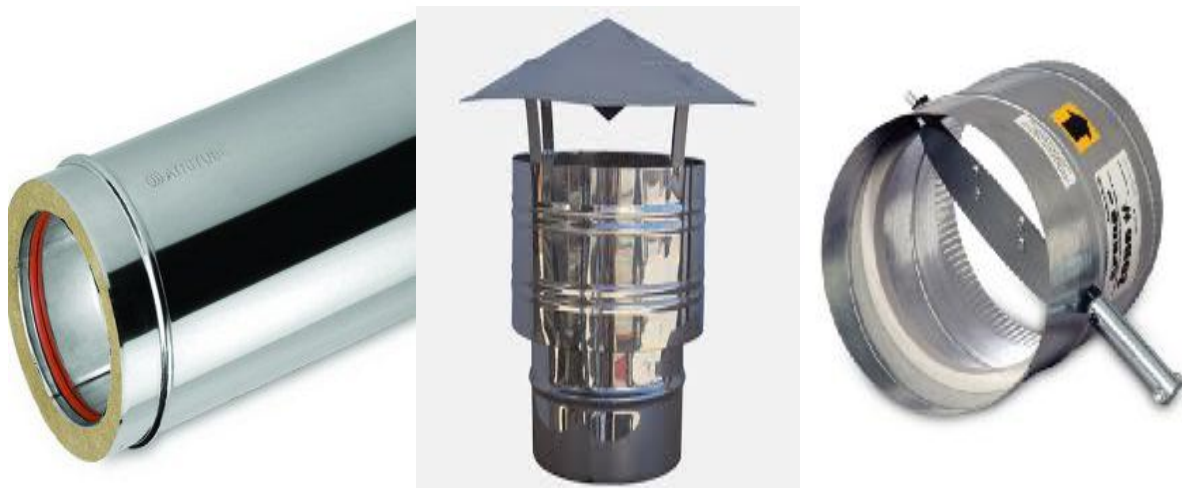
3.2 Απαγωγή καυσαερίων:

Σε κάθε καύση δημιουργούνται καπναέρια, τα οποία είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο και για αυτόν το λόγο πρέπει να οδηγούνται στην ύπαιθρο με μία εγκατάσταση καπναερίων. Για συσκευές αερίου είδος A, με συνολική ονομαστική θερμική ισχύς $Q_N < 50$ (kW), μπορεί να παραλειφθεί η τοποθέτηση απαγωγής καυσαερίων. Σε όλες τις άλλες συσκευές υγραερίου ή φυσικού αερίου πρέπει να εγκαθίστανται εγκαταστάσεις απαγωγής καυσαερίων. Η απαγωγή των καυσαερίων μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο μεθόδους, με φυσικό ελκυσμό και με ανεμιστήρες ή φουσητήρες.

Με **φυσικό ελκυσμό** είναι θερμική άνωση που δημιουργείται ουσιαστικά λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των καπναερίων στην είσοδο και στην έξοδο της καπνοδόχου στο ύπαιθρο. Για πολλά χρόνια, όταν οι συσκευές αερίου αντικατέστησαν αυτές των ξύλων, άνθρακα και πετρελαίου, οι τεχνίτες έκαναν συχνά λάθη στο σύστημα απαγωγής καυσαερίων που λειτουργούσαν με φυσικό ελκυσμό. Αυτό γινόταν διότι τοποθετούσαν τον καυστηρά αερίου στη υπάρχουσα καπνοδόχο. Για το λόγο αυτό είναι πολύ δύσκολο να θερμάνουμε μία μεγάλη καμινάδα στην σωστή θερμοκρασία με συσκευή αερίου. Έτσι, τα καυσαέρια που είναι όξινα δημιουργούσαν συμπύκνωση. Τα συμπυκνώματα αυτά κατέβαιναν από τα τοιχώματα της καμινάδας στο κάτω μέρος, διάβρωναν τα μέταλλα και τη συσκευή αερίου και σε μακροχρόνιο διάστημα τρυπούσαν και δημιουργούσαν συχνές βλάβες. Από την μετάδοση θερμότητας είναι γνωστό ότι, όσο μικρότερη είναι η μονάδα αντίστασης της θερμοπερατότητας, τόσο μικρότερη είναι η ψύξη. Για το λόγο αυτό σήμερα οι τεχνίτες τοποθετούν έναν άλλο σωλήνα στο εσωτερικό της υπέχουσας καπνοδόχου ή την ενισχύουν με τούβλα. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται καλύτερη άνωση. Στις μέρες μας οι κατασκευαστές των συσκευών που λειτουργούν με υγραέριο ή φυσικό αέριο, δίνουν και το κατάλληλο καπναγωγό που έχουν τη κατάλληλο διάμετρο, ύψος, σύνδεσμο μεταξύ τους και είναι με επένδυση μονωτικό υλικό για να έχει μεγάλη αντίσταση στην θερμοπερατότητα. Ένα άλλο φαινόμενο που εμφανίζεται στους καπναγωγούς με φυσικό ελκυσμό είναι η ανακοπή και η επιστροφή.

Η ανακοπή είναι το φαινόμενο που τα καυσαέρια δεν έχουν διαφορά θερμοκρασίας με αυτό του περιβάλλοντος και μπορεί να δημιουργηθεί στις χαμηλές θερμοκρασίες των καπναερίων, μέσα στις εστίες καύσιμου ή σε υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες και εμφανίζεται στην έξοδο του καπναγωγού.

Η επιστροφή μπορεί να εμφανιστεί από την ανεμόπτωση της περιοχής ή από λανθασμένη φορά της εξόδου του καπναγωγού. Σε περίπτωση που έχουμε επιστροφή μπορεί να προκληθεί σβήσιμο της φλόγας μέσα στις εστίες καυσίμου. Για να αποφύγουμε την ανακοπή και την επιστροφή, τοποθετούμε καπέλα στην έξοδο του καπναγωγού. Ειδικά για την επιστροφή μπορούμε να τοποθετούμε και φράκτες καπναερίων που επιτρέπουν την ροή των καπναερίων κατά μια φορά. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε καπναγωγό με επένδυση μονωτικό υλικό και καπέλα για καπναγωγούς .

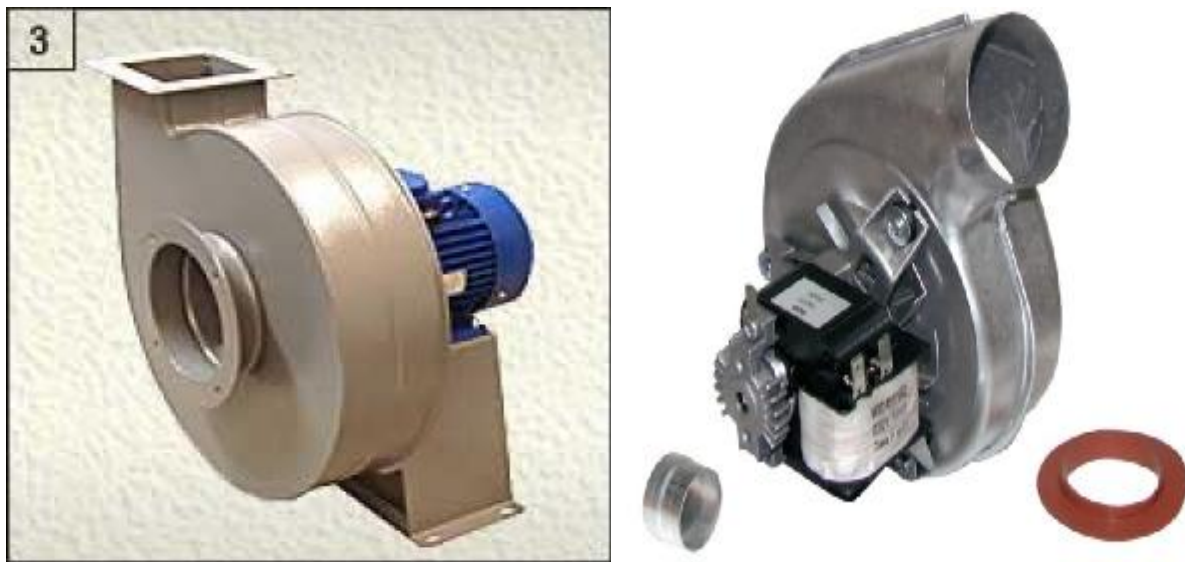


Εικόνα 3.2.1: Καπναγωγό με επένδυση μονωτικό υλικό, καπέλα και φράκτες.

Με **ανεμιστήρες** ή φυσητήρες τα καπναέρια διοχετεύονται στο περιβάλλον με την βοήθεια ενός ανεμιστήρα που αποτελείται από έναν ηλεκτρικό κινητήρα, φτερωτές και τροφοδοτείται με ρεύμα. Οι ανεμιστήρες απαγωγής πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από ανθεκτικό υλικό ή προστατευμένο εναντίον της διάβρωσης και θα πρέπει να έχουν ανοίγματα καθαρισμού για συντήρηση. Στις περισσότερες φορές οι ανεμιστήρες είναι ρυθμιζόμενοι, περνούν εντολή από την ηλεκτρονική κεφαλή ελέγχου της συσκευής αερίου και συνεργάζονται μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα εάν δεν υπάρχει ρεύμα, η ηλεκτρονική κεφαλή δεν επιτρέπει την έναρξη της φλόγας στο θάλαμο καύσεως. Αυτοί οι ανεμιστήρες μπορούν να τοποθετηθούν πριν από τον θάλαμο καύσεως ή στο καπναγωγό που είναι μεταξύ θαλάμου καύσεως και υπαίθρου.

Και στις δύο περιπτώσεις οι ανεμιστήρες ρυθμίζονται ώστε να μην δημιουργηθεί ανακοπή ή επιστροφή στο καπναγωγό, καθώς και να μην διοχετεύονται πάρα πολλά καπναέρια στην ύπαιθρο, διότι αυξάνονται οι απώλειες και πέφτει η απόδοση της συσκευής. Η ρύθμιση του ανεμιστήρα είναι πολύ σημαντική για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ορθή λειτουργία του θαλάμου καύσεως. Για αυτό το λόγο πρέπει να γίνονται συχνές επισκέψεις από τον τεχνικό.

Ο τεχνικός με την ρύθμιση του ανεμιστήρα μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει την παροχή του αέρα ώστε να έχουμε την κατάλληλη καύση στο θάλαμο καύσεως. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε ανεμιστήρα για την απομάκρυνση των καυσαερίων.

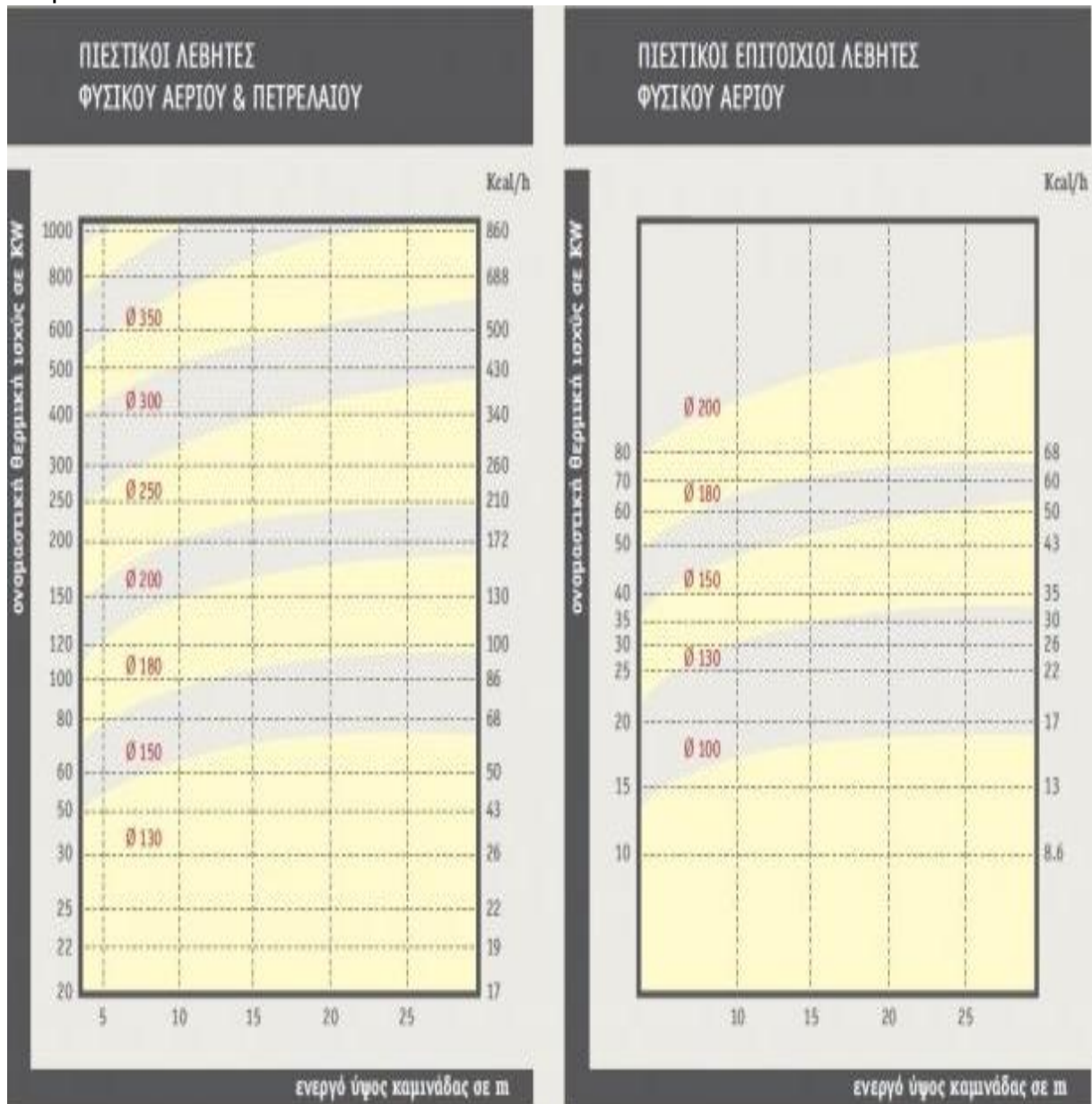


Εικόνα 3.2.2: Ανεμιστήρα καυσαερίων.

3.3 Διατομή και το ενεργό ύψος καπνοδόχων.

Για να μπορέσουμε να βρούμε την διατομή που μπορεί να είναι τετραγωνική η κυκλική και το ενεργό ύψος ενός καπνοδόχου για την μεταφορά των καυσαερίων στην ύπαιθρο, είτε με ελκυσμό είτε με ανεμιστήρα. Πρέπει να γνωρίζουμε ονομαστική θερμική ισχύς της συσκευής, το είδος του καυσίμου που καίγεται στο θάλαμο καύσεως, την θερμοκρασία των καυσαερίων στη συσκευή αερίου, την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, την έξοδο της καπνοδόχου στην ύπαιθρο, την ατμοσφαιρική πίεση της περιοχής, την τραχύτητα και το συντελεστή θερμοπερατότητας που είναι οι χαρακτηρίστηκες ιδιότητες των υλικών που είναι κατασκευασμένες οι καμινάδες. Για το λόγο που η διαδικασία είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί, οι κατασκευαστές δίνουν τα κατάλληλα διαγράμματα που μπορούμε να βρούμε την διατομή και το ενεργό ύψος ενός καπνοδόχου. Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε διατομές και ενεργό ύψος καπνοδόχων για συσκευές αερίων:

Πίνακας 3.3.1: Διατομές - ενεργό ύψος καπνοδόχων για συσκευές αερίων-πτερελαίου.



3.4 Απόδοση και απώλειες καπναερίων από αέρια καύσιμα.

Κατά την καύση του υγραερίου ή του φυσικού αερίου στο θάλαμο καύσεως έχουμε παράγωγή καυσαερίων. Τα καυσαέρια αυτά, όταν διοχετεύονται στο περιβάλλον εκτός από τους ρύπους που αναφέραμε στην ενότητα 3.1, μεταφέρουν και ενέργεια σε θερμική μορφή. Όμως η θερμότητα των καυσαερίων είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα σε ένα σύστημα μετατροπής ενέργειας και σχετίζεται με την απόδοση του συστήματος. Για το λόγο του ότι θέλουμε να έχουμε λιγότερες απώλειες, κατάλληλη εκροή των καυσαερίων από τον καπνοδόχο και λιγότερους ρύπους στο περιβάλλον, πρέπει να μετρήσουμε τα καυσαέρια αυτά και να είμαστε εντός των τιμών που επιβάλλονται υποχρεωτικά από το νόμο. Για τον ελλαδικό χώρο

ο νόμος για τα επιτρεπτούς ρύπους, διαφέρει από το είδος του καυσίμου, από την ονομαστική ισχύ της εστίας καυσίμου και είναι υποχρεωτικό από το νόμο να τηρηθούν . Για τα αέρια απόβλητα των εγκαταστάσεων καύσης, που λειτουργούν με πετρέλαιο ντίζελ ή αέριο, καθιερώνονται τα παρακάτω όρια εκπομπών:

α. Ο δείκτης αιθάλης μετρημένος σύμφωνα με τη μέθοδο αναφοράς που προδιαγράφεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ 525-1 δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει την τιμή 1 της Κλίμακας Bacharach.

β. Η περιεκτικότητα των αερίων αποβλήτων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μετρημένη σύμφωνα με τη μέθοδο αναφοράς που προδιαγράφεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ 897, πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση του 10% κατά όγκο. Αντί της περιεκτικότητας των αερίων αποβλήτων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μπορεί να μετρείται η περιεκτικότητά τους σε οξυγόνο (O_2), σύμφωνα με τη μέθοδο αναφοράς που προδιαγράφεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ 897. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, η περιεκτικότητα των αερίων αποβλήτων σε οξυγόνο (O_2), πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση του 7,5% κατά όγκο.

Όπως έχουμε αναφέρει στην ενότητα 3.1, το υγραέριο και το φυσικό αέριο έχουν λιγότερους ρύπους σε σύγκριση με τα άλλα ορυκτά καύσιμα. Εκτός από αυτό οι συσκευές που λειτουργούν με υγραέριο ή φυσικό αέριο έχουν και λιγότερες απώλειες που προκύπτουν από τα καυσαέρια τους. Αυτό γίνεται διότι τα αέρια καύσιμα έχουν καλύτερη διαχυτότητα στο θάλαμο καύσεως από τα υγρά και στέρεα καύσιμα. Πέρα από αυτό ,μπορούμε να μετρήσουμε το ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), ή να μετρήσουμε το ποσοστό του οξυγόνου (O_2), των καυσαερίων, να τα υπολογίσουμε και να αποδείξουμε ότι το υγραέριο και το φυσικό αέριο έχουν λιγότερες απώλειες.

Όταν υπολογίζουμε με την μέθοδο του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), ισχύει ο παρακάτω τύπος:

$$q_A = T_h - T_A \left(\frac{A_1}{CO_2} + B \right) \dots\dots\dots 3.4.1$$

Όταν υπολογίζουμε με την μέθοδο του οξυγόνου O_2 , ισχύει ο παρακάτω τύπος:

$$q_A = T_h - T_A \left(\frac{A_2}{21-O_2} + B \right) \dots\dots\dots 3.4.2$$

Και στις δύο μεθόδους ο βαθμός αποδόσεως υπολογίζεται :

$$\eta_A = 100\% - q_A \dots\dots\dots 3.4.3$$

οπού:

q_A = Απώλειες καυσαερίων (%)

T_h = Θερμοκρασία καυσαερίων (°c)

T_A = Εισερχόμενη θερμοκρασία αέρα στο θάλαμο καύσεως (°c)

CO_2 = Ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα (%), στα καυσαέρια

O_2 = Ποσοστό του οξυγόνου (%), στα καυσαέρια

A_1 και A_2 είναι συντελεστές χωρίς μονάδα μετρήσεως

B είναι συντελεστές καυσίμων, ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το είδος του καυσίμου.

Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τους συντελεστές καυσίμων για υγραέριο, φυσικό αέριο και πετρέλαιο:

Πίνακας 3.4.1: Συντελεστές καυσίμων.

Είδος Καυσίμου	Συντελεστές Καυσίμων		
	A_1	A_2	B
Υγραέριο	0.42	0.63	0.008
Φυσικό αέριο	0.37	0.66	0.009
Πετρέλαιο	0.50	0.68	0.007

(*) Σύμφωνα με το βιβλίο -εγκαταστάσεις αερίων καυσίμων, ISBN : 978-960-508-106-5, σελ.134, πίνακας 4.

Παράδειγμα 3.4.1:

Σε ένα λέβητα θέλουμε να τοποθετήσουμε έναν καυστήρα με φυσητήρα, ο λέβητας αυτός έχει ονομαστική θερμική ισχύ ίση με $Q_{total} = 32^{(kW)}$. Υστέρα από έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο εμπόριο, βρέθηκαν καυστήρες που καλύπτουν το ζητούμενο φορτίο του λέβητα και μπορούν να επεξεργάζονται πετρέλαιο θέρμανσης, υγραέριο και φυσικό αέριο. Ο κατασκευαστής τους, ύστερα από πειραματικές μετρήσεις έχει προβεί στη “διαπίστωση * ” ότι, όταν η θερμοκρασία χώρου είναι $T_A = 18^{(°C)}$ και η θερμοκρασία των καπναερίων είναι $T_h = 190^{(°C)}$, το ποσοστό σε διοξείδιο του άνθρακα είναι 8.2%. Με την βοήθεια του Πίνακα 3.4.2, ζητείται από το μηχανολόγο

να υπολογίσει τις απώλειες καπναερίων q_A και το βαθμό απόδοσης η_A της εστίας για έναν καυστήρα πετρελαίου, έναν καυστήρα υγραερίου, έναν καυστήρα φυσικού αερίου.

Λύση:

Με την βοήθεια των «... εξ. (3.4.1 και 3.4.3) ...» και του πίνακα 3.4.2 μπορούμε να υπολογίσουμε:

Καυστήρα Πετρελαίου::

$$q_{A \text{ Diesel}} = T_h - T_A \times \left(\frac{A_1}{CO_2} + B \right) = (190^{(\circ C)} - 18^{(\circ C)}) \times \left(\frac{0.50}{8.2} + 0.007 \right) = 11.69$$

$$\eta_A = 100\% - q_A = 100 - 11.69 = 88.31 = 0.8831 \%$$

Καυστήρα Υγραερίου:

$$q_{A \text{ L.P.G}} = T_h - T_A \times \left(\frac{A_1}{CO_2} + B \right) = (190^{(\circ C)} - 18^{(\circ C)}) \times \left(\frac{0.42}{8.2} + 0.008 \right) = 10.18$$

$$\eta_A = 100\% - q_A = 100 - 10.18 = 89.82 = 0.8982 \%$$

Καυστήρα Φυσικού Αερίου:

$$q_{A \text{ N.G}} = T_h - T_A \times \left(\frac{A_1}{CO_2} + B \right) = (190^{(\circ C)} - 18^{(\circ C)}) \times \left(\frac{0.35}{8.2} + 0.011 \right) = 9.23$$

$$\eta_A = 100\% - q_A = 100 - 9.23 = 90.77 = 0.9077 \%$$

Συμπεράσματα:

Από τα αποτελέσματα του παραδείγματος παρατηρούμε ότι μόνο με τους συντελεστές καυσίμων, η απόδοση του καυστήρα που καταναλώνει φυσικό αέριο είναι πιο αποδοτικός σε σύγκριση με τα άλλα δύο καύσιμα.

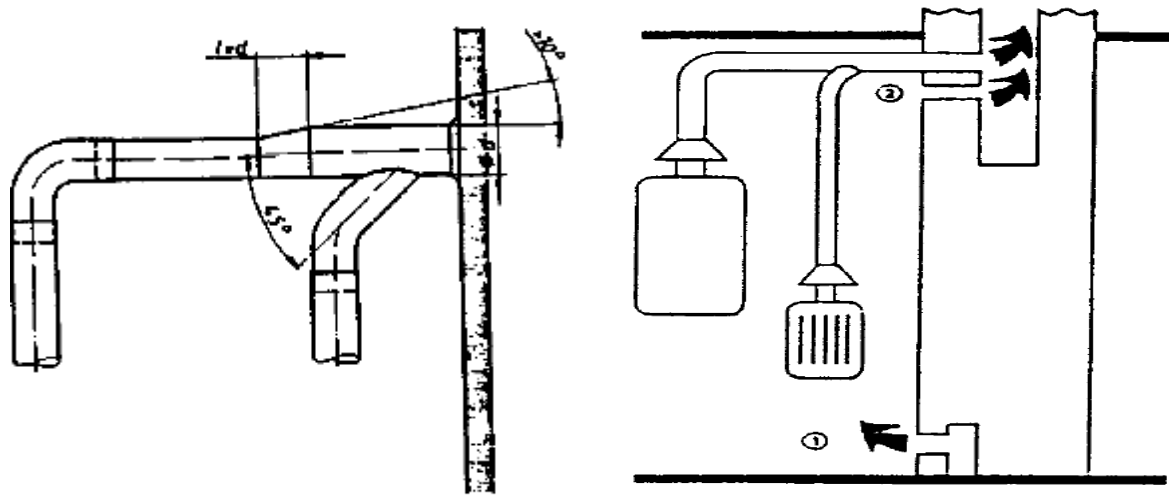
(*) “*Διαπίστωση* ”: Η παραπάνω έκφραση είναι για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε με ευκολία το παράδειγμα μας. Διότι στην πραγματικότητα το ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα έχει διαφορετική τιμή και εξαρτάται από το είδος του καυσίμου.

3.5 Ασφάλεια καυσαερίων.

Αρχικά στα καυσαέρια πρέπει να εξασφαλίσουμε την ροή των καυσαερίων όσο αφορά την εγκατάσταση απαγωγής τους από έντονο ελκυσμό, επιστροφή ή ανακοπή. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα εξάρτημα που παρατηρεί τα καυσαέρια. Ανήκει στη συσκευή του υγραερίου ή του φυσικού αερίου και διακόπτει αυτόματα την προσαγωγή υγραερίου ή του φυσικού αερίου, όταν γίνει έκρηξη καυσαερίου από την ασφάλεια ροής. Σύμφωνα με την Ευρώπη το εξάρτημα αυτό έχει σήμα με τους χαρακτήρες “BS” (Blocked Safety). Εκτός από το “BS” που είναι το σημαντικότερο για

την ασφάλεια ροής, όταν συνδέουμε παραπάνω από μια συσκευή αερίου σε μια κοινή εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων, πρέπει να προσέξουμε την συνδεσμολογία της καμινάδας με τις συσκευές αερίου.

Σε περίπτωση που η συσκευή αερίου λειτουργεί με το ίδιο καύσιμο (δηλ. μόνο με υγραέριο ή μόνο με φυσικό αέριο) και όταν έχουν εγκατασταθεί στον ίδιο χώρο, μπορούμε να συνδέσουμε την καμινάδα όπως στην παρακάτω εικόνα 3.5.1. Μόνο σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να εξασφαλίσουμε την ροή των καυσαερίων.



Εικόνα 3.5.1: Συνδεσμολογία δύο συσκευών αερίου σε μια κοινή εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων. *Σύμφωνα με την εφημερίδα της κυβερνήσεως (τεύχος δεύτερο).

Σε περίπτωση που τοποθετήσουμε συσκευές που μπορεί να εμφανίσουν συμπυκνώματα όπως συσκευές συμπύκνωσης, οι καπναγωγοί πρέπει να τοποθετούνται με κατάλληλη κλίση ώστε να μπορεί να αποχετευτεί το συμπύκνωμα που είναι και βλαβερό για τα μέταλλα. Στην ασφάλεια των καυσαερίων πρέπει να προσέξουμε, ότι οι καπναγωγοί που μεταφέρουν τα καυσαέρια στο περιβάλλον δεν πρέπει να περνούν από τους διαδρόμους, υπνοδωμάτια ή χώρους που βρίσκονται άνθρωποι.

3.6 Συντήρηση των καπνοδόχων.

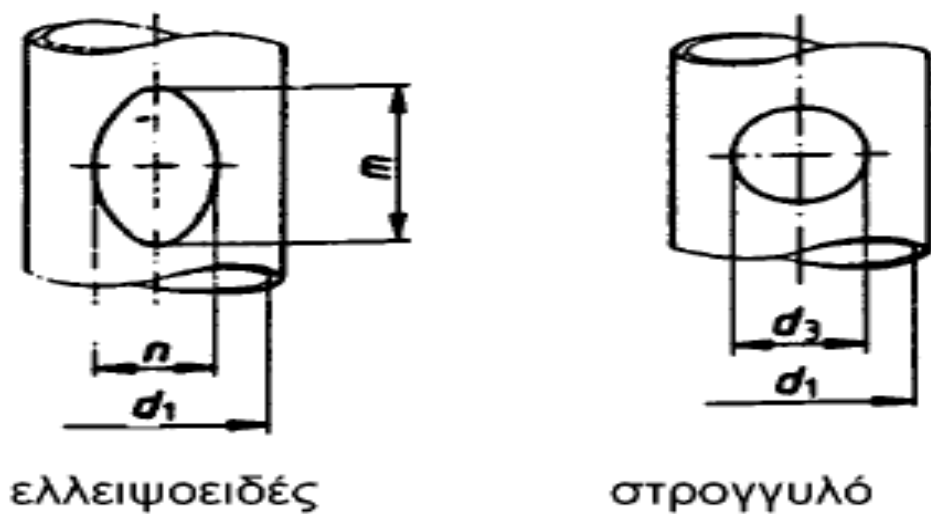
Γνωρίζουμε ότι όταν γίνεται καύση μέσα στο θάλαμο καύσεως, εκτός από της χημικές ουσίες όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), οξειδία του θείου SO_x , οξειδία του αζώτου NO_x , υπάρχουν και μικρά σωματίδια που μαζί με τα καυσαέρια φεύγουν στο περιβάλλον. Όταν στις εστίες καυσίμου καίγεται υγραέριο ή φυσικό αέριο, αυτά τα σωματίδια είναι πολύ λιγότερα από τα αλλά καύσιμα όπως πετρέλαιο, άνθρακα και άλλα ορυκτά καύσιμα. Παρ'όλα αυτά τα σωματίδια όταν διοχετεύονται στο

περιβάλλον περνούν μέσα από το καπναγωγό και όταν ο καπναγωγός έχει κάποια τραχύτητα, τα σωματίδια αυτά ακουμπούν στα τοιχώματα του καπναγωγού.

Με την πρόοδο του χρόνου, τα σωματίδια κολλούν το ένα πάνω στο άλλο και στο καπναγωγό δημιουργείται φραγμός. Σε αυτή την περίπτωση η συσκευή δεν θα λειτουργεί σε κανονικές συνθήκες και πολλές φορές ο καπναγωγός θα παίρνει φωτιά στα εσωτερικά του τοιχώματα. Για το λόγο αυτό πρέπει να καθαρίζονται σε τακτικά χρονικά διαστήματα. Σε περίπτωση που οι καπναγωγοί δεν μπορούν να αποσυναρμολογηθούν εύκολα για να τα καθαρίσουμε, τότε πρέπει να έχουν τουλάχιστον ένα άνοιγμα καθαρισμού και μετά από κάθε καθαρισμό τα ανοίγματα πρέπει να κλείνουν στεγανά.

Στα ανοίγματα καθαρισμού ή ελέγχου των καπναγωγών που είναι τετραγωνικής ή ορθογώνιας διατομής επιτρέπεται το άνοιγμα καθαρισμού όσο η μία πλευρά τους σε πάχος είναι τετραγωνική.

Αντίθετα όταν οι καπναγωγοί είναι κυκλικής διατομής και από μέταλλο, τα ανοίγματα καθαρισμού ή ελέγχου μπορούν να είναι ελλειψοειδή ή στρογγυλά όπως στην παρακάτω εικόνα 3.6.1. Οι διαστάσεις του ανοίγματος καθαρισμού δίνονται στο παρακάτω πίνακα 3.6.1.



Εικόνα 3.6.1: Ελλειψοειδές και στρογγυλό άνοιγμα καθαρισμού.

Πίνακα 3.6.1: Διαστάσεις ανοιγμάτων στρογγυλών καπναγωγών.

Ονομαστική διάμετρος d_1 (mm)	Διάστασης $n \cdot m$ (mm)	d_1 (mm)
60	35*60	-
110	45*75	-

140	65*90	-
300	75*105	130

Είναι συνηθισμένο τα ανοίγματα καθαρισμού να ανοίγονται στο κάτω μέρος των καπναγωγών, διότι στο κάτω μέρος καταλήγουν τα περισσότερα σωματίδια. Πρέπει να προσέχουμε τους καπναγωγούς από τα πουλιά όπου πολλές φορές πηγαίνουν και χτίζουν τις φωλιές τους στις κορυφές των καπναγωγών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να φράζει η έξοδος των καυσαερίων. Εκτός από το καθαρισμό των καπναγωγών, κατά την συντήρηση πρέπει να παρατηρήσουμε, εάν στις ενώσεις που συνοδεύονται οι καπναγωγοί, υπάρχουν κάποιες διαρροές των καυσαερίων. Εάν παρατηρηθεί κάτι τέτοιο, αυτά τα σημεία πρέπει να κλειστούν στεγανά.

$$ΕΓΩ = \frac{1}{ΓΝΩΣΗ}$$

**“ Όσο περισσότερη η
γνώση, τόσο μικρότερο
το εγώ. Όσο μικρότερη
η γνώση, τόσο μεγαλύτερο το εγώ.....”**

Αϊνστάϊν

4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.

4.1 Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης υγραερίου.

Έχουμε κατασκευάσει μια εγκατάσταση υγραερίου με την πρόβλεψη φυσικού αερίου στο μέλλον. Όμως για να κατασκευάσουμε ένα έργο δεν αρκεί μόνο να αναλύσουμε ή να εξηγήσουμε το σκοπό της, αλλά πρέπει να μελετήσουμε και την ενεργειακή ανάλυση. Όμως για να μπορέσουμε να κάνουμε την ενεργειακή ανάλυση, πρέπει να υπολογίσουμε το κόστος της εγκατάστασης για υγραέριο ή για φυσικό αέριο, το κόστος λειτουργίας της και το κόστος συντήρησής της.

Για το λόγο αυτό κατασκευάσαμε το ενδεικτικό σύστημα υγραερίου και με πρόβλεψη για φυσικό αέριο στο μέλλον, γνωρίζουμε περίπου το κόστος της εγκατάστασης υγραερίου σε μια μονοκατοικία όπως τα υλικά, εξαρτήματα, ασφαλιστική διάταξη, σύνδεσμοι κ.λπ.. Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τα υλικά που τοποθετήσαμε στο ενδεικτικό σύστημα υγραερίου με τις αντίστοιχες τιμές τους.

Πίνακα 4.1.1: Υλικά και τιμές εγκατάστασης για σύστημα υγραερίου.

Υλικά και Εξαρτήματα	Τεμάχια & Ποσότητες	Τιμή € & Φ.Π.Α	Φ.Π.Α	Τελική Τιμή €
Βάση Μελαμίνη Λευκάνει Επίπεδο	2 (m ²)	19,34	24%	23,98
Πλεξιγκλάς 3MM Διάφανε	0.75(m ²)	5,31	24%	6,58
Χαλκοσωλήνα Φ22	1.5 (m)	14,60	24%	18,10
Καμπύλες Χαλκού Φ22	1	0,85	24%	1,05
Κίτρινη Ταινία Επισήμανσης Αερίου	2 (m)	1,10	24%	1,36
Πλέγμα Πλαστικό Κίτρινο	1 (m)	1,90	24%	2,36
Μαστοί Θηλυκό Φ22*1	1	1,45	24%	1,80
Μαστοί Θηλυκό 3/4 ορειχ	1	1,30	24%	1,61
Διηλεκτρικοί Σύνδεσμοι PN 1/2	1	14,40	24%	17,86
Στήριγμα Λάστιχο + Στριφ 3/4	4	4,80	24%	5,95
Γωνιά 1/2 ορειχ	2	3,90	24%	4,84
Διακόπτες Αερίου ENOLGAS 1/2	5	32,50	24%	40,30
Διακόπτες Αερίου Πεταλούδα ENOLGAS 1/2	4	26,80	24%	33,23
Στήριγμα Φ18	8	2,24	24%	2,78
Γωνιά Φ15*1/2	1	2,15	24%	2,67
Γωνιά Φ15	2	1,80	24%	2,23
Χαλκοσολίνα Gas Φ15	0.3	2,70	24%	3,35
Σωλήνας PVC Σπιράλ	1 (m)	1,80	24%	2,23
Διανομείς 2 Συνοδειών με 3 εισόδους	1	66,00	24%	81,84
Φλεξίμπλ Για τον Σύνδεση Φιαλών 50 cm	2	12,20	24%	15,13
Φίλτρο Γραμμών Αερίου Ορειχάλκινα P.N	1	7,70	24%	9,55

Ρυθμιστή Υψηλής Πίεση 40 kg/h Κεντρικός	1	29,80	24%	36,95
Ασφαλιστικό Γραμμής 3 bar	1	12,00	24%	14,88
Ηλεκτροβάνα Αερίου 6 bar 1/2	1	82,00	24%	101,68
Καλώδιο, Εύκαμπτο 3*1	2 (m)	1,29	24%	1,60
Κανάλι Τοίχου Λευκό	2 (m)	1,29	24%	1,60
Αυτόνομος Ανιχνευτής LPG - Nature Gas	1	79,00	24%	97,96
Ταυ 1/2 Ορειχάλκινο	1	2,16	24%	2,68
Μαστοί Ορειχάλκινο 1/2	3	3,00	24%	3,72
Ρακωρ Καλορ .1/2 Γωνιακοί	1	3,35	24%	4,15
Ρυθμιστή Υψηλής Πίεσης 6-10 kg/h	1	17,90	24%	22,20
Ρυθμιστή Χαμηλής Πίεσης ρυθμιζόμενος 6-10 kg/h	1	13,90	24%	17,24
Ρακωρ 1/2 Θηλ Προέκταση LPG	1	2,50	24%	3,10
Μαστοί Θηλυκό Φ28*1 "	1	2,33	24%	2,89
Μαστοί Θηλυκό 1 "ορειχ	1	2,15	24%	2,67
Χαλκοσωλήνα Φ28	1 (m)	11,20	24%	13,89
Καμπύλη Φ28	1	1,38	24%	1,71
Ταυ Συστολικό 28*15*22	1	2,33	24%	2,89
Ταυ Συστολικό 28*15*15	1	0,96	24%	1,19
Χαλκοσωλήνα Φ15	0.5	3,65	24%	4,53
Βορκάς	1	1,98	24%	2,46
Χαλκοκολληση Σκληρή Billiton	0.1	2,98	24%	3,70
Μαστοί Αρσεν. 15*1/2	3	2,61	24%	3,24
Εύκαμπτοι Διαστελλόμενοι Σωλήνες Ανοξειδωτο 1/2"	0.5-1(m)	15,10	24%	18,72
Εύκαμπτοι Διαστελλόμενοι Σωλήνες Ανοξειδωτο 1/2"	1-2(m)	23,90	24%	29,64
Εύκαμπτοι Σωλήνες Ανοξειδωτο Flexy Gas 1/2"	1 (m)	30,50	24%	37,82
Σωλήνα 8 mm Ανοξειδωτο	0.85(m)	3,90	24%	4,84
Σφικτήρας Κολιέ 13 mm	5	2,75	24%	3,41
Κόλλα Σπειρωμάτων LOXELA 50ml	0.10 kg	10,80	24%	13,39
Υγρό Ανίχνευση Διάρων	1	3,20	24%	3,97
Βάση Πιλότου Τρίφλογη Ρυθμιζόμενη	1	8,50	24%	10,54
Σπινθηριστής Τετράγωνος	1	3,80	24%	4,71
Πιεζοηλ/κός Σπινθηριστή 18mm	1	4,60	24%	5,70
Θερμοκόπια SIT 10 000 Ωρών	0.4 (m)	7,00	24%	8,68
Μαγνητικός Διακόπτης PEL	1	44,90	24%	55,68
Βίδες Ξύλου	200 kg	1,20	24%	1.49
Συνολικό Ποσό	-	664,7	159,5	824,3

Οι μόνοι που θα αυξηθούν από την εγκατάσταση που έχουμε είναι οι σωλήνες. Εμπειρικά γνωρίζουμε ότι σε μία μονοκατοικία με $125 \text{ (m}^2\text{)}$, οι σωλήνες που απαιτούνται για να καλύψουν την απόσταση είναι περίπου από 50 έως 100 (m). Εάν υποθέσουμε μια μέση τιμή του μήκους των σωλήνων, αρά $L = 75 \text{ (m)}$, με διάμετρο $D = \phi 18$ χαλκοσωλήνα που τοποθετούμε στις περισσότερες περιπτώσεις, η τιμή της είναι $3.80 + \Phi.Π.Α.$ Αρά έχουμε, τιμή χαλκοσωλήνα = $3,80 * 0,24 + 3,80 = 4,712 \left(\frac{\text{€}}{\text{m}}\right) * 75 \text{ (m)} = 353,4 \text{ €}$. Το άθροισμα όλων των εξαρτημάτων << πίνακα 4.1.4 >>, με την τιμή χαλκοσωλήνα που μας δίνει την τελική τιμή μιας εγκατάστασης υγραερίου είναι :

Τιμή μιας εγκατάστασης υγραερίου = $824,3 + 353,4 = 1.177,7 \text{ €}$

Έκτος από το να υπολογίσουμε το κόστος, πρέπει να το συγκρίνουμε με τα αλλά ορυκτά καύσιμα όπως με το πετρέλαιο, με το ηλεκτρικό ρεύμα και να εκτιμήσουμε ή ακόμα και να επιλέξουμε την καλύτερη εφαρμογή. Για το λόγο αυτό εξετάζουμε την ενεργειακή ανάλυση σε μια μονοκατοικία που οι σημαντικότερες ανάγκες της είναι η χρήση ζεστού νερού, θέρμανση και μαγείρεμα. Στην ενεργειακή ανάλυση, που θα εφαρμόσουμε στην μονοκατοικία, θα παρατηρήσουμε εάν η επιλογή του υγραερίου ή του φυσικού αερίου είναι μια ιδανική και συμφέρουσα επιλογή. Αρχικά όμως θα πραγματοποιήσουμε μια έρευνα αγοράς για τις τιμές και τα χαρακτηριστικά των καυσίμων. Όμως οι τιμές του πετρελαίου, της κιλοβατώρας, του υγραερίου και του φυσικού αερίου, αλλάζουν συνεχώς για γεωπολιτικούς λόγους από μεγάλες βιομηχανίες εξόρυξης που επεξεργάζονται τα καύσιμα αυτά. Για το λόγο ότι οι τιμές είναι μεταβλητές θα υπολογίσουμε την ετησία κατανάλωση. Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε τις τιμές, την κατώτερη θερμογόνο δύναμη των καυσίμων και τη τιμή της κιλοβατώρας για το έτος 2017.

Πίνακα 4.1.2: Τιμές * των καυσίμων και της κιλοβατώρας.

Καύσιμα	Πετρέλαιο Θέρμανσης	Μίγμα Υγραερίου $\frac{\text{Προπάνιο} = 50}{\text{Βουτάνιο} = 50} \%$	Φυσικό Αέριο	Κιλοβατώρα
Τιμές €	0.981 €/lit	0,52 €/lit	0,621 €/kWh	0,07169 €/kWh
Θ. Δ. Η _υ	11.92 kWh/lit	6.61 kWh/lit	11.8040 kWh/Nm ³	-

(*Τιμές σύμφωνα με το ΕΛ.ΠΕ. και MOTOROIL. Ο υπολογισμός γίνεται με τα 0,07169 ευρώ/kWh που στοιχίζει κατά μέσο όρο η κιλοβατώρα. Βέβαια, αυτό ίσχυε τον Ιανουάριο του 2017.

4.2 Εφαρμογή σε μονοκατοικία.

Δεδομένα Μονοκατοικίας: Μονοκατοικία με $125 \text{ (m}^2\text{)}$, που είναι σε κατασκευαστική φάση και βρίσκεται στα προάστια της Κορινθίας. Στην μονοκατοικία αυτή θα διαμένει μια οικογένεια που αποτελείται από πέντε άτομα. Σύμφωνα με τη

Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας 20701-1/2010, η κατανάλωση ζεστού νερού είναι 50 (lit / άτομο / ημέρα) και η θερμοκρασία του ζεστού νερού λαμβάνεται στους 50 (°C). Οι ανάγκες για ημερήσια ζήτηση χρήσης ζεστού νερού σύμφωνα με τα άτομα και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε είναι ίση με $Z.N.X = 250 \left(\frac{\text{lit}}{\text{ημέρα}}\right)$, η ειδική θερμότητα του νερού είναι περίπου: $c_w = 4200 \left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot (^\circ\text{C})}\right)$.

Ο μηχανολόγος μηχανικός που υπολόγισε τις απώλειες θερμότητας για τις ανάγκες θέρμανσης, υπολόγισε ότι η συνολική απαιτούμενη θερμική ισχύ είναι ίση με $Q_{total} = 14 \text{ (kW)}$. Η απόδοση του λέβητα εξαρτάται από το καυστήρα που θα τοποθετήσει και το καύσιμο που θα καταναλώσει.

Στην μονοκατοικία αυτή θα τοποθετηθεί μια κουζίνα που θα περιέχει τέσσερις εστίες και ένα φούρνο. Η κουζίνα αυτή έχει συνολική ονομαστική ισχύ ίση με $Q_{\text{κουζίνα}} = 5 \text{ (kW)}$ και θα λειτουργεί περίπου για $3 \left(\frac{\text{ώρες}}{\text{ημέρα}}\right)$ στην ονομαστική της κατάσταση.

4.3 Ενεργειακή ανάλυση της μονοκατοικίας.

Ο μηχανολόγος μηχανικός ερευνά, εξετάζει, και υπολογίζει τρεις διαφορετικές περιπτώσεις:

Περίπτωση 1: Για χρήση ζεστού νερού τοποθετεί έναν ηλεκτρικό θερμοσίφωνα χωρητικότητας 120 (lit) με ηλεκτρική ισχύ $Q_{\text{θερμο}} = 4$ (kW) και η τιμή του είναι 145 €. Για την θέρμανση τοποθετεί έναν λέβητα με καυστήρα πετρελαίου που καλύπτει τις ανάγκες και που κοστίζει συνολικά 750 € και με βαθμό απόδοσης $\eta=80\%$. Για το μαγείρεμα τοποθετεί μία ηλεκτρική κουζίνα με ονομαστική ισχύς $Q_{\text{κουζ}} = 5$ (kW), όπου θα είναι για 3 ώρες σε λειτουργία στην ονομαστική της κατάσταση και κοστίζει 500 €.

Ηλεκτρικός θερμοσίφοντας: Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων και το ετήσιο κόστος για χρήση ζεστού νερού, χρησιμοποιούμε το νόμο της θερμιδομετρίας.

$$Q = m \times c \times \Delta\theta \dots\dots\dots 4.3.1$$

οπού:

Q = Απαιτούμενη ενεργή (J)

m = Ποσότητα του νερού (kg)

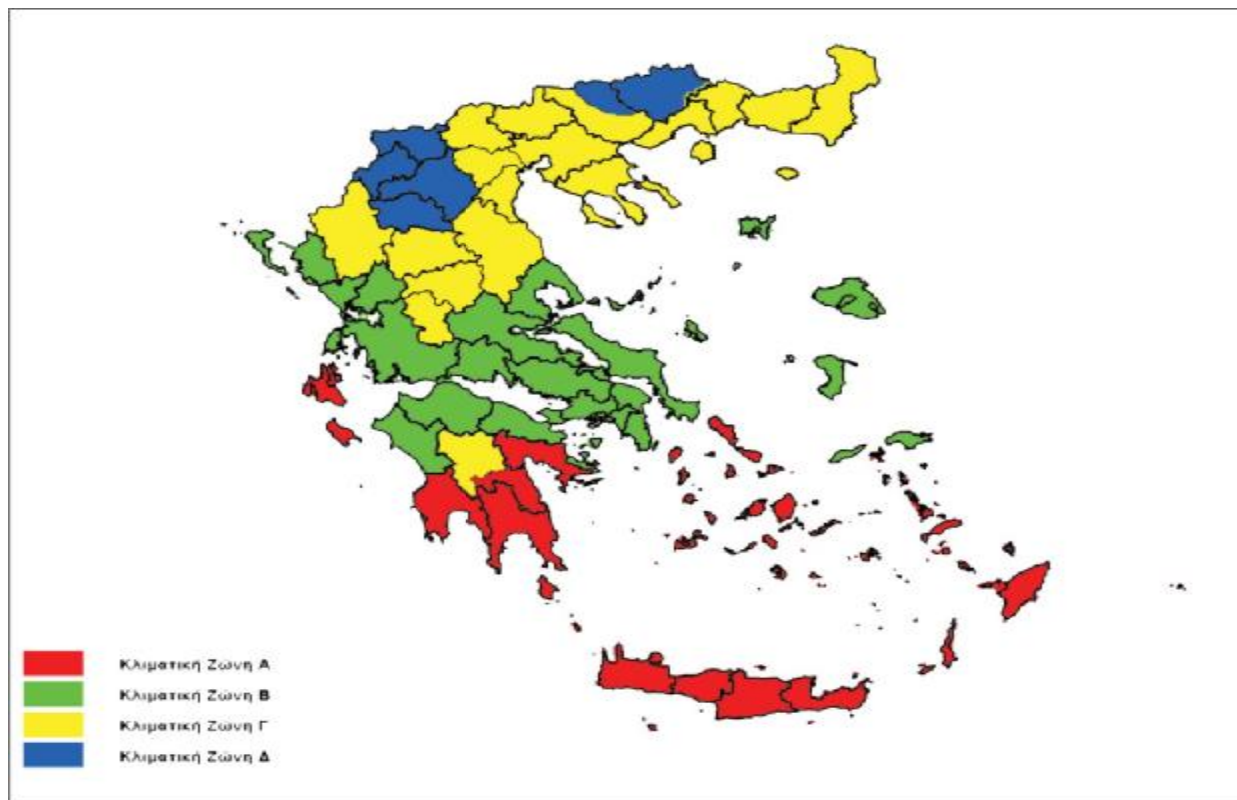
c = ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού ($\frac{J}{kg \cdot \text{°C}}$)

$\Delta\theta$ = μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού (°C)

Για την μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού σε (°C), λαμβάνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας για ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου όπως δίνονται στον πίνακα 4.3.1.

Πίνακα 4.3.1: Μέση μηνιαία και ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου για τις διαφορές ανά κλιματική ζώνη.

													Μεση Τιμη
Κλιματική Ζώνη	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Ζώνη Α	13.0	12.8	13.8	16.3	19.9	23.8	26.2	26.6	24.9	21.7	18.1	15.8	19.4
Ζώνη Β	10.4	10.1	11.7	14.8	18.9	23.1	25.6	25.8	23.5	19.7	15.5	12.2	17.6
Ζώνη Γ	6.5	7.3	9.4	13.2	17.6	21.9	24.3	24.6	22.0	17.7	12.7	8.6	15.5
Ζώνη Δ	4.2	5.0	7.5	11.5	15.7	19.8	22.2	22.7	20.2	15.9	10.8	6.6	13.5



Σχήμα 4.3.1: Νομοί της Ελλάδας ανα κλιματική ζώνη. (*) Σύμφωνα με το Κ.Ε.Ν.Α.Κ-ΟΙ 4

Όπως παρατηρείται στο παραπάνω χάρτη και πίνακα, η Κόρινθος είναι στην κλιματική ζώνη Β και η μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου είναι $17,6 (^{\circ}\text{C})$, όπως παρατηρούμε στο < Πίνακα 4.3.1 >. Η μάζα m του νερού που θερμαίνεται έχει υπολογιστεί στην ενότητα 4.2. Αφού τώρα έχουμε όλα τα δεδομένα μπορούμε να υπολογίσουμε το απαιτούμενο φορτίο του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα:

$$Q = m \times c \times \Delta\Theta = 250 \text{ (kg)} \times 4200 \left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right) \times (50 - 17,6) (^{\circ}\text{C}) = 34020000 \text{ (J)} = \frac{34020}{3600} = 9,45 \text{ (kWh)}$$

$$1\text{J} = 2,777778 \cdot 10^{-7} \text{ kWh} = (1/3600000) \text{ kWh}.$$

Σύμφωνα με την Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρικού η τιμή της κιλοβατώρας μεταβάλεται ανά χρονική περίοδο. Εξαρτάται εάν είναι μονοφασική ή τριφασική σύνδεση και με την ποσότητα κατανάλωσης ανά τετράμηνο. Για σύνδεση με 1Φ και αν η κατανάλωση είναι 0 έως 800 kWh ανά τετράμηνο, τότε η τιμή της κιλοβατώρας είναι $0,07169 \text{ €/kWh}$.

Αρά:

$$\text{Ημερήσιο κόστος} = \text{Κατανάλωση} \times \text{Τιμή κιλοβατώρας} = 9,45 \text{ (kWh)} \times 0,07169 \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) = 0,6775 \left(\frac{\text{€}}{\text{ημερά}} \right).$$

$$\text{Ετήσιό κόστος} = \text{Ημερήσιο κόστος} \times \text{ημέρες του έτος} = 0,6775 \left(\frac{\text{€}}{\text{ημερά}} \right) \times 365 \text{ (ημερες)} = 247,29 \left(\frac{\text{€}}{\text{έτος}} \right).$$

Θέρμανση: Η ενέργεια κατά έτος για την θέρμανση μιας μονοκατοικίας υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο 4.3.2, που είναι η μέθοδος της βαθμομέρες θέρμανσης.

$$E_h = \frac{24 \cdot Q \cdot DD}{\eta \cdot \Delta\theta} \dots\dots\dots 4.3.2$$

όπου :

Q_{total} είναι Απαιτούμενη θερμική ισχύς (kW)

DD είναι Βαθμομέρες θέρμανσης

η είναι Βαθμός απόδοσης λέβητα %.

$\Delta\theta$ είναι Διαφορά θερμοκρασίας σχεδιασμού (°C).

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε την ενέργεια κατά έτος για την θέρμανση, χρειαζόμαστε τους παρακάτω πίνακες που προκύπτουν από (Κ. Εν. Α. Κ) οι οποίοι έχουν προκύψει από συνεχώς μετεωρολογικά δεδομένα. Στους παρακάτω πίνακες παρατηρούμε, βαθμομέρες θέρμανσης (DD) και διαφορά θερμοκρασίας σχεδιασμού $\Delta\theta$ για την Ελλάδα.

Πίνακας 4.3.2: Βαθμομέρες θέρμανσης (DD).

Βαθμομέρες Θέρμανσης (DD)													Σύνολο
Περιοχή/Μήνας	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Ζώνη Α	183	162	140	45							39	133	702
Ζώνη Β	248	207	171	72							105	205	1008
Ζώνη Γ	394	314	254	111						53	207	344	1677
Ζώνη Δ	543	428	350	192	37					167	330	490	2537

Πίνακας 4.3.3: Τιμές για την θερμοκρασία σχεδιασμού.

Πόλεων της Ελλάδας (°C)	Πόλεων της Ελλάδας (°C)	Πόλεων της Ελλάδας (°C)	Πόλεων της Ελλάδας (°C)
Αγρίνιο -3	Δράμα -8	Ιωάννινα -6	Κομοτηνή -7
Αθήνα 0	Έδεσσα -7	Καβάλα -8	Κόρινθος -1
Αστεροσκοπείον +1	Ελευσίς 0	Καλάβρυτα -6	Κύθηρα +4
Αίγιο 0	Ελληνικών Αττικής -2	Καλαμάτα -1	Λαμία -4
Αλεξανδρούπολη -7	Ζάκυνθος -2	Καλαμπάκα -6	Λάρισα -7
Αλιάρτος -2	Ηράκλειον -3	Κάρπαθος +5	Μέγαρο 0
Ανάβρυτα -2	Θάσος -6	Κάρυστος +1	Ξάνθη -8
Αργοστόλι -1	Μίκρα -5	Κατερίνη -5	Πάτρα -1
Άρτα -2	Θήρα -3	Κέρκυρα 0	Σέρρες -9

Βόλος	-3	Ιεράπετρα	+4	Κοζάνη	-10	Χανιά	+3
-------	----	-----------	----	--------	-----	-------	----

Με τα δεδομένα της εκφώνησης και από τους παραπάνω πίνακες, μπορέσαμε να υπολογίσουμε το ετήσιο κόστος. Αρχικά όμως πρέπει να βρούμε την κατώτερη θερμογόνο δύναμη H_u και την τιμή του πετρελαίου. Γνωρίζουμε ότι η τιμή του πετρελαίου θέρμανσης αλλάζει συνεχώς, αλλά για το χρονικό διάστημα που εμείς μελετάμε την ενεργειακή ανάλυση, η μέση τιμή του κοστίζει $0,981$ (€/lit) και η θερμογόνο δύναμη του είναι: $H_u = 11,92$ (kWh/lit), όπως αυτό απεικονίζεται στο < Πίνακα 4.1.2: >.

Άρα :

$$Q_{total} = 14^{(kW)}, \eta = 80\% = 0,8, \text{ Νομός Κορινθίας, ζώνη B, DD}=1.008 \text{ και } \Delta\Theta=(20-(-1))=21(^{\circ}C)$$

$$E_{hDiesel} = \frac{24 \cdot Q \cdot DD}{\eta \cdot \Delta\Theta} = \frac{24 \cdot 14^{(kW)} \cdot 1.008}{0,8 \cdot (20 - (-1))} = 20.160^{(kWh)}$$

$$\text{Ετήσια κατανάλωση Πετρελαίου} = \frac{E_{hDiesel}}{H_{uDiesel}} = \frac{20.160^{(kWh)}}{11,92^{(kWh/lit)}} = 1.691,2^{(lit/έτος)}$$

$$\text{Ετήσιο κόστος Πετρελαίου: } C = 1.691,2^{(lit/έτος)} \times 0,981^{(€/lit)} = 1.659,1^{(€/έτος)}$$

Κουζίνα: Για το μαγείρεμα τοποθετήσαμε μία ηλεκτρική κουζίνα με ονομαστική ισχύ $Q_{Κουζ} = 5^{(kW)}$, με 3 ώρες λειτουργίας στην ονομαστική της κατάσταση για κάθε ημέρα και κοστίζει 500 €. Για αυτή τη κουζίνα μπορούμε να υπολογίσουμε την ετήσια κατανάλωση σε (kWh/έτος) όπου:

$$\text{Ετήσια Κατανάλωση ρεύματος} = 5^{(kW)} \times 3^{(h/ημερα)} = 15^{(kWh/ημερα)} \times 365^{(ημερα/έτος)} = 5.475^{(kWh/έτος)}. \text{ Με την βοήθεια του < Πίνακα 4.1.2 > έχουμε:}$$

$$\text{Ετήσια Κατανάλωση} = \text{Ετησία Κατανάλωσή}^{(kWh/έτος)} \times \text{Τιμή}_{\Delta.E.H}^{(€/kWh)} = 5.475^{(kWh/έτος)} \times 0,07169^{(€/kWh)} = 392,5^{(€/έτος)}.$$

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε την κουζίνα με μεγάλη ακρίβεια χρειάζεται μια πολλαπλή διαδικασία, διότι τα μεγέθη της μεταβάλλονται συνεχώς με το χρόνο και το φορτίο. Για να μπορέσουμε να παρατηρήσουμε ότι ο παραπάνω υπολογισμός είναι μια λογική και πρακτική τιμή, χρησιμοποιούμε υπολογιστικό πρόγραμμα που μας υπολογίζει * την ετήσια κατανάλωση για την κουζίνα όπως παρατηρούμε στο παρακάτω Πίνακα 4.3.3.

(*Υπολογίζει Συμφώνα με http://paroutsas.jmc.gr/different/cur_cons.htm.

Πίνακας 4.3.3: Υπολογιστικό πρόγραμμα για ετήσιο κόστος.

	Συσκευή: Καυζήλα: Μεγάλο μάτι Ισχύς Συσκευής σε Watt: 2000 Χρόνος λειτουργίας τη μέρα: 3 ώρες Κόστος κλιματώρας με ΦΠΑ (ή υποδοσολό): 0,072	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	
		Κόστος ανά ώρα :	0.144 €
		Κόστος ανά ημέρα :	0.432 €
		Κόστος ανά μήνα :	12.96 €
		Κόστος ανά τετράμηνο :	51.84 €
	Κόστος ανά έτος :	155.52 €	
	Συσκευή: Καυζήλα: Φαίρος, απλό Ισχύς Συσκευής σε Watt: 2700 Χρόνος λειτουργίας τη μέρα: 3 ώρες Κόστος κλιματώρας με ΦΠΑ (ή υποδοσολό): 0,072 Στάκι από 1,8 ευρώ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	
		Κόστος ανά ώρα :	0.194 €
		Κόστος ανά ημέρα :	0.582 €
		Κόστος ανά μήνα :	17.46 €
		Κόστος ανά τετράμηνο :	69.84 €
	Κόστος ανά έτος :	209.52 €	

Από τους υπολογισμούς μας βρήκαμε **392,5 (€/έτος)** και το υπολογιστικό πρόγραμμα για ετήσιο κόστος μας υπολόγισε ότι το μεγάλο μάτι καταναλώνει **155,52 (€/έτος)** + φούρνος απλός καταναλώνει **209,52 (€/έτος)**, το άθροισμα τους είναι ίσο με **365,04 (€/έτος)**. Οι τιμές που βρεθήκαν με δύο μεθόδους είναι κοντινές μεταξύ τους, αρά ισχυριζόμαστε ότι είμαστε σε μια λογική και πρακτική κατανάλωση. Τώρα ξέρουμε πόσα χρήματα "καίει" την ώρα, τη μέρα, το μήνα, το χρόνο. Ο υπολογισμός γίνεται με 0,072 ευρώ που στοιχίζει κατά μέσο όρο η κλιματώρα. Βέβαια, αυτό ίσχυε τον Ιανουάριο του 2017.

Στην *Περίπτωση 1*, οι συσκευές που θα τοποθετήσουμε είναι ηλεκτρικός θερμοσίφωνας, λέβητας με καυστήρα πετρελαίου, ηλεκτρική κουζίνα και το συνολικό κόστος αγοράς τους είναι το άθροισμά τους.

Κόστος Αγοράς* = ηλεκτρικός θερμοσίφωνας + λέβητας με καυστήρα πετρελαίου + ηλεκτρική κουζίνα = 145 € + 750 € + 500 € = 1395 €. Οι συσκευές που θα τοποθετούνται απεικονίζονται στη παρακάτω εικόνα.

(*Κόστος Αγοράς: Πραγματοποιήθηκε ερευνά αγοράς στο διαδίκτυο σε διαφορετικές βιομηχανίες παραγωγής ινιακών συσκευών.



Εικόνα 4.3.1: Θερμοσίφωνα, λέβητας με καυστήρα πετρελαίου και κουζίνα.

Αφού υπολογίσαμε την κατανάλωση στα παραπάνω μπορούμε να βρούμε το ετήσιο κόστος λειτουργίας τους εάν τα αθροίσουμε κατά μέλος.

Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας = Κατανάλωση θερμοσίφωνα + Κατανάλωση λέβητα με καυστήρα πετρελαίου + Κατανάλωση ηλεκτρικής κουζίνας (μεγάλο μάτι + φούρνος απλός) = $247,29 \left(\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\right) + 1.659,1 \left(\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\right) + 392,5 \left(\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\right) = 2.298,89 \left(\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\right)$

Περίπτωση 2: Για χρήση ζεστού νερού γίνεται τοποθέτηση ενός ταχυθερμοσίφωνα ή ταχύ μπόιλερ υγραερίου που καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες, ενός λέβητα με καυστήρα υγραερίου με βαθμό απόδοσης $\eta=85\%$ και μιας κουζίνας υγραερίου.

Ταχυθερμοσίφωνα ή Ταχύ μπόιλερ: Μας ζητείται να τοποθετήσουμε έναν ταχυθερμοσίφωνα υγραερίου που να καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες, από τα προσπέκτους των διαφόρων κατασκευαστών. Δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ταχυθερμοσίφωνα και του ταχύ μπόιλερ, όπως στο παρακάτω πίνακα 4.3.4 και 4.3.5.

Πίνακας 4.3.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά των ταχυθερμοσίφωνων.

Παροχή ζεστού νερού		Κατανάλωση Αερίου		Μέγιστη	Διαστάσεις συσκευής			ΚΩΔ	€
Δ.Θ. 25°C	Δ.Θ. 50°C	Υγραέριο	Φυσικό	ισχύς	Ύψος	Πλάτος	Βάθος		
		Ανοικτού θαλάμου καύσης							
11 Lt/min	5,5 Lt/min	1,7 kg/h		21,8 kw	58 cm	31 cm	22 cm	B11	513
14 Lt/min	7,0 Lt/min	2,2 kg/h		27,0 kw	66 cm	35 cm	22 cm	B14	620

Πίνακας 4.3.5: Τεχνικά χαρακτηριστικά του Ταχύ μπόιλερ.

Παροχή ζεστού νερού		Κατανάλωση Αερίου		Μέγιστη	Διαστάσεις συσκευής			ΚΩΔ	€
Δ.Θ. 25°C	Δ.Θ. 50°C	Υγραέριο	Φυσικό	ισχύς	Ύψος	Πλάτος	Βάθος		
		Ανοικτού θαλάμου καύσης							
-	230 Lt/h	0.410 kg/h	0.55 m ³ /h	-	8 cm	40 cm	35 cm	A 42	562

Η επιλογή του είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, αρά γνωρίζουμε ότι χρειαζόμαστε για τη χρήση ζεστού νερού 50 (lit/άτομο/ημέρα) και η θερμοκρασία του ζεστού νερού λαμβάνεται στους 50 (°C). Μπορούμε να υποθέσουμε ότι ένα άτομο μπαίνει για να κάνει ντους, χρησιμοποιεί 50 (lit) και συνηθώς ένα μέσο όρο ντους διαρκεί περίπου 10 (min). Ετήσια θερμοκρασία νερού του δικτύου εισέρχεται με 17.6 (°C). Όπως απεικονίζεται στο < Πίνακα 4.3.1 >, εάν γίνει επιλογή ταχυθερμοσίφωνα με παροχή ζεστού νερού Δ.Θ. 25 (°C), η θερμοκρασία θα φτάσει 17.6 (°C) + 25.0 (°C) = 42.6 (°C). Όμως το ζητούμενο είναι η θερμοκρασία να φτάσει 50 (°C). Αρά επιλέγουμε ταχυθερμοσίφωνα με παροχή ζεστού νερού Δ.Θ. 50 (°C). Εάν γίνει επιλογή ταχυθερμοσίφωνα με παροχή ζεστού νερού ίση με 5,5 Lt/min θα έχω: 5,5 (Lt/min) * 10 (min) = 55 (Lt), το ζητούμενο είναι 50 (lit), άρα μου αρκεί και θα μπορούσαμε να επιλέξουμε τον ταχυθερμοσίφωνα με παροχή ζεστού νερού Δ.Θ. 50 (°C), με 5,5 (Lt/min), της κώδικα B11 και με κόστος 513 € βλέπε < Πίνακα 4.3.4 >. Όμως αυτό θα ήταν λάθος, διότι στην μονοκατοικία μας θα διαμένουν 5 άτομα. Στη περίπτωση που ένα μέλος της οικογένειας κάνει ντους και ένα άλλο μέλος χρειαστεί ζεστό νερό την ίδια στιγμή, για αυτόν δεν θα υπάρχει και το πρόβλημα δεν τελειώνει εδώ διότι στο άτομο που κάνει ντους η θερμοκρασία θα χαμηλώσει πολύ και θα παραπονιέται*. Θα μπορούσαμε να επιλέξουμε το αμέσως μεγαλύτερο θα έλεγε κάποιος, όπως το ταχυθερμοσίφωνα με παροχή διαθέσιμο ζεστό νερό ζεστού νερού Δ.Θ. 50 (°C), με 7.0 (Lt/min), κώδικα B14 και με κόστος 620 €, όπως απεικονίζεται στις παρακάτω εικόνες. Όμως είναι πολύ μεγαλύτερο, διότι θα ζεστάνει 420 (Lt/h). Όμως το ζητούμενο είναι περίπου 250 (Lt/h) και έτσι θα έχουμε υπερκατανάλωση. Εάν επιλέξουμε το Ταχύ μπόιλερ θα μας ζεστάνει 230 Lt/h, όπως αυτό δίνεται στο παρακάτω < Πίνακα 4.3.5 > και είναι πολύ κοντά στο ζητούμενο.

Με τους παραπάνω υπολογισμούς και προβλέψεις, επιλέγουμε το Ταχύ μπόιλερ με παροχή ζεστού νερού Δ.Θ. 50 (°C), με 230 (Lt/h), του κώδικα A 42 και με κόστος 562 €

Αφού τώρα έχουμε επιλέξει το ταχύ μπόιλερ υγραερίου και με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνονται από τους κατασκευαστές στο < Πίνακα 4.3.5 >, μπορούμε να υπολογίσουμε:

$$\text{Μέθοδος των τριών: } \frac{230^{Lt}}{250^{Lt}} \frac{1^h}{x^h} \rightarrow x = 1,087^h : \frac{1^h}{1,087^h} \frac{60^{min}}{x^{min}} \rightarrow x = 65,2^{min}$$

Σύμφωνα με το κατασκευαστή καταναλώνει 0,410 kg/h υγραερίου:

$$\text{Μέθοδος των τριών: } \frac{1^h}{1,087^h} \frac{0,410^{kg/h}}{x^{kg/h}} \rightarrow x = 0,445^{kg/h}$$

(*) *Παράπονα:* Μαμά μην πλύνεις τα πιάτα γιατί κάνω ντους, μπαμπά το νερό είναι πολύ κρύο δυνάμωσε το μηχάνημα, μαστορα ο ταχυθερμοσίφωνα μερικές φορές δεν ζεσταίνει και άλλες φορές ζεσταίνει τι φταιί, κ.λπ.

Αρά υπολογίσαμε, για να ζεστάνω 250 (Lit) , με $\Delta\theta = 50$ (°C) θα καταναλώσω υγραέριο ίσα με 0,445 (kg/h), αυτό θα γίνεται για κάθε ημέρα, διότι κάθε μέρα θέλουμε να ζεστάνουμε 250 (Lit) νερό ,όπως αυτό δίνεται στην ενότητα 4.2. Επομένως, θα είναι ίσο με 0,445 $\left(\frac{kg}{\eta\mu\epsilon\rho\alpha}\right)$.

$$- \text{ Κατανάλωση υγραερίου } \left(\frac{\text{lit}}{h}\right) : \dot{v} = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{0,445 \text{ kg/h}}{0,57 \text{ kg/lit}} = 0,7807 \frac{\text{lit}}{h} .$$

Όπου:

$$\dot{m} = \text{ Κατανάλωση υγραερίου } \left(\frac{kg}{h}\right)$$

ρ = Ειδικό βάρος υγραερίου σε θερμοκρασία 15,5 (°C)

$$- \text{ Ετήσιο Κόστος Υγραερίου } : C = 0,7807 \frac{\text{lit}}{h} \cdot 1 \text{ h/ημέρα} \times 365 \frac{\eta\mu\epsilon\rho\epsilon\varsigma}{\text{Ετος}} \times 0,52 \frac{\text{€}}{\text{lit}} = 148,2 \frac{\text{€}}{\text{Ετος}} .$$

Θέρμανση: Για την θέρμανση θα τοποθετήσουμε έναν λέβητα με καυστήρα υγραερίου και με βαθμό απόδοσης $\eta = 85\%$.

$Q_{total} = 14$ (kW), $\eta = 85\% = 0,85$, Νομός Κορινθίας, ζώνη Β, DD=1008 και $\Delta\theta = (20 - (-1)) = 21$ (°C)

$$E_{hLPG} = \frac{24 \cdot Q \cdot DD}{\eta \cdot \Delta\theta} = \frac{24 \cdot 14 \text{ (kW)} \cdot 1.008}{0,85 \cdot (20 - (-1))} = 18.974 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{Ετος}}\right)$$

$$\text{Ετησία κόστος} = \frac{E_{hLPG}}{HuLPG} = \frac{18.974 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{Ετος}}\right)}{6,61 \text{ (kWh/lit)}} = 2.870,5 \text{ (lit/έτος)} \times 0,52 \text{ (€/lit)} = 1.492,6 \text{ (€/έτος)}$$

Για να μας καλύψει επαρκώς το ζητούμενο φορτίο 14kW, επιλέγουμε το παρακάτω λέβητα μαζί με καυστήρα υγραερίου Buderus Logamax Polish GB012-25K με ονομαστική θερμική Ισχύς: 21.930 (kcal/h), και κοστίζει 830 €.

Κουζίνα: Για την κουζίνα υγραερίου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία να υπολογίσουμε την κατανάλωσή του. Αυτό γίνεται διότι δεν γνωρίζουμε, εάν θα δουλεύουμε το φούρνο ή τις εστίες καυσίμου, πόσες εστίες και σε ποια σκάλα *, σε ποια θερμοκρασία, ποσό χρόνο χρειάζεται να είναι αναμμένο κ.λπ. Θα μπορούσαμε να το υπολογίσουμε με πειραματικές μετρήσεις ή με έρευνα που θα βασιζόταν στα

(*)Σκάλα είναι διαβάθμιση της εστίας καυσίμου του φούρνο ή των 4 εστιών που μαγειρεύουμε.

ερωτηματολόγια των μονοκατοικιών. Όμως στην περίπτωση 1, για το μαγείρεμα τοποθετήσαμε μία ηλεκτρική κουζίνα με ονομαστική ισχύ $Q_{Κουζ} = 5^{(kW)}$, με 3 ώρες σε λειτουργία στην ονομαστική της κατάσταση και κοστίζει 500 €. Στην κουζίνα αυτή μπορούμε να υπολογίσουμε την ετήσια κατανάλωση σε (kWh/έτος) όπου:

$$\text{Ετήσια Κατανάλωση ρεύματος} = 5^{(kW)} \times 3^{(h/\etaμερα)} = 15^{(kWh/\etaμερα)} \\ \times 365^{(\etaμερα/\acute{\epsilon}τος)} = 5.475^{(kWh/\acute{\epsilon}τος)}.$$

Με την βοήθεια του < Πίνακα 4.1.2 > έχουμε:

$$\text{Ετήσια Κατανάλωση} = \frac{\text{Ετησία Κατανάλωση}}{Κ.Θ.Δ Ηυ L.P.G} \times \text{Τιμή}_{L.P.G} (\text{€/lit}) = \frac{5.475^{(kWh/\acute{\epsilon}τος)}}{6,61^{(kWh/lit)}} \times \\ 0,52 (\text{€/lit}) = 430,7 (\text{€/έτος}).$$

Από έρευνες αγοράς βρήκαμε ότι μια κουζίνα υγραερίου για μονοκατοικία κοστίζει περίπου 425 €. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε έναν Ταχύ μπόιλερ, έναν λέβητα με ενσωματωμένο καυστήρα υγραερίου και με εξτρά μπεκ για φυσικό αέριο και μια κουζίνα υγραερίου. $\text{Κόστος Αγοράς} = \text{Ταχύ μπόιλερ υγραερίου} + \text{λέβητα με καυστήρα υγραερίου} + \text{κουζίνα υγραερίου} = 562 \text{ €} + 830 \text{ €} + 425 \text{ €} = 1.817 \text{ €}$. Οι συσκευές που θα τοποθετούνται απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.3.1: Ταχύ μπόιλερ υγραερίου, λέβητα με καυστήρα και κουζίνα υγραερίου.

$$\text{Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας} = \text{Κατανάλωση θερμοσίφωνα} + \text{Κατανάλωση λέβητα με καυστήρα πετρελαίου} + \text{Κατανάλωση ηλεκτρικής κουζίνας (μεγάλο μάτι + φούρνος απλός)} = 148,2 \left(\frac{\text{€}}{\acute{\epsilon}τος}\right) + 1.492,6 \left(\frac{\text{€}}{\acute{\epsilon}τος}\right) + 430,7 \left(\frac{\text{€}}{\acute{\epsilon}τος}\right) = 2.071,5 \left(\frac{\text{€}}{\acute{\epsilon}τος}\right)$$

Περίπτωση 3: Παραμένουν οι συσκευές της δεύτερης περίπτωση, το μόνο που αλλάζουμε είναι τα μπεκ ψεκασμού και κάποιες ρυθμίσεις της παροχής.

Ταχύ μπόιλερ. Σύμφωνα με το κατασκευαστή καταναλώνει 0,55 (m³/h), όπου θα έπρεπε να δίνονται * ως 0,55 Nm³/h, φυσικό αερίου όπως παρατηρούμε στον < Πίνακα 4.3.5 >.

$$1^h \quad 0,55 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow x = 0,598 \text{ m}^3/\text{h} \text{ . Αρά υπολογίσαμε για να ζεστάνω } 250^{Lt} \text{ ,}$$

$$1,087^h \quad x \text{ m}^3/\text{h}$$

με ΔΘ= 50(°C) θα καταναλώσω φυσικό αέριο ίσο με = 0,598 m³/h x 1 h/ημέρα = 0,598 m³/ημέρα.

Ετήσια κατανάλωση Φυσικού Αερίου = 0,598 m³/ημέρα x 365 $\frac{\text{ημέρες}}{\text{Ετος}}$ = 218,3 $\frac{\text{m}^3}{\text{Ετος}}$. Για να καλύψω τις ετήσιες ανάγκες με (Ζ.Ν.Χ) καταναλώνω 218,3 $\frac{\text{m}^3}{\text{Ετος}}$ Φυσικό Αέριο.

Η μέτρηση της κατανάλωσης φυσικού αερίου γίνεται περίπου κάθε 60 μέρες και η καταμετρηθείσα κατανάλωση του φυσικού αερίου σε κυβικά μέτρα (m³) επιμερίζεται στους μήνες της περιόδου καταμέτρησης με βάση τον αριθμό των ημερών κάθε μήνα που περιέχεται σε αυτή. Η κατανάλωση σε (m³) μετατρέπεται σε (kWh) με τον συντελεστή μετατροπής (kWh/Nm³) του κάθε μήνα. Από το ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΑΤΤΙΚΗΣ, μας δίνεται ο παρακάτω πίνακας με τις τιμές του φυσικού αερίου.

Πίνακας 4.3.6: Τιμές του φυσικού αερίου (ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΑΤΤΙΚΗΣ).

Μήνες	Οικιακό τιμολόγιο			(€/kWh)			ΑΘΔ: ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ
	Τιμή Προμήθειας	Χρέωση Μεταφοράς	Χρέωση Διανομής	Φόροι & Τέλη	ΦΠΑ	Τελική τιμή συμπ ΦΠΑ	
	(€/kWh)						(kWh/Nm ³)
Ιανουάριος 2017	0,02971	0,00234	0,0142388	0,0014	0,0062	0,0539	11.8040
Φεβρουάριος 2017	0,03167	0,00397	0,0142388	0,0014	0,0066	0,0580	11.8271
Μάρτιος 2017	0,03885	0,00372	0,0142388	0,0015	0,0075	0,0658	11.8844
Απρίλιος 2017	0,03852	0,00331	0,0142388	0,0015	0,0074	0,0650	11.8205
Μάιος 2017	0,03491	0,00385	0,0142388	0,0014	0,00703	0,0614	11.6320

(*) Σύμφωνα με <https://www.aerioattikis.gr/el/times-fysikou-aeriou>

Η τιμή του φυσικού αερίου ανά κυβικό μέτρο (€/Nm³) κάθε μήνα προκύπτει πολλαπλασιάζοντας την αντίστοιχη τιμή του φυσικού αερίου σε (€/kWh) με τον συντελεστή μετατροπής (kWh/Nm³) του κάθε μήνα. Η τιμή φυσικού αερίου για τον Ιανουάριο 2017 είναι 0,0539 (€/kWh) (συμπ ΦΠΑ) και ο συντελεστής μετατροπής για τον ίδιο μήνα είναι 11,8040 (kWh/Nm³).

(*) Το Nm³ είναι ένας όγκος ξηρού αερίου που καταλαμβάνει όγκο 1 m³, σε θερμοκρασία 273,15 K ή (0 °C) και απόλυτη πίεση 101.325 Pa = 1 atm.

Ο συντελεστής μετατροπής kWh/Nm³ και οι τιμές €/kWh είναι μεταβλητές για κάθε μήνα, εμείς όμως υπολογίζουμε για ετήσια κατανάλωση, για το λόγο αυτό παίρνουμε τον μέσο ετήσιο συντελεστή μετατροπής που είναι (Α.Θ.Δ) 11,7936 (kWh/Nm³) και μεσαίας ετήσιας τιμής που είναι 0,0608 (€/kWh) συμπτ ΦΠΑ.

$$\text{Ετήσιο κόστος} = 218,3 \text{ (Nm}^3\text{/έτος)} \times 11,7936 \text{ (kWh/Nm}^3\text{)} \times 0,0608 \text{ (€/kWh)} = 156,53 \text{ (}\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\text{)}$$

Θέρμανση:

$Q_{total\ NG} = 14 \text{ (kW)}$, $\eta = 85\% = 0,85$, Νομός Κορινθίας, ζώνη Β, DD=1008 και $\Delta\Theta = (20 - (-1)) = 21 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$

$$E_{h\ NG} = \frac{24 \cdot Q \cdot DD}{\eta \cdot \Delta\Theta} = \frac{24 \cdot 14 \text{ (kW)} \cdot 1.008}{0,85 \cdot (20 - (-1))} = 18.974 \text{ (}\frac{\text{kWh}}{\text{Έτος}}\text{)}$$

$$\text{Ετήσια κατανάλωση} = \frac{E_{h\ NG}}{Hu\ NG} = \frac{18.974 \text{ (}\frac{\text{kWh}}{\text{Έτος}}\text{)}}{11,8 \text{ (kWh/Nm}^3\text{)}} = 1.607,9 \text{ (Nm}^3\text{/έτος)}$$

$$\text{Μέθοδος των τριών:} \quad \begin{array}{ccc} 1 \text{ Nm}^3 & 11,8 \text{ kWh} & \\ 1.607,9 \text{ Nm}^3 & x \text{ kWh} & \rightarrow x = 18.973,2 \text{ (}\frac{\text{kWh}}{\text{Έτος}}\text{)} \end{array}$$

$$\text{Ετήσια κόστος} = 18.973,2 \text{ (}\frac{\text{kWh}}{\text{Έτος}}\text{)} \times 0,0608 \text{ (€/kWh)} = 1.153,57 \text{ (€/έτος)}$$

Κουζίνα: Για την κουζίνα φυσικού αερίου θα υπολογίσουμε μόνο την κατανάλωση, διότι παραμένει η ίδια συσκευή της μεθόδου 2 και αλλάζουμε το μπεκ της. Με την βοήθεια του < Πίνακα 4.3.6 > έχουμε:

$$\text{Ετήσια Κατανάλωση ρεύματος} = 5 \text{ (kW)} \times 3 \text{ (h/ημερα)} = 15 \text{ (kWh/ημερα)} \\ \times 365 \text{ (ημερα/έτος)} = 5.475 \text{ (kWh/έτος)}$$

$$\text{Ετήσια Κατανάλωση} = \frac{\text{Ετησία Κατανάλωση}}{\text{Α.Θ.Δ N.G}} = \frac{5.475 \text{ (}\frac{\text{kWh}}{\text{Έτος}}\text{)}}{11,8 \text{ (kWh/Nm}^3\text{)}} = 463,9 \text{ (Nm}^3\text{/έτος)}$$

$$\text{Μέθοδος των τριών:} \quad \begin{array}{ccc} 1 \text{ Nm}^3 & 11,8 \text{ kWh} & \\ 463,9 \text{ Nm}^3 & x \text{ kWh} & \rightarrow x = 5.474,0 \text{ (}\frac{\text{kWh}}{\text{Έτος}}\text{)} \end{array}$$

$$\text{Ετήσιο κόστος} = 5.474,0 \text{ (}\frac{\text{kWh}}{\text{Έτος}}\text{)} \times \text{Τιμή}_{N.G} \text{ (€/lit)} = 5.474,0 \text{ (}\frac{\text{kWh}}{\text{Έτος}}\text{)} \times 0,0608 \text{ (€/kWh)} \\ = 332,8 \text{ (€/έτος)}$$

Κόστος Αγοράς = Ταχύ μπόιλερ Φ. Αερίου + λέβητα με καυστηρά Φ. Αερίου + κουζίνα Φ. Αερίου = 562 € + 830 € + 425 € = 1817 €, παραμένει ίδια τιμή .

Ετήσιος Κόστος Λειτουργίας = Κατανάλωση θερμοσίφωνα + Κατανάλωση λέβητα με καυστήρα πετρελαίου + Κατανάλωση ηλεκτρικής κουζίνας (μεγάλο μάτι + φούρνος απλός) = $156,53 \text{ (}\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\text{)} + 1.153,57 \text{ (}\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\text{)} + 332,8 \text{ (}\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\text{)} = 1.642,9 \text{ (}\frac{\text{€}}{\text{έτος}}\text{)}$

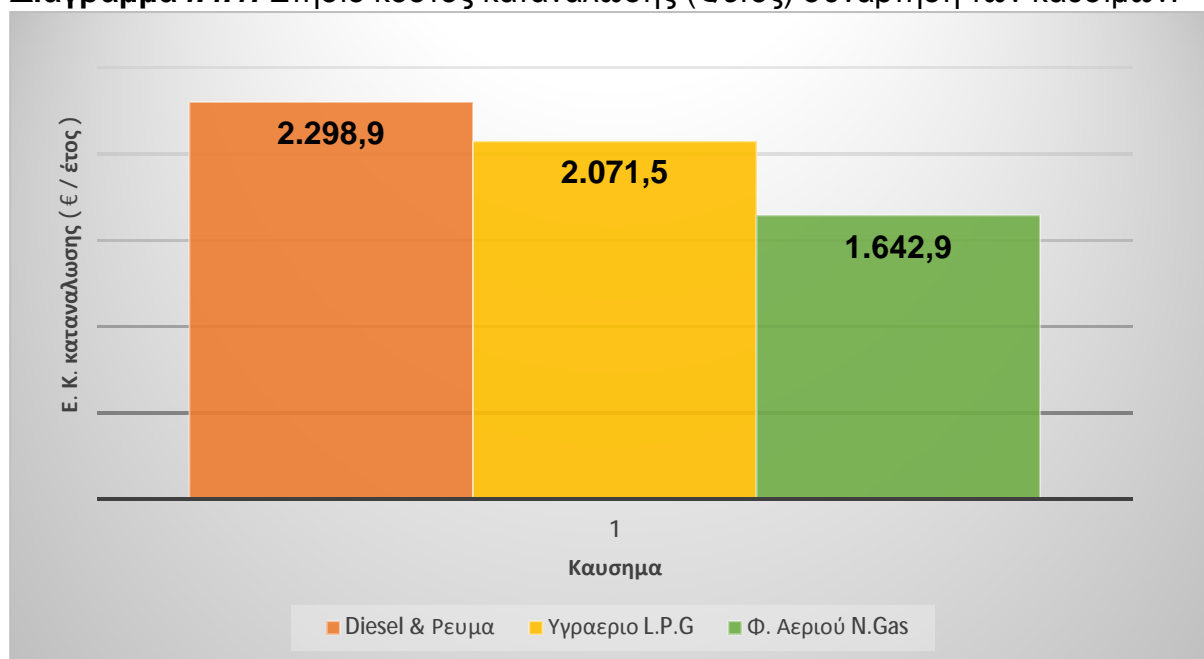
4.4 Συμπεράσματα μελέτης

Για να βγάλουμε τα συμπεράσματα της ενεργειακής μελέτης, συγκεντρώνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα. Στον παρακάτω πίνακα υπολογίσαμε το συνολικό κόστος αγοράς των συσκευών και το ετήσιο κόστος καταναλώσεων για τρεις διαφορετικές μεθόδους. Καθώς μπορούμε να παρατηρήσουμε στο παρακάτω διάγραμμα τις διαφορές των καυσίμων σε σύγκριση με την ετήσια κατανάλωση για τις τρεις διαφορετικές περιπτώση που μελετηθήκαν παραπάνω.

Πίνακας 4.4.1: Συνολικό κόστος συσκευών και το ετήσιο κόστος καταναλώσεων.

		Κόστος Αγοράς (€)	Ετήσιο κόστος καταναλώσεων (€ έτος)
Πετρέλαιο & Ρεύμα			
Περίπτωση 1:	Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	145	247,29
	Λέβητα με Καυστήρα Πετρελαίου	750	1659,1
	Ηλεκτρική Κουζίνα	500	392,5
Συνολικό		1,395 €	2.298,89
Υγραερίου L.P.G			
Περίπτωση 2:	Ταχύ μπόιλερ	562	148,2
	Λέβητα με Καυστήρα Υγραερίου	830	1.492,6
	Ηλεκτρική Κουζίνα Υγραερίου	425	430,7
Συνολικό		1,817 €	2.071,5
Φυσικό Αερίου N.G			
Περίπτωση 3:	Ταχύ μπόιλερ	562	156,2
	Λέβητα με Καυστήρα Φ. Αερίου	830	1.153,6
	Ηλεκτρική Κουζίνα Φ. Αερίου	425	332,8
Συνολικό		1,817 €	1.642,9

Διάγραμμα 4.4.1: Ετήσιο κόστος κατανάλωσης (€/έτος) συνάρτηση των καυσίμων.



Με βάση τις τιμές των αποτελεσμάτων που υπολογίσαμε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι:

Αρχικά μελετήσαμε και υπολογίσαμε το κόστος μίας εγκατάστασης υγραερίου που είναι 1.177,7 €, αυτή ή εγκατάσταση παραμένει στην ίδια τιμή σε περίπτωση που σε αυτό συνδεθεί δίκτυο με φυσικό αέριο. Η τιμή της εγκατάστασης είναι αρκετή μεγάλη σε περίπτωση που θέλουμε να το συγκρίνουμε με μία εγκατάσταση πετρελαίου και ρεύματος, διότι μία δεξαμενή πετρελαίου, μερικά μέτρα σωλήνα για να μεταφέρει το πετρέλαιο στην εστία καυσίμου και μερικά μετρά καλωδίωση για την σύνδεση του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα και ηλεκτρικής κουζίνας κοστίζει περίπου 300 €.

Αναλύοντας τις βασικότερες (ζεστό νερό χρήσης, θέρμανση και μαγείρεμα) καταναλώσεις μιας μονοκατοικίας με τρεις διαφορετικές μεθόδους για τα καύσιμα που θα καταναλωθούν παρατηρήσαμε ότι:

- Εάν χρησιμοποιούμε Υγραέριο (L.P.G) θα εξοικονομήσουμε 9,9 % ετησίως σε περίπτωση που χρησιμοποιήσαμε Πετρέλαιο θέρμανσης και ηλεκτρικό ρεύμα.
- Εάν χρησιμοποιούμε Φυσικό Αέριο (N.G), που προαπαιτεί να υπάρχει το δηκτικό διανομής Φυσικού Αερίου στην περιοχή που κατασκευάζεται ή βρίσκεται η μονοκατοικία, θα εξοικονομήσουμε 28,5 % ετησίως σε περίπτωση που χρησιμοποιήσαμε Πετρέλαιο θέρμανσης και ηλεκτρικό ρεύμα.
- Εάν χρησιμοποιούμε Φυσικό Αέριο (N.G) θα εξοικονομήσουμε 20,7 % ετησίως σε περίπτωση που χρησιμοποιήσαμε Υγραέριο (L.P.G).

Θέλοντας να έχουμε μια εκτίμηση της εξοικονόμησης που έχουμε σε σχέση με το κόστος εγκατάστασης μπορούμε να υπολογίσουμε με τον μέθοδο Έπενδύω, Εξοικονομώ, Απόσβεση και παρατηρώ το Κέρδος.

Εγκατάσταση Υγραερίου ή Φυσικού Αερίου – Εγκατάστασης Πετρελαίου και Ρεύμα =
1.177,7 € - 300 € = 877,7 €

1. Συγκρίνουμε κατανάλωση Πετρελαίου και Ρεύματος με κατανάλωση Υγραερίου (L.P.G).

Κατανάλωση Πετρελαίου και Ρεύματος- Κατανάλωση Υγραερίου (L.P.G). =
2.298,89 € - 2.071,5 € = 227,4 €

$$\text{Απόσβεση} = \frac{\text{Επενδύω για Εγκατάσταση Υγραερίου}}{\text{Εξοικονομούμε εάν χρησιμοποιούμε Υγραέριο (L.P.G)}} = \frac{877,7 \text{ €}}{227,4 \text{ €}} = 3,8^{\text{έτη}} = 46^{\text{μήνες}} .$$

2. Συγκρίνουμε κατανάλωση Πετρελαίου και Ρεύματος με κατανάλωση Φυσικού Αερίου (N.G).

Κατανάλωση Πετρελαίου και Ρεύματος- Κατανάλωση Φυσικού Αερίου (N.G)
= 2.298,89 € - 1.642,9 € = 656 €.

$$\text{Απόσβεση} = \frac{\text{Επενδύω για Εγκατάσταση Φυσικού Αερίου}}{\text{Εξοικονομούμε Εάν χρησιμοποιούμε Φυσικό Αέριο (N.G)}} = \frac{877,7 \text{ €}}{656 \text{ €}} = 1,3^{\text{έτη}} = 16^{\text{μήνες}} .$$

3. Συγκρίνουμε κατανάλωση Υγραερίου (L.P.G) με κατανάλωση Φυσικού Αερίου (N.G).

Κατανάλωσή Υγραέριο (L.P.G) – Κατανάλωσή Φυσικό Αερίου (N.G) = 2.071,5 € -
1.642,9 € = 428,6 €.

$$\text{Απόσβεση} = \frac{\text{Επενδύω για Εγκατάσταση Φυσικού Αερίου}}{\text{Εξοικονομούμε Εάν χρησιμοποιούμε Φυσικό Αέριο (N.G)}} = \frac{877,7 \text{ €}}{428,6 \text{ €}} = 2^{\text{έτη}} = 24^{\text{μήνες}} .$$

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι μία εγκατάσταση υγραερίου ή Φυσικού Αερίου έχει παραπάνω από 60 χρόνια διάρκειας ζωής, με ελάχιστες συντηρήσεις σε τακτικά χρονικά διαστήματα.

Όπως παρατηρούμε από την Πτυχιακή Εργασία, η κρίση των αερίων καυσίμων σε μικρομεσαίους καταναλωτές είναι μια συμφέρουσα λύση γιατί μπορούμε να εξοικονομήσουμε χρήματα. Εκτός από το να εξοικονομήσουμε χρήματα, τα αέρια καύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από την φύση τους. Είναι τα πιο καθαρά καύσιμα σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, δεν εκπέμπουν αιθάλη και δεν περιέχουν τις βλαβερές για το περιβάλλον ενώσεις θείου που ρυπαίνουν και προκαλούν το φαινόμενο της όξινης βροχής, καθώς τα αέρια καύσιμα συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. William M. Johnson, *Εγκαταστάσεις Αερίου*, ISBN 960-405-707-3, ©1997, Εκδόσεις ΙΩΝ, Επιμέλεια Έκδοσης: Γ. Παρίκος.
2. *Τεχνικοί Κανόνες για Εγκαταστάσεις Αερίου*, 1994 ΣΜΗΒΕ, Θεσσαλονίκη Μετάφραση των Deutscher Verein des Gas – und Wasserfaches, Technische Regeln für Gas – Installationen, Μετάφραση – Επιμέλεια: Κ. Γ. Πασπαλάς.
3. M. Harterich, E. Ignatowitz, H. Frey, Π. Φαντάκης, Γ. Παρίκος, *Εγκαταστάσεις Αερίων Καυσίμων*, ISBN 978-960-508-106-5, ©2013, Εκδόσεις ΙΩΝ. Brickle. Siegfried, Harterich. Manfred, Jungmann. Friedrich, Merkler. Helmyt. Schuler. Karl, Uhr. Ulrich, ISBN 978-960-331-411-0, © 2007, Εκδόσεις ΙΩΝ.
4. M. Harterich, E. Ignatowitz, H. Frey, Π. Φαντάκης, Γ. Παρίκος, *Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κτηρίων*, ISBN 978-960-508-119-5, ©2013, Εκδόσεις ΙΩΝ. Brickle Siegfried, Flegel Robert, Harterich Manfred, Jungmann Friedrich, Kogel Peter, Küpper Elmar, Merkle Helmut, Uhr Ulrich.
5. Νικολάου Κιούρου, *Φυσικό Αέριο*. Βασικές Αρχές – Χρήσεις, B.sc., PGdip., Msc. Θεσσαλονίκη Μάρτιος 1996 , Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ι Πάτρας 665,7.
6. Χαράλαμπος Καραπάνος, *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου 1*, ISBN 978-960-411-655-3, ©2008, Εκδόσεις ΙΩΝ.
7. Διονύσης Ασημακόπουλος, Γεώργιος Αραμπατζής, Αθανάσιος Αγγελής - Δημάκης, Αβραάμ Καρταλιδής, Γεώργιος Τσιλιγκιρίδης. *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. ISBN 978-960-6706-76-9, ©2015, Εκδόσεις “ σοφία ”
8. Χαράλαμπος Καραπάνος, *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου 2*, ISBN 978-960-411-676-8, ©2008, Εκδόσεις ΙΩΝ.
9. Δημήτρης Γ. Παπανίκας, , *Τεχνολογία Φυσικού Αερίου*, ISBN 978-960-88598-4-1, © Αθήνα 2007, Εκδοτική- Διαφημιστική, Αθήνα.
 - http://www.elinyae.gr/el/lib_file_upload/1257b-03.1122370843905.pdf
 - http://www.elinyae.gr/el/item_details.jsp?item_id=2593&cat_id=734
 - <https://www.aerioattikis.gr/>
 - <http://www.depa.gr/>

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία, κατασκεύασα ένα ενδεικτικό σύστημα διανομής υγραερίου. Το σύστημα μπορεί να τροφοδοτηθεί με δεξαμενές ή φιάλες υγραερίου, καθώς έχω προβλέψει τη σύνδεση με φυσικό αέριο για μελλοντική μετατροπή. Όλα τα εξαρτήματα έχουν τοποθετηθεί σε πινακίδα η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστηριακούς χώρους ή ακόμα και διαφημιστικούς, καθώς τα εξαρτήματα και τα όργανα έχουν ελεγχθεί για την σωστή λειτουργία τους. Αρχικά συναρμολόγησα τα εξαρτήματα με τρόπους επιβαλλόμενους από τους κανονισμούς ασφαλείας. Στη συνέχεια εισήγαγα υγραέριο στο σύστημα, το πρέσαρα με υγραέριο και δεν εντόπισα καμία διαρροή. Η κατασκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εκπαιδευτικό και πειραματικό υλικό για τους φοιτητές και τεχνητές που θέλουν να ασχοληθούν με εγκατάσταση αερίων καυσίμων.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΠΑΤΡΑ 2