

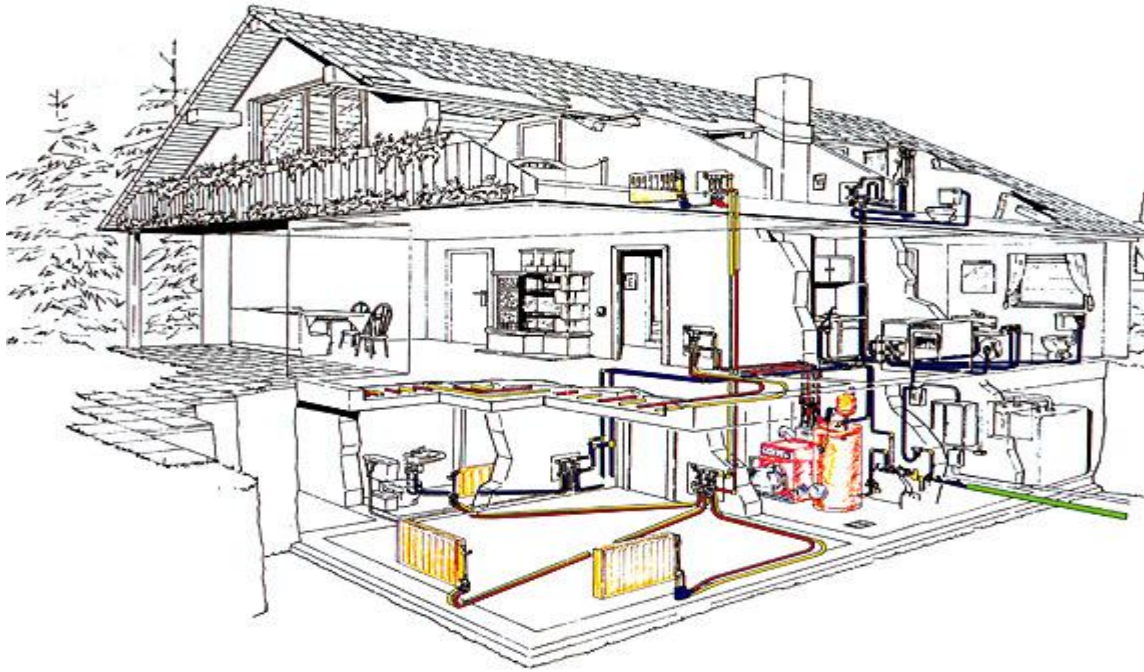
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ : ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ – ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :
ΑΒΡΑΜΟΠΟΥΛΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ
ΔΑΡΑΝΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :
ΜΑΥΡΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	5
Α ΜΕΡΟΣ.....	8
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο</u>	
ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	
i) ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	9
ii) ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ.....	16
iii) ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΑΕΡΙΟΥ.....	25
iv) ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	32
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο</u>	
ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	
i) ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	35
ii) ΤΟ ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΠΡΟΠΑΝΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΜΙΓΜΑ.....	36
iii) ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	38
iv) ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	40
v) ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ-ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ.....	48
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο</u>	
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ-ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	
i) ΕΙΔΗ ΚΑΥΣΤΗΡΩΝ.....	50
ii) ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ- ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ.....	60
iii) ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	65
iv) ΣΧΗΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ- ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ-ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

i) ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ.....	72
ii) ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	74
΄Β ΜΕΡΟΣ.....	94
ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	94
ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	108
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	115

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της παρούσας εργασίας είναι «Το φυσικό αέριο και υγραέριο και η χρήση αυτών». Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη.

Το Α΄ μέρος χωρίζεται σε τέσσερα κεφάλαια:

- § Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη νομοθεσία των αερίων καυσίμων.
- § Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα αέρια καύσιμα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.
- § Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τις εγκαταστάσεις και την καύση φυσικού αερίου και υγραερίου.
- § Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και τα οφέλη του φυσικού αερίου και του υγραερίου.

Στο Β΄ μέρος παρουσιάζεται η μελέτη εγκατάστασης φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα.

Μετά τιμής

ΑΒΡΑΜΟΠΟΥΛΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΔΑΡΑΝΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι *στερεά, υγρά και αέρια*. Κατά βάση προέρχονται απευθείας από τη φύση (γαιάνθρακες, πετρελαιοειδή, φυσικά αέρια, κλπ.), είτε μετά από επεξεργασία (πετρελαιοειδή από κλασματική απόσταξη, κλπ.), είτε με διαφορετικές επεξεργασίες οπότε και παράγονται νέα προϊόντα (κωκ, κλπ.).

Καύσιμα όμως έχουμε και από διάφορες βιομηχανικές κατεργασίες, όπως είναι το παραγόμενο αέριο υψικαμίνων κατά την παραγωγή του πρωτόχυτου χυτοσιδήρου. Σαν καύσιμα επίσης χρησιμοποιούνται διάφορα βιοχημικά κατάλοιπα ή απορρίμματα, όπως π.χ. το πυρηνόξυλο, δηλαδή το υπόλοιπο εκχυλίσεως των πυρήνων των ελαίων ή το ροκανίδι και το πριονίδι των εργοστασίων κατεργασίας του ξύλου.

Έτσι μπορούμε να χαρακτηρίσουμε τα καύσιμα σαν:

- πρωτογενή, δηλαδή καύσιμα που τα χρησιμοποιούμε όπως τα βρίσκουμε στη φύση π.χ. λιγνίτης, φυσικό αέριο κ.ά.
- δευτερογενή, δηλαδή καύσιμα που προέρχονται από την επεξεργασία των πρωτογενών καυσίμων π.χ. προϊόντα πετρελαίου, φωταέριο, κωκ, κ.ο.κ.

*Καύσιμα λοιπόν ονομάζονται τα σώματα εκείνα (στερεά, υγρά, αέρια) που όταν καίγονται μας δίνουν σημαντικά και εκμεταλλεύσιμα ποσά θερμότητας. Αν τα σώματα τα παίρνουμε έτοιμα από τη φύση λέγονται **φυσικά**, αν όμως με κατάλληλες διεργασίες τα παρασκευάζουμε από φυσικές πρώτες ύλες, λέγονται **τεχνητά**.*

Η ιστορία αποδεικνύει ότι υπήρξαν πολλές εμπειρίες με το φυσικό αέριο πριν αυτό αναγνωριστεί ως καύσιμη ύλη για θερμότητα και φως. Το φυσικό αέριο υπάρχει αποθηκευμένο βαθιά μέσα στη γη και μερικές φορές διαχέεται στην επιφάνεια της γης που κάηκαν.

Από τότε καινούριες μέθοδοι ανακάλυψης του φυσικού αερίου αναπτύχθηκαν. Επιπρόσθετα, η τεχνολογία στις σωληνώσεις επέτρεψε τη μεταφορά του. Αυτό πρέπει να είναι καθαρό, στεγνό και ελαφρώς διυλισμένο για να τροφοδοτήσει τους καταναλωτές μέσω σωληνώσεων. Σωληνώσεις μεγάλων αποστάσεων με σταθμούς άντλησης κατά μήκος της διαδρομής κρατούν την πίεση αρκετά υψηλή, για να τροφοδοτηθούν με αέριο οι πιο μεγάλες πόλεις.

Δύο σχετικά νέες πηγές μικρών ποσοτήτων φυσικού αερίου (βιοαέριο) είναι οι σκουπιδότοποι και οι φάρμες εκτροφής μεγάλων ζώων. Στους σκουπιδότοπους τα απορρίμματα που περιέχουν πολλές οργανικές ενώσεις αποσυντίθενται και παράγονται καύσιμα αέρια. Η διαδικασία, λοιπόν, της αποσύνθεσης παράγει μεθάνιο (φυσικό αέριο ή καλύτερα βιοαέριο) το οποίο εξέρχεται από τα απορρίμματα.

Οι ακαθαρσίες από τα βοοειδή έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί μικρή ποσότητα μεθανίου. Τα απορρίμματα αυτά ρίχνονται με μία δεξαμενή όπου αποσυντίθενται και παράγουν το αέριο μεθάνιο. Ο κτηνοτρόφος πρέπει να είναι φοβερά προσεκτικός με τις δεξαμενές αυτές επειδή το αέριο είναι εκρηκτικό.

Το φυσικό αέριο βρίσκεται σε κατάσταση ατμού όταν μεταφέρεται κατά μήκος της χώρας σε σωλήνες και όταν καίγεται στο σημείο της κατανάλωσης. Το ειδικό βάρος του φυσικού αερίου είναι 0,6. Ειδικό βάρος είναι η σύγκριση του βάρους ενός υλικού με ένα άλλο υλικό. Σε αυτήν την περίπτωση, είναι η σύγκριση του φυσικού αερίου με το βάρος του αέρα. Αυτό είναι σημαντικό επειδή εάν συμβεί διαρροή φυσικού αερίου, το αέριο ανέρχεται σε ψηλότερα στρώματα από τον αέρα. Όταν ένα συγκεκριμένο αέριο «υψώνεται» ή «πέφτει»

ορίζει τον τύπο της ασφαλιστικής διάταξης που θα χρησιμοποιηθεί για να προστατευθεί ο καταναλωτής από πιθανή έκρηξη στην περίπτωση διαρροής αερίου.

Το τεχνητό αέριο (LP) συναντάται σε δύο τύπους: προπάνιο, βουτάνιο ή μίγμα αυτών των δύο. Και τα δύο παράγονται από τη δύλιση του αργού πετρελαίου και για πολλά χρόνια καίγονται στο διυλιστήριο σαν άχρηστα υποπροϊόντα. Σήμερα, και τα δύο είναι χρήσιμα αέρια. Το τεχνητό αέριο αποθηκεύεται και μεταφέρεται σε υγρή κατάσταση με αγωγούς ή φορτηγά βυτιοφόρα στο σημείο κατανάλωσης. Ο ατμός μεταφέρεται από την κορυφή της δεξαμενής για το σκοπό της καύσης. Καθώς ο ατμός αντλείται έξω από τη δεξαμενή, περισσότερο υγρό βράζει σε ατμό για να αναπληρώσει τον αντλούμενο και να διατηρήσει την πίεση αρκετά ψηλά ώστε να «πιέσει» τον ατμό στο σημείο καύσης.

ΜΕΡΟΣ Α΄

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ
ΑΕΡΙΟΥ-ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ-ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

i) Κανονισμοί Για Εσωτερικές Εγκαταστάσεις Φυσικού Αερίου

Ο καινούριος κανονισμός είναι πολύ πιο ευέλικτος από την παλαιά ΤΟΤΕΕ. Επιτρέπει κατ' αρχήν κάθε υλικό και κάθε τύπο σύνδεσης (συγκόλληση, βίδωμα κλπ.) με μοναδικό κριτήριο να αντέχει σε θερμοκρασία 650° C για 30 min. Αυτό βέβαια αποκλείει πλαστικούς σωλήνες, σωλήνες όμως που από το ειδικό πολυαιθυλένιο (κίτρινοι σωλήνες) επιτρέπονται σε υπόγεια, θαμμένα, δίκτυα. Επιτρέπεται λοιπόν ελεύθερα η χρήση χαλκού, σίδηρου, εύκαμπτων σωλήνων κλπ. αρκεί να αντέχουν στη θερμοκρασία αυτή και βεβαίως, γνωρίζοντας ότι συνήθως χρησιμοποιούνται χαλυβδοσωλήνες και χαλκοσωλήνες, έχει κάποιες ειδικές διατάξεις πολύ ενδιαφέρουσες. Έτσι, οι συνήθεις χαλυβδοσωλήνες που κάποτε ονομάζαμε υπερβαρέως τύπου (πράσινοι) και ήδη ονομάζονται μεσαίου τύπου κατά ΕΛΟΤ 269 επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται **σε ορατές μεν εγκαταστάσεις με κοχλιωτές σύνδεσης, σε κάθε άλλη όμως περίπτωση μόνο με συγκολλητές συνδέσεις**. Από το 2006 η προδιαγραφή ΕΛΟΤ 269 έχει καταργηθεί και αντικαταστάθηκε από την Ευρωπαϊκή ΕΛΟΤ EN 10255. Πρόκειται ουσιαστικά για μια σωλήνα ίδια αλλά που κατά την κατασκευή της ξυρίζεται εσωτερικά η ραφή. Η σωλήνα κατασκευάζεται αρχικά σε μεγαλύτερη διάμετρο και στη συνέχεια περνά από ράουλα που μειώνουν τη διάμετρο της. Αυτό γίνεται εν θερμώ. Το προϊόν ψύχεται σιγά-σιγά και έτσι παραδίδεται ανοπτημένο (μαλακό). Για πάρα πολλά χρόνια τέτοιες σωλήνες κατασκεύαζε η ΙΒΣ (νυν ΣΙΔΕΝΟΡ) η οποία και ήδη κατασκευάζει μόνο αυτό τον τύπο. Αντίθετα σημαντικό πρόβλημα έχει μια σωληνουργεία της Βορείου Ελλάδος που δεν διαθέτει εγκαταστάσεις παραγωγής του νέου τύπου. Αυτό συμβαίνει γιατί μετά την κατάργηση της

ΕΛΟΤ 269 δεν επιτρέπεται η παραγωγή ή εισαγωγή, πώληση και εγκατάσταση των σωλήνων τύπου ΕΛΟΤ 269 σε κάθε είδους εγκατάσταση (ύδρευσης-θέρμανσης-αερίων καυσίμων).

Με συγκολλητές σύνδεσης όμως επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται και οι βελτιωμένης ποιότητας χαλυβδοσωλήνες κατά EN 10216-1 (χωρίς ραφή), EN 10216-2 (χωρίς ραφή), EN 10217-1 (με ραφή), EN 10217-2 (με ραφή), ΕΛΟΤ EN 10218-1 και ΕΛΟΤ EN 10218-2. Στους σωλήνες όμως αυτών των προδιαγραφών επιτρέπονται μικρά πάχη και μάλιστα:

Για DN 25 έως και DN 30 πάχος 2,6mm, για DN 50 πάχος 2,9mm, για DN 100 πάχος 3,6mm, για DN 125 πάχος 4mm, για DN 150 πάχος 4,5mm και για DN 200 πάχος 5,9mm.

Για κοχλιωτές συνδέσεις και ειδικοί τύποι αυτοί σωλήνων πρέπει να έχουν τα πάχη των κοινών σωλήνων medium της EN 10255.

Τώρα στα θαμμένα τμήματα και για τις συγκολλητές συνδέσεις δεν προβλέπεται αλλαγή του πάχους των σωλήνων.

Στις κοχλιωτές όμως συνδέσεις και ειδικά για τους σωλήνες της EN 10255 επιβάλλονται μεγαλύτερα πάχη, ίσα με την παλαιά προδιαγραφή ΕΛΟΤ 268 (βαρέος τύπου ή μπλε σωλήνων).

Για τους χαλκοσωλήνες επιτρέπονται ελάχιστα πάχη ως εξής για τις αντίστοιχες εξωτερικές διαμέτρους:

Έως	22mm	1,0mm
Έως	42mm	1,5mm
Έως	89mm	2,0mm
Έως	108mm	2,5mm
Άνω των	108mm	3,0mm

Σημαντική διαφορά από την παλαιά TOTEE είναι ότι ο νέος κανονισμός επιτρέπει τον εντοιχισμό των σωλήνων με ορισμένες πρόσθετες απαιτήσεις. Για κάθε εξάρτημα (γωνία, ταυ, φλάντζα κλπ.) ακόμη και για τα

στεγανοποιητικά υλικά των κοχλιώσεων ή τους κοχλίες σύσφιγξης των φλαντζών, ο κανονισμός παραπέμπει σε αντίστοιχα πρότυπα EN, ΕΛΟΤ ή DIN. Τέλος από τις πλαστικές ύλες η μόνη μέχρι σήμερα (αλλά φτηνή) για υπόγειες εγκαταστάσεις μέσα στο έδαφος (θαμμένες) είναι το πολυαιθυλένιο κατά prEN 1555-1, prEN 1555-2, prEN 1555-3, , prEN 1555-4 και , prEN 1555-5.

Αν η εγκατάσταση γίνεται εκτός κτιρίου και μέσα στο έδαφος πρέπει οι χαλυβδοσωλήνες να φέρουν από το εργοστάσιο κατασκευής τους περιβλήματα από πολυαιθυλένιο (DIN 30670) ή επιστρώσεις ντουροπλαστικών ή με σκόνες εποξειδικής ρητίνης (DIN 671) ή ασφαλικά περιβλήματα (DIN 30673) ή τέλος (και στα σημεία καταστροφής των αρχικών περιβλημάτων) να εφαρμόζονται επί τόπου επίδεσμοι προστασίας διάβρωσης. Σε σωλήνες εκτός κτιρίου και εκτός εδάφους επιτρέπεται η εργοστασιακή επιψευδαργύρωση για τους χαλκοσωλήνες εντός εδάφους προβλέπεται ελαφρότερη προστασία με πλαστικό περίβλημα κατά DIN 30672 και επί τόπου επίδεσμοι ή συρρικνούμενοι εύκαμπτοι σωλήνες επίσης κατά DIN 30672 και μάλιστα χαμηλής ή μέσης τάξης αντί της υψηλής τάξης, απαραίτητης στους χαλυβδοσωλήνες.

Οδηγίες για την τοποθέτηση εσωτερικών αγωγών:

- Οι εσωτερικοί αγωγοί πρέπει να στηρίζονται ελεύθερα με στρογγυλά στηρίγματα είτε εντοιχισμένοι χωρίς κοίλους χώρους είτε μέσα σε φρεάτια.
- Κατά την τοποθέτηση σε κοίλους χώρους ή σε αυλάκια τοίχων πρέπει να προβλεφθούν ανοίγματα αερισμού και εξαερισμού με ελεύθερη διατομή τουλάχιστον 10cm².
- Αν η εγκατάσταση βρίσκεται πάνω από τη κρεμαστή ψευδοροφή, πρέπει και αυτός ο κενός χώρος να αερίζεται και να εξαερίζεται, π.χ. με αυλάκια ή με διαγώνια πλέγματα.
- Τα στηρίγματα των σωλήνων πρέπει να είναι άφλεκτα και να στερεώνονται σε καθορισμένες αποστάσεις.

- Οι εσωτερικές σωλήνες δε πρέπει να τοποθετούνται σε φρεάτια ανελκυστήρων, αερισμού ή απορρίψεως απορριμμάτων. Το ίδιο ισχύει και για καπνοδόχους ή πλευρές καπνοδόχων.
- Η πορεία των αγωγών πρέπει να είναι τέτοια ώστε αυτοί να προστατεύονται από σταγόνες νερού ή συμπύκνωμα υδρατμών.
- Οι λειώμενες συνδέσεις με μαλακό στεγανωτικό δεν επιτρέπονται σε εντοιχισμένη τοποθέτηση, π.χ. κοχλιωτές.
- Οι αγωγοί πρέπει να τοποθετούνται κατά τρόπο, ώστε να μην είναι εκτεθειμένοι σε μηχανικές ζημιές.
- Οι σωληνώσεις δεν επιτρέπεται να τοποθετούνται μέσα στην ενδιάμεση στρώση του δαπέδου. Επιτρέπεται όμως, η τοποθέτησή τους μέσα στην πλάκα μπετόν ή στην ηχομόνωση του δαπέδου.
- Αν διέρχονται σωλήνες διανομής ή κατακόρυφοι μέσα από φέρουσα τοιχοποιία ή πλάκα μπετόν, τότε πρέπει να προβλεφθούν σωληνωτά περιβλήματα. Αυτά πρέπει να προεξέχουν και στις δύο πλευρές 5cm.
- Κατά τη χρησιμοποίηση χαλκοσωλήνων προβλέπεται σκληρή κόλληση με τριχοειδικό φαινόμενο στα εξαρτήματα.
- Η στερέωση γίνεται με μεταλλικά βύσματα.
- Το πάχος του χαλκοσωλήνα εξαρτάται από την εξωτερική διάμετρο και είναι τουλάχιστον 1mm.
- Οι εσωτερικοί σωλήνες με πιέσεις λειτουργίας μεγαλύτερες των 100mbar δεν επιτρέπεται να εντοιχίζονται.
- Σε κλιμακοστάσια και χώρους που χρησιμοποιούνται σαν οδοί διαφυγής, ισχύουν ειδικές διατάξεις πυροπροστασίας. Επιτρέπεται να τοποθετηθούν μόνο μέσα σε τοίχους χωρίς κούλους χώρους ή σε δικό τους φρεάτιο με διαμήκη αερισμό.

Στο φυσικό αέριο ο κανονισμός επιτρέπει μια πτώση πίεσης στο εσωτερικό δίκτυο, που τροφοδοτείται με αέριο 20mbar, 1.3mbar από το μετρητή μέχρι τη συσκευή κατανάλωσης. Για μεγαλύτερες πιέσεις τροφοδοσίας δέχεται ένα

ποσοστό έως 5% της πίεσης λειτουργίας. Δέχεται τέλος ταχύτητα αερίου στις σωληνώσεις έως 6m/sec.

Στα υγραέρια υπάρχουν υπολογισμοί και για τυχόν υγρή φάση και για την αέρια. Εδώ δεχόμαστε πτώση πίεσης έως 2mbar επειδή η τροφοδότηση γίνεται συνήθως με 50mbar. Η ταχύτητα της αέριας φάσης πρέπει να είναι κάτω από τα 6 m/sec (όπως και στο φυσικό αέριο) , της δε υγρής 4 m/sec.

Για τον υπολογισμό δεν λαμβάνεται υπόψη μόνο η τριβή του αερίου στις σωληνώσεις και τα εξαρτήματά τους, αλλά και το κέρδος ή η απώλεια πίεσης λόγω της διαφοράς βάρους μεταξύ αέρα και αερίου. Έτσι στο φυσικό αέριο αν τροφοδοτούμε έναν υψηλό όροφο κερδίζουμε πίεση και εάν το στέλνουμε σε υπόγειο χάνουμε. Το αντίθετο γίνεται με τα υγραέρια.

Συνδέσεις σωλήνων

Οι χαλυβδοσωλήνες συνδέονται μεταξύ τους με συγκόλληση. Εάν έχουν πάχος τουλάχιστον ίσο με το πάχος των σωλήνων κατά ΕΛΟΤ 269 μπορούν να συνδέονται και με κοχλιωτά εξαρτήματα έως DN 100(4"). Για πίεση δικτύου από 100 mbar έως 1 bar κοχλιωτές συνδέσεις επιτρέπονται έως DN 50(2"). Διπλό γαζί και ηλεκτροσυγκολλητής με ειδική άδεια προβλέπεται για δίκτυα μέσης ή υψηλής πίεσης (άνω των 100 mbar). Οι χαλκοσωλήνες μπορούν να συνδέονται με κολλήσεις «σκληρές»(με σημείο τήξεως άνω των 650° C κατά ΕΛΟΤ EN 1044) ή με ειδικές συνδέσεις με συμπίεση. Οι κολλήσεις των σωλήνων πάχους 1mm (έως Φ22) πρέπει να γίνονται πάντα σε συνδυασμό με εξαρτήματα τριχοειδούς συγκόλλησης. Λυόμενες συνδέσεις (φλάντζες, ρακόρ κ.λπ.) επιτρέπονται μόνο για σύνδεση οργάνων ή καθαρά λειτουργικές ανάγκες.

Ηλεκτρική προστασία

Οι μεταλλικοί σωλήνες γειώνονται αλλά δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν ως αγωγοί γείωσης. Εάν τμήμα μεταλλικής σωλήνωσης, μήκους άνω των 5m, τοποθετηθεί υπόγειο (θαμμένο), τότε πριν την είσοδο και μετά την έξοδο από το χώμα πρέπει να τοποθετούνται ειδικά μονωτικά εξαρτήματα. Στην περίπτωση αυτή χρειάζονται δυο γειώσεις της σωλήνωσης πριν και μετά το υπόγειο τμήμα. Στον κανονισμό ουσιαστικά προβλέπεται η υποχρέωση χρήσης μονωτικών συνδέσμων πριν και μετά κάθε ηλεκτροκίνητη βαλβίδα. Δεν επιβάλλεται μόνον εάν οι βαλβίδες αυτές εξασφαλίζουν πλήρως τη μη δυνατότητα διαρροής ρεύματος από τη βαλβίδα προς τη σωλήνωση.

Κάμψη σωλήνων

Ο κανονισμός ρητά προβλέπει ότι χρησιμοποιούνται εξαρτήματα για την αλλαγή πορείας, διακλάδωση κλπ. των σωληνώσεων. Απαγορεύει ρητά την κατασκευή εξαρτημάτων (καμπύλων, ταυ κλπ.) από τεμάχιο σωλήνων. Αυτό σημαίνει ότι απαγορεύεται η κάμψη των σωλήνων για την κατασκευή γωνιών ή καμπύλων. Ως γνωστόν οι γωνίες έχουν εσωτερική ακτίνα κάμψης ίση με την εξωτερική διάμετρο της σωλήνας, οι δε καμπύλες διπλάσια. Αν τώρα μια τοιχοποιία παρουσιάζει σε κάποιο σημείο μία γωνία 15° π.χ. αυτό δε σημαίνει ότι είμαστε υποχρεωμένοι να χρησιμοποιήσουμε δύο γωνίες ώστε με το σύστημα «μεντεσέ» (η πρώτη γωνία αλλάζει την κατεύθυνση κάθετα και η δεύτερη επαναφέρει την κατεύθυνση στην αρχική αλλά με την ελαφρά κάμψη) να ακολουθήσουμε τη γωνία των 15° της τοιχοποιίας ή της γωνίας μεταξύ οροφής και ενός κλιμακοστασίου π.χ.

Μπορούμε κάλλιστα να κάμψουμε το σωλήνα αλλά η εσωτερική ακτίνα της κάμψης πρέπει να βρίσκεται στα όρια της αντίστοιχης προδιαγραφής κατασκευής του σωλήνα. Γενικά επιτρέπεται η ακτίνα να είναι για τους

χαλυβδοσωλήνες και τους σκληρούς χαλκοσωλήνες ίση με 100 φορές τη διάμετρο του σωλήνα. Αυτό σημαίνει ότι μια χαλυβδοσωλήνα 1 ¼'' που έχει εξωτερική διάμετρο 42,4 mm πρέπει να έχει ύψος εγκατάστασης 4,24m για να μπορέσουμε από οριζόντια να την κάνουμε κατακόρυφη. Μιλάμε δηλαδή για χρήση μόνο σε πολύ μικρές αποκλίσεις από την ευθεία. Ειδικά στους μαλακούς χαλκοσωλήνες (προβλέπονται στην προδιαγραφή ΕΛΟΤ EN 1057 μέχρι διάμετρο Φ22 δηλαδή για κάθε σχεδόν εγκατάσταση ενός διαμερίσματος) η εσωτερική αυτή ακτίνα επιτρέπεται να μειωθεί στην ακτίνα της κουλούρας με την οποία την παραδίδει το εργοστάσιο κατασκευής, να μην την ισιώσουμε δηλαδή για να την εγκαταστήσουμε αλλά και να μην την κάμψουμε πιο πολύ.

Στην πράξη οι ΕΠΑ δεν δέχονται τις κάμψεις των σωλήνων. Φοβούνται την κατάχρηση τέτοιων μεθόδων. Απαραίτητα στην μελέτη που θα υποβληθεί πρέπει τυχόν τέτοιες κάμψεις να σημειώνονται λεπτομερώς, να απαιτείται η έγκρισή τους και μόνο μετά να προχωρά η κατασκευή. Σε αντίθετη περίπτωση κινδυνεύετε να μη σας δοθεί αέριο καύσιμο.

Δοκιμές σε αγωγούς αερίου

Οι εξωτερικοί και οι εσωτερικοί αγωγοί με πιέσεις έως 100mbar υπόκεινται σε **προκαταρκτικό έλεγχο** και σε **κύριο έλεγχο**, ύστερα από το τέλος των εργασιών τοποθετήσεως.

Ο **προκαταρκτικός έλεγχος** είναι μία δοκιμή υπό φορτίο για να διαπιστωθούν σφάλματα υλικού σε σωλήνες και εξαρτήματα. Η πίεση δοκιμής 1000mbar παράγεται με μία αντλία δοκιμών και διαβάζεται σε μανόμετρο. Λόγω των ανακρίβειών στη μέτρηση με το μανόμετρο μπορεί να μην εξακριβωθούν τυχόν μικροδιαφυγές από τα σπειρώματα.

Ο **κύριος έλεγχος** γίνεται αμέσως ύστερα από τον προκαταρκτικό έλεγχο. Αυτός λέγεται και έλεγχος στεγανότητας. Η πίεση δοκιμής των 110mbar μετριέται με σωλήνα U. Επειδή η ακρίβεια μετρήσεως είναι 0,1mbar, μπορούν

να εξακριβωθούν τυχόν μικροδιαφυγές αερίου. Αμέσως ύστερα από την εισαγωγή του αερίου οι θέσεις συνδέσεως, οι οποίες δεν έχουν ελεγχθεί ακόμη, π.χ. στο μετρητή αερίου, στους ρυθμιστές πίεσεως και συσκευές αερίου, πρέπει να ελεγχθούν είτε με μέσα που σχηματίζουν αφρό, είτε με ηλεκτρονικά μέσα ανιχνεύσεως διαφυγών. Εδώ, πρόκειται για την **τελική δοκιμή**.

Επίσης, και οι αγωγοί μέσης πίεσεως ($P_e > 100 \text{ mbar}$ έως 1000 mbar) υπόκεινται σε προκαταρκτικό και κύριο έλεγχο σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις. Εδώ, προδιαγράφονται υψηλότερες πιέσεις δοκιμών, διαφορετικοί χρόνοι και συσκευές μετρήσεων.

ii) Κανονισμοί Για Εγκαταστάσεις Υγραερίου

Οι εργασίες σε εγκαταστάσεις υγραερίων μπορούν να γίνουν από τις επιχειρήσεις διανομής ή επιχειρήσεις εγκαταστάσεων οι οποίες, όμως, έχουν άδεια για απασχόληση και με αέρια. Για το σχεδιασμό, κατασκευή, αλλαγή, συντήρηση και έλεγχο εγκαταστάσεων υγραερίου, ισχύουν οι κανονισμοί για υγραέριο (TRF). Αυτοί ισχύουν ουσιαστικά για την κατασκευή

§ Εγκαταστάσεων καταναλωτών με ονομαστική πίεση $P_e < 50 \text{ mbar}$ και

§ Εγκαταστάσεις παροχής με χωρητικότητα $m < 3000 \text{ kg}$

Για εγκαταστάσεις με υψηλότερες πιέσεις ή μεγαλύτερους όγκους δοχείων πρέπει να εφαρμοστούν κατά αναλογία οι τεχνικοί κανόνες για υγραέρια (TRF). Στις προδιαγραφές ανήκουν τα DIN, οι διατάξεις για εστίες φωτιάς και τα φύλλα εργασίας π.χ. TRB 610.

Οι TRF εκδίδονται ύστερα από συνεργασία των DVGW και DVFG.

Εγκαταστάσεις υγραερίου

Στις εγκαταστάσεις αυτές γίνεται διάκριση μεταξύ εγκαταστάσεως παροχής και καταναλώσεως. Οι εγκαταστάσεις παροχής μπορούν να μελετηθούν και να λειτουργήσουν σαν:

§ Μεμονωμένες εγκαταστάσεις παροχής για μόνον έναν καταναλωτή.

§ Συγκεντρωτικές εγκαταστάσεις για περισσότερους καταναλωτές

Η εγκατάσταση παροχής αποτελείται από:

§ Τη δεξαμενή υγραερίου

§ Τις διατάξεις ασφαλείας και ρυθμίσεως

§ Τους διακόπτες

§ Τις σωληνώσεις έως τον κύριο κρουνό διακοπής

Η εγκατάσταση καταναλώσεως αρχίζει από κύριο κρουνό διακοπής και αποτελείται από:

§ Τις σωληνώσεις με αγωγούς καταναλώσεως, διακλαδώσεως και συνδέσεως συσκευών

§ Τις διάφορες συσκευές αερίου

§ Την εγκατάσταση απαγωγής καπναερίων

Σπουδαία τεμάχια της εγκαταστάσεως παροχής είναι οι δεξαμενές υγραερίου. Αυτές μπορεί να είναι σταθερές ή κινητές.

Σταθερές δεξαμενές υγραερίου

Οι σταθερές δεξαμενές υγραερίου είναι ελεγμένα δοχεία πίεσεως από χάλυβα, τα οποία γεμίζονται στη θέση που είναι τοποθετημένα. Επειδή συνήθως η πλήρωση γίνεται με βυτιοφόρα αυτοκίνητα, πρέπει οι δεξαμενές να είναι εύκολα προσιτές. Η τοποθέτηση σταθερών σε μία θέση δεξαμενών μπορεί να είναι στην ύπαιθρο υπέργεια, ημιυπόγεια ή υπόγεια ή και μέσα σε κτίρια σε ειδικούς χώρους τοποθετήσεως. Επειδή το υγραέριο που διαφεύγει δεν μπορεί

να διεισδύσει στο έδαφος, επιτρέπεται η τοποθέτηση δεξαμενών και σε προστατευόμενες περιοχές.

Για την υπέργεια στην ύπαιθρο τοποθέτηση ισχύουν τα εξής:

- § Ευσταθή θεμέλια σύμφωνα με το μέγεθος της δεξαμενής
- § Προστασία από υπερβολική θέρμανση, π.χ. ηλιακή ακτινοβολία, με λευκό χρωματισμό
- § Προστασία από μηχανικές εξωτερικές επιδράσεις
- § Προστασία από την προσέγγιση σ' αυτές τρίτων προσώπων, άσχετων με το αντικείμενο, π.χ. με τοποθέτηση περιφράξεως
- § Ελάχιστη απόσταση 5m ή ανέργεση ενός προστατευτικού τοίχου και
- § Ελάχιστη απόσταση μεταξύ δεξαμενών 0,4m.

Μία **υπόγεια τοποθέτηση** επιτρέπεται, αν:

- § Το σκάμμα έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με το μέγεθος της δεξαμενής
- § Ο πυθμένας του σκάμματος, έχει συμπιεστεί και επιστρωθεί με άμμο πάχους 20cm.
- § Οι δεξαμενές πρέπει να απέχουν από θεμέλια κτιρίων, υπόγειες καλωδιώσεις και λοιπούς αγωγούς τουλάχιστον 80cm
- § Το βάθος των σκαμμάτων πρέπει να είναι τόσο, ώστε η επικάλυψη των δεξαμενών να έχει πάχος τουλάχιστον 50cm και να περιβάλλεται με στρώμα άμμου 20cm
- § Οι δεξαμενές να έχουν επαλειφθεί με ασφαλτικό εναντίον διαβρώσεως και
- § Η εναποθήκευση να γίνεται με την επιτήρηση ενός εξειδικευμένου

Η **ημιυπόγεια τοποθέτηση** έχει έναντι της υπέργειας και υπόγειας τοποθετήσεως τα εξής πλεονεκτήματα:

- § Μικρά έξοδο για την κατασκευή του σκάμματος της δεξαμενής

§ Το σκάμμα και το στρώμα της άμμου μπορούν να κατασκευαστούν εξ ιδίων χωρίς τη χρήση μεγάλων μηχανικών μέσων

§ Η λήψη από τη δεξαμενή λόγω της γήινης θερμότητας είναι μεγαλύτερη από ό,τι στην υπέργεια δεξαμενή.

Για την προστασία των δοχείων από εξωτερικούς κινδύνους και για την προστασία του περιβάλλοντος από τους κινδύνους της παρουσίας της δεξαμενής πρέπει τηρηθούν ορισμένες αποστάσεις ασφαλείας. Επειδή η πυκνότητα του υγραερίου είναι μεγαλύτερη από αυτήν του αέρα, δεν επιτρέπονται μέσα σε αυτήν την **προστατευόμενη περιοχή** (επικίνδυνη για εκρήξεις) παράθυρα, πόρτες, ανοίγματα για υπόγειους χώρους, φωταγωγοί ή αεραγωγοί, διότι αν υπάρχουν διαφυγές αερίου από τη δεξαμενή, αυτό θα μπορούσε να εισχωρήσει στους χώρους μέσα από αυτά τα ανοίγματα. Δεν επιτρέπονται πηγές αναφλέξεως μέσα στην προστατευόμενη περιοχή. Απαγορεύεται η χρήση πυρός, το κάπνισμα και η είσοδος στους μη έχοντες άδεια. Οι προστατευόμενες περιοχές πρέπει να επισημαίνονται με κατάλληλα σήματα.

Η **υπέργεια τοποθέτηση μέσα σε χώρους** είναι δυνατή, αν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Αυτές είναι:

§ Χώροι κατασκευασμένοι ως πυρανθεκτικοί και εξαερισμού

§ Το δάπεδο, το οποίο πρέπει να βρίσκεται υψηλότερα από την επιφάνεια του εδάφους

§ Οι πόρτες, που οδηγούν στην ύπαιθρο να είναι πυράντοχες και να ανοίγονται προς τα έξω

§ Ανοίγματα προς γειτονικούς χώρους δεν επιτρέπονται

§ Μέσα στο χώρο δεν επιτρέπονται πηγές αναφλέξεως ή εναποθήκευση εύφλεκτων υλικών, π.χ. ξύλο, χαρτιού ή άχυρου

§ Απαγορεύονται ανοίγματα προς υπόγειους χώρους, ανοιχτά κανάλια ή ανοιχτά φρεάτια

§ Απαιτείται το απαγορευτικό σήμα “Απαγορεύεται το κάπνισμα και η πάσα χρήση πυρός”.

Κινητά δοχεία υγραερίου

Τα κινητά δοχεία υγραερίου διακρίνονται σε μικρές φιάλες υγραερίου, σε μεγάλες φιάλες και σε βαρέλια. Ανάλογα με τη χωρητικότητα του δοχείου μπορούν να εγκατασταθούν είτε στην ύπαιθρο, είτε μέσα σε κτίρια. Τα κινητά δοχεία είναι από χάλυβα, ελεγμένα σε πίεση και γεμίζονται από τις 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, π.χ. σε εργοτάξια, στην οδοποιία, σε αερόστατα θερμού αέρα ή στο κάμπινγκ. Στις μικρές φιάλες ανήκουν:

§ Φιαλίδια με βάρος πληρώσεως 425g και

§ Μικρές φιάλες με βάρος πληρώσεως 5 kg έως 11g

Τα φιαλίδια χρησιμοποιούνται σε συνεργεία ή σε εργοτάξια για διάφορες συγκολλήσεις. Αυτές οι φιάλες περιέχουν μόνον 425 g υγραερίου και γι' αυτόν το λόγο ο εγκαταστάτης πρέπει να τις γεμίζει τακτικά. Για να φθάσει το υγραέριο μέσα στη φιάλη σε υγρή μορφή, πρέπει η φιάλη λήψεως να αναστραφεί και να ανοιχθεί η βαλβίδα εξαερώσεως της προς πλήρωση φιάλης. Η “μετάγχιση” πρέπει να γίνεται στην ύπαιθρο.

Τα φιαλίδια δεν έχουν βαλβίδα ασφαλείας, ούτε ρυθμιστή πίεσεως. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει οι ελαστικοί σωλήνες συνδέσεως να αντέχουν στην πίεση δοκιμής 75 bar για να μη γίνει σύγχυση με άλλους σωλήνες, οι σωλήνες υγραερίου έχουν κόκκινο χρώμα και η σύνδεσή τους γίνεται με αριστερόστροφο σπείρωμα R 3/8.

Οι μικρές φιάλες μπορούν να εγκατασταθούν σε κατοικίες. Χρησιμοποιούνται σε εξοχικά, εκδρομές, επάγγελμα και νοικοκυριά, π.χ. για μαγείρεμα, θέρμανση ή για θέρμανση νερού.

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 kg επιτρέπεται να τοποθετούνται σε χώρους παραμονής κατοικιών. Εδώ δεν είναι αναγκαία μία περιοχή προστασίας. Ομοίως, πρέπει να προσεχθεί, ώστε:

- § Ανά κατοικία να υπάρχουν το πολύ δύο φιάλες, συμπεριλαμβανομένης και της κενής
- § Σε κάθε χώρο να υπάρχει μόνο μία φιάλη
- § Δεν επιτρέπεται η λειτουργία φιαλών σε υπνοδωμάτια
- § Δεν επιτρέπεται η θέρμανση των φιαλών σε θερμοκρασίες >40° C, διαφορετικά απαιτείται προστασία τους από ακτινοβολία
- § Η τοποθέτησή τους σε κλιμακοστάσια, διαδρόμους, διόδους, διόδους οχημάτων κτιρίων και χώρους κάτω από την επιφάνεια της γης, δεν επιτρέπεται

Οι φιάλες με περιεχόμενο > 14 kg μπορούν να αποθηκευτούν μέσα σε κτίρια, αλλά μόνον σε ειδικούς χώρους. Γι' 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 “προσοχή υγραέριο. Απαγορεύεται το κάπνισμα και η πάσα χρήση πυρός”
- § Απαγορεύεται η αποθήκευση άλλων εύφλεκτων υλικών

Αν οι φιάλες τοποθετούνται στην ύπαιθρο τότε ισχύει:

- § Προστασία έναντι προσβάσεως από τρίτους, π.χ. ερμάρια φιαλών από χαλυβδοελάσματα 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, σιφόνια δαπέδου ή αεραγωγοί ή φωταγωγοί

Εγκατάσταση σωλήνων και συσκευές αερίου

Στην εγκατάσταση αγωγών ανήκουν οι σωλήνες, οι συνδέσεις των σωλήνων, οι ρυθμιστές πίεσεως με διατάξεις ασφαλείας, κρουνοί διακοπής και μετρητής αερίων. Για την εκλογή υλικού, οδηγίες τοποθέτησεως και έλεγχο της εγκαταστάσεως αγωγών, ισχύουν ουσιαστικά οι τεχνικές οδηγίες για την τοποθέτηση εσωτερικών αγωγών που έχουν προαναφερθεί. Μόνον για τους ρυθμιστές πίεσεως και για τις βαθμίδες πίεσεως γίνεται διάκριση, αν δηλαδή, χρησιμοποιηθούν σε δοχεία ή φιάλες. Για σταθερά δοχεία, η πίεση του δοχείου μειώνεται σε δύο βαθμίδες στην πίεση συνδέσεως $P_e=50\text{mbar}$. Στην πρώτη βαθμίδα, στο δοχείο, γίνεται μία μείωση στα $P_e=0.7\text{ bar}$. Στην δεύτερη βαθμίδα μειώνεται η πίεση στην πίεση σύνδεσης με το κτίριο, πριν ή μετά τη διέλευση από τον τοίχο του κτιρίου, σε $P_e=50\text{ mbar}$. Όταν χρησιμοποιούνται φιάλες υγραερίου, η πίεση της φιάλης μειώνεται μόνον μία φορά στα $P_e=50\text{ mbar}$. Στις εγκαταστάσεις με μία φιάλη, ο ρυθμιστής πίεσεως συνδέεται άμεσα με τη

βαλβίδα της φιάλης. Η σύνδεση με τους αγωγούς γίνεται με σωλήνα ελαστικό, ασφαλείας, χρώματος πορτοκαλί. Στις εγκαταστάσεις με πολλές φιάλες, γίνεται πρώτα η σύνδεση των φιαλών μεταξύ τους και κατόπιν τοποθετείται ο ρυθμιστής πίεσεως για μεγάλες φιάλες.

Για την **τοποθέτηση συσκευών αερίων** ισχύουν ουσιαστικά οι οδηγίες για εγκαταστάσεις αερίου (TRGI). Επιπλέον ισχύει, ότι κάθε συσκευή αερίου διαθέτει δική της διάταξη διακοπής, ότι η μέγιστη λήψη για σύνδεση με μικρή φιάλη είναι περιορισμένη στα 1,5 kg/h και ότι η σύνδεση της συσκευής επιτρέπεται να γίνει με μέγιστη εξωτερική διάμετρο 8 mm. Επειδή τα υγραέρια είναι βαρύτερα από τον αέρα και όταν διαφεύγουν συγκεντρώνονται σε κοιλώματα, ισχύουν για την τοποθέτηση συσκευών υγραερίου σε υπόγειους χώρους ειδικές προϋποθέσεις. Σαν υπόγειοι χώροι θεωρούνται εκείνοι, οι οποίοι από όλες τις πλευρές τους βρίσκονται σε βάθος μεγαλύτερο των 1 m από την επιφάνεια του εδάφους.

Οι συσκευές αερίου επιτρέπονται τότε μόνον αν:

- § Με μία μαγνητική βαλβίδα τοποθετημένη έξω από το χώρο τοποθετήσεως εξασφαλίζεται, ότι όταν διακοπή η λειτουργία της συσκευής δε θα εισρέει υγραέριο στον αγωγό
- § Προβλέπεται στο χώρο εγκατάσταση αερισμού-εξαερισμού, όπως στα λεβητοστάσια ή
- § Ο χώρος έχει εγκατάσταση αερισμού με ανανέωση αέρα 1,5φοράς και ότι υπάρχει μαγνητική βαλβίδα, η οποία διακόπτει την εισροή καυσίμων αμέσως με την διακοπή λειτουργίας του ανεμιστήρα.

Οι συνδέσεις των αγωγών σε υπόγειους χώρους επιτρέπονται μόνον με σκληρή κόλληση, με δακτυλίους και κοχλίωση ή με οξυγονοκόλληση.

Δοκιμή και θέση σε λειτουργία εγκαταστάσεων υγραερίου

Οι εγκαταστάσεις παροχής και καταναλώσεως υγραερίου πρέπει να δοκιμάζονται στην αρχή και κατόπιν περιοδικά. Οι δοκιμές γίνονται είτε από την επιχείρηση παροχής είτε από ειδικούς του εξουσιοδοτημένο συνεργείο. Η δοκιμή πρέπει να γίνει:

§ Πριν από τη θέση σε λειτουργία την πρώτη φορά

§ Ύστερα από διακοπή λειτουργίας για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του έτους

§ Ύστερα από τροποποίηση της εγκαταστάσεως αερίου

Για την ασφάλεια της λειτουργίας πρέπει πριν να εισρεύσει το αέριο για πρώτη φορά στους αγωγούς να γίνουν οι έλεγχοι ή η διαπίστωση:

§ Ότι οι σταθερές δεξαμενές ή οι φιάλες είναι εγκατεστημένες σύμφωνα με τους κανονισμούς

§ Εκτέλεση προελέγχου και τελικού ελέγχου στους αγωγούς

§ Έλεγχος των αγωγών συνδέσεως με τη δεξαμενή και των συνδέσεων με τα διάφορα όργανα

Ότι τα παραπάνω βρίσκονται σε συμφωνία με τους κανονισμούς, αποφαινεται η επιχείρηση παροχής ή το εξουσιοδοτημένο συνεργείο. Επίσης, για τη θέση σε λειτουργία πρέπει να γίνει και διδασκαλία στο χρήστη. Η διδασκαλία περιλαμβάνει κυρίως τον τρόπο λειτουργίας των συσκευών και της εγκαταστάσεως παροχής, αλλά και την αντίδραση του χρήστη σε περίπτωση κινδύνου ή βλάβης. Όλες οι οδηγίες πρέπει να δοθούν και γραπτώς στο χρήστη. Επίσης πρέπει να πληροφορηθεί σχετικά με τους περιοδικούς ελέγχους. Αυτοί πρέπει να ζητηθούν από το χρήστη. Επιβάλλονται, κάθε:

§ 10 χρόνια για σταθερές υπέργειες δεξαμενές

§ 5 χρόνια για υπόγειες δεξαμενές

§ 10 χρόνια για φιάλες υγραερίου > 14kg

§ 5 χρόνια για φιάλες υγραερίου < 14kg

§ Οι συσκευές αερίου πρέπει να συντηρούνται και να ελέγχονται τακτικά κάθε χρόνο

iii) Τοποθέτηση Συσκευών Αερίου

Όταν λειτουργούν συσκευές αερίου του είδους Α ή του είδους Β χρειάζονται για την καύση οξυγόνο, το οποίο αφαιρείται από το χώρο τοποθέτησεως. Αν δεν μπορεί να αναπληρωθεί ο αέρας της καύσεως, τότε θα προκύψει μία ατελής καύση. Εκτός αυτού μπορούν να έλθουν τα καπναέρια στο χώρο τοποθέτησεως αν οι συσκευές δε διαθέτουν θάλαμο καύσεως ή διαθέτουν ανοιχτό θάλαμο καύσεως. Για να μην προκύψουν επικίνδυνες για τους χρήστες συγκεντρώσεις ρύπων, πρέπει να τηρηθούν ορισμένες οδηγίες και διατάξεις. Σε αυτές προσθέτονται και γενικής φύσεως κανόνες για τις συσκευές αερίου και τους χώρους τοποθέτησεώς τους καθώς και πρόσθετες απαιτήσεις ανάλογα με το είδος της συσκευής. Οι οδηγίες και διατάξεις είναι:

§ Οι διατάξεις περί εστιών φωτιάς

§ Οι τεχνικοί κανόνες για εγκαταστάσεις αερίου

§ Οι τεχνικοί κανόνες για υγραέρια

Γενικής φύσεως κανόνες για τους χώρους τοποθέτησεως

Οι χώροι τοποθέτησεως συσκευών αερίου πρέπει, σε σχέση με το μέγεθος της οικοδομής και το είδος της, να δημιουργηθούν κατά τρόπο, ώστε όταν χρησιμοποιούνται αυτοί να μη δημιουργούνται κίνδυνοι για τους ανθρώπους. Ανάλογα με τη θερμαντική ισχύ της συσκευής πρέπει, γι' αυτόν το λόγο, να έχουν οι χώροι τοποθέτησεως ορισμένες διαστάσεις. Εκτός αυτού πρέπει να

αφεθεί αρκετός χώρος για τη συναρμολόγηση, συντήρηση και υπηρετήση των συσκευών.

Τα κλιμακοστάσια και γενικά προσιτοί χώροι, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σαν οδοί διαφυγής, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σαν χώροι τοποθετήσεως των συσκευών αερίου. Το ίδιο ισχύει και για χώρους, στους οποίους έχουν αποθηκευθεί εύφλεκτες ή εκρηκτικές ύλες.

Κατά τη συναρμολόγηση των συσκευών αερίου πρέπει να προσεχθεί ότι οι επιφάνειες των γειτονικών αντικειμένων ή επίπλων δε θα θερμανθούν πέρα των 85° C. Τα φέροντα δομικά στοιχεία, π.χ. δοκοί, υποστυλώματα, τοίχοι ή πλάκες δεν πρέπει να θερμανθούν πέραν των 50° C. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει να τηρηθούν αρκετά μεγάλες αποστάσεις. Επίσης, θερμομονωτικές στρώσεις ή μία αεριζόμενη προστασία έναντι ακτινοβολίας εμποδίζουν την ανάπτυξη μεγάλων επιφανειακών θερμοκρασιών στα γειτονικά αντικείμενα.

Πρόσθετες δεσμεύσεις για την τοποθέτηση συσκευών αερίου είδους A

Οι κουζίνες αερίου παντός μεγέθους ανήκουν στις συσκευές αερίου του είδους A, οι οποίες δε διαθέτουν διάταξη απαγωγής των καπναερίων. Αυτές οι συσκευές αφαιρούν από το χώρο τοποθετήσεώς τους τον αέρα για την καύση και επαναφέρουν τα καπναέρια στον ίδιο χώρο. Για την ασφάλεια των ανθρώπων, επιτρέπεται η τοποθέτησή τους στο χώρο, τότε μόνον, αν ο χώρος διαθέτει μία εξασφαλισμένη αλλαγή αέρα, με την οποία τα καπναέρια απάγονται προς την ύπαιθρο.

Η αλλαγή του αέρα επιτυγχάνεται αν ο χώρος, π.χ. η κουζίνα έχει τουλάχιστον μία πόρτα ή ένα παράθυρο, το οποίο οδηγεί στην ύπαιθρο. Εκτός αυτού ο χώρος αυτός πρέπει, σύμφωνα με τους κανόνες εγκαταστάσεως, να έχει όγκο τουλάχιστον 20m³, ενώ η θερμαντική ισχύς των συσκευών είναι περιορισμένη έως $Q_{NL} < 11 \text{ kw}$.

Πρόσθετες δεσμεύσεις για την τοποθέτηση συσκευών αερίου είδους B

Οι συσκευές αερίου του είδους B αφαιρούν από το χώρο τοποθετήσεώς τους τον αέρα για την καύση ενώ τα καπναέρια οδηγούνται στην ύπαιθρο. Στους χώρους τοποθετήσεως μπορούν να λειτουργήσουν συσκευές με $Q_{NL} < 35$ kw. Ο αέρας για την καύση λαμβάνεται από το χώρο αυτόν. Αν η ονομαστική θερμαντική ισχύς είναι:

$35 \text{ kw} > Q_{NL} < 50 \text{ kw}$, η παροχή του αέρα καύσεως γίνεται από την ύπαιθρο μέσω ανοιγμάτων. Για συσκευές ισχύος $> 50 \text{ kw}$, οι χώροι τοποθετήσεως πρέπει να πληρούν ειδικές προϋποθέσεις. Ανεξάρτητα από τη θερμαντική ισχύ, οι συσκευές του είδους B διακρίνονται σε συσκευές με ασφάλεια ροής και σε συσκευές με φυσητήρα.

Οι συσκευές χωρίς φυσητήρα πρέπει να έχουν μία ασφάλεια ροής. Αυτή φροντίζει για την καλή καύση ακόμη και όταν υπάρχουν δυσμενείς συνθήκες στην καπνοδόχο, π.χ.

Συγκέντρωση αέρα, αναρρόφηση ή επιστροφή. Οι ασφάλειες ροής έχουν το μειονέκτημα ότι μπορεί να διεισδύσουν καπναέρια στο χώρο τοποθετήσεως της συσκευής αερίου. Γι' αυτόν το λόγο αυτές οι συσκευές, για $Q_{NL} > 7 \text{ kw}$ και τοποθέτηση σε κατοικήσιμους χώρους, πρέπει να έχουν μία διάταξη επιτηρήσεως των καπναερίων. Εκτός αυτού, και για προστασία των προσώπων έναντι υψηλής συγκεντρώσεως ρύπων, ο χώρος πρέπει να έχει τον κατάλληλο όγκο, ο οποίος υπολογίζεται από τη θερμαντική ισχύ της συσκευής.

Για την τοποθέτηση μίας συσκευής του είδους B με ασφάλεια ροής πρέπει πρώτα να ελεγχθεί αν ο όγκος του χώρου τοποθετήσεως είναι αρκετός για πιθανή επιστροφή καπναερίων από ανωμαλίες της καπνοδόχου. Αυτήν την απόδειξη ονομάζουν “**στόχο προστασίας 1**”. Για την εγκατάσταση θερμαντικής ισχύος 1 kw είναι απαραίτητος ο όγκος χώρου τουλάχιστον 1 m^3 . Το πηλίκο χώρος – ισχύς είναι συνεπώς 1 : 1. Για να γίνεται ανανέωση του αέρα πρέπει να υπάρχουν δύο περσίδες στην πόρτα με ελεύθερη διατομή 150 cm^2 η κάθε μία.

Είναι σκοπιμότερη η τοποθέτηση στις πόρτες, διότι τα ανοίγματα στους τοίχους μπορούν να καλυφθούν με ταπετσαρία ή να αναρτηθούν πετάσματα ή να στρεβλωθούν. Αν σε μία κατοικία υπάρχουν περισσότερες συσκευές με ασφάλεια ροής, τότε προσθέτονται οι θερμαντικές ισχύεις των επιμέρους συσκευών. Αν δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η σχέση $\text{χώρος} - \text{ισχύος} = 1 : 1$, τότε θα πρέπει να μανδαλώνονται οι συσκευές με μία μαγνητική βαλβίδα. Για τον υπολογισμό λαμβάνεται μόνον εκείνη η συσκευή που έχει τη μεγαλύτερη θερμαντική ισχύς.

Στο **στόχο προστασίας 2** πρέπει να αποδειχθεί ότι για όλες τις συσκευές του είδους B είναι εξασφαλισμένη η παροχή αέρα καύσεως, όταν λειτουργεί η συσκευή. Εδώ πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν όλες οι εστίες φωτιάς, οι οποίες περνούν τον αέρα καύσεως από την ίδια κατοικία. Εδώ συνυπολογίζονται και οι κτιστές σόμπες, τα τζάκια, λέβητες πετρελαίου και λέβητες αερίου. Η παροχή μίας κατοικίας με αέρα καύσεως μπορεί να γίνει με:

- § Ανοίγματα προς την ύπαιθρο
- § Εξωτερικούς αρμούς του χώρου τοποθετήσεως
- § Εξωτερικούς αρμούς των επικοινωνούντων χώρων
- § Εξωτερικά στοιχεία διεισδύσεως αέρα, π.χ. σχισμές αερισμού στο πλαίσιο των παραθύρων ή
- § Διάταξη αερισμού, όπως π.χ. στους ειδικούς χώρους τοποθετήσεως

Η παροχή αέρα καύσεως μίας κατοικίας γίνεται κατά κανόνα μέσω ανοιγμάτων προς την ύπαιθρο ή μέσω αρμών προς τον περιβάλλοντα υπαίθριο χώρο του χώρου τοποθετήσεως. Αν θα πρέπει η παροχή του αέρα καύσεως να γίνεται μέσω ανοιγμάτων προς την ύπαιθρο, τότε πρέπει να τοποθετηθούν είτε δύο ανοίγματα εμβαδού 75 cm^2 το κάθε ένα, είτε ένα, εμβαδού 150 cm^2 τουλάχιστον, επάνω στον εξωτερικό τοίχο. Ο αέρας καύσεως μπορεί να οδηγηθεί και μέσα από αγωγούς προς τη συσκευή αερίου.

Για λόγους θερμοπροστασίας και εξοικονομήσεως ενέργειας επιτρέπεται μόνον η τοποθέτηση παραθύρων και θυρών με εγγυημένη

στεγανότητα. Για τέτοιους χώρους, ισχύει η σχέση $\text{χώρος} - \text{ισχύς} > 1 : 4$. Σύμφωνα μ' αυτό για 1 kw ονομαστική θερμαντική ισχύ χρειάζονται τουλάχιστον 4m³ χώρου. Όμως, συνήθως, δεν κατασκευάζονται δωμάτια κατοικιών με τόσο μεγάλο εμβαδόν. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει να δημιουργηθεί μία **επικοινωνία για τον αέρα καύσεως** με άλλους χώρους.

Αν σε χώρους ή κατοικίες λειτουργεί εξαεριστήρας, ο οποίος απομακρύνει τον αέρα προς την ύπαιθρο, π.χ. σε κουζίνες ή τουαλέτες, τότε απαγορεύεται η τοποθέτηση συσκευών του είδους B σ' αυτούς τους χώρους. Επειδή, όμως, στους εξωτερικούς χώρους της κουζίνας τοποθετούνται συχνά εξαεριστήρες και η θέρμανση του νερού γίνεται με καύση αερίου, τότε θα πρέπει να προβλεφθεί ηλεκτρική μανδάλωση, ώστε όταν λειτουργεί η συσκευή είδους B να μη λειτουργεί ο εξαεριστήρας. Αν χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές αέρα, οι οποίοι δεν τον απομακρύνουν από το χώρο αλλά μόνο τον φιλτράρουν, τότε μπορούν να τοποθετηθούν συσκευές του είδους B σ' αυτόν το χώρο. Αν εξαερίζονται εσωτερικά λουτρά ή τουαλέτες μέσω φρεατίων συγκεντρώσεως χωρίς εξαεριστήρα, τότε δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση συσκευών αερίου του είδους B. Αν εσωτερικά λουτρά, ντουζ ή τουαλέτες εξαερίζονται με δικά τους φρεάτια, τότε υπάρχει η δυνατότητα να οδηγηθούν τα καπναέρια των συσκευών μέσα σε αυτά τα φρεάτια. Αν στις κατοικίες λειτουργούν τζάκια χωρίς δική τους παροχή αέρα καύσεως, τότε με μέτρηση πρέπει να αποδειχθεί ότι η υποπίεση στο χώρο τοποθέτησεως δεν είναι μεγαλύτερη από 0,04 mbar. Μόνον όταν πληρούνται όλες οι παραπάνω προϋποθέσεις, επιτρέπεται η τοποθέτηση συσκευών αερίου.

Πρόσθετες δεσμεύσεις για την τοποθέτηση συσκευών αερίου είδους C

Οι συσκευές αερίου του είδους C διακρίνονται στα είδη C₁ έως C₈. Αυτές παίρνουν τον αέρα καύσεως κατευθείαν από την ύπαιθρο και οδηγούν τα καπναέρια κατευθείαν στην ύπαιθρο. Γι' αυτόν το λόγο, αυτές οι συσκευές ονομάζονται **ανεξάρτητες από τον αέρα χώρο**. Οι συσκευές C υπάρχουν με ή χωρίς φυσητήρα. Με το φυσητήρα, τοποθετημένο είτε πίσω από τον εναλλακτήρα θερμότητας, είτε μπροστά από τον καυστήρα, μπορεί ορισμένα τμήματα της διαδρομής των καπναερίων να βρίσκονται υπό πίεση, ώστε είναι δυνατή η διαφυγή καπναερίων από τις θέσεις συνδέσεως. Αν αυτά τα τμήματα περιβάλλονται από τον αέρα καύσεως ή ικανοποιούν αυξημένες απαιτήσεις για στεγανότητα, τότε αυτές οι συσκευές παίρνουν τον πρόσθετο χαρακτηρισμό "X". Για τις συσκευές αερίου είδους C χωρίς φυσητήρα, καθώς και για τις συσκευές με φυσητήρα με τον πρόσθετο χαρακτηρισμό "X", **δεν υπάρχουν** απαιτήσεις από το χώρο τοποθέτησεως σχετικά με το μέγεθός τους και τον αερισμό τους. Οι συσκευές του είδους C με φυσητήρα χωρίς τον χαρακτηρισμό "X", πρέπει να τοποθετηθούν σε χώρους, οι οποίοι έχουν ανοίγματα προς την ύπαιθρο, είτε ένα άνοιγμα εμβαδού 150 cm², είτε δύο εμβαδού 75 cm² το κάθε ένα.

Άλλες δεσμεύσεις του είδους C υπάρχουν σχετικές με τη θέση τοποθέτησεως και την εξαγωγή των καπναερίων. **Οι συσκευές του είδους C₁** είναι εστίες με ή χωρίς φυσητήρα. Παίρνουν τον αέρα για την καύση από ανοίγματα του εξωτερικού τοίχου και οδηγούν τα καπναέρια πάλι μέσα από το εξωτερικό τοίχο στην ύπαιθρο. Ονομάζονται **συσκευές εξωτερικού τοίχου**. Σαν σύνδεσμος με την ύπαιθρο χρησιμοποιείται ένα κιβώτιο τοίχου, το οποίο περιλαμβάνει ένα σωλήνα για τον αέρα καύσεως, ένα σωλήνα για τα καπναέρια και μία διάταξη προστασίας από την ανεμόπτωση. Οι συσκευές εξωτερικού τοίχου χρησιμοποιούνται μόνον για τη θέρμανση χωριστών χώρων, ή για τη θέρμανση νερού. Οι θερμαντήρες χώρου επιτρέπεται να έχουν μέγιστη

θερμαντική ισχύ $Q_{NL} < 7 \text{ kw}$ και με φυσητήρα $Q_{NL} < 11 \text{ kw}$. Στους θερμαντήρες νερού εξωτερικών τοίχων η θερμαντική ικανότητα περιορίζεται στα $Q_{NL} < 28 \text{ kw}$.

Οι συσκευές αερίου είδους C_1 χωρίς φυσητήρα πρέπει να τοποθετηθούν απευθείας σ' έναν εξωτερικό τοίχο. Η απαγωγή των καπναερίων σε σκεπαστές διόδους αυτοκινήτων, ή σε κακώς αεριζόμενες αυλές, ή σε φωταγωγούς δεν επιτρέπεται. Αν η έξοδος του σωλήνα καπναερίων βρίσκεται σε δημόσιο ανοιχτό χώρο κυκλοφορίας, π.χ. δρόμο ή αυλή σχολείου, τότε το άνοιγμα πρέπει να έχει έναν μανδύα. Αν, πάλι, οι σωλήνες των καπναερίων συσκευών αερίου με φυσητήρα έχουν στόμια πάνω από τις επιφάνειες για πεζούς, τότε η έξοδος πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστον 2 m πάνω από το έδαφος.

Επειδή τα καπναέρια ανέρχονται κατά μήκος των εξωτερικών τοίχων, δεν επιτρέπεται παρά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις η τοποθέτηση συσκευών εξωτερικών τοίχων. Οι αντιρρήσεις για αυτές είναι:

- § Συμπυκνώματα των καπναερίων και συνεπώς υγρασία στους εξωτερικούς σοβάδες και σχηματισμός πάγου το χειμώνα
- § Διείσδυση των ανερχόμενων καπναερίων σε υπερκείμενα ανοιχτά παράθυρα
- § Προσθέτει ρύπανση της προσόψεως του κτιρίου από τα ανερχόμενα καπναέρια
- § Άσχημη εμφάνιση της προσόψεως του κτιρίου από τους εξερχόμενους σωλήνες

Γι' αυτόν το λόγο, προβλέπονται για τις εξόδους καπναερίων των συσκευών είδους C , ελάχιστες αποστάσεις από παράθυρα, μπαλκόνια και μπαλκονόπορτες

Οι συσκευές του είδους C_3 και C_5 τοποθετούνται κατά κανόνα στον τελευταίο όροφο ή σε χώρους στους οποίους μετά την οροφή τους υπάρχει μόνον η κατασκευή της στέγης. Εδώ πρέπει να έχουν οι σωλήνες εισαγωγής αέρα και απαγωγής καπναερίων μία επένδυση από άκαυστο υλικό με την ίδια

πυραντοχή που έχει στέγη. Αν ο σωλήνες διατρέχουν περισσότερους ορόφους, τότε πρέπει να κλειστούν σε ειδικό κανάλι, το οποίο πρέπει να έχει διάρκεια αντοχής στη φωτιά τουλάχιστον 90 λεπτών. Οι σωλήνες καπναερίων που περιβάλλονται από τον αέρα καύσεως, πρέπει να απέχουν από εύφλεκτα αντικείμενα τουλάχιστον 5cm π.χ. ξύλινες επενδύσεις ή ξύλινες στέγες. Αν ο κατασκευαστής των συσκευών εγγυηθεί ότι κατά τη λειτουργία με την ονομαστική ισχύ δε θα αναπτυχθούν θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 85° C, τότε δεν απαιτείται η ελάχιστη απόσταση. Για τα στόμια εξόδου των καπναερίων ισχύουν ουσιαστικά οι ίδιες απαιτήσεις όπως και στις συσκευές εισόδου C₁.

iv) Τοποθέτηση Δεξαμενών Αερίων Καυσίμων

Ελληνικοί κανονισμοί αποθήκευσης, εμφιάλωσης, διακίνησης και διανομής υγραερίου και χρήσης αυτού σε βιομηχανικές, βιοτεχνικές εγκαταστάσεις.

Οι ελληνικοί κανονισμοί του τίτλου περιλαμβάνονται στην υπουργική απόφαση Δ3/14858, ΦΕΚ 477/1-7-93 τεύχος δεύτερο. Για την εγκατάσταση των δεξαμενών προβλέπονται τα εξής:

1) Οι δεξαμενές μπορεί να είναι υπέργειες, υπόγειες ή επιχωματωμένες. Ουδέποτε τοποθετούνται δεξαμενές σε στεγασμένους χώρους ή ταράτσες, με μοναδική εξαίρεση ταράτσες μέχρι τριώροφων βιομηχανικών ή βιοτεχνικών κτιρίων, εάν, όλοι οι υποκείμενοι όροφοι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή, διακίνηση ή αποθήκευση μη εύφλεκτων υλικών. Η θερμοκρασία των δεξαμενών πρέπει να διατηρείται κάτω των 50° C. Επίσης πρέπει να διευκρινιστεί ότι επιτρέπεται η κατασκευή μεταλλικού υπόστεγου με μεγάλο ύψος πάνω από τις δεξαμενές, χωρίς τοίχους, για να προστατεύονται οι δεξαμενές από την ηλιακή ακτινοβολία. Οι επιχωματωμένες δεξαμενές πρέπει να έρχονται σε άμεση επαφή με το χώμα, το οποίο πρέπει να έχει ύψος τουλάχιστον 60 cm πάνω από τη δεξαμενή. Όλες οι αποστάσεις που αναφέρονται στα επόμενα μπορούν να

μειωθούν με την κατασκευή διαχωριστικού άκαυστου τοίχου. Στην περίπτωση αυτή οι αποστάσεις που αναφέρονται μετριούνται βάσει του συντομότερου δρόμου που πρέπει να διανύσει το υγραέριο από το πιθανό σημείο διαρροής μέχρι το προστατευόμενο στοιχείο της εγκατάστασης παρακάμπτοντας τον τοίχο. Ο τοίχος πρέπει να απέχει 1m και από τη δεξαμενή και από το προστατευόμενο στοιχείο.

2) Οι δεξαμενές υγραερίου δεν μπορούν να εγκαθίστανται η μία πάνω στην άλλη ούτε μέσα σε λεκάνη που περιβάλλει δεξαμενή εύφλεκτων υγρών ή υγρού οξυγόνου ή άλλης επικίνδυνης ουσίας. Η ελάχιστη απόσταση από δεξαμενή εύφλεκτου υγρού με σημείο ανάφλεξης κάτω των 65° C ή άλλης επικίνδυνης ουσίας είναι 6m, εάν δε η δεξαμενή έχει λεκάνη ασφαλείας τότε 3m από την κορυφή της λεκάνης. Τέλος, απαγορεύεται η εγκατάσταση σε περιφραγμένη με τοίχο περιοχή μαζί με κάποια πηγή θερμότητας, π.χ. αγωγούς ατμού, θερμαινόμενη δεξαμενή μαζούτ.

3) Δεξαμενές υγραερίου, μέχρι 6 το πολύ, μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους ώστε να αποτελέσουν μία ομάδα. Η απόσταση δύο δεξαμενών που ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες πρέπει να είναι τουλάχιστον 7,5m.

Ασφάλεια δεξαμενών υγραερίου

Απαγορεύεται η τοποθέτησή τους σε κλειστό υπόγειο ή στεγασμένο χώρο, σε οροφή κτιρίου, σε θέση που η μία να είναι πάνω στην άλλη, ή υπό κλίση. Το έδαφος τοποθέτησης πρέπει να είναι συμπαγές και επίπεδο. Ο χώρος πρέπει να αερίζεται καλά. Απαγορεύεται να χρησιμοποιείται ο χώρος για αποθήκευση και άλλων καυσίμων. Ο χώρος πρέπει να είναι καθαρός από εύφλεκτα υλικά. Επιβάλλεται να απέχει η δεξαμενή τουλάχιστον 15m από καλώδια της ΔΕΗ ή μετασχηματιστές. Επιβάλλεται να απέχει 15m από σιδηροδρομικές γραμμές, 15m από χώρους συγκέντρωσης κοινού, 6m από χώρους αποθήκευσης

πετρελαίου ή άλλων καυσίμων, 15m από δεξαμενές οξυγόνου και 15m από άλλη δεξαμενή υγραερίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

ι) Οικογένειες Αερίων Καυσίμων

Τα αέρια καύσιμα και τα διάφορα είδη φυσικού αερίου είναι κατά κανόνα αέρια μίγματα και διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την σύνθεση, δηλαδή την ποσοστιαία αναλογία των καθαρών αερίων συστατικών και τις θερμοχημικές ιδιότητες αυτών. Η σύνθεση εξαρτάται από τον τύπο του κάθε αερίου και την προέλευσή του, όπως είναι τα φυσικά αέρια προερχόμενα από διάφορες πηγές, τα γαιανθρακαέρια, υδαταέρια, υγραέρια κ.λπ.

Μια αυστηρά τυποποιημένη ταξινόμηση των αερίων με βάση την σύνθεση τους είναι πολύ δύσκολη. Αντ' αυτής έχει διεθνώς επιλεγεί η ομαδοποίηση τους σε σχέση με την παρεχόμενη ενέργεια κατά την καύση τους, δηλαδή την θερμογόνο δύναμη τους. Έτσι ανάλογα με τη χρήση αερίου και τις ιδιότητες των αερίων καυσίμων και ειδικότερα του φυσικού αερίου έχει καθιερωθεί διεθνώς η ομαδοποίηση του στις ονομαζόμενες “οικογένειες αερίων” στις οποίες σε κάθε κράτος αλλά και διεθνώς έχουν ομαδοποιηθεί τα φυσικά ή συνθετικά αέρια καύσιμα. Έχουν γενικά επικρατήσει τέσσερις οικογένειες :

Η πρώτη οικογένεια περιλαμβάνει τα “αέρια πόλεως” πιο γνωστά ως φωταέρια. Είναι αέρια πλούσια σε μονοξείδιο του άνθρακα και ελεύθερο υδρογόνο, είναι ουσιαστικά ανύπαρκτα στην Ελλάδα και η χρήση τους διεθνώς όλο και μειώνεται.

Η δεύτερη οικογένεια περιλαμβάνει κυρίως τα φυσικά αέρια όπως αυτά που θα διανεμόνται στην Ελλάδα από την ΔΕΠΑ. Η οικογένεια αυτή χωρίζεται σε δύο κατηγορίες “L” και “H” με μικρές διαφορές μεταξύ τους.

Η τρίτη οικογένεια περιλαμβάνει τα υγραέρια (LPG ή GPL). Είναι μείγματα κυρίως προπανίου και βουτανίου, διανέμονται σε υψηλή πίεση οπότε υγροποιούνται. Σε ορισμένες βιβλιογραφίες αναφέρονται γι' αυτόν το λόγο και σαν υγρά καύσιμα.

Η τέταρτη οικογένεια περιλαμβάνει διάφορα τεχνητά αέρια τα οποία με κατάλληλες προσμίξεις προσπαθούμε να τα κάνουμε να συμπεριφέρονται σαν αέρια της δεύτερης οικογένειας. Στην κατηγορία αυτή ανήκει και το σημερινό αέριο που παράγεται από τα ΕΛΔΑ και διανέμεται στην Αθήνα που ανήκει πλέον στην κατηγορία 2 Η.

ii) Το Υγραέριο Προπάνιο Και Το Υγραέριο Μίγμα

Στο γενικό όρο υγραέρια περιλαμβάνονται το προπάνιο, το βουτάνιο και μίγματα αυτών των δύο. Στην Ελλάδα επίσημες προδιαγραφές υπάρχουν για υγραέριο, προπάνιο και υγραέριο μίγμα. Στα υγραέρια του εμπορίου εκτός από τους δύο αυτούς υδρογονάνθρακες, υπάρχουν επίσης σε μικρή αναλογία οι ακόρεστες ενώσεις (προπένιο, βουτένιο) όπως επίσης ελαφρύτεροι (μεθάνιο, αιθάνιο) ή βαρύτεροι (πεντάνια) υδρογονάνθρακες. Τα υγραέρια έχουν το χαρακτηριστικό ότι σε μέτριες πιέσεις, υγροποιούνται στη συνήθη θερμοκρασία. Με την υγροποίηση ο όγκος μειώνεται σημαντικά (273 φορές για το προπάνιο και 236 φορές για το βουτάνιο), παρέχοντας μία πηγή συμπυκνωμένης ενέργειας. Τα υγραέρια υπό πίεση σε υγρή μορφή μεταφέρονται εύκολα με αγωγούς, πλοία, βυτιοφόρα οχήματα και μεταλλικές φιάλες. Όταν η πίεση μειωθεί, εξατμίζονται και μπορούν να τροφοδοτηθούν σε καυστήρες όπου καίγονται με καθαρή φλόγα και υψηλή θερμογόνο δύναμη. Τα υγραέρια αποτελούν άριστα καύσιμα από περιβαλλοντικής πλευράς γιατί δεν περιέχουν σχεδόν καθόλου θειάφι και καίγονται πλήρως χωρίς κατάλοιπα ή άκαυστα. Τα υγραέρια είναι άχρωμα και άοσμα. Στα υγραέρια του εμπορίου προστίθενται σε πολύ μικρή αναλογία μερκαπτάνες, για να γίνονται αντιληπτές

τυχόν διαρροές. Το προπάνιο του εμπορίου έχει σχετική ειδική πυκνότητα ως προς τον αέρα 1,52 και το μίγμα περίπου 1,92. Για το λόγο αυτό τυχόν διαρροές υγραερίων μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνες λόγω συγκεντρώσεως των υγραερίων π.χ. σε υπόγεια όπου σχηματίζονται ισχυρά εκρηκτικά μίγματα. Στην Ελλάδα, υγραέρια χρησιμοποιούνται σήμερα για θέρμανση και μαγείρεμα στα σπίτια ή εστιατόρια, στη βιομηχανία σαν καύσιμα σαν προωθητικό στα αεροζόλ όπως επίσης και στη γεωργία και πτηνοτροφία σε θερμοκήπια, εκκολαπτήρια κ.α.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγραερίων μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

§ Τα υγραέρια πρέπει να εξατμίζονται πλήρως και να καίγονται στις συσκευές ικανοποιητικά χωρίς να προκαλούν διαβρώσεις ή κατάλοιπα στο σύστημα

§ Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά καύσεως των υγραερίων του εμπορίου ορίζονται, συνήθεις εφαρμογές από την πτητικότητα, την τάση ατμών και σε μικρότερο βαθμό από την ειδική τους πυκνότητα

Η πτητικότητα εκφράζεται με τη θερμοκρασία στην οποία το 95% του καυσίμου έχει εξατμιστεί. Τέλος, βασική απαίτηση είναι η απουσία υγρασίας από το υγραέριο. Διαλυμένο νερό δημιουργεί υδρατμούς κατά την εξαέρωση των υγραερίων προκαλώντας προβλήματα στις σωληνώσεις. Η περιεκτικότητα σε νερό στα υγραέρια ελέγχεται με το σημείο δρόσου. Η παρουσία στα υγραέρια ενώσεων με σημαντικά μικρότερη πτητικότητα από το προπάνιο και το βουτάνιο μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα. Μικρή περιεκτικότητα ελαιωδών ενώσεων μπορεί να προκαλέσει βουλώματα στους ρυθμιστές πίεσεως και στις βαλβίδες. Τα υγραέρια ελέγχονται προς την κατεύθυνση αυτή, με την προδιαγραφή υπολείμματος εξατμίσεως καθώς και με τον προσδιορισμό βουτανίου και βαρύτερων υδρογονανθράκων.

iii) Το Φυσικό Αέριο Και Το Συνθετικό Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα αερίων στο οποίο το μεθάνιο είναι το κύριο συστατικό. Το μεθάνιο είναι πιο απλή ένωση άνθρακα και υδρογόνου και αποτελείται από ένα άτομο άνθρακα και τέσσερα άτομα υδρογόνου. Ανήκει στην οικογένεια των κεκορεσμένων υδρογονανθράκων, που ονομάζονται και παραφίνες, επειδή είναι ενώσεις σταθερές που πολύ δύσκολα ενώνονται με άλλα στοιχεία για σχηματισμό άλλων ενώσεων. Είναι ένα άχρωμο αέριο μη δηλητηριώδες αλλά και ακατάλληλο για εισπνοή, σχεδόν άοσμο. Καίγεται εύκολα με μία φλόγα μπλε ελάχιστα ορατή αλλά αρκετά θερμή, δεν υπάρχουν στερεά κατάλοιπα καύσης που να πυρακτώνονται και να προκαλούν φωτεινότητα της φλόγας. Είναι πιο ελαφρύ από τον αέρα κατά το ήμισυ και διατίθεται στην αγορά στην αέρια κατάσταση σε φιάλες ατσάλινες ή μέσω αγωγών ενός αστικού δικτύου. Το μεθάνιο προέρχεται από την αποσύνθεση φυτικών οργανικών ουσιών υπό την επίδραση βακτηριδίων και νερού. Υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στις πετρελαιοφόρες περιοχές.

Όταν το μεθάνιο καίγεται σωστά παράγει πρακτικά μόνο ατμό νερού και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) γι' αυτό και θεωρείται και το πλέον καθαρό και μη ρυπογόνο ορυκτό καύσιμο.

Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα από κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και σε μικρότερη αναλογία αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Η αναλογία παρουσίας, κάθε συστατικού στο μίγμα, καθορίζει τα βασικά χαρακτηριστικά του μίγματος που μπορούν να υπολογιστούν μαθηματικά ή να μετρηθούν με κατάλληλα όργανα στο εργαστήριο. Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που ταξινομούν τα καύσιμα είναι το ειδικό βάρος τους και η θερμογόνο δύναμή τους.

Το συνθετικό φυσικό αέριο ή αλλιώς το εναλλάξιμο φυσικό αέριο φέρεται διεθνώς ως SNG (synthetic natural gas). Επειδή ήδη προβλέπεται, ότι

σε όχι μακρό χρόνο θα έχουν εξαντληθεί τα αποθέματα φυσικού αερίου, γίνονται από τώρα προσπάθειες να παραχθεί υποκατάστατο αυτού κυρίως από στερεά καύσιμα, που είναι τα μόνα καύσιμα, που η ανθρωπότητα διαθέτει σε αφθονία. Η παραγωγή του από υγρά καύσιμα δεν έχει νόημα αφού σήμερα γι' αυτά υπάρχουν αποθέματα που καλύπτουν τις ανάγκες της ανθρωπότητας για μικρότερο χρόνο απ' ότι τα αποθέματα φυσικού αερίου. Για την παραγωγή τεχνητού φυσικού αερίου από στερεά καύσιμα ακολουθούνται δύο μέθοδοι:

- § Η εξαέρωση με σύγχρονη υδρογόνωση με την οποία επιχειρείται η παραγωγή αερίου πλούσιου σε μεθάνιο
- § Η αυτόθερμη εξαέρωση με υδρατμό και στη συνέχεια η μεθανοποίηση του πρωτογενώς παραχθέντος αερίου

iv) Τεχνικά Χαρακτηριστικά Αερίων Καυσίμων

Συστάσεις φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο είναι ένα μείγμα αερίων στο οποίο το μεθάνιο είναι το κύριο συστατικό.

Ενδεικτική σύνθεση φυσικού αερίου προέλευσης:

	Ιταλίας	Λιβύης	Ρωσίας	Ολλανδίας	Αλγερίας
Σύνθεση (% κατ' όγκον)	%	%	%	%	%
Μεθάνιο (CH ₄)	99.20	81.40	92.00	88.85	83.00
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	0.40	9.40	3.20	4.30	7.50
Προπάνιο (C ₃ H ₈)	0.14	2.00	0.85	0.30	0.80
Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	–	0.30	0.20	0.30	0.80
Διοξείδιο άνθρακα (CO ₂)	0.01	1.20	0.30	1.30	0.20
Άζωτο (N ₂)	0.25	0.50	3.30	4.20	6.00

Κύρια Χαρακτηριστικά

		Ιταλίας	Λιβύης	Ρωσίας	Ολλανδίας	Αλγερίας
Ανωτέρα θερμογόνος δύναμη	kwh/m ³	9.969	10.469	10.016	9.942	10.520
	MJ/m ³	35.89	37.69	36.06	35.79	37.87
	Mcal/m ³	8.572	9.002	8.612	8.549	9.046
Κατωτέρα θερμογόνος δύναμη	kwh/m ³	8.943	9.454	9.034	8.970	9.510
	MJ/m ³	32.20	34.04	32.52	32.29	34.24
	Mcal/m ³	7.690	8.129	7.768	7.713	8.178
Πυκνότητα	kg/m ³	0.64	0.71	0.7	0.72	0.76
Αναγκαία θεωρητική ποσότητα αέρα για την πλήρη κάυση	m ³ / m ³ αερίου	9.57	10.04	9.64	9.57	10.11
CO ₂ συνολικά στα καυσαέρια	m ³ / m ³ αερίου	1.03	1.12	1.06	1.06	1.13
N ₂ συνολικά καυσαερίων	m ³ / m ³ αερίου	7.54	7.91	7.63	7.57	8.02
Συνολικός όγκος στεγνών καυσαερίων	m ³ / m ³ αερίου	8.57	9.03	8.68	8.64	9.15
Συνολικός όγκος υγρών καυσαερίων	m ³ / m ³ αερίου	10.57	11.09	10.67	10.61	11.19

Συστάσεις βουτανίου, προπανίου

Αέριο	Σύμβολο	Μοριακή μάζα	Σταθερά του αερίου	Μοριακός κανονικός όγκος	Πυκνότητα σε κατάσταση		Θερμογόνα δύναμη σε κανονική κατάσταση		Δείκτης Wobbs σε κανονική κατάσταση	
					κανον	σχετ	ανώτ	κατώτ	ανώτ	κατώτ
-	-	M kg/kmol	R1 L/kg•K	V m,n m ³ /kmol	kg/m ³	d	Ho,n MJ/m ³	Ho,n MJ/m ³	Wo,n MJ/m ³	Wo,n MJ/m ³
Προπάνιο	C ₃ H ₈	44.096	188.5	21.93	2.011	1.555	101.23	93.207	81.181	74.745
Βουτάνιο	C ₄ H ₁₀	58.123	143.0	21.46	2.708	2.094	134.06	123.81	92.643	85.559

Θερμογόνος δύναμη

Θερμογόνος δύναμη είναι η ποσότητα της θερμότητας (εκφράζεται σε kWh ή MJ) που παράγεται από τη μονάδα μάζας, όταν καίγεται τελείως με τον απόλυτα απαραίτητο αέρα και είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό κάθε καυσίμου. Παλαιότερα ως μονάδα υπήρχε η kcal. Τελευταία έχει αποφασιστεί μια ενοποίηση όλων των συγγενών μονάδων σε ένα σύστημα (SI). Έτσι και η θερμότητα, που είναι μια μορφή ενέργειας, μετριέται πια σε KWh ή MJ.

$$1000 \text{ Kcal} = 1,163 \text{ KWh} \text{ ή}$$

$$1000 \text{ Kcal} = 4,1868 \text{ MJ}$$

Για κάθε καύσιμο προσδιορίζονται δύο θερμογόνες δυνάμεις η κατωτέρα και η ανωτέρα, που διαφέρουν μεταξύ τους από την θερμότητα που μπορούμε να ανακτήσουμε από την υγροποίηση των υδρατμών που υπάρχουν στα καυσαέρια. Πράγματι μεταξύ των προϊόντων καύσης των καυσίμων υπάρχει πάντοτε μια ποσότητα υδρατμών η οποία δημιουργείται απορροφώντας μια ορισμένη ποσότητα θερμότητας. Η θερμότητα αυτή αν δεν ανακτηθεί υγροποιώντας τους ατμούς χάνεται από την καπνοδόχο. Σχεδόν όλοι οι λέβητες δεν έχουν τη δυνατότητα ανάκτησης αυτής της θερμότητας και οι κανονισμοί υπολογισμού του βαθμού απόδοσης συνήθως βασίζονται στην κατωτέρα θερμογόνο δύναμη.

Η θερμογόνος δύναμη χαρακτηρίζει τη χημικά συνδεδεμένη προς το καύσιμο ενέργεια. Εάν ελευθερωθεί όλη η χημικά συνδεδεμένη ενέργεια και κατέλθει η θερμοκρασία των καπναερίων στη θερμοκρασία αναφοράς των 25° C και συμπυκνωθεί ο υδρατμός αποδίδοντας τη θερμότητά του τότε η θερμότητα που παίρνουμε είναι η **ανώτερη θερμογόνα δύναμη H_o**. Εάν όμως ελευθερωθεί πάλι όλη η χημικά συνδεδεμένη ενέργεια και κατέλθει η θερμοκρασία των καπναερίων στη θερμοκρασία αναφοράς των 25° C και με την παραδοχή ότι δε θα υγροποιηθούν οι υδρατμοί, που περιέχονται στα καυσαέρια, παίρνουμε την **κατώτερη θερμογόνα δύναμη H_u**. Είναι προφανές ότι οι δύο θερμογόνες δυνάμεις διαφέρουν κατά την θερμότητα ατμοποίησης των υδρατμών ήτοι περίπου

$$H_u = H_o - (9 \cdot h + w) \cdot 600$$

όπου h = η ποσοστιαία αναλογία υδρογόνου (που μετατρέπεται σε υδρατμό κατά την $H_2 + 0,5O_2 = H_2O$ οπότε η κατά μάζα ισότητα είναι 1 kg $H_2 + 16 / 2$ kg $O_2 = 9$ kg H_2O) και w = η ποσοστιαία αναλογία υγρασίας ή εν γένει υδρατμών.

Σχετική πυκνότητα

Για τα αέρια συνηθίζεται να χρησιμοποιείται (στην τεχνική των αερίων) η **σχετική πυκνότητα**, δηλαδή ο λόγος της πυκνότητας του αερίου ρ_G προς την πυκνότητα του αέρα ρ_L ,

$$d = \rho_G / \rho_L$$

Η σχετική πυκνότητα σαν έννοια διευκολύνει πολύ στην τεχνική των αερίων, ώστε αμέσως να γνωρίζουμε αν ένα αέριο είναι ελαφρύτερο του αέρα και επομένως σε περίπτωση διαφυγής θα φύγει ακινδύνως προς τα άνω ή είναι βαρύτερο του αέρα και θα καθίσει στο δάπεδο ή το έδαφος με σοβαρούς κινδύνους προκλήσεως εκρήξεως.

Πίεση

Στην τεχνική των αερίων χρησιμοποιούνται οι εξής έννοιες, όσον αφορά στην πίεση.

- Υπερπίεση ή μανομετρική πίεση, που είναι η μετρούμενη με μανόμετρο ή εν γένει πιεσόμετρο πίεση. Πρόκειται για διαφορά μεταξύ της απόλυτης πίεσεως του αερίου και της ατμοσφαιρικής πίεσεως.
- Απόλυτη πίεση, που είναι η επικρατούσα στο χώρο του αερίου πίεση δηλαδή το άθροισμα της μανομετρικής και της ατμοσφαιρικής πίεσεως.
- Πίεση ηρεμίας, που είναι η υπερπίεση του ηρεμούντος αερίου.
- Πίεση ροής, που είναι η στατική πίεση του ρέοντος αερίου, που λόγω των τριβών της ροής είναι μικρότερη από την πίεση ηρεμίας. Είναι δε η **στατική πίεση** η ασκούμενη από το αέριο στα τοιχώματα του σωλήνα πίεση.

- Η δυναμική πίεση ή πίεση ανακοπής η εκ της ταχύτητος w της ροής προκαλούμενη πίεση σε κάθετο τοίχωμα, που την ανακόπτει και η οποία $p_{δυν.} = \rho w^2/2$
- Συνολική πίεση, που είναι το άθροισμα στατικής και δυναμικής πίεσεως, δεν αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο του αερίου, υπεισέρχεται όμως σε άλλα χαρακτηριστικά. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να εισάγουμε την πίεση ροής για την οποία οι κανονισμοί καθορίζουν τις εξής ελάχιστες τιμές:
 1. Πρώτη οικογένεια (S), αέριο πόλεως $\geq 7,5$ mbar
 2. Δεύτερη οικογένεια (N), φυσικά αέρια ≥ 18 mbar
 3. Μίγματα υγραερίου / αέρα 12 έως 18 mbar
 4. Μίγματα φυσικού αερίου / αέρα $\geq 7,5$ mbar

Οι πιέσεις όσον αφορά στα μέτρα ασφαλείας χωρίζονται σε τρεις περιοχές:

1. Χαμηλή πίεση Χ.Π. $p \leq 100$ mbar
2. Μέση πίεση Μ.Π. $100 \text{ mbar} < p \leq 1$ bar
3. Υψηλή πίεση Υ.Π. $p > 1$ bar

Δείκτης Wobbe

Ο δείκτης Wobbe είναι ένα μέγεθος που αποδεικνύεται ότι μετράει τη θερμική ικανότητα ενός αερίου, δηλαδή τη θερμότητα που θα παραχθεί σε μια συσκευή όταν καίγεται αέριο με μια συγκεκριμένη πίεση πριν από τη συσκευή. Η θερμότητα αυτή δεν εξαρτάται μόνο από τη θερμογόνο δύναμη του αερίου (δηλαδή την ποσότητα της θερμότητας που παίρνουμε όταν καίμε 1m^3 αερίου) αλλά και από την πυκνότητά του.

Είναι: $W_o = H_o / \sqrt{d}$

όπου H_o η ανωτέρα θερμογόνος δύναμη και d η σχετική πυκνότητα του αερίου.

Έτσι δύο διαφορετικά σε σύνθεση αέρια που έχουν όμως το ίδιο δείκτη Wobbe θα καούν στην ίδια συσκευή, χωρίς καμία νέα ρύθμιση, με την ίδια απόδοση. Τα χαρακτηριστικά της δεύτερης οικογένειας αερίων έχουν ως εξής:

Θερμοδυναμικά στοιχεία:

Μεγέθη Wobbe (α)	Συμβολισμός (μονάδα)	Ομάδα E	Ομάδα H
Δείκτης	W_o (MJ / Nm ³)	41-48	48-56
Ανωτέρα θερμογόνα ικανότητα (ονομαστική τιμή)	$H_{o,n}$ (MJ / Nm ³)	31,82-47,31	
Σχετική πυκνότητα	d	0,55-0,70	
Πίεση σύνδεσης της συσκευής κατανάλωσης αερίου (προπίεση) (β)	p (mbar)	τουλάχιστον 18	

(α) Παλαιότερα που ο δείκτης Wobbe εδίδετο σε kcal / Nm³ πολλές φορές σε ορισμένες βιβλιογραφίες (γερμανική) αναφερόταν συνειδητά χωρίς μονάδα.

Ο «κατώτερος» δείκτης Wobbe “ W_u ” στα αέρια της δεύτερης οικογένειας είναι περίπου κατά 10% μικρότερος του “ W_o ”.

(β) Το όριο των 18 mbar της προπίεσης στη συσκευή τίθεται για τον υπολογισμό των διαμέτρων των σωλήνων. Όμως για την απρόσκοπτη ρύθμιση των συσκευών κατανάλωσης αερίου με ρυθμιστή, η προπίεση στη συσκευή δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 20 mbar.

Ταχύτητα καύσης ή ταχύτητα μετάδοσης της φλόγας

Για να επιτύχουμε τη συνέχιση μιας καύσης πρέπει η φλόγα να τροφοδοτείται με αέρα ακόμα που θα είναι χαμηλότερης θερμοκρασίας. Για να συνεχιστεί η καύση θα πρέπει η φλόγα να προλαβαίνει να ζεστάνει αρκετά τον προσαγόμενο αέρα. Αν όχι, η φλόγα σβήνει. Σε ειδικές πειραματικές συσκευές μίγματα αέρα και αερίων καυσίμων ή ατμών υγρών καυσίμων, διέρχονται από μία σωλήνα και μετριέται η ταχύτητα μετάδοσης της φλόγας.

Η ταχύτητα αυτή στην πράξη, μέσα σε ένα λέβητα, η ακτινοβολία του θαλάμου καύσης αυξάνει σημαντικά την ταχύτητα αυτή, ωστόσο εάν ο αέρας καύσης εισάγεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα βλέπουμε τη φλόγα να «ξεκολλάει» από το μπεκ εισαγωγής του καυσίμου και καμιά φορά τον καυστήρα να σβήνει. Αντίθετα, σε συσκευές που προσάγεται για καύση μίγμα αέρα – αερίου καυσίμου, αν η ταχύτητα προσαγωγής είναι πολύ μικρή, κινδυνεύουμε η φλόγα να εισχωρήσει στον αγωγό προσαγωγής του μίγματος.

Βάρος υγραερίου

Αέρια φάση: Το GPL είναι πιο βαρύ (μεγαλύτερη πυκνότητα) από τον αέρα και γι' αυτό σε περίπτωση διαρροής ή απώλειας έχει την τάση να κατακάθεται στη γη.

Υγρή φάση: Το GPL στην υγρή φάση του είναι πιο ελαφρύ (μικρότερη πυκνότητα) από το νερό. Το προπάνιο έχει κατώτερη πυκνότητα από εκείνη του βουτανίου.

Βάρος φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο του αέρα (περίπου μισή φορά) και έτσι έχει την τάση να ανεβαίνει στα ανώτερα στρώματα αέρα.

ν) Μεταφορά Φυσικού Αερίου – Υγραερίου

Διανομή του αερίου

Διανομή του φυσικού αερίου χαρακτηρίζεται η διοχέτευση και παροχέτευση του αερίου μέσω αγωγών πίεσης σχεδιασμού μέχρι και 19 bar υπερπίεση, δηλαδή 20 bar απόλυτη πίεση. Το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου αποτελείται από το σύνολο των εγκαταστάσεων του δικτύου μεταφοράς του φυσικού αερίου μέσα στην ελληνική επικράτεια. Περιλαμβάνει τον κεντρικό αγωγό και τους κλάδους μεταφοράς και κάθε μορφής εγκατάσταση αποθήκευσης, συμπίεσης – αποσυμπίεσης, ελέγχου και μέτρησης του φυσικού αερίου καθώς επίσης και το σύστημα μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου με κρυογενικά πλοία στη νήσο Ρεβυθούσα (Σαρωνικό) με τον εξοπλισμό επανεξαέρωσης και διοχέτευσης στο δίκτυο.

Παροχή υγραερίου σε κτίρια

Η παροχή υγραερίου σε κτίρια πραγματοποιείται με βυτιοφόρα οχήματα όπου δεν υπάρχει δίκτυο των επιχειρήσεων παροχής και το αέριο είναι επιθυμητό ως καύσιμο. Κυρίως πρόκειται για κατοικίες στα ακραία σημεία μιας πόλεως ή σε ορεινές περιοχές, ή για εξοχικά, τροχόσπιτα, boxes σε εργοτάξια ή απομακρυσμένες γεωργικές επιχειρήσεις ή θερμοκήπια.

Τα ιδιαίτερα πλεονεκτήματα για τη χρήση του υγραερίου είναι ο μικρός όγκος των φιαλών, η μεγάλη θερμογόνα δύναμη και η κινητή χρησιμοποίησή του, π.χ.

- Θέρμανση χώρων κατοικιών ή επαγγελματικών
- Θέρμανση νερού και μαγείρεμα
- Θέρμανση μηχανών και πρεσών στη βιομηχανία
- Ξήρανση κτιρίων

Άλλες περιοχές χρησιμοποίησεως είναι:

- Κατασκευή ασφαλτοταπήτων στην οδοποιία
- Διάφορα είδη κολλήσεων σε εργοτάξια και συνεργεία
- Θέρμανση αέρα για αερόστατα θερμού αέρα
- Αναπτήρες
- Ως αέριο κινήσεως για περονοφόρα οχήματα ή οχήματα μεταφοράς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ – ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

i) Είδη Καυστήρων

Συσκευές αερίου ονομάζονται οι συσκευές εκείνες που προορίζονται για να μετατρέπουν τη χημική ενέργεια που περιέχεται στο καύσιμο σε χρήσιμη θερμική ενέργεια, δηλαδή με άλλα λόγια, να καίνε το αέριο και στη συνέχεια να εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που παράγονται.

Τις συσκευές αυτές μπορούμε να τις χωρίσουμε σε δύο βασικές κατηγορίες από τις οποίες η δεύτερη παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Η πρώτη είναι διάφορες οικιακές ή βιομηχανικές συσκευές π.χ. κουζίνες, φούρνοι για φαγητά, πλυντήρια και όσο κι αν φαίνεται περίεργο ψυγεία και κλιματιστικές συσκευές. Επίσης περιλαμβάνει πολλές ειδικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις π.χ. κλιβάνους κλπ.

Η δεύτερη περιλαμβάνει τις συσκευές που προορίζονται για τη θέρμανση των κτιρίων και τη διανομή θερμού νερού χρήσεως. Στην κατηγορία αυτή λόγω συγγένειας περιλαμβάνονται και ατμολέβητες ή λέβητες λαδιού που έχουν βιομηχανική εφαρμογή.

Βασικό και κοινό τμήμα που έχει κάθε συσκευή είναι ο καυστήρας αερίου, το τμήμα δηλαδή της συσκευής που μετατρέπει τη χημική ενέργεια του αερίου καυσίμου, μέσω της καύσης σε θερμική ενέργεια.

Οι καυστήρες αερίου διαιρούνται σε δύο βασικές κατηγορίες, τους ατμοσφαιρικούς καυστήρες και τους καυστήρες εμφυσήσεως αέρα.

Ατμοσφαιρικοί καυστήρες

Είναι αυτοί στους οποίους όλους ή έστω μέρος από τον απαραίτητο για καύση αέρα, συμπαρασύρεται σε ανάμειξη με το καύσιμο αέριο και το μίγμα βγαίνει από το μπεκ όπου και καίγεται. Αυτός ονομάζεται πρωτεύων αέρας. Το υπόλοιπο μέρος του αέρα το οποίο ονομάζεται δευτερεύων αέρας και φυσιολογικά χρειάζεται για να γίνει σωστή η καύση απορροφάται μέσα στη συσκευή εξαιτίας της υποπίεσης που δημιουργείται από τη διαφορά θερμοκρασίας αέρα – καυσαερίου.

Αυτοί οι καυστήρες είναι στενά συνδεδεμένοι με τα χαρακτηριστικά της εστίας, ως προς τις διαστάσεις, το σχήμα κλπ. γι' αυτό πρέπει να έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να προσαρμόζονται σε ορισμένο τύπο συσκευής της οποίας στην ουσία γίνονται αναπόσπαστα μέρη. Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρές ισχύεις, έως 100 KW.

Κατασκευαστική σχεδίαση ατμοσφαιρικού καυστήρα

Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες ξεκινούν με ένα συλλέκτη στην παροχή αερίου που φέρει πολλές εξόδους με σπείρωμα στις οποίες βιδώνονται μπεκ διαμέτρου ανάλογης με την ισχύ που θέλουμε. Τα μπεκ αυτά φυσούν αέριο μέσα σε κάποια χωνάκια βιδωμένα στο κυρίως σώμα του καυστήρα. Με την εμφύσηση του αερίου στα χωνάκια αυτά δημιουργείται το φαινόμενο του «τζιφαριού» και παρασύρεται αέρας που ανακατεύεται με το αέριο. αυτός είναι ο πρωτεύων αέρας καύσεως. Το κυρίως σώμα του καυστήρα είναι μια σχάρα από τετράγωνους περίπου ανοξείδωτους σωλήνες που φέρουν μικρές οπές ή χαραγές στο επάνω μέρος τους. Το αέριο με τον πρωτεύοντα αέρα που μπαίνει στο εσωτερικό των σωλήνων αυτών βγαίνει από τις χαραγές αυτές και ανάβει από τη φλόγα – πιλότο ή τον ηλεκτρονικό σπινθηριστή.

Ο δευτερεύων αέρας καύσεως περνάει μεταξύ των κενών της εσχάρας. Όσο πιο πολλές και μικρότερες είναι οι οπές ή οι χαραγές εξόδου του καυσίμου μίγματος, τόσο πιο μικρές σε μήκος και χαμηλότερης θερμοκρασίας είναι οι φλόγες και τόσο λιγότερα οξειδία του αζώτου δημιουργούνται.

Καυστήρες με φλόγα πιλότο

Οι καυστήρες αυτοί ήταν οι πλέον διαδεδομένοι, σήμερα όμως όχι πια. Αφού θέσουμε σε λειτουργία έναν τέτοιο καυστήρα μένει πάντα αναμμένη μια πολύ μικρή φλόγα, με ασήμαντη κατανάλωση. Η φλόγα αυτή χρησιμεύει στο άμεσο άναμμα της φλόγας του κυρίως καυστήρα όταν υπάρξει ζήτηση ισχύος, εάν δε σβήσει διακόπτεται η λειτουργία του λέβητα, παίζει δηλαδή το ρόλο της ασφάλειας.

Καυστήρες με ηλεκτρονική ανάφλεξη

Μια εξέλιξη των ατμοσφαιρικών καυστήρων είναι η εφαρμογή σ' αυτούς των μεθόδων έναυσης και ελέγχου της φλόγας των καυστήρων εμφύσησης αέρα. Πλεονεκτήματα αποτελούν η αυτόματη έναυση του καυστήρα, άρα κάποια άνεση του χρήστη και η εξοικονόμηση του αερίου που καταναλώνει η φλόγα – πιλότος, μια αστεία όμως ποσότητα. Μειονέκτημα ήταν κάποτε το σημαντικά υψηλότερο κόστος των συσκευών αυτών. Ήδη σήμερα η διαφορά κόστους έχει σχεδόν μηδενιστεί και οι καυστήρες με φλόγα – πιλότο βαδίζουν προς τα μουσεία.

Στους καυστήρες αυτούς ο έλεγχος της ύπαρξης φλόγας για να λειτουργήσει ο καυστήρας κανονικά γίνεται με ένα ηλεκτρόδιο ιονισμού. Αυτό σημαίνει ότι όταν υπάρξει φλόγα, δηλαδή μια πολύ υψηλή θερμοκρασία, τα μόρια του αέρα διασπώνται σε ιόντα, δηλαδή το οξυγόνο γίνεται δύο αρνητικά ιόντα από ένα άτομο οξυγόνου το ίδιο το άζωτο κλπ. Μια ηλεκτρονική συσκευή

παράγει συνεχές ρεύμα χαμηλής τάσης και ο μιν ένας πόλος γίνεται ο ίδιος ο καυστήρας ο δε άλλος οδηγείται σε ένα ηλεκτρόδιο που τοποθετείται στη θέση της φλόγας. Όταν ο αέρας εκεί ιονιστεί, δηλαδή όταν υπάρχει φλόγα ο αέρας αυτός γίνεται αγωγίμος, δηλαδή ένα πολύ μικρό ηλεκτρικό ρεύμα περνάει από το ηλεκτρόδιο προς το σώμα και το ηλεκτρονικό του καυστήρα καταλαβαίνει πως υπάρχει σχηματισμός φλόγας.

Εστίες μαγειρείων

Ο πιο απλός τύπος καυστήρα ατμοσφαιρικού είναι οι εστίες των μαγειρείων. Επειδή κατά το μαγείρεμα η νοικοκυρά ήταν παρούσα δεν προβλεπόταν συνήθως καμιά διάταξη ασφαλείας. Ανοίγαμε το διακόπτη παροχής του αερίου, ανάβαμε χειροκίνητα την εστία με κάποιον αναπτήρα, ανεξάρτητο από τη συσκευή και ρυθμίζαμε το μέγεθος της φλόγας χειροκίνητα επιδρώντας στο διακόπτη της συσκευής. Επειδή από κάποιο ξεχείλισμα της κατασρόλας μπορούσε να σβήσει η φλόγα, ήταν απαραίτητο η νοικοκυρά να μην απομακρύνεται από τη κουζίνα.

Ήδη σήμερα και στις συσκευές αυτές προβλέπεται μία ασφάλεια ίδια με αυτή που λειτουργεί με τη φλόγα – πιλότο. Στην περίπτωση αυτή η ίδια η φλόγα της εστίας είναι η «φλόγα πιλότος» οι δε εστίες και ο φούρνος μιας μαγειρικής συσκευής ανάβουν είτε με πιεζοηλεκτρικούς αναπτήρες, έναν για κάθε εστία ή με ηλεκτρικό σπινθηριστή που δημιουργεί σπινθήρες σε όλες τις εστίες, ανάβει δε εκείνη στην οποία έχουμε ανοίξει την παροχή του αερίου.

Όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας της ασφαλείας έχει ήδη αναφερθεί (βλ. καυστήρες με φλόγα πιλότο).

Τώρα πλέον εάν σβήσει η φλόγα της εστίας μετά από ένα ή δύο δευτερόλεπτα θα παύσει η παροχή αερίου.

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες έχουν πάρα πολλά πλεονεκτήματα. Είναι αθόρυβοι, αξιόπιστοι, σχεδόν δε χρειάζονται συντήρηση, εκπέμπουν πολύ χαμηλά ποσοστά οξειδίων του αζώτου και με τη συνεχή μελέτη και εξέλιξή τους έχουν πετύχει πάρα πολύ καλούς βαθμούς απόδοσης. Μάλιστα, υπάρχουν εργοστάσια που κατασκευάζουν λέβητες τοίχου με ατμοσφαιρικό καυστήρα συμπύκνωσης, δηλαδή με έξοδο καυσαερίων κάτω από 100° C και βαθμού απόδοσης πάνω από 100%. Η τιμή τους, τους κάνει βέβαια απαγορευτικούς στην ελληνική αγορά, η ύπαρξή τους όμως αίρει κάθε επιφύλαξη για την ποιότητα των ατμοσφαιρικών καυστήρων.

Μειονέκτημα ο απαιτούμενος σωστός ελκυσμός και το κόστος τους στις μεγάλες ισχύεις. Τα δύο αυτά μειονεκτήματα έχουν ουσιαστικά περιορίσει τη χρήση τους μέχρι την ισχύ των 100 KW περίπου.

Καυστήρες με φυσητήρα

Στους καυστήρες με φυσητήρα, ο αέρας καύσεως αναρροφάται με έναν φυσητήρα και οδηγείται στο θάλαμο αναμείξεως. Με κατάλληλους δίσκους ανακοπής στροβιλίζεται το μίγμα αέριο – αέρας και αναφλέγεται στη φλογοκεφαλή. Επειδή με το φυσητήρα μεταφέρονται μεγάλες ποσότητες αέρα, μπορούν, αντίστοιχα, να αναμειχθούν μ' αυτόν και μεγάλες ποσότητες αερίου. Γι' αυτόν το λόγο, οι φυσητήρες χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερες θερμοαντικές ικανότητες. Η χρησιμοποίησή τους συμφέρει από μία θερμοαντική ισχύ $Q_{NL} > 35 \text{ KW}$.

Οι καυστήρες με φυσητήρα παράγουν μεγαλύτερο θόρυβο σε σχέση με τους ατμοσφαιρικούς καυστήρες. Γι' αυτόν το λόγο επενδύονται με ηχομόνωση. Για τη μείωση του σχηματισμού οξειδίων του αζώτου, στους καυστήρες με φυσητήρα, ένα μέρος των καπναερίων επαναφέρεται και αναμειγνύεται πάλι με

τον αέρα καύσεως. Έτσι μειώνεται το ποσοστό του οξυγόνου κατά την καύση και μειώνεται, επίσης και η θερμοκρασία της φλόγας. Με την επαναφορά των καπναερίων μπορεί να μειωθεί ο σχηματισμός οξειδίων του αζώτου έως 50%.

Καυστήρες εμφυσήσεως αέρα

Σε αυτούς ο συνολικός αέρας, που απαιτείται για την καύση του αερίου, παρέχεται υπό πίεση, από έναν ανεμιστήρα. Η λειτουργία τους είναι σχετικά ανεξάρτητη από τον τύπο της εστίας, αν και όχι σε ότι αφορά την πίεσή τους. Είναι οι συνηθισμένες συσκευές που γενικά ονομάζονται καυστήρες.

Από κατασκευαστικής πλευράς διακρίνονται τα εξής βασικά μέρη:

- Μέρος αερισμού, με τον ανεμιστήρα να κινείται από ηλεκτροκινητήρα και το σωλήνα του αέρα προς την κεφαλή (μπούκα ή πυροσωλήνα).
- Κύκλωμα του αερίου, με τη σωλήνα που φέρνει το αέριο στην κεφαλή και τα όργανα ελέγχου και ρύθμισης (πρεσοστάτης, ηλεκτροβαλβίδες).
- Κεφαλή καύσης, για τη μείξη αερίου/αέρα, σταθεροποιητής της φλόγας και τα ηλεκτρόδια ανάμματος και ελέγχου.
- Τα όργανα ελέγχου και ασφαλείας, όπως ο ηλεκτρικός πίνακας, ο πρεσοστάτης του αέρα κλπ.

Ανάλογα με τον τύπο λειτουργίας οι καυστήρες μπορούν να είναι ενός σταδίου, πολλών σταδίων, ή τέλος, προοδευτικής λειτουργίας.

- **Ενός σταδίου:** είναι του τύπου όλο/τίποτα (ON/OFF) και συνεπώς όσον αφορά τη φλόγα, ισχύς μέγιστη/σβηστή.
- **Πολλών σταδίων:** είναι δύο ή περισσότερων σταδίων ισχύος του τύπου όλου/λίγο και συνεπώς η ισχύς γίνεται μέγιστη/μερική/σβηστή.

- **Προοδευτικής λειτουργίας:** είναι η μεταβλητή ισχύος μεταξύ ελάχιστου και μέγιστου και συνεπώς η παροχή γίνεται μέγιστη/ενδιάμεση, μεταβλητή/σβηστή.

Όργανα ελέγχου και ασφαλείας

Οι καυστήρες εμφύσησης και μάλιστα στο κύκλωμα του αερίου, πρέπει να έχουν κατά σειρά:

- Μια βαλβίδα αερίου
- Ένα φίλτρο
- Ένα σταθεροποιητή πίεσης
- Βαλβίδα ασφαλείας και
- Βαλβίδα λειτουργίας

Ανάλογα με την ισχύ του καυστήρα προβλέπονται επίσης πιεζοστάτης αερίου που δεν επιτρέπει στον καυστήρα να ξεκινήσει εάν η πίεση του αερίου είναι μικρότερη από ένα όριο, πιεζοστάτης αερίου για πίεση μεγαλύτερη από ένα άλλο όριο, πιεζοστάτης αέρα που δεν αφήνει τον καυστήρα να ξεκινήσει εάν δε λειτουργεί ο ανεμιστήρας π.χ. λόγω καμένου κινητήρα ή σπασμένου κόπλερ κλπ. και ελεγκτής διαρροής αερίου.

Σημαντικό ρόλο για τη σωστή λειτουργία ενός καυστήρα παίζει ο σταθεροποιητής πίεσης. Ο σταθεροποιητής αυτός διατηρεί την πίεση, δηλαδή την παροχή αερίου, στην έξοδο σταθερή ακόμη και με σημαντικές μεταβολές της πίεσης στην είσοδο.

Το βασικό λειτουργικό ρόλο στην καύση παίζουν βεβαίως οι ηλεκτρικές βαλβίδες. Οι βασικοί τύποι των ηλεκτρικών βαλβίδων είναι:

- Βαλβίδες γρήγορου ανοίγματος και κλεισίματος.
- Βαλβίδες αργού ανοίγματος, ενός ή δύο χρόνων και γρήγορου κλεισίματος.

- Βαλβίδες με κινητήρα για αργό άνοιγμα σε ένα, δύο ή περισσότερα στάδια και γρήγορο κλείσιμο. Οι ηλεκτρικές βαλβίδες μπορεί να είναι εξοπλισμένες με βοηθητικά εξαρτήματα όπως ρυθμιστές παροχής, μικροδιακόπτες ασφαλείας κλπ.

Ο έλεγχος της ύπαρξης φλόγας στους καυστήρες εμφύσησης αέρα γίνεται μέσω ενός ηλεκτροδίου που ελέγχει τον ιονισμό του αέρα που δημιουργείται με τη φλόγα. Η ένδειξη του ηλεκτροδίου αυτού καταλήγει σε ειδική συσκευή προγραμματισμού του κύκλου εκκίνησης και ασφάλειας της λειτουργίας.

Η συσκευή ασφαλείας για τους καυστήρες εμφύσησης, προβλέπει, εκτός των άλλων, και τις πιο κάτω φάσεις:

- Προαερισμός: είναι η φάση, που αρχίζει με τη θέση σε κίνηση του κινητήρα και που τελειώνει με την έναρξη του σπινθηρισμού μεταξύ των ηλεκτροδίων. Χρησιμεύει για την εισαγωγή αέρα μέσα στο θάλαμο καύσης και στο κύκλωμα των καυσαερίων του λέβητα για να τα καθαρίσει από ενδεχόμενα υπόλοιπα αερίων της καύσης.
- Έναυση: είναι η φάση, κατά την οποία είναι σε λειτουργία ο μετασχηματιστής, που προκαλεί τον σπινθηρισμό μεταξύ των ακρών των ηλεκτροδίων. Χρησιμεύει για το άναμμα της φλόγας. Διαιρείται σε προέναυση και είναι αυτή, που προηγείται του ανοίγματος της βαλβίδας του αερίου, και σε μετά – έναυση, και εκείνη, όπου ο σπινθήρας συνεχίζεται και μετά το σχηματισμό της φλόγας.
- Χρόνος ασφάλειας ή μπλοκαρίσματος: είναι ο χρόνος εκείνος, μέσα στον οποίο θα πρέπει να έχει σχηματιστεί η φλόγα. αρχίζει με το άνοιγμα της βαλβίδας του αερίου, δηλαδή αφότου το αέριο εισέρχεται μέσα στο θάλαμο καύσης και τελειώνει όταν η βαλβίδα του αερίου κλείνει, γιατί ο ανιχνευτής της φλόγας

(θερμοζεύγος ή ηλεκτρόδιο ιονισμού), δεν έχει σημειώσει το σχηματισμό της φλόγας.

Ρύθμιση των καυστήρων εμφύσησης

Στους καυστήρες εμφύσησης πρέπει να ρυθμίζουμε δύο τουλάχιστον παροχές. Την παροχή του αερίου και την παροχή του αέρα. Σε ορισμένους καυστήρες χαμηλών εκπομπών οξειδίων του αζώτου ρυθμίζεται και η ποσότητα ανακυκλοφορίας καυσαερίου. Η ποσότητα του αέρα ρυθμίζεται πλέον, σχεδόν, σε όλους τους καυστήρες σε δύο σημεία. Το ένα είναι στο δίσκο στροβιλισμού του αέρα στην πυροκεφαλή του καυστήρα. Με την μετακίνηση του δίσκου αυτού εμπρός – πίσω μειώνουμε ή αυξάνουμε το διάκενο μεταξύ του δίσκου αυτού και της κωνικής κεφαλής. Η ρύθμιση αυτή αναπτύχθηκε κατ' αρχήν από την αρχαιότερη εταιρεία του κλάδου, δηλαδή την KORTING (ηλικίας περίπου 150 ετών) και υιοθετήθηκε αργότερα από όλες τις άλλες εταιρείες επειδή εξασφαλίζει καλό βαθμό απόδοσης σε όλες τις ισχύεις ρύθμισης του καυστήρα και μια πολύ καλή καμπύλη ισχύος – αντίθλιψης στην καύση.

Το δεύτερο σημείο είναι ένα τάμπερ στην αναρρόφηση του ανεμιστήρα, που πλέον χρησιμεύει βοηθητικά. Για τη ρύθμιση της ποσότητας του αερίου υπάρχει μια ηλεκτρομαγνητική ή ηλεκτροκίνητη βαλβίδα. Στους καυστήρες ON – OFF ρυθμίζουμε τη διαδρομή της, δηλαδή το άνοιγμά της, ανάλογα με την κατανάλωση που θέλουμε να έχουμε. Ανάλογα ρυθμίζουμε και τις δύο ακραίες θέσεις (μικρή – μεγάλη φλόγα) στους καυστήρες δύο στα δύο ή προοδευτικής ρύθμισης. Οι πολύ καλοί αλλά και ακριβοί, καυστήρες ρυθμίζουν αυτόματα τον αέρα καύσης για τη μικρή – μεγάλη φλόγα μετακινώντας αυτόματα και το δίσκο στροβιλισμού. Οι φθηνότεροι ανοιγοκλείνουν μόνο το τάμπερ στην είσοδο του αέρα. Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός απόδοσης όταν ο καυστήρας λειτουργεί με τη μικρή φλόγα είναι κακός και οι καυστήρες αυτοί

ενδείκνυται μόνον όταν η μικρή φλόγα χρησιμεύει προσωρινά κατά το άναμμα του καυστήρα, όχι για συνεχή λειτουργία.

Βιομηχανικοί καυστήρες

Δύο είναι οι κύριες κατηγορίες των «βιομηχανικών καυστήρων»

Η πρώτη είναι οι πολύ μεγάλοι καυστήρες, συνήθως σε ένα σώμα ή περίπου σε ένα σώμα που χρησιμοποιούνται σε λέβητες χαμηλών σχετικά θερμοκρασιών (ατμολέβητες κλπ. έως 200° C). Είναι αρκετά τα εργοστάσια που παράγουν καυστήρες έως και 20000KW. Πάρα πολλές φορές τα εργοστάσια ζητούν και λέβητες δύο καυσίμων (πετρελαίου ή μαζούτ και αερίου). Αυτό γίνεται γιατί έχουν ως παραπροϊόν κάποιο καύσιμο αέριο το οποίο, όμως, δεν είναι αρκετό σε ποσότητα για το σύνολο των ενεργειακών αναγκών τους.

Τέτοιοι καυστήρες κατασκευάζονται σε μικρά σχετικά μεγέθη κυρίως για εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού που έχουν παραγωγή βιοαερίου. Και πάλι υπάρχουν πολλά εργοστάσια που κατασκευάζουν τέτοιους καυστήρες σε διάφορα μεγέθη (κυρίως τα μικρότερα έως 1500KW).

Η δεύτερη κατηγορία είναι καυστήρες ειδικής χρήσης για κλιβάνους πολύ υψηλών θερμοκρασιών (π.χ. τήξης γυαλιού, κυλινδρικούς κλιβάνους τσιμέντου, χυτήρια). Οι καυστήρες αυτοί αποτελούνται συνήθως από απλές κεφαλές καύσης στις οποίες οδηγείται αέρας από κεντρικό ανεμιστήρα και αέριο. Οι κεφαλές αυτές, με τα συστήματα ασφαλείας και λειτουργίας, κατασκευάζονται συνήθως από πολύ ειδικευμένα εργοστάσια με υλικά κατάλληλα για τις πολύ σκληρές συνθήκες εργασίας τους τόσο από άποψη θερμοκρασίας περιβάλλοντος όσο και ρύπων του περιβάλλοντος (σκόνες κλπ.).

Καυστήρες ακτινοβολίας

Ο πυρήνας του καυστήρα ακτινοβολίας είναι ένα πλέγμα από σύρμα ανοξείδωτου χάλυβα, το οποίο σχηματίζει ένα ημισφαίριο. Το εισερχόμενο μείγμα αερίου – αέρα “μετριέται” και κατανέμεται ομοιόμορφα από διάτρητα ελάσματα που βρίσκονται κάτω από το ημισφαίριο. Στην επιφάνεια του συρμάτινου πλέγματος αναφλέγεται και καίγεται το μείγμα αερίου – αέρα χωρίς ορατή φλόγα. Μόνον το συρμάτινο πλέγμα πυρακτώνεται σε ανοιχτό κόκκινο χρώμα με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, πράγμα που μειώνει σημαντικά τα οξείδια του αζώτου. Λόγω της μεγάλης επιφάνειας του ημισφαιρίου μπορεί να παραχθεί πολλή θερμότητα, ακόμη και με χαμηλή θερμοκρασία, η οποία αποδίδεται στο περιβάλλον.

ii) Εξαρτήματα Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου - Υγραερίου

Τα όργανα εγκαταστάσεων αερίου είναι αναγκαία για την απρόσκοπτη λειτουργία τους. Αυτό ισχύει όχι μόνον κατά την καύση των αερίων στις συσκευές αερίου, αλλά επίσης και για την ασφάλιση της εγκαταστάσεως σε περίπτωση πυρκαγιάς. Η ασφαλής λειτουργία επιτυγχάνεται με όργανα διακοπής, ρυθμιστές πίεσεως, επαγρυπνήτες πίεσεως, φίλτρα κ.α.. Για να μην διαρρέει ανεξέλεγκτα το αέριο σε περίπτωση πυρκαγιάς, τοποθετούνται αυτόματα όργανα προστασίας από πυρκαγιάς.

Όργανα διακοπής

Για να είναι δυνατή η λειτουργία ή διακοπή με το χέρι επιμέρους αγωγών ή συσκευών, πρέπει να τοποθετηθούν και όργανα διακοπής. Αυτά τοποθετούνται κατά κανόνα στις σωληνώσεις :

- § Ύστερα από την εισαγωγή στο σπίτι σαν κύρια διάταξη διακοπής
- § Μπροστά από μετρητές αερίου
- § Για το διαχωρισμό επιμέρους τμημάτων αγωγών
- § Μπροστά από κάθε συσκευή αερίου

Κυρίως χρησιμοποιούνται εδώ ευθείς ή γωνιακοί κρουνοί. Ένας ιδιαίτερος διακόπτης αερίου είναι ο κρουνός ασφαλείας συσκευών αερίου, ο οποίος λέγεται και ταχυσύνδεσμος αερίου. Αυτός ο διακόπτης ασφαλείας αποτελείται από το κέλυφος και ένα βλήτρο αερίου με εύκαμπτο σωλήνα αερίου ασφαλείας. Το βλήτρο μπορεί να απομακρυνθεί από το σύνδεσμο μόνον με στροφή, έτσι, κλείνεται αυτόματα και ο γωνιακός κρουνός. Η ζεύξη του βλήτρου και η διέλευση του αερίου γίνονται πάλι ταυτόχρονα με μία στροφή. Όταν το βλήτρο είναι εκτός δεν μπορεί να εκρεύσει αέριο. Μόνον αυτό το είδος οργάνου, κατά την έννοια των προδιαγραφών DVGW – TRGI , θεωρείται ως στεγανό.

Ρυθμιστές πίεσεως αερίου

Όμοια, όπως και στο μειωτήρα πίεσεως στους αγωγούς πόσιμου νερού, τοποθετούνται και στους αγωγούς αερίου ρυθμιστές πίεσεως. Γενικά, χρησιμοποιούνται ρυθμιστές πίεσεως για σπίτια, μετρητές και συσκευές. Ανάλογα με την τιμή της πίεσεως λειτουργίας στους αγωγούς συνδέσεως κτιρίων, τοποθετούνται στην περιοχή μέσων πιέσεων, $P_e = 0.1\text{bar}$ έως 1bar , αμέσως μετά το γενικό διακόπτη **ρυθμιστές πίεσεως κτιρίου**. Αν στον αγωγό συνδέσεως κτιρίου επικρατεί πίεση $P_e = 35\text{mbar}$ έως 90mbar , τοποθετούνται **ρυθμιστές πίεσεως μετρητή**.

Επειδή οι αυξομειώσεις πίεσεως στο δίκτυο αερίου μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στις συσκευές, τοποθετούνται μπροστά από τις συσκευές ρυθμιστές πίεσεως συσκευών. Έχουν ως αποστολή, ανεξάρτητα από το ύψος της πίεσεως εισαγωγής και της παροχής αερίου, να διατηρούν την πίεση στην

έξοδο σταθερή. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα ρυθμιζόμενο ελατήριο, το οποίο ενεργεί στη μεμβράνη. Όταν αυξάνεται η πίεση εισόδου πιέζεται το ελατήριο προς τα άνω μέσω 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. Όταν αυξηθεί η πίεση στην έξοδο σε ανεπίτρεπτες τιμές, τότε μία βαλβίδα ασφαλείας διακόπτει αυτόματα την προσαγωγή αερίου.

Επαγρυπνητές πίεσεως αερίων

Αυτά τα όργανα έχουν την αποστολή να επιτηρούν την πίεση λειτουργίας στους αγωγούς αερίου. Ορισμένες συσκευές αερίου, για την αυτόματη λειτουργία τους χρειάζονται μία ελάχιστη πίεση στη σύνδεση. Όταν αυτή πέφτει, λόγω αυξομειώσεων στο δίκτυο κάτω από τη ρυθμισμένη τιμή, τότε ο επαγρυπνητής πίεσεως δίνει ένα ηλεκτρικό παλμό. Αυτός ο παλμός προκαλεί διακοπή της παροχής αερίου μέσω μίας μαγνητικής βαλβίδας. Έτσι, παρεμποδίζεται επιστροφή της φλόγας. Υπάρχουν και επαγρυπνητές, οι οποίοι διακόπτουν με μία μαγνητική βαλβίδα την προσαγωγή αερίου, όταν η πίεση γίνει μεγάλη π.χ λόγω βλάβης στο ρυθμιστή πίεσεως. Έτσι, αποφεύγονται βλάβες στις συσκευές.

Φίλτρα αερίου

Μέσα στο εσωτερικό των σωλήνων σχηματίζονται από σκόνη, σκουριά κ.α., εναποθέσεις. Αυτές μπορεί, λόγω αυξομειώσεων της πίεσεως στο δίκτυο παροχής, και λόγω υψηλών ταχυτήτων να συμπαρασυρθούν στην εγκατάσταση του κτιρίου. Για να μη συμβεί αυτό και για να μην παρουσιαστούν ανωμαλίες στη λειτουργία χρησιμοποιούνται **φίλτρα ή πλέγματα αερίου**.

Όργανα προστασίας από πυρκαγιές

Οι κανονισμοί DVGW – TRGI προδιαγράφουν, ότι οι αγωγοί, τα όργανα και οι διατάξεις αυτόματου ελέγχου δεν πρέπει να θέτουν σε κίνδυνο τις διατάξεις πυρασφάλειας των κτιρίων. Εκτός αυτού με την επίδραση εξωτερικών αιτιών να μη βοηθούν στην εξάπλωση της πυρκαγιάς λόγω διαφυγής αερίου ή, ακόμη, να οδηγήσουν και σε έκρηξη. Αυτό, ισχύει και για τους μετρητές και τις συσκευές αερίου, οι οποίες είναι κατασκευασμένες από λεπτά χαλυβδοελάσματα, και σε περίπτωση πυρκαγιάς θα καταστρέφονται αμέσως. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να διαρρεύσει αέριο και να θέσει τους ένοικους σε πρόσθετο κίνδυνο. Αυτός ο κίνδυνος μπορεί να αντιμετωπιστεί με την τοποθέτηση θερμικών διατάξεων διακοπής. Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία κλείνουν αυτόματα την προσαγωγή αερίου.

Γενικά, όλα τα όργανα διακοπής, που λειτουργούν με τη θερμοκρασία, εργάζονται με την ίδια αρχή. Όταν δηλαδή, εκδηλωθεί πυρκαγιά στην περιοχή του οργάνου, τότε ταχύτατα αυξάνεται η θερμοκρασία και θέτει σε κίνδυνο την εγκατάσταση. Όταν η θερμοκρασία γίνει $70^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$, τότε αντιδρά με τήξη μία κόλληση ή μία φύσιγγα με διαστολικό υλικό. Με την τήξη ή την διαστολή απελευθερώνεται ένα ελατήριο και κλείνει αυτόματα η βαλβίδα του αερίου. Έτσι, έχει διακοπεί η ροή του αερίου, ώστε να μην εκρέει ανεξέλεγκτα αέριο. Όργανα πυροπροστασίας υπάρχουν:

- § Για τον κύριο διακόπτη στην περιοχή εισόδου στο κτίριο
- § Για την προστασία των επιμέρους τμημάτων
- § Για το μετρητή και συσκευές αερίου
- § Για συνδέσμους παντός αερίου για σύνδεση με εύκαμπτο σωλήνα στις συσκευές αερίου

Μετρητές αερίου

Για να γίνεται σωστά ο υπολογισμός της καταναλώσεως αερίου, είναι αναγκαίοι οι μετρητές αερίου. Ανάλογα με το είδος, υπάρχουν μετρητές ενός στομίου, δύο στομίων και μετρητές με κερματοδέκτη.

Οι **μετρητές ενός στομίου** έχουν ένα τεμάχιο ειδικής μορφής για την κοινή είσοδο και έξοδο του αερίου. Αυτοί οι μετρητές αναρτώνται με το ειδικό τεμάχιο στον αγωγό αερίου και έτσι συναρμολογούνται πάντοτε χωρίς μόνιμες τάσεις.

Οι **μετρητές δύο στομίων** έχουν την εισαγωγή αερίου αριστερά και την εξαγωγή δεξιά. Η συναρμολόγηση γίνεται μία πλάκα μετρητή και μία "άρθρωση" ώστε να μη μεταφέρονται μηχανικές τάσεις στο μετρητή. Η πλάκα του μετρητή μπορεί να τοποθετηθεί καλά, επιτρέπει εύκολη συναρμολόγηση του μετρητή και χρησιμεύει και σαν ηλεκτρική γέφυρα.

Οι μετρητές με κερματοδέκτη, τοποθετούνται σε εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται από πολλά άτομα, π.χ ξενώνες νεότητας, ξενώνες ύπνου ή σε εγκαταστάσεις ντους αθλητικών κέντρων. Αυτά τα αυτόματα, με τη ρίψη ενός κέρματος, απελευθερώνουν τη ροή του αερίου για ορισμένο χρονικό διάστημα. Επιτρέπεται η σύνδεσή τους μόνο με σύνδεση με ασφάλεια ελλείψεως αερίου, όταν δεν προβλέπεται ασφάλεια ταχείας αναφλέξεως στη συσκευή.

Οι μετρητές αερίου έχουν την αποστολή να μετρούν την παρεχόμενη ποσότητα σε m^3/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 τοποθέτησεως, το είδος και το μέγεθος του μετρητή αερίου καθορίζονται από την επιχείρηση διανομής αερίου. Η θέση αυτή του μετρητή 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 του χώρου που τον περιβάλλει. Αν δε χρησιμοποιηθεί πλάκα μετρητή, τότε κατά την αφαίρεση ενός μετρητή δύο στομιών ή μετρητή με κερματοδέκτη, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρική γεφύρωση. Μπροστά από κάθε μετρητή αερίου πρέπει να τοποθετηθεί μία διάταξη διακοπής παροχής. Αυτή η διάταξη δεν είναι απαραίτητη αν υπάρχει μόνο ένας μετρητής και ο κύριος διακόπτης βρίσκεται στον ίδιο χώρο. Δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση:

- § Σε κλιμακοστάσια “υποχρεωτικών κλιμάκων” (κτίρια με περισσότερες από δύο κατοικίες)
- § Σε διαδρόμους ή χώρους, οι οποίοι χρησιμεύουν σαν οδοί διαφυγής
- § Σε περιοχές στις οποίες υπάρχουν υλικά επιδεκτικά εκρήξεως
- § Σε χώρους, στους οποίους εμφανίζονται αέρια, ατμοί ή σκόνες, τα οποία σε ένωση με τον αέρα σχηματίζουν εκρηκτικά μείγματα.

iii) Δεξαμενές Αερίων Καυσίμων

Δεξαμενές φυσικού αερίου

Οι καταναλωτές φυσικού αερίου δε διαθέτουν δεξαμενή αποθήκευσης του καυσίμου. Επειδή όμως η κατανάλωση του αερίου δεν είναι σταθερή, όπως άλλωστε και της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας, καθίσταται αναγκαία η αποθήκευση του φυσικού αερίου σε ενδιάμεσες δεξαμενές έτσι, ώστε να καλύπτεται η ζήτηση κατά τις ώρες αιχμής, καθώς επίσης και να διευκολύνεται η συνεχής μεταφορά του αερίου, το οποίο έρχεται από τον τόπο παραγωγής του. Η αποθήκευση του φυσικού αερίου μπορεί να γίνει σε διαφόρων τύπων δεξαμενές αερίων, όπως σε:

- § Αερίου κώδωνα
- § Δεξαμενή με δίσκο
- § Σφαιρική δεξαμενή

Επειδή το φυσικό αέριο μεταφέρεται από πολύ μακριά, καθίσταται αναγκαία η αποθήκευση του φυσικού αερίου σε σφαιρικές δεξαμενές με πίεση μεγαλύτερη των 1000mbar. Η πίεση στις σφαιρικές δεξαμενές μπορεί να φθάσει στην τιμή των 20bar. Επίσης, λόγω της μεγάλης απόστασης μεταφοράς του φυσικού αερίου, οι ίδιοι οι αγωγοί μεταφοράς αποτελούν ένα μεγάλο αποθηκευτικό χώρο λόγω του γεγονότος ότι στους αγωγούς μεταφοράς το φυσικό αέριο βρίσκεται σε πολύ μεγάλη πίεση, περίπου 80bar. Άρα, όταν το αέριο αυτό πίεσης 80bar εκτονωθεί σε πιέσεις π.χ 20bar και το μήκος των αγωγών μεταφοράς είναι π.χ 1000 Km και η διάμετρός των είναι 1m, τότε μπορεί το αέριο αυτό να παράξει 30.000.000 m³ φυσικού αερίου, το οποίο μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες ενέργειας μίας πόλης 200.000 κατοίκων για ένα χρόνο.

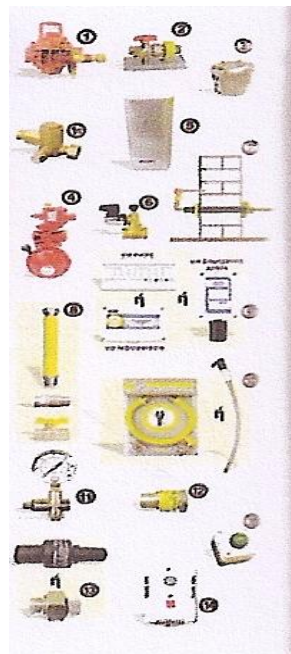
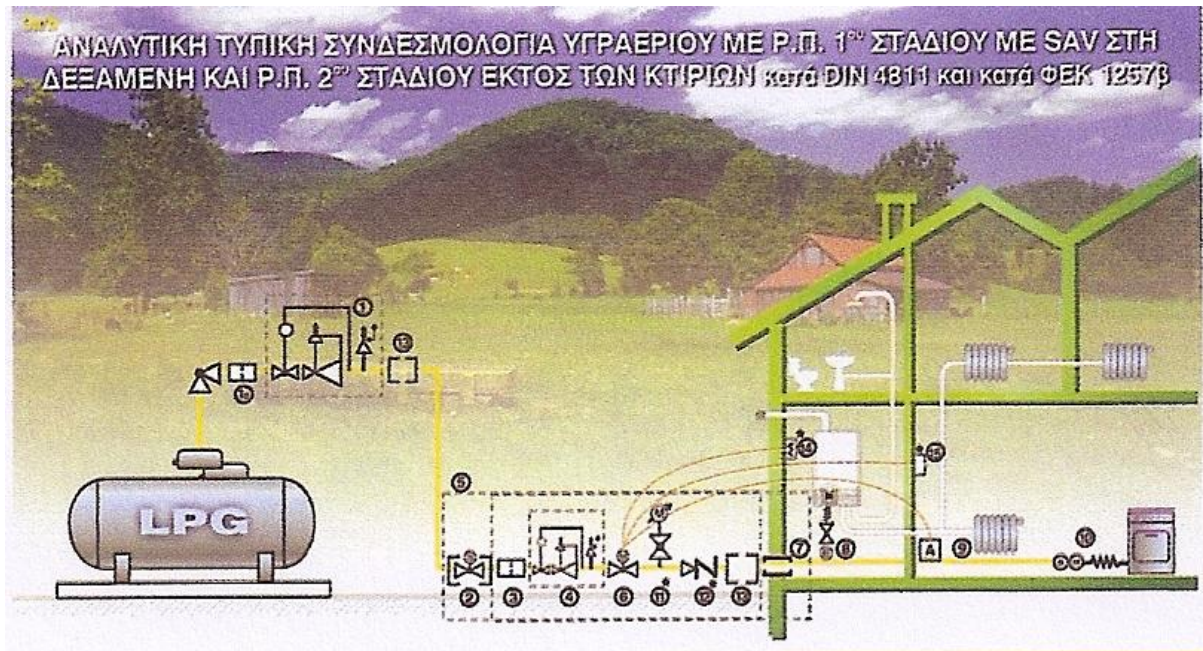
Όπως είπαμε η κατανάλωση του φυσικού αερίου δεν είναι σταθερή κατά τη διάρκεια της ημέρας, για αυτό το λόγο το φυσικό αέριο αποθηκεύεται σε υπόγειες δεξαμενές, για να μπορούμε να έχουμε εξομάλυνση της κατανάλωσης κατά τις ώρες αιχμής. Οι δεξαμενές αυτές συνήθως κατασκευάζονται από στρώματα πετρωμάτων που έχουν τη δυνατότητα απορρόφησης του αερίου.

Δεξαμενές υγραερίου

Τα υγραέρια αποθηκεύονται, με πίεση σε υγρή φάση, σε δεξαμενές ειδικού τύπου. Οι δεξαμενές υγραερίου έχουν διάφορες μορφές και σχήματα. Συνήθως είναι κυλινδρικές και έχουν οριζόντια ή κατακόρυφη διάταξη. Οι δεξαμενές των υγραερίων τοποθετούνται είτε στην επιφάνεια της γης ή στο υπόγειο κτιρίου. Οι δεξαμενές στηρίζονται σε ποδαρικά και εδράζονται επάνω

σε έδαφος από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η δεξαμενή πακτώνεται με βίδες και μεταλλικά ούπα. Οι υπόγειες δεξαμενές είναι πολύπλοκες εγκαταστάσεις, δαπανηρές και σχετικά αντιαισθητικές. Οι δεξαμενές με πλαστικό περίβλημα είναι τοποθετημένες κατακόρυφα, χωρίς ειδική επεξεργασία και το πλαστικό περίβλημα τις προστατεύει από τη διάβρωση. Το περίβλημα αυτό μπορεί να αφαιρεθεί σχετικά εύκολα και να βγει η δεξαμενή. Οι δεξαμενές αυτού του τύπου τοποθετούνται απ' ευθείας μέσα στη γη χωρίς την ύπαρξη σκάμματος από οπλισμένο σκυρόδεμα και χωρίς προσθήκη άμμου.

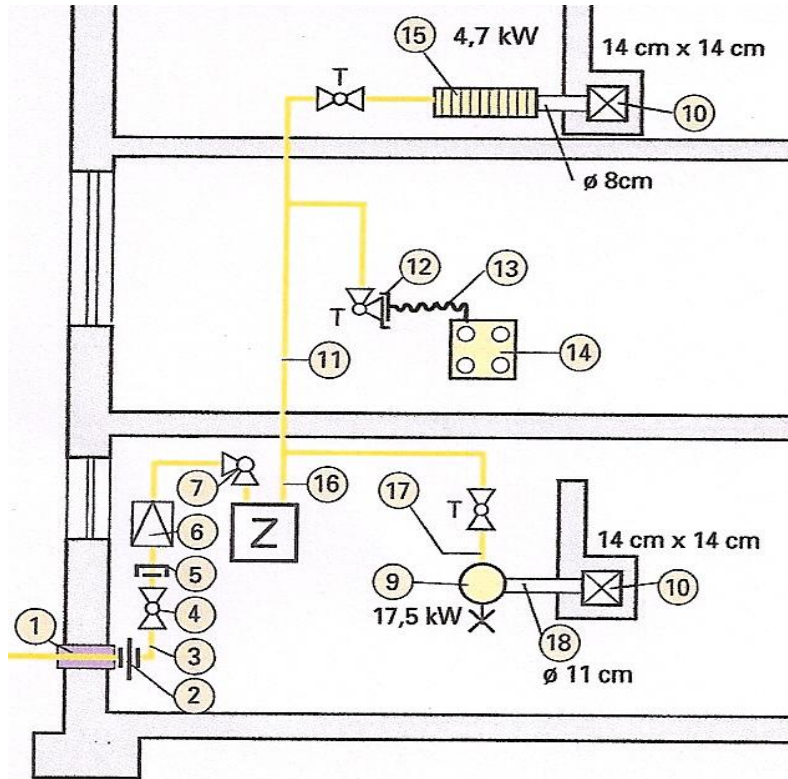
iv) Σχήματα εγκαταστάσεων Υγραερίου – Φυσικού Αερίου



1. Ρυθμιστής πίεσης 1^{ου} σταδίου μαζί με ενσωματωμένη SAV (βαλβίδα αποκοπής) κάτω από το προστατευτικό καπάκι της δεξαμενής, κατὰ ΦΕΚ 1257β §7.9.4. 1.

1α. Φίλτρο αερίου κατὰ ΦΕΚ 1257β §7.9.5., §7.2.12.

2. Σφαιρικός κρουνός με ενσωματωμένο διηλεκτρικό σύνδεσμο και θερμικό στοιχείο 100° C κατά DIN 3389 και κατά ΦΕΚ 1257β §7.9.6, §7. 3. 3, §7.3.4, §7.2.9.
 3. Φίλτρο αερίου κατά ΦΕΚ 1257β §7.9.5. §7.2.12.
 4. Ρυθμιστής πίεσης 2^ο σταδίου με ενσωματωμένη βαλβίδα SAV και SBV (βαλβίδα αποκοπής και ανακούφισης της πίεσης), κατά ΦΕΚ 1257β §7.9.4.1.
 5. Γαλβανιζέ μεταλλικό ερμάριο προστασίας των εξαρτημάτων υγραερίου (ακριβώς πριν την είσοδο του δικτύου υγραερίου στο κτίριο) κατά ΦΕΚ 1257β §7.9.9.6.
 6. Ηλεκτρομαγνητική βάνα αερίου κατά ΦΕΚ 1257β §6.3.5.3, §10.5.4.3.3.
 7. Στεγανός προστατευτικός σωλήνας υποχρεωτικός σύμφωνα με το ΦΕΚ 1257β §7.3.2.3.
 8. Βάνα και θερμικό στοιχείο και ανοξείδωτος εύκαμπτος σύνδεσμος κατά DIN 3384, ΦΕΚ 1257β §7.2.2.2.
 9. Ανιχνευτής υγραερίου κατά ΦΕΚ 1257β §6.3.5.3, § 10.5.4.3.3 και με EN50244.
 10. Ανοξείδωτος εύκαμπτος σύνδεσμος με ενσωματωμένο θερμικό στοιχείο για τη σύνδεση συσκευών τύπουΑ (σύνδεση Μ) κατά DIN3383, TEIL 1 ΦΕΚ 1257β §7.2.2.2.
 - 11.Μανόμετρο αερίου με button.
 - 12.Βαλβίδα υπερβολικής ροής κατά C 459.
 - 13.Διηλεκτρικός σύνδεσμος κατά ΦΕΚ 1257β §7.3.4, §7.2.9, §6.'7.2.
 14. Βαλβίδα σεισμικής προστασίας κατά ΦΕΚ 1257β §7.2.16, §2.3.24.
 15. Button ασφαλείας.
- Τα εξαρτήματα που έχουν * είναι προαιρετικά σύμφωνα με το ΦΕΚ 1257β



Σχέδιο κλάδων – εγκαταστάσεων φυσικού αερίου.

1. Εισαγωγή στο κτίριο.
2. Μονωτικό τεμάχιο.
3. Τεμάχιο καθαρισμού.
4. Κύριος διακόπτης.
5. Λυόμενη σύνδεση (κοχλίωση).
6. Ρυθμιστής πίεσεως.
7. Γωνιακός διακόπτης αερίου.
8. Μετρητής αερίου.
9. Θερμαντήρας νερού τύπου διελεύσεως ($Q_{NL} = 17.5 \text{ kW}$).
10. Καπνοδόχος.
11. Ανερχόμενος αγωγός (αγωγός διακλαδώσεως).
12. Ταχυσύνδεσμος ασφαλείας αερίου.
13. Εύκαμπτος σωλήνας αερίου, ασφαλείας.
14. Κουζίνα αερίου (με 4 εστίες).

15. Θερμάστρα ($Q_{NL} = 4.7 \text{ kW}$).
16. Αγωγός καταναλωτή.
17. Αγωγός συνδέσεως συσκευών.
18. Σωλήνας απαγωγής καπναερίων ($\varnothing 110 \text{ mm}$).

Η σχεδιαστική παράσταση γίνεται στις κατόψεις των αρχιτεκτονικών σχεδίων, σε σχήμα κλάδου ή σε ισομετρική σχεδίαση. Τα διαγράμματα, τα σχέδια ή οι σχηματικές παραστάσεις είναι αναγκαία για:

- Την έγκριση εγκαταστάσεως αερίου από την επιχείρηση παροχής αερίου.
- Τοποθέτηση αγωγών και συσκευών στο εργοτάξιο.
- Προετοιμασία των τμημάτων των αγωγών
- Υπολογισμό διαμέτρων σωλήνων .
- Συγκέντρωση των υλικών και σύνταξη καταλόγου υλικών και
- Επανεύρεση καλυμμένων σωληνώσεων σύμφωνα με τα αναθεωρημένα σχέδια.

Συνηθισμένες κλίμακες για τα σχέδια εγκαταστάσεων αερίου είναι:

- Στα σχέδια εγκρίσεως για την επιχείρηση παροχής αερίου, κλίμακα 1:100.
- Στα σχέδια του συνεργείου για τη συναρμολόγηση στο εργοτάξιο, κλίμακα 1:50.
- Στα σχέδια λεπτομερειών για μεμονωμένα τεμάχια, κλίμακα 1:20 ή 1:10.
- Στα σχέδια αναθεωρήσεως, κλίμακα 1:50.
- Στα σχέδια κλάδων, κλίμακα 1:50.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ – ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

i) Περιβαλλοντικό Όφελος

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης παρουσιάζεται ιδιαίτερα οξυμένο τις τελευταίες δεκαετίες στα μεγάλα αστικά και βιομηχανικά κέντρα, από τη συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ήδη ότι η αντικατάσταση των στερεών και υγρών καυσίμων με φυσικό αέριο αποτελεί για το σημερινό επίπεδο τεχνολογικής ανάπτυξης το λυσιτελέστερο δρόμο για την απορρύπανση, δηλαδή τη μείωση του ρυθμού αύξησης της ρύπανσης, και το κατά δυνατόν την τελική μείωσή της.

Οι κυριότεροι ρύποι που εκπέμπονται κατά τη διεργασία της καύσης αναφέρονται παρακάτω.

Το διοξείδιο του θείου (SO_2) αποτελεί σοβαρότατη απειλή για την ποιότητα της ατμόσφαιρας και οι εκλυόμενες ποσότητες είναι ανάλογες με την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο. Το θείο του καιγόμενου καυσίμου, δίνει επίσης κάποιες ποσότητες τριοξειδίου του θείου (SO_3), το οποίο με τους υδρατμούς των καυσαερίων μετατρέπεται σε θειικό οξύ (H_2SO_4).

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) είναι υπεύθυνο σε σημαντικό βαθμό για το παγκόσμιο φαινόμενο του ‘θερμοκηπίου’ δηλαδή τη μεταβολή της θερμοκρασίας που προκαλείται από την παγίδευση θερμικής ακτινοβολίας στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Η παγίδευση αυτή οφείλεται στην παρουσία ειδικών μορίων στην ατμόσφαιρα τα οποία είναι «διαφανή», αφήνουν δηλαδή να διέλθει η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία συγκρατούν όμως τη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τη γη στο σύμπαν. Προκύπτει η

σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα, δηλαδή ένα φαινόμενο αντίστοιχο με αυτό των κοινών θερμοκηπίων. Εκτιμήσεις δείχνουν ότι στην ευθύνη για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου συμμετέχουν πέρα από το διοξείδιο του άνθρακα (κατά 55%), οι αλογονούχοι υδρογονάνθρακες (15%), τα οξείδια του αζώτου (10%), το μεθάνιο (10%) και άλλες οργανικές ενώσεις (10%).

Τα οξείδια του αζώτου (NO_x) παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία φωτοχημικής ρύπανσης και η παραγωγή τους έχει να κάνει με το είδος του καυστήρα όσο και με την παροχή οξυγόνου.

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες και τα αιωρούμενα σωματίδια, που σχηματίζονται κατά τη διεργασία της καύσης, συντελούν ανάλογα στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου στη χώρα μας, αναμένεται να συμβάλλει θετικά στη μείωση του ρυθμού αύξησης της περιβαλλοντικής ρύπανσης και ειδικότερα στη βεβαρημένες περιοχές από εκπομπές οξειδίων του θείου, του αζώτου, καθώς και του μονοξειδίου του άνθρακα και της αιθάλης. Το φυσικό αέριο στη μορφή που συνήθως φτάνει στον καταναλωτή περιέχει ελάχιστες ποσότητες (σίγουρα λιγότερο από $100 \text{ mg} / \text{m}^3$) σε αντίθεση με τα υγρά καύσιμα. Εκπέμπει κατά την καύση για παραγωγή ίσου ποσού ενέργειας περίπου 43% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) από τον άνθρακα και 30% λιγότερο από το πετρέλαιο. Ενώ συμμετέχει στην κατανάλωση καυσίμων κατά 22,5%, ευθύνεται μόνο για το 16% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) παγκοσμίως. Η χρήση του φυσικού αερίου συμβάλλει επίσης στη μείωση άκαυστων υδρογονανθράκων και των αιωρούμενων σωματιδίων, ενώ εκπέμπει 20 έως 50% λιγότερα οξείδια του αζώτου (NO_x) από τα άλλα καύσιμα.

ii) Επιπτώσεις Στο Περιβάλλον

Οι κυριότεροι αέριοι ρυπαντές: χαρακτηριστικά και επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον

Οι αέριοι ρυπαντές που παράγονται από την καύση των συνήθων υγρών και στερεών καυσίμων (πετρελαίου και άνθρακα διαφόρων ποιοτήτων) αλλά και του φυσικού αερίου (από την καύση ή την έκλυση αυτού στην ατμόσφαιρα) μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

1. **Οξείδια του άνθρακα**, δηλαδή το μονοξείδιο (CO) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), παράγονται κατά την καύση ενώ διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) περιέχεται στο φυσικό αέριο σε πολύ μικρό ποσοστό. Από αυτά το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι υπεύθυνο ως ένα σημαντικό βαθμό για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο αυτό συνιστάται στη μεταβολή της θερμοκρασίας που προκαλείται από παγίδευση θερμικής ακτινοβολίας στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Η παγίδευση οφείλεται στην παρουσία ειδικών μορίων στην ατμόσφαιρα τα οποία είναι «διαφανή» και διαταράσσουν την ανταλλαγή ενέργειας με το διάστημα. Αφήνουν δηλαδή να διέλθει η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία, συγκρατούν όμως τη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τη γη (τη νύχτα). Το αποτέλεσμα είναι η σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του γήινου περιβάλλοντος και η δημιουργία του λεγόμενου «φαινομένου του θερμοκηπίου». Εκτιμήσεις δείχνουν ότι στην ευθύνη για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου το διοξείδιο του άνθρακα συμμετέχει κατά 55%. Το μονοξείδιο του άνθρακα, που σχηματίζεται κατά τη διεργασία της καύσης, συντελεί κατά ανάλογο τρόπο στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, στην οποία όμως γρήγορα μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα. Είναι ακίνδυνο για τη χλωρίδα και τα οικοδομήματα.

Ειδικότερες επιπτώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα είναι ότι είναι δηλητηριώδες για τον άνθρωπο και τα ζώα και προκαλεί διαταραχές στο νευρικό κεντρικό σύστημα και στο καρδιακό κυκλοφορικό σύστημα. Το μονοξείδιο του άνθρακα δεσμεύει τα ερυθρά αιμοσφαίρια διαταράσσοντας έτσι τη μεταφορά οξυγόνου στο αίμα.

2. **Οξείδια του θείου (SO_x).** Από αυτά το διοξείδιο του θείου (SO_2) παράγεται κατά την καύση και αποτελεί μία από τις σοβαρότερες σύγχρονες απειλές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Η ποσότητα που εκλύεται είναι ανάλογη με την ποσότητα θείου που περιέχεται στο καύσιμο. Παράλληλα με το σχηματισμό του διοξειδίου του θείου, το θείο του καιγόμενου καυσίμου, δίνει και ποσότητες τριοξειδίου του θείου (SO_3), το οποίο με τους υδρατμούς των καυσαερίων μετατρέπεται σε θειικό οξύ (H_2SO_4).

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 κτίρια και μεταλλικές κατασκευές. Το φυσικό αέριο περιέχει πολύ λίγο θείο. Σύμφωνα με τα δεδομένα της Δημόσιας Επιχείρησης Αερίου (ΔΕΠΑ) το θείο δεν ξεπερνά τα $65 \text{ mg} / \text{m}^3$ για το ρωσικό αέριο και τα $30 \text{ mg} / \text{m}^3$ για το αλγερινό αέριο. Αλλά ακόμη και τούτο εξακολουθεί να έχει επίπτωση στο περιβάλλον.

3. **Οξείδια του αζώτου (NO_x).** Είναι παράγωγα της καύσης του φυσικού αερίου, παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία φωτοχημικής ρύπανσης και η παραγωγή τους έχει να κάνει τόσο με το είδος του καυστήρα όσο και με την παροχή αέρα και το οξυγόνο καύσης. Τα οξείδια του αζώτου θεωρείται ότι συμμετέχουν στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά το 10%.

Τέσσερα είναι τα γνωστότερα οξείδια του αζώτου. Το μονοξείδιο του αζώτου, του διοξειδίου, το τριοξείδιο (N_2O_3) και το πεντοξείδιο του αζώτου (N_2O_5). Από αυτά το διοξείδιο του αζώτου είναι το τοξικότερο, διότι σε υψηλές

συγκεντρώσεις βλάπτει τα αναπνευστικά όργανα, ενώ παράλληλα συμβάλλει άμεσα στο σχηματισμό του «φωτοχημικού νέφους» που αποτελεί σήμερα την πλέον χαρακτηριστική περιβαλλοντική επιβάρυνση των μεγάλων πόλεων.

Η παραγωγή των οξειδίων του αζώτου κατά την καύση γίνεται κυρίως υπό τη μορφή του «θερμικού NO_x » με μηχανισμό παραγωγής του εντεινόμενου, όσο αυξάνει η θερμοκρασία καύσης, αρχίζοντας από θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 1300°C . Στο φυσικό αέριο συμβαίνει πάντοτε και κυρίως τοπικά σε περιοχές υψηλής θερμοκρασίας της φλόγας ή πολλαπλών φλογών σε εστίες και θαλάμους καύσης. Δημιουργείται επίσης το «άμεσο NO_x » μέσω χημικών αντιδράσεων υδρογονανθράκων, που περιέχονται στο καύσιμο με το μοριακό άζωτο που υπάρχει στην περιοχή της φλόγας.

Τα οξείδια του αζώτου και τα διοξείδια του αζώτου ερεθίζουν και βλάπτουν τους πνεύμονες. Σε συγκεντρώσεις των $280 \text{ mg} / \text{m}^3 \text{NO}_2$ προκαλείται θανατηφόρα μόλυνση των πνευμόνων και στα $47 \text{ mg} / \text{m}^3$ σε βρογχίτιδα. Στα φυτά προκαλούνται βλάβες στα φύλλα ήδη σε συγκεντρώσεις από $0,1 \text{ mg} / \text{m}^3$. Με την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας το NO_2 οδηγεί σε «κιτρινωπή θολερότητα» της ατμόσφαιρας, δηλαδή στο λεγόμενο «φωτοχημικό νέφος»

4. Υδρογονάνθρακες και άλλες οργανικές ενώσεις. Υπάρχουν στα καυσαέρια του φυσικού αερίου σε περιπτώσεις ατελούς καύσης ή όταν το αέριο εκλύεται ανεξέλεγκτα στην ατμόσφαιρα από διάφορες αιτίες. Από τους άκαυστους υδρογονάνθρακες το μεθάνιο CH_4 εκτιμάται, ότι συμβάλλει στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά περίπου 10%, οι αλογονούχοι υδρογονάνθρακες κατά 15%, ενώ άλλες συναφείς οργανικές ενώσεις επίσης κατά 10%.

5. Αιωρούμενα σωματίδια. Το φυσικό αέριο περιέχει αμελητέες ποσότητες στερεών σωματιδίων. Επίσης κατά την καύση του μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις και υπό συνθήκες μειωμένης ποσότητας αέρα καύσης παράγονται σωματίδια αιθάλης, τα οποία γίνονται ορατά όταν συσσωματωθούν υπό την επίδραση της υγρασίας.

6. **Λοιποί αέριοι ρυπαντές.** Άλλοι αέριοι ρυπαντές δεν υπάρχουν στο φυσικό αέριο, ώστε να προκαλείται περιβαλλοντική επιβάρυνση από την καύση.

Ατμοσφαιρικοί ρύποι: δημιουργία και παραγωγή κατά την καύση φυσικού αερίου

Μετά τη γενικότερη θεώρηση και των επιπτώσεων των ρυπαντών, ακολουθεί ένας συνοπτικός κατάλογος των κυριότερων αέριων ρύπων (ή ρυπαντών) που παράγονται κατά την καύση φυσικού αερίου και γίνεται ειδική αναφορά στις συνθήκες και ποσότητες παραγωγής τους.

A. Θείο και οξείδια του θείου. Το θείο υπάρχει στο αέριο σε οργανική μορφή και σε πολύ μικρότερες ποσότητες από τα άλλα καύσιμα. Το ελληνικό φυσικό αέριο σύμφωνα με τα δεδομένα της ΔΕΠΑ περιέχει μικρότερες ποσότητες καθαρού θείου και υδρόθειου, οι οποίες στη χειρότερη περίπτωση είναι:

- Ολικό θείο σε περιεκτικότητα $65 \text{ mg} / \text{m}^3$ για το ρωσικό αέριο και $30 \text{ mg} / \text{m}^3$ για το αλγερινό αέριο.
- Υδρόθειο σε περιεκτικότητα $5,4 \text{ mg} / \text{m}^3$ για το ρωσικό και $0,83 \text{ mg} / \text{m}^3$ για το αλγερινό αέριο.
- Θείο μερκαπτανών $16,1 \text{ mg} / \text{m}^3$ για το ρωσικό και $2,3 \text{ mg} / \text{m}^3$ για το αλγερινό.

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
1. Διοξείδιο του θείου SO ₂	Όλα τα καύσιμα με περιεκτικότητα θείου ή θεικών ενώσεων
2. Τριοξείδιο του θείου SO ₃	Οξειδωση του SO ₂
3. Μονοξείδιο του αζώτου NO	Καύση του ατμοσφαιρικού αζώτου ή του περιεχόμενου στο καύσιμο
4. Διοξείδιο του αζώτου NO ₂	Καύση (λίγο) Οξειδωση του NO μετά την ολοκλήρωση της καύσης
5. Υδρογονάνθρακες	Καύσιμο Προϊόν ατελούς καύσης
6. Μονοξείδιο του άνθρακα CO	Ατελής καύση
7. Αιθάλη	Καύση: Πολυμερισμός ριζών Ακετυλενίου
8. Συσσωματωμένη Αιθάλη	Συσσωματώσεις σωματιδίων αιθάλης
9. Σκόνη άνθρακα	Καύση πετρελαίου και άνθρακα
10. Στάχτη	Καύσιμο: μόνο πετρέλαιο και άνθρακας

(Πίνακας με την προέλευση των εκπεμπόμενων ρυπαντών κατά την καύση αερίων, υγρών και στερεών καυσίμων).

Στη λιγότερη ευνοϊκή περίπτωση και για λόγους ασφαλείας των υπολογισμών πρέπει να λαμβάνεται ως βάση αναφοράς η μεγαλύτερη περιεκτικότητα. Γενικά το φυσικό αέριο που διακινείται στην Ευρώπη περιέχει μικρές ποσότητες θείου ή θειούχων ενώσεων. Π.χ. η γερμανική τεχνική οδηγία DVGW 260 (1980) προβλέπει για τα αέρια καύσεις του γερμανικού φυσικού αερίου L και H μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε θείο 120 mg / m³ και

σε υδρόθειο $5 \text{ mg} / \text{m}^3$, ενώ στα καπναέρια διοξείδιο του θείου $7,6 \text{ mg} / \text{MJ}$ ($\approx 300 \text{ mg} / \text{m}^3$). Οι περιορισμοί αυτοί είναι πολύ αυστηροί σε σύγκριση με την καύση του πετρελαίου EL και γίνονται αυστηρότεροι από το 1987 με μέγιστη επιτρεπόμενη εκπομπή ανά μονάδα όγκου καυσαερίων $35 \text{ mg} / \text{m}^3 \text{ SO}_2$) για όλες τις εγκαταστάσεις καύσης αερίου. Η μείωση αυτών των ορίων εκπομπής από εστίες καύσης δείχνει, ότι υπάρχει βελτίωση της τεχνολογίας της καύσης αλλά και μείωση της περιεκτικότητας του φυσικού αερίου σε θείο.

Από το θείο κατά την καύση σχηματίζεται το διοξείδιο του θείου, από το οποίο μια μικρότερη ποσότητα κατά της διεργασίας καύσης μετατρέπεται σε τριοξείδιο του θείου. Το αρνητικό είναι ότι με τους υδρατμούς των καυσαερίων σχηματίζει θειικό οξύ και αυξάνει έτσι το σημείο δρόσου των προϊόντων της καύσης, γεγονός που οδηγεί σε φθορές και διάβρωση. Επειδή η αποθείωση των καυσαερίων έχει υψηλό κόστος, επιδιώκεται η όσο των δυνατών καλύτερη αποθείωση του φυσικού αερίου πριν από τη διοχέτευσή του στην κατανάλωση.

Το υδρόθειο, που περιέχεται σε μικρές ποσότητες στο φυσικό αέριο είναι τοξικό αέριο. Δηλητηρίαση σε ατμόσφαιρα περιεκτικότητας 7000 οδηγεί σε θάνατο από παράλυση του αναπνευστικού συστήματος. Ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις είναι δυνατή η πρόκληση μόνιμων βλαβών των αναπνευστικών οργάνων, του κυκλοφορικού και του κεντρικού νευρικού συστήματος.

B. Οξείδια του αζώτου. Τα οξείδια του αζώτου παράγονται κατά την καύση σε ζώνες υψηλής θερμοκρασίας της φλόγας καθώς και στα καπναέρια. Δημιουργία του «άμεσου NO » είναι σχεδόν αναπότρεπτη, έστω και σε μικρές ποσότητες. Σε μονοβάθμια καύση με περίσσεια αέρα μετριοούνται ποσότητες 50 ppm . Μέγιστη σημασία για την εκπομπή των NO_x έχει το θερμικό NO , το οποίο σχηματίζεται σε περιοχές περίσσειας αέρα και σε περιοχές ελλείψεως αέρα καύσης.

Η δημιουργία οξειδίου του αζώτου ευνοείται από τις υψηλές θερμοκρασίες σε αντίστοιχες ζώνες της φλόγας και από το χρόνο παραμονής του αερίου σε αυτές, ο οποίος συνήθως κλάσματα του δευτερολέπτου, ενώ η κατάσταση ισορροπίας για μεγάλη παραγωγή οξειδίου είναι της τάξης του ενός

δευτερολέπτου. Στην ελεύθερη ατμόσφαιρα του διοξειδίου του αζώτου μετατρέπεται σε οξείδιο υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Επίσης έχει βρεθεί, ότι στα καυσαέρια θερμοηλεκτρικών εργοστασίων περίπου 50% του NO μετατρέπεται σε NO₂ υπό την επίδραση όζοντος O₃ και του οξυγόνου O₂.

Γ. Οξείδια του άνθρακα. Μονοξείδιο του άνθρακα CO παράγεται κατά την καύση σε πρώτο στάδιο και ακολουθεί η παραπέρα οξείδωση και μετατροπή του σε διοξείδιο CO₂. Αυτή η διεργασία εξελίσσεται σε ότι αφορά την κινητική της χημικής αντίδρασης σχετικά αργά. Σε περίπτωση που θα προκύψει γρήγορη ψύξη, δηλαδή ταχεία πτώση της θερμοκρασίας των προϊόντων καύσης, μπορεί η διεργασία παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα να διακοπεί με αποτέλεσμα την παραμονή του μονοξειδίου του άνθρακα στα καπναέρια, έστω και αν από θερμοδυναμικής σκοπιάς με την προβλεπόμενη περίσσεια αέρα δε θα έπρεπε να προκύπτει μονοξείδιο του άνθρακα. Έτσι προκύπτει ανεπιθύμητη εκπομπή με υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα. Εδώ προκύπτει και η αντίθεση, ότι σε χαμηλές θερμοκρασίες καύσης και καυσαερίων μειώνονται τα οξείδια του αζώτου αλλά αυξάνεται η παραγωγή του μονοξειδίου του άνθρακα. Ενώ σε υψηλές θερμοκρασίες αυξάνονται τα οξείδια του αζώτου, και μειώνεται το μονοξείδιο του άνθρακα. Πάντως σε ότι αφορά την παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα και του μονοξειδίου του άνθρακα οι προδιαγραφές επιβάλλουν μία ελάχιστη ποσότητα παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα σαν δείγμα καλής καύσης, οπότε υπάρχει ελαχιστοποίηση του μονοξειδίου του άνθρακα. Έτσι οι ελληνικές περιβαλλοντικές διατάξεις επιβάλλουν τα καυσαέρια να έχουν ελάχιστη επιτρεπόμενη κατ' όγκο περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα από 8 έως 10% ανάλογα με το είδος της εγκαταστάσεως (δηλαδή να περιέχουν τουλάχιστον αυτό το ποσοστό για να θεωρείται η λειτουργία τους ενεργειακά και περιβαλλοντικά επιτρεπτή κατά το νόμο).

Δ. Σκόνη και σχηματισμός αιθάλης. Σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας των εγκαταστάσεων καύσης φυσικού αερίου δεν προκύπτουν σημαντικές εκπομπές στερεών σωματιδίων, δηλαδή αιθάλης. Τα σωματίδια είναι πολύ μικρών διαστάσεων και γίνονται ορατά, όπου σχηματίζουν συσσωματώσεις κυρίως από την επίδραση της υγρασίας. Επιτρεπόμενες ποσότητες στερεών σωματιδίων αιθάλης είναι π.χ. κατά του γερμανικούς κανονισμούς, μικρότερες από 5 mg / m³. Για τη χώρα μας ισχύουν ανάλογες διατάξεις αλλά ως μέτρο μετρήσεων ελέγχου λαμβάνεται ο «δείκτης αιθάλης της δεκαβάθμιας κλίμακας Bacharach» με τις τιμές μικρότερες του 1 ή 2 ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης αερίου. Ο αντίστοιχος έλεγχος συνιστάται στη σχετική διαβάθμιση της μελανότητας ενός λευκού χάρτινου φίλτρου. Πρόκειται για μια πολύ αδρή μέθοδο μετρήσεως που έχει κυρίως ποιοτικό και όχι ποσοτικό χαρακτήρα, η οποία κρίνεται ως ανεπαρκής για μέτρηση της αιθάλης σε καυστήρες αερίου.

Ε. Εκπομπή υδρογονανθράκων. Συνήθως οι υδρογονάνθρακες είναι άκαυστα υπόλοιπα φυσικού αερίου που προκύπτουν από τη μη πλήρη καύση κυρίως στις φάσεις εκκίνησης και έναυσης της εστίας ή κατά την παύση της λειτουργίας της. Μπορεί όμως σε σπάνιες περιπτώσεις να είναι και παράγωγα ατελούς καύσης στη μορφή των επικίνδυνων ακόρεστων πολυκυκλικών υδρογονανθράκων, αλλά και αποτέλεσμα ανεξέλεγκτης έκλυσης φυσικού αερίου ή εξάτμιση υγροποιημένου φυσικού αερίου στην ατμόσφαιρα.

Προσπάθειες για τη μείωση των οξειδίων του αζώτου: μετρήσεις της AGA και νεότερες έρευνες

Το μονοξείδιο του αζώτου και το διοξείδιο του αζώτου παράγονται σ' όλες τις περιπτώσεις καύσης υδρογονανθράκων και γενικά ονομάζονται στην τρέχουσα τεχνολογική ορολογία "οξείδια του αζώτου". Προκαλούν – όπως ήδη αναφέρθηκε – σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, συνεισφέροντας στο σχηματισμό της "όξινης βροχής" και επίσης αντιδρούν με διάφορα πτητικά

οργανικά συστατικά στην ατμόσφαιρα σχηματίζοντας στα στρώματα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους όζον ή το λεγόμενο αστικό φωτοχημικό νέφος.

Για τη μείωση των οξειδίων του αζώτου οι προσπάθειες της σύγχρονης τεχνολογίας επικεντρώνονται στο καλύτερο και καταλληλότερο για το σκοπό αυτό σχεδιασμό καυστήρων και ειδικότερα καυστήρων φυσικού αερίου, το οποίο, αν και θεωρείται ως το “καθαρότερο” σήμερα καύσιμο, παράγει κατά την καύση του οξείδια του αζώτου ίδιων σχεδόν ποσοτήτων όπως και το πετρέλαιο. Η καταπολέμηση της δημιουργίας των οξειδίων του αζώτου στην πηγή τους είναι ο κυριότερος στόχος και ο πλέον συμφέρων σε σύγκριση με τις καταλυτικές μεθόδους παγίδευσης των οξειδίων μετά την έξοδό τους από το χώρο καύσης.

Η American Gas Association (AGA) ήδη προ εικοσαετίας είχε αρχίσει συστηματικές έρευνες σε καυστήρες αερίου κλασσικής τεχνολογίας, δηλαδή μονοβάθμιους κατασκευής της δεκαετίας 1975 – 1985, οι οποίοι όμως αποτελούν και το μεγαλύτερο των σήμερα ήδη εγκατεστημένων καυστήρων σε εγκαταστάσεις ηλικίας 10 έως 20 ετών.

Οι έρευνες αφορούσαν πιεστικούς καυστήρες 90000 έως 200000 Btu/h (26.4 έως 58.6 KW) και τα αποτελέσματα, που αναφέρονται στην έκθεση Thrasher (1975), δείχνουν παραγόμενες ποσότητες κατά μέσο όρο 38 είδη καυστήρων 50g οξείδια του αζώτου ανά 10^6 Btu/h, δηλαδή περίπου 0,17g/KW.

Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα μετρήσεων σε 24 διαφορετικούς θερμοσίφωνες αερίου, ισχύος από 31000 έως 380000 Btu/h (περίπου 9 έως 111,4KW), Thrasher (1977) με παραγωγή οξειδίων του αζώτου κατά μέσο όρο 68g ανά 10^6 Btu/h, 0,23g/KW. Παρόμοιες μετρήσεις σε 17 θερμαντήρες κλειστών χώρων έδειξαν ανάλογα αποτελέσματα με ελαφρώς μεγαλύτερη παραγωγή οξειδίων του αζώτου, Thrasher (1979).

Σημειώνεται ότι και στις παραπάνω περιπτώσεις μετρήθηκαν και όλοι οι άλλοι αέριοι ρυπαντές (μονοξείδιο του άνθρακα, άκαυστοι υδρογονάνθρακες).

Γενική είναι η διαπίστωση ότι η παραγωγή των ρύπων εξαρτάται τόσο από το είδος του καυστήρα, αλλά κυρίως και από την απόκλιση της λειτουργίας από τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας του καυστήρα. Όσο μεγαλύτερη η απόκλιση τόσο περισσότερο αυξάνεται η παραγωγή ρυπαντών.

Τα τελευταία 10 χρόνια και μετά τους επιβληθέντες αυστηρούς περιορισμούς της περιβαλλοντικής νομοθεσίας διεθνώς, έχουν γίνει μεγάλες βελτιώσεις στην τεχνολογία των καυστήρων με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση παραγωγής των αέριων ρύπων – προϊόντων καύσης του φυσικού αερίου.

Σε πρόσφατες δημοσιεύσεις της AGA αναφέρονται βελτιώσεις (δηλαδή μειώσεις των οξειδίων του αζώτου) κατά 5 – 15% για καύση με μικρή περίσσεια αέρα, κατά 25 – 35% για καυστήρες με παροχέτευση του καυσίμου κατά βαθμίδες και τέλος βελτίωση 60 – 75% για καυστήρες με παροχέτευση του καυσίμου κατά στάδια και μερική ανακύκλωση των καυσαερίων. Και όλες αυτές οι βελτιώσεις σε σχέση με την κλασική τεχνολογία των μονοβάθμιων καυστήρων.

Συμπερασματικά πρέπει να τονιστεί ότι οι έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της καύσης βρίσκεται σε εξέλιξη με πρωτεύοντα στόχο να επιτευχθεί “καθαρότερη” καύση σε καυστήρες και εστίες μεγάλης ισχύος, π.χ. σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, διυλιστήρια κλπ., ενώ βαθμιαία αλλά με αργότερο ρυθμό αναμένονται βελτιώσεις σε εγκαταστάσεις μικρής ισχύος, δηλαδή επαγγελματικής και οικιακής χρήσεως.

Οριακές τιμές περιεκτικότητας και παραγωγής ατμοσφαιρικών ρύπων σε εγκαταστάσεις αερίου

Ανεξάρτητα από τη σύνθεση του χρησιμοποιούμενου φυσικού αερίου και των περιεχομένων σ’ αυτό αερίων, που μπορούν να προκαλούν παραγωγή αερίων ρύπων, οι εγκαταστάσεις καύσης πρέπει να ανταποκρίνονται τόσο στις τεχνολογικές απαιτήσεις αποδοτικής λειτουργίας όσο και στους περιορισμούς,

που επιβάλλει η προστασία του περιβάλλοντος. Η τελευταία οδηγεί στη λήψη αναγκαίων μέτρων για τον περιορισμό των εκπομπών, δηλαδή τη μείωση τόσο των συγκεντρώσεων των ρύπων στην ατμόσφαιρα ή τους χώρους εργασίας και κατοικίας, όσο και των παροχών των ρύπων που εκρέουν από τις εγκαταστάσεις.

Με ευθύνη του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε) σε συνεργασία με το Υπουργείο Ανάπτυξης έχουν θεσπιστεί στη χώρα μας όρια εκπομπών αερίων αποβλήτων, όπως γίνεται (με μεγαλύτερη αυστηρότητα και συνέπεια) και σε άλλες προηγμένες χώρες. Ειδικότερα, ισχύουν Προεδρικά Διατάγματα και υπουργικές αποφάσεις, που προδιαγράφουν τους όρους λειτουργίας και τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπών αερίων αποβλήτων από οικιακούς και βιομηχανικούς λέβητες, ατμογεννήτριες και αερόθερμα που λειτουργούν με καύσιμο μαζούτ, ντίζελ ή αέριο. Έτσι σε γενικές γραμμές προβλέπονται:

- § Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας με τα καυσαέρια 20%
- § Ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη αιθάλης 1 έως 2 και σε εξαιρετικές περιπτώσεις 4 της κλίμακας Bacharach μετρούμενος με τη μέθοδο αναφοράς που προδιαγράφεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ897 πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση του 10% κατ' όγκο.
- § Αντί της περιεκτικότητας των αερίων αποβλήτων σε διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να μετράται η περιεκτικότητα σε οξυγόνο σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ897. τότε η περιεκτικότητα των αερίων σε οξυγόνο πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση του 7,5% κατ' όγκο.

Σημειώνεται ότι οι παραπάνω διατάξεις είναι περισσότερο προσανατολισμένες σε μαζούτ ή ντίζελ και λιγότερο σε αέριο ή καύσιμο. Σε άλλες χώρες τα όρια εξειδικεύονται κατά κατηγορία καυσίμου και αναμένεται να γίνει και στην ελληνική νομοθεσία.

Επίσης για λέβητες θέρμανσης ο γερμανικός κανονισμός DIN5702 εισάγει τον "πρότυπο συντελεστή εκπομπής Εη", που αντιπροσωπεύει το λόγο

της οριακής τιμής μιας εκπεμπόμενης ουσίας μάζας m_e αναφορικά με τη "θερμότητα καύσης Q_b " ανοιγμένη στην κατώτερη θερμογόνο δύναμη H_u του καυσίμου:

$$E_n = m_e / Q_b \text{ (mg/KWh)}$$

Ο συντελεστής εκπομπής για οξείδιο του άνθρακα CO και οξείδια του αζώτου NO_x έχει ανώτατες τιμές ως εξής:

§ Λέβητες με καυστήρα : $E_{co} = 100\text{mg/KWh}$, $E_{nox} = 120\text{mg/KWh}$

§ Λέβητες με ατμοσφαιρικό καυστήρα: $E_{co} = 100\text{mg/KWh}$,
 $E_{nox} = 200\text{mg/KWh}$

Τα παραπάνω όρια είναι τυπικά για την δεκαετία 1990 – 2000. ήδη προγραμματίζονται για την επόμενη δεκαετία αυστηρότεροι περιορισμοί σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, ιδιαίτερα σε σχέση με την περιεκτικότητα σε σωματίδια.

Τεχνολογικά μέτρα για τη μείωση παραγωγής και εκπομπής ρύπων

A. Ο περιορισμός των εκπομπών σε εγκαταστάσεις καύσης μπορεί να επιτευχθεί με τη λήψη διαφόρων τεχνολογικών μέτρων, τα οποία αποτελούν αντικείμενο έρευνας και ανάπτυξης στο διεθνή επιστημονικό και βιομηχανικό χώρο. Τα μέτρα αυτά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Χρησιμοποίηση πρόσθετων ουσιών σε μικρές ποσότητες σε περιοχές των συσκευών, όπου παράγονται ανεπιθύμητοι ρύποι, με στόχο τη μείωση αυτών μέσω χημικών αντιδράσεων.
- 2) Βελτίωση του τρόπου καύσης στην εγκατάσταση σε σχέση με την παραγωγή οξειδίου του αζώτου και μονοξειδίου του άνθρακα.
- 3) Προσθήκη μετά τη συσκευή καύσης πρόσθετων εγκαταστάσεων, που μετατρέπουν ανεπιθύμητους ρύπους σε άλλες ουσίες ή σε λιγότερο επιβαρύνουσες εκπομπές.

Σε ότι αφορά τον παραπάνω πρώτο μέτρο, είναι δυνατή η μείωση των οξειδίων του αζώτου, με προσθήκη αμμωνίας NH_3 για να προκληθεί η χημική

μετατροπή του οξειδίου σε άζωτο. Είναι μία απλή και σχετικά φθηνή χημική μέθοδος, κατά την οποία αμμωνία σε μικρές ποσότητες προστίθενται στο χώρο καύσης στις περιοχές υψηλής θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη μείωση των παραγόμενων οξειδίων του αζώτου. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε στις ΗΠΑ και επεκτάθηκε και στην Ευρώπη.

Το δεύτερο μέτρο αφορά την επιτυχία μείωσης των οξειδίων του αζώτου, π.χ. με επαναφορά μέρους των καυσαερίων στο χώρο καύσης μετά από πρόσμιξη με τον αέρα καύσης με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας καύσης. Πειράματα δείχνουν, ότι τα οξείδια του αζώτου μειώνονται στο ήμισυ όταν 10 έως 15% των καυσαερίων ανακυκλώνεται. Όμως παράλληλα υπάρχει το αρνητικό αποτέλεσμα της αύξησης κατά περίπου 50% του μονοξειδίου του άνθρακα.

Λέβητες αερίου με καυστήρες χωρίς φυσητήρα παράγουν συνήθως γύρω στα 200mg/m³ οξείδια του αζώτου, ενώ με φυσητήρα παράγουν 100mg/m³. Σε άλλους καυστήρες γίνονται μετασκευές στις ζώνες υψηλής θερμοκρασίας και με κατάλληλα εξαρτήματα (όπως π.χ μεταλλικά πλέγματα που πυρακτώνονται) αφαιρείται θερμότητα, η οποία μετατρέπεται σε θερμότητα ακτινοβολίας, που εκπέμπεται στα τοιχώματα λέβητα. Έτσι επιτυγχάνεται μείωση των οξειδίων του αζώτου κατά περίπου 35% χωρίς να αυξηθεί το διοξείδιο του άνθρακα.

Το τρίτο από τα παραπάνω μέτρα έχει μεγάλη πρακτική σημασία που βρίσκει ήδη εφαρμογή σε παγκόσμιο επίπεδο, με την εφαρμογή καταλυτικών συστημάτων για τον καθαρισμό των καυσαερίων από τα οξείδια του αζώτου πριν από την έξοδό τους στην ατμόσφαιρα.

B. Η απαγωγή των καυσαερίων με υψηλές καπνοδόχους συνηθίζεται να εντάσσεται στα μέτρα μετριασμού των επιπτώσεων των εκπομπών παρότι δεν πρόκειται για μείωση των αερίων ρύπων αλλά για την κατάλληλη διασπορά τους, ώστε οι επιπτώσεις να διανέμονται σε μεγαλύτερη έκταση. Επιπρόσθετα συνιστάται το άνοιγμα εξόδου της καπνοδόχου να εξέχει τουλάχιστον 0,4m πάνω από το υψηλότερο σημείο της στέγης, όταν αυτή έχει κλίση μεγαλύτερη

από 20°. Για κλίσεις μικρότερες των 20° , το άνοιγμα πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον 1m πάνω από τη στέγη. Για τον υπολογισμό καπνοδόχων μεγάλων εγκαταστάσεων εφαρμόζεται ειδικός τρόπος υπολογισμού ενώ το ζήτημα της διασποράς και διάχυσης των αερίων ρύπων αποτελεί ιδιαίτερο αντικείμενο και η λήψη μέτρων πρόβλεψης και ελεγχόμενου σχεδιασμού εξετάζεται σε ειδικά εγχειρίδια.

Οριακές τιμές επιπτώσεων ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο ευρύτερο περιβάλλον

Για την προστασία του ανθρώπου, της χλωρίδας και της πανίδας και γενικά για την προστασία του περιβάλλοντος έχουν θεσμοθετηθεί σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες ανώτατες τιμές ρύπων, οι οποίες δηλώνουν οριακές τιμές περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε επιβλαβής αέριες ουσίες. Δίνονται κατά κανόνα σε μονάδες μάζας της ουσίας ανά μονάδα όγκου του ατμοσφαιρικού αέρα υπό κανονικές συνθήκες και μάλιστα σε mg ή μg ανά m³ ή στη μονάδα του όγκου ppm (parts per million=μέρη ανά εκατομμύριο).

Είναι προφανές ότι οι Οριακές Τιμές Ρύπανσης αποκτούν σημασία σε περιοχές επιβαρημένες περιβαλλοντικά από διάφορες πηγές αερίων ρύπων, από τις οποίες συνήθως οι σπουδαιότερες είναι οι κινητήρες των αυτοκινήτων, οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις καύσης και οι εγκαταστάσεις θερμάνσεως των κτιρίων. Σε όλες τις περιπτώσεις εφαρμογών και ιδιαίτερα στις δύο τελευταίες η συμμετοχή του φυσικού αερίου είναι σημαντική αφού η συμμετοχή του στην ενεργειακή κατανάλωση προβλέπεται σε 15 έως 20%. Γι' αυτό οι οριακές τιμές ρύπανσης είναι σημαντικές επίσης για την τεχνολογία φυσικού αερίου, κυρίως στις πυκνοκατοικημένες περιοχές του λεκανοπεδίου των Αθηνών και της Θεσσαλονίκης.

Για την περιοχή της Αθήνας έχουν θεσπιστεί νομοθετικά οριακές τιμές ρύπανσης από το 1993, όπως δείχνει ο ακόλουθος πίνακας:

Στάδια Ρύποι	1^ο Στάδιο Προειδοποίησης	A Βαθμίδα Μέτρων	B Βαθμίδα Μέτρων
Διοξείδιο του αζώτου NO ₂	Μέγιστη ωριαία τιμή 400μg/m ³	Μέγιστη ωριαία τιμή 500μg/m ³	Μέγιστη ωριαία τιμή 700μg/m ³
Μονοξείδιο του άνθρακα CO	Μέση 8ωρη τιμή 20mg/m ³	Μέση 8ωρη τιμή 25mg/m ³	Μέση 8ωρη τιμή 35mg/m ³
Όζον O ₃	Μέγιστη ωριαία τιμή 250μg/m ³	Μέγιστη ωριαία τιμή 300μg/m ³	Μέγιστη ωριαία τιμή 400μg/m ³
Διοξείδιο του θειού SO ₂	Μέση 24ωρη τιμή 250μg/m ³	Μέση 24ωρη τιμή 300μg/m ³	Μέση 24ωρη τιμή 400μg/m ³
Καπνός	Μέση 24ωρη τιμή 250μg/m ³	Μέση 24ωρη τιμή 300μg/m ³	Μέση 24ωρη τιμή 400μg/m ³

Πίνακας: Οριακές τιμές ρυπάνσεων για την περιοχή της Αθήνας (ΦΕΚ369B/24.5.93).

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει οριακές τιμές ρύπανσης που έχουν θεσπιστεί από το 1993 και συχνότατα βρίσκουν εφαρμογή για την περιοχή των Αθηνών, όταν το νέφος γίνεται "απειλητικό". Η απλοϊκή αυτή έκφραση απεικονίζει την εξής πραγματικότητα: υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες οι μετεωρολογικές συνθήκες οδηγούν σε καιρική κατάσταση με μειωμένες εναλλαγές θερμοκρασίας και ανέμου. Σε τέτοιες καταστάσεις η θερμοκρασία αυξάνει με το ύψος – είναι η λεγόμενη "θερμοκρασιακή αναστροφή" - αντίθετα με τη φυσιολογική περίπτωση της μείωσής της καθ' ύψος. Επίσης όταν επικρατεί νηνεμία ή ταχύτητα του ανέμου στο έδαφος μικρότερη από 3m/sec, τότε υπάρχει πολύ μικρή ή μηδενική διασπορά και διάχυση των αερίων αποβλήτων. Τα φαινόμενα αυτά επιδεινώνουν την κατάσταση, όπου ο άνεμος φυσάει από

δυσμενή κατεύθυνση. Αυτό συμβαίνει π.χ στο λεκανοπέδιο Αθηνών στην περίπτωση ελαφριού νότιου ή νοτιοδυτικού ανέμου, οπότε όλοι οι αέριοι ρυπαντές στρέφονται προς τις κατοικημένες περιοχές και όχι προς τη θάλασσα του Σαρωνικού, όπως συμβαίνει με τους βορείους ανέμους.

Οι τιμές του παραπάνω πίνακα συγκρίνονται με τις τιμές μετρήσεων σε διακεκριμένα σημεία της επιβαρυσμένης από τους αέριους ρύπους περιοχής, οι οποίες καταγράφονται σε συνεχή βάση. Έτσι π.χ για το διοξείδιο του αζώτου αν η μέτρηση δίνει αποτέλεσμα μεγαλύτερο των $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ επί μία ώρα δίνεται προειδοποίηση του πρώτου σταδίου. Αν η τιμή αυτή αυξηθεί και υπερβεί τα $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ στη διάρκεια μιας ώρας λαμβάνονται μέτρα της Α Βαθμίδας, όπως προβλέπονται στο σχετικό διάταγμα (π.χ περιορισμός λειτουργίας βιομηχανικών εγκαταστάσεων). Εφόσον η αύξηση της συγκέντρωσης των διοξειδίων του αζώτου συνεχίζεται και υπερβαίνει τη μέγιστη ωριαία τιμή τότε ξεκινάει η λήψη μέτρων της Β Βαθμίδας (π.χ περιορισμός της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων). Ανάλογη είναι η μέτρηση και παρακολούθηση της εξέλιξης με τους υπόλοιπους αέριους ρύπους: μονοξείδιο του άνθρακα CO , όζον O_3 , διοξείδιο του θείου SO_2 και καπνός.

Σημειώνεται ότι οι ελληνικές οριακές τιμές είναι αυστηρότερες από αυτές των γερμανικών προδιαγραφών οι οποίες για το διοξείδιο του θείου προβλέπουν όρια $600, 1200$ και $1800\mu\text{g}/\text{m}^3$, αντίστοιχα στο 1^ο στάδιο προειδοποίησης και στην Α και Β Βαθμίδα μέτρων.

Αντίθετα ουσιαστικά αυστηρότεροι παρουσιάζονται οι περιορισμοί στις ΗΠΑ. Σύμφωνα με τα στοιχεία της ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) ο ομοσπονδιακός νόμος Environmental Policy Act δίνει τις οριακές τιμές του ακόλουθου πίνακα ως πρότυπο ποιότητας του αερίου περιβάλλοντος:

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΤΙΜΗ
1. ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
§ Ετήσιο γεωμετρικό μέσο	75
§ Μέγιστο όριο σε 24ωρη βάση	260
2. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
§ Ετήσιο αριθμητικό μέσο	80 (0,03ppm)
§ Μέγιστο όριο σε 24ωρη βάση	365 (0.14ppm)
§ Μέγιστο όριο σε ωριαία βάση	1300 (0.5ppm)
3. ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
§ Μέγιστο όριο σε 8ωρη βάση	10 (9ppm)
§ Μέγιστο όριο σε ωριαία βάση	40 (35ppm)
4. ΟΖΟΝ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
§ Μέγιστο όριο σε ωριαία βάση	160 (0.08ppm)
5. ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΜΟΛΥΒΔΟΥ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
§ Μέση τιμή, τετραμηνιαία	160 (0.24ppm)
6. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
§ Ετήσια αριθμητική μέση τιμή	100 (0,05ppm)

Πίνακας: Οριακές τιμές αέριας ρύπανσης σύμφωνα με τον κανονισμό για την ποιότητα του αερίου περιβάλλοντος των ΗΠΑ κατά την ASHRAE.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το φθινόπωρο 1997 τα όρια προστασίας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος γίνονται αυστηρότερα. Μέγιστη επιτρεπόμενη μέση τιμή σε ετήσια βάση σε διοξείδιο του θείου προβλέπεται στα περίπου $20\mu\text{g}/\text{m}^3$. για το διοξείδιο του αζώτου οι αντίστοιχες τιμές είναι 30 έως $40\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ για τα σωματίδια (σκόνη, αιθάλη, καπνός κλπ) το αναμενόμενο όριο είναι 20 έως $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ (μέση ετήσια τιμή από τα 75 έως $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ σήμερα).

Οριακές τιμές επιπτώσεων ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε κλειστούς και ανοιχτούς χώρους εργασίας

Όμως πέρα των ανωτέρω οριακών τιμών ρύπανσης της ευρύτερης ατμόσφαιρας υπάρχουν προδιαγραφές για τους αέριους ρύπους στους χώρους εργασίας και σε ανοιχτούς χώρους. Η Τ.Ο.ΤΕΕ 2425/86 δίνει έναν απλό τρόπο υπολογισμού του απαιτούμενου "φρέσκου αέρα", ο οποίος απαιτείται να εισρέει σε ένα χώρο εργασίας με τη βοήθεια ενός συστήματος αερισμού. Η μέθοδος εφαρμόζεται συνήθως σε ειδικές περιπτώσεις αερισμού (γκαράζ, βαφεία κλπ), όπου επιβαρύνουν τον αέρα του χώρου.

Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται ο απαιτούμενος αερισμός για να πετύχουμε μια ορισμένη καθαρότητα του αέρα στο χώρο. Η απαιτούμενη ποσότητα του αέρα V προκύπτει από τη σχέση:

$$V = K / (MAK - Ka) \text{ σε } m^3/h$$

Όπου : K : παραγόμενη ποσότητα επιβλαβούς για την υγεία αερίου (m^3/h)

Ka : αναλογία επιβλαβούς αερίου στον προσαγόμενο αέρα (m^3 αερίου/ m^3 προσαγόμενου αέρα).

MAK : μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση ανθυγιεινής ουσίας στο χώρο (m^3 αερίου/ m^3 αέρα).

	ΤΙΜΕΣ ΜΑΚ	ΤΙΜΕΣ ΜΙΚ	
		Μέση 24ωρη τιμή	Μέση ημίσωρη τιμή
Μονοξείδιο του άνθρακα CO	33	10	50
Διοξείδιο του άνθρακα CO ₂	9000	-	-
Διοξείδιο του θείου SO ₂	5	0.3	1
Διοξείδιο του αζώτου NO ₂	9	0.1	0.2
Μονοξείδιο του αζώτου NO	-	0.5	1
Όζον O ₃	0.2	0.05	0.15

Πίνακας με μέγιστες συγκεντρώσεις αερίων ρύπων χώρους εργασίας (τιμές ΜΑΚ) και σε ελεύθερους χώρους (τιμές ΜΙΚ) σε mg/m³ κατά τους γερμανικούς κανονισμούς που εν μέρει υιοθετεί η Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ2425/86.

Φυσικό αέριο και περιβάλλον

Οι οικολογικές βλάβες που προκαλεί η καύση του φυσικού αερίου προέρχονται από εστίες κεντρικής θέρμανσης, θερμοσίφωνες αερίου, βιομηχανικές εστίες καύσης, εγκαταστάσεις αεροστρόβιλων ηλεκτροπαραγωγής και άλλες περιορισμένων εφαρμογών εγκαταστάσεις και συσκευές. Πρέπει να τονιστεί εξ αρχής ότι το φυσικό αέριο, όπως σχεδόν όλα τα αέρια καύσιμα, είναι λιγότερο επιβλαβές περιβαλλοντικά σε σχέση με το

πετρέλαιο ή τον άνθρακα. Αυτό όμως ισχύει αναφορικά με την παραγωγή οξειδίου του θείου και τα στερεά σωματίδια αιθάλης. Δεν ισχύει όμως πάντοτε για τα παραγόμενα κατά την καύση οξείδια του αζώτου.

Κατά τη διάρκεια της απελευθέρωσης της θερμότητας σχηματίζονται σε μεγάλες ποσότητες αβλαβή αέρια καύσης, όπως είναι οι υδρατμοί και το διοξείδιο του άνθρακα, του οποίου οι αρνητικές επιπτώσεις έχουν μακροσκοπικό χαρακτήρα, επειδή επηρεάζουν όχι άμεσα το περιβάλλον κοντά στην περιοχή, όπου αυτό παράγεται, αλλά γενικότερα συντείνουν στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου (βαθμιαία αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας). Παράλληλα όμως σχηματίζονται και τα επιβλαβή αέρια καύσης, που είναι δηλητηριώδη ακόμη και σε μικρές ποσότητες.

Γενικότερα οι κυριότεροι αέριοι ρυπαντές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε "πρωτογενείς και δευτερογενείς". Οι πρωτογενείς εκπέμπονται κατευθείαν στην ατμόσφαιρα, ενώ οι δευτερογενείς σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα σε δεύτερο στάδιο μετά από φωτοχημικές ή χημικές αντιδράσεις διαφόρων προϊόντων καύσης.

ΜΕΡΟΣ Β΄

ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Στο Β' Μέρος της εργασίας αυτής παρουσιάζεται μία μελέτη εσωτερικής εγκατάστασης δικτύου σε μια οικία στην οποία λειτουργούν με φυσικό αέριο οι παρακάτω συσκευές:

- § Λέβητας (30.000 Kcal/h ή 35 Kw)
- § Κουζίνα με 4 εστίες και φούρνο
- § Θερμοσίφωνα με αποθήκη νερού (150 lt)

Πορεία μελέτης

1) Γνωρίζοντας την ισχύ κάθε συσκευής που πρόκειται να τροφοδοτηθεί με φυσικό αέριο και ανατρέχοντας στους κατάλληλους πίνακες, βρίσκεται η παροχή του φυσικού αερίου για κάθε συσκευή.

2) Βρίσκεται η πτώση πίεσης για κάθε αγωγό που παρέχει φυσικό αέριο. Η πτώση πίεσης που επιτρέπεται να υπάρχει σε καινούργιο δίκτυο φυσικού αερίου με τροφοδότηση 22 mbar είναι για τους κεντρικούς αγωγούς διανομής μέχρι 0.8 mbar, ενώ για τους αγωγούς σύνδεσης των συσκευών μέχρι 0.5 mbar.

Εάν για μία συγκεκριμένη διάμετρο αγωγού η πτώση πίεσης υπερβαίνει την επιτρεπτή, τότε αυξάνεται η διάμετρος του αγωγού μέχρις ότου η πτώση πίεσης είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια.

Τα χαρακτηριστικά του τυπικού φυσικού αερίου αναφέρονται σε:

- § Πυκνότητα $\rho_n=0.8 \text{ Kgr/m}^3$
- § Σχετική πυκνότητα $\rho_d=0.64 \text{ Kgr/m}^3$
- § Κινητική συνεκτικότητα $\nu=1.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$
- § Πίεση αερίου $P_u=22 \text{ mbar}$
- § Βαρομετρική πίεση $B=993 \text{ mbar}$
- § Ανώτερη θερμογόνο δύναμη $H_o=9200 \text{ Kcal/m}^3$
- § Κατώτερη θερμογόνο δύναμη $H_u=8300 \text{ Kcal/m}^3$

Παροχές συσκευών

Παροχή λέβητα $V_{\Lambda}=5 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.00139 \text{ m}^3/\text{sec}$

Παροχή κουζίνας $V_{\text{K}}=2.3 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.00064 \text{ m}^3/\text{sec}$

Παροχή θερμοσίφωνου $V_{\Theta}=1.5 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.000417 \text{ m}^3/\text{sec}$

Προτεινόμενη ταχύτητα ροής

$$u = 2-3 \text{ m/sec}$$

Χρησιμοποιούμενοι τύποι

§ Επιφάνεια σωλήνα

$$F_{\text{σωλ}} = \frac{V}{u}$$

V σε m^3/sec

u σε m/sec

§ Εσωτερική διάμετρος σωλήνα

$$d_i = \sqrt{\frac{F_{\text{σωλ}}}{\pi}}$$

$F_{\text{σωλ}}$ σε m^2

§ Αριθμός Reynolds

$$Re = \frac{u x d_i}{\nu}$$

u σε m/sec

d_i σε m

ν σε m²/sec

§ Συντελεστής τραχύτητας σωλήνα

Για στρωτή ροή (Re < 2300)

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Για μεταβατική ή τυρβώδης ροή (Re > 2300)

λ από διάγραμμα Moody (έχοντας γνωστά, το Re και το κ/d_i)

§ Απώλεια πίεσης λόγω τριβών

$$\Delta_{p \text{ τρ.}} = \frac{6.25 \times \lambda \times V^2 \times \rho \times L}{(100 \times d_i)^5}$$

V σε m³/sec

ρ σε Kgr/m³

L σε m

d_i σε m

§ Τοπικές απώλειες πίεσης

$$\Delta_{p \text{ τοπ.}} = \frac{\Sigma \zeta u^2 \rho}{200}$$

u σε m/sec

ρ σε Kgr/m³

§ Κέρδος ή απώλεια πίεσης

Για ανοδικά τμήματα αγωγών έχουμε κέρδος πίεσης

$$\Delta_{pH} = \Delta H * (-0.04) \text{ σε mbar}$$

ΔH σε m

Για καθοδικά τμήματα αγωγών έχουμε απώλεια πίεσης

$$\Delta_{pH} = \Delta H * (0.04) \text{ σε mbar}$$

ΔH σε m

§ Σύνολο απωλειών πίεσης

$$\Sigma \Delta_p = \Delta_{p \text{ τρ.}} + \Delta_{p \text{ τοπ.}} + \Delta_{pH}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ:

ΚΛΑΔΟΣ Γ – Δ

$$V_{\theta} = 1.5 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.000417 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$L = 3 \text{ m}, \Delta H = 0$$

$$\Sigma \zeta = 2.2$$

$$\kappa = 0.3 \text{ mm}$$

§ Επιφάνεια χαλυβδοσωλήνα

Έστω $u=2$ m/sec

$$F_{\sigma\omega\lambda} = \frac{V_{\theta}}{u} = \frac{0.000417}{2} = 0.000209 \text{ m}^2$$

$$d_i = \sqrt{\frac{Fx^4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.000209 \times 4}{3.14}} = 0.016 \text{ m} = 16 \text{ mm} \text{ (τυποποιημένο } d_i = 20 \text{ mm)}$$

§ Έλεγχος ταχύτητας

$$u = \frac{V_{\theta}}{F} = \frac{0.000417}{\frac{3.14 \times 0.020^2}{4}} = 1.33 \text{ m/sec}$$

§ Εύρεση συντελεστή τραχύτητας σωλήνα

$$Re = \frac{uxdi}{\nu} = \frac{1.33 \times 0.020}{0.000015} = 1773$$

Για στρωτή ροή ($Re < 2300$), ισχύει:

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1773} = 0.036$$

§ Υπολογισμός πτώσης πίεσης

$$\Delta p_{\tau\pi} = \frac{6.25 \times \lambda \times V^2 \times \rho \times L}{(100 \times di)^5} = \frac{6.25 \times 0.036 \times 1.5^2 \times 0.8 \times 3}{(100 \times 0.020)^5} = 0.038 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_{\tau\sigma\pi} = \frac{\Sigma \zeta u^2 \times \rho}{200} = \frac{2.2 \times 1.33^2 \times 0.8}{200} = 0.016 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_H = \Delta H \times (0.04) = 0 \text{ mbar}$$

$$\Sigma \Delta p = 0.038 + 0.016 + 0 = 0.054 \text{ mbar} < 0.5 \text{ mbar} \text{ Άρα δεκτό}$$

ΚΛΑΔΟΣ Γ – Ε

$$V_{\Lambda}=5 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.00139 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$L=2 \text{ m}, \Delta H=0$$

$$\Sigma\zeta=2.5$$

$$\kappa=0.3 \text{ mm}$$

§ Επιφάνεια χαλυβδοσωλήνα

$$\text{Έστω } u=2 \text{ m/sec}$$

$$F_{\sigma\omega\lambda}=\frac{V_{\theta}}{u}=\frac{0.00139}{2}=0.000695 \text{ m}^2$$

$$d_i=\sqrt{\frac{Fx^4}{\pi}}=\sqrt{\frac{0.000695x^4}{3.14}}=0.030 \text{ m}=30 \text{ mm} \text{ (τυποποιημένο } d_i=25 \text{ mm)}$$

§ Έλεγχος ταχύτητας

$$u=\frac{V_{\Lambda}}{F}=\frac{0.00139}{\frac{3.14 \times 0.025^2}{4}}=2.83 \text{ m/sec}$$

§ Εύρεση συντελεστή τραχύτητας σωλήνα

$$\text{Re}=\frac{uxdi}{\nu}=\frac{2.83 \times 0.025}{0.000015}=4717$$

$$\kappa/d_i=0.3/25=0.012$$

Από διάγραμμα Moody έχω:

$$\lambda=0,050$$

§ Υπολογισμός πτώσης πίεσης

$$\Delta p_{\tau\pi} = \frac{6.25 \lambda x V^2 x \rho x L}{(100 x di)^5} = \frac{6.25 x 0.050 x 5^2 x 0.8 x 2}{(100 x 0.025)^5} = 0.128 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_{\tau\omega\pi} = \frac{\Sigma \zeta x u^2 x \rho}{200} = \frac{2.5 x 2.83^2 x 0.8}{200} = 0.080 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_H = \Delta H x (0.04) = 0 \text{ mbar}$$

$$\Sigma \Delta p = 0.128 + 0.080 + 0 = 0.208 \text{ mbar} < 0.5 \text{ mbar} \text{ Άρα δεκτό}$$

ΚΛΑΔΟΣ Β – Ζ

$$V_K = 2.3 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.00064 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$L = 6.5 \text{ m}, \Delta H = 3.5 \text{ m} \quad \uparrow \text{άνοδος αγωγού}$$

$$\Sigma \zeta = 4.7$$

$$\kappa = 0.3 \text{ mm}$$

§ Επιφάνεια χαλυβδοσωλήνα

$$\text{Έστω } u = 2 \text{ m/sec}$$

$$F_{\sigma\omega\lambda} = \frac{V_k}{u} = \frac{0.00064}{2} = 0.00032 \text{ m}^2$$

$$d_i = \sqrt{\frac{F x 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.00032 x 4}{3.14}} = 0.0202 \text{ m} = 20.2 \text{ mm} \text{ (τυποποιημένο } d_i = 20 \text{ mm)}$$

§ Έλεγχος ταχύτητας

$$u = \frac{V_k}{F} = \frac{0.00064}{\frac{3.14 x 0.020^2}{4}} = 2.04 \text{ m/sec}$$

§ Εύρεση συντελεστή τραχύτητας σωλήνα

$$Re = \frac{u x d i}{\nu} = \frac{2.04 x 0.020}{0.000015} = 2720$$

$$k/di = 0.3/20 = 0.015$$

Από διάγραμμα Moody έχω:

$$\lambda = 0.056$$

§ Υπολογισμός πτώσης πίεσης

$$\Delta p_{\tau p} = \frac{6.25 x \lambda x V^2 x \rho x L}{(100 x d i)^5} = \frac{6.25 x 0.056 x 2.3^2 x 0.8 x 6.5}{(100 x 0.020)^5} = 0.301 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_{\tau o \pi} = \frac{\Sigma \zeta x u^2 x \rho}{200} = \frac{4.7 x 2.04^2 x 0.8}{200} = 0.078 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_H = \Delta H x (-0.04) = -0.14 \text{ mbar}$$

$$\Sigma \Delta p = 0.301 + 0.078 - 0.14 = 0.239 \text{ mbar} < 0.5 \text{ mbar} \text{ Άρα δεκτό}$$

ΚΛΑΔΟΣ Β - Γ

$$V_{B-\Gamma} = V_{\Lambda} + V_{\theta} = 5 + 1.5 = 6.5 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.0018 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$L = 5 \text{ m}, \Delta H = 0 \text{ m}$$

$$\Sigma \zeta = 1$$

$$k = 0.3 \text{ mm}$$

§ Επιφάνεια χαλυβδοσωλήνα

Έστω $u=2.5$ m/sec

$$F_{\sigma\omega\lambda} = \frac{V_{BF}}{u} = \frac{0.0018}{2,5} = 0.00072 \text{ m}^2$$

$$d_i = \sqrt{\frac{Fx^4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.00072 \times 4}{3.14}} = 0.030 \text{ m} = 30 \text{ mm} \quad (\text{τυποποιημένο } d_i = 32 \text{ mm})$$

§ Έλεγχος ταχύτητας

$$u = \frac{V_{BF}}{F} = \frac{0.00018}{\frac{3.14 \times 0.032^2}{4}} = 2.24 \text{ m/sec}$$

§ Εύρεση συντελεστή τραχύτητας σωλήνα

$$Re = \frac{uxdi}{\nu} = \frac{2.24 \times 0.032}{0.000015} = 4779$$

$$k/d_i = 0.3/32 = 0.0094$$

Από διάγραμμα Moody έχω:

$$\lambda = 0.0482$$

§ Υπολογισμός πτώσης πίεσης

$$\Delta p_{\tau\pi} = \frac{6.25 \times \lambda \times V^2 \times \rho \times L}{(100 \times d_i)^5} = \frac{6.25 \times 0.0482 \times 6,5^2 \times 0.8 \times 5}{(100 \times 0.032)^5} = 0.152 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_{\tau\omega\pi} = \frac{\Sigma \zeta u^2 \times \rho}{200} = \frac{1 \times 2.24^2 \times 0.8}{200} = 0.020 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_H = \Delta H \times (0.04) = 0 \text{ mbar}$$

$$\Sigma \Delta p = 0.152 + 0.020 + 0 = 0.172 \text{ mbar} < 0.5 \text{ mbar} \quad \text{Άρα δεκτό}$$

ΚΛΑΔΟΣ Α - Β

$$V_{A-B} = V_{\Lambda} + V_{\theta} + V_{\kappa} = 5 + 1.5 + 2.3 = 8.8 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 0.00244 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$L = 2 \text{ m}, \Delta H = 0 \text{ m}$$

$$\Sigma \zeta = 5$$

$$\kappa = 0.3 \text{ mm}$$

§ Επιφάνεια χαλυβδοσωλήνα

$$\text{Έστω } u = 2.5 \text{ m/sec}$$

$$F_{\sigma\omega\lambda} = \frac{V_{AB}}{u} = \frac{0.00244}{2.5} = 0.000978 \text{ m}^2$$

$$d_i = \sqrt{\frac{F \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.000978 \times 4}{3.14}} = 0.035 \text{ m} = 35 \text{ mm} \quad (\text{τυποποιημένο } d_i = 32 \text{ mm})$$

§ Έλεγχος ταχύτητας

$$u = \frac{V_{BF}}{F} = \frac{0.000244}{\frac{3.14 \times 0.032^2}{4}} = 3.05 \text{ m/sec}$$

§ Εύρεση συντελεστή τραχύτητας σωλήνα

$$\text{Re} = \frac{u x d_i}{\nu} = \frac{3.05 \times 0.032}{0.000015} = 6506$$

$$k/d_i = 0.3/32 = 0.0094$$

Από διάγραμμα Moody έχω:

$$\lambda = 0.0462$$

§ Υπολογισμός πτώσης πίεσης

$$\Delta p_{\tau\pi} = \frac{6.25 \lambda x V^2 x \rho x L}{(100 x di)^5} = \frac{6.25 x 0.0462 x 8.8^2 x 0.8 x 2}{(100 x 0.032)^5} = 0.107 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_{\tau\sigma\pi} = \frac{\Sigma \zeta x u^2 x \rho}{200} = \frac{5 x 3.05^2 x 0.8}{200} = 0.186 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_H = \Delta H x (0.04) = 0 \text{ mbar}$$

$$\Sigma \Delta p = 0.107 + 0.186 + 0 = 0.293 \text{ mbar} < 0.5 \text{ mbar} \text{ Άρα δεκτό}$$

Συνολικές πτώσης πίεσης ανά διαδρομή, από τη Κύρια Αποφρακτική Διάταξη (ΚΑΔ) έως τη κάθε συσκευή αερίου:

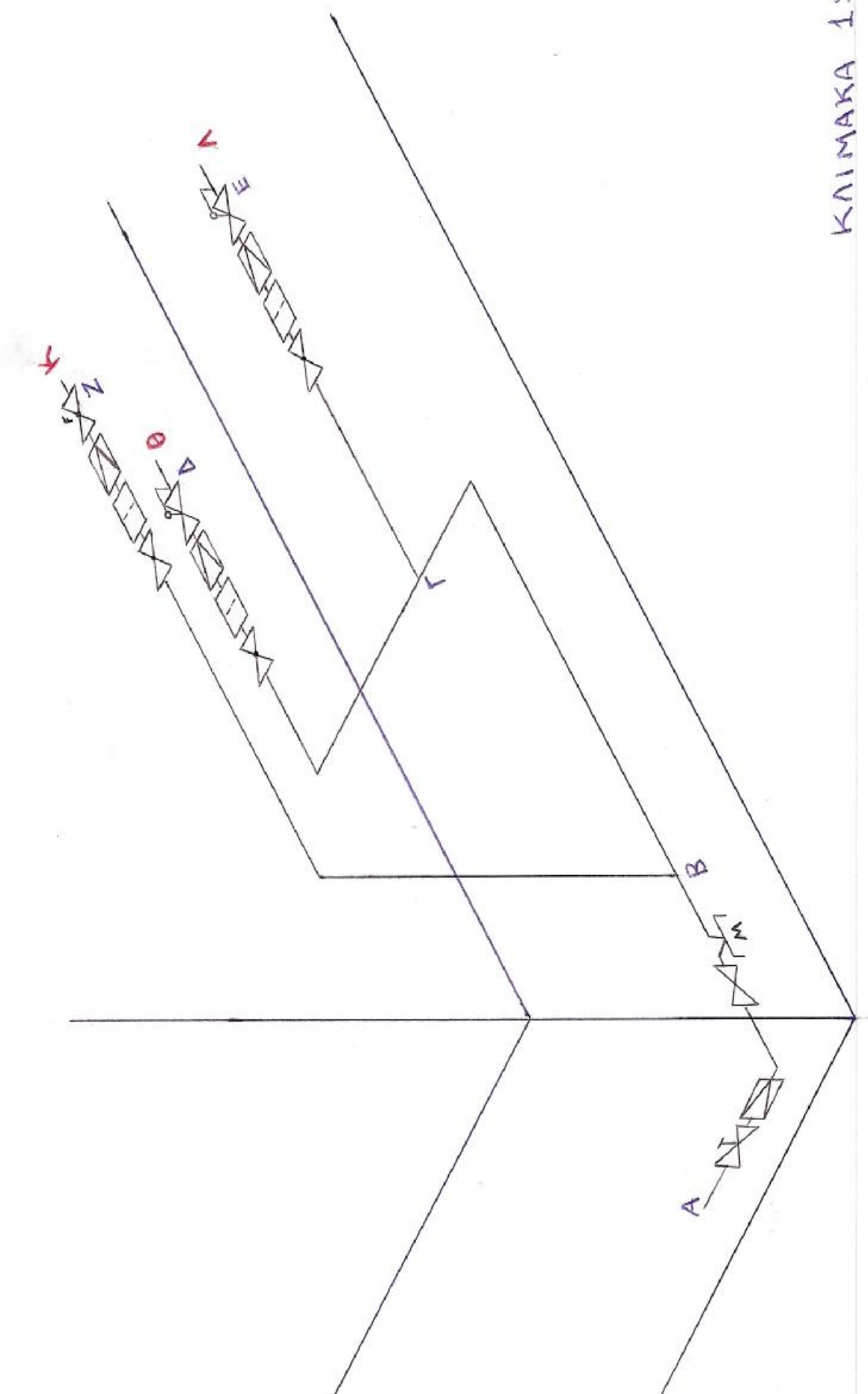
$$\text{Διαδρομή [A-B-Γ-Δ]} \rightarrow 0.293 \text{ mbar} + 0.172 \text{ mbar} + 0.054 \text{ mbar} = \\ = 0.519 \text{ mbar} \leq 1.3 \text{ mbar}$$

$$\text{Διαδρομή [A-B-Γ-E]} \rightarrow 0.293 \text{ mbar} + 0.172 \text{ mbar} + 0.208 \text{ mbar} = \\ = 0.673 \text{ mbar} \leq 1.3 \text{ mbar}$$

$$\text{Διαδρομή [A-B-Z]} \rightarrow 0.293 \text{ mbar} + 0.239 \text{ mbar} = 0.532 \text{ mbar} \leq 1.3 \text{ mbar}$$

Πίνακας Αποτελεσμάτων

Κλάδος	Είδος Σωλήνα	Εξαρτήματα διέλευσης	Παροχή V (m ³ /h)	Ταχύτητα u (m/sec)	Διάμετρος d _i (mm)	Πάχος Τοιχώματος t (mm)	Πτώση Πίεσης ≤0.50 (mbar)
Γ-Δ	ΕΛΟΤ 269	Ταφ 90 ⁰ διέλευση, γωνία 90 ⁰ , βαλβίδα σφαιρική διέλευσης, φίλτρο, ρυθμιστής πίεσης, βαλβίδα αυτόματης διακοπής	1.5	1,33	20	2.60	0.054 ≤0.50
Γ-Ε		Ταφ 90 ⁰ κλάδος, βαλβίδα σφαιρική διέλευσης, φίλτρο, ρυθμιστής πίεσης, βαλβίδα αυτόματης διακοπής	5.0	2.83	25	3.20	0.208 ≤0.50
B-Z	Χαλυβδοσωλήνα	Ταφ 90 ⁰ κλάδος, γωνία 90 ⁰ , βαλβίδα σφαιρική διέλευσης, φίλτρο, ρυθμιστής πίεσης, βαλβίδα πυροπροστασίας	2.3	2.04	20	2.60	0.239 ≤0.50
B-Γ		Ταφ 90 ⁰ διέλευση, γωνία 90 ⁰	6.5	2.24	32	3.20	0.172 ≤0.80
A-B		Κύρια αποφρακτική διάταξη, ρυθμιστής πίεσης, βαλβίδα σφαιρική διέλευσης, μετρητής αερίου	8.8	3.05	32	3.20	0.293 ≤0.80



KAI MAKA 1:50

ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

α/α	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΡΦΗΣ & ΣΥΝΔΕΣΗΣ, ΟΡΓΑΝΑ	ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ Απλοποιημένη Παράσταση	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (1) (2)	ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑ					
1	Στοιχείο συστολής ⁽³⁾		$\zeta = 0,4$						
2	Τόξο ορόφων		$\zeta = 0,5$						
3	Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο		$\zeta = 0,7$						
4	Στοιχείο T 90° διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D = 0,3$						
5	Στοιχείο T 90° διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_A = 1,3$						
6	Στοιχείο T 90° καθαρισμού		$\zeta_A = 1,3$						
7	Στοιχείο T 90° αντιροπή (το τμήμα "B" τελειώνει με το στοιχείο)		$\zeta_B = 1,5$						
8	Τόξο T διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D = 0,3$						
9	Τόξο T διαχωρισμός, διακλάδωση		$\zeta_A = 0,9$						
10	Τόξο T καθαρισμού		$\zeta_A = 0,9$						
11	Διπλό τόξο T αντιροπή (το τμήμα "B" τελειώνει με το στοιχείο)		$\zeta_B = 1,3$						
12	Σταυρός 90° διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D = 1,3$						
13	Σταυρός 90° διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_A = 2,0$						
14	Σταυρός 90° καθαρισμός, διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D = 0,5$						
15	Σταυρός 90° καθαρισμός, διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_A = 2,0$						
16	Σύνδεση DN 25 μετρητή ενός περιστομίου > DN 25		$\zeta = 2,0$						
			$\zeta = 4,0$						
17	Βαλβίδα (κωνική) μορφή διέλευσης		$\zeta = 2,0$						
18	Βαλβίδα (κωνική) γωνιακή μορφή (όργανο ασφαλείας)		$\zeta = 5,0$						
19	Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης		$\zeta = 0,5$						
20	Βαλβίδα (σφαιρική) γωνιακή μορφή		$\zeta = 1,3$						
21	Σύρτης		$\zeta = 0,5$						
22	Βαλβίδα πυροπροστασίας		$\zeta = 2,0$						

Σς στα επί μέρους τμήματα

**ΣΥΜΒΟΛΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ**

(Παράρτημα 2 του Κ.Ε.Ε.Φ.Α.)

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
	Αγωγός τροφοδοσίας		Κύρια αποφρακτική διάταξη (ΚΑΔ)
	Αγωγός σύνδεσης με τον καταναλωτή		ΚΑΔ με ενσωματωμένο μονωτικό στοιχείο
	Εσωτερικός αγωγός		Μονωτικό στοιχείο
	Ορατός αγωγός με ονομαστική διάμετρο 20		Μετρητής
	Μη ορατός σωλήνας με ονομαστική διάμετρο 20		Ρυθμιστής πίεσης
	Ανερχόμενος αγωγός		Εύκαμπτος αγωγός σύνδεσης συσκευής
	Διερχόμενος ανερχόμενος αγωγός		Βαλβίδα αντεπιστροφής αερίου
	Κατερχόμενος αγωγός		Ταυ καθαρισμού
	Προστατευτικός σωλήνας		Σταυρός καθαρισμού
	Διακλάδωση		Φίλτρο
	Στοιχείο σύνδεσης PE/Fe (αντί Fe μπορεί να είναι Cu ή άλλο μέταλλο)		Βαλβίδα πυροπροστασίας

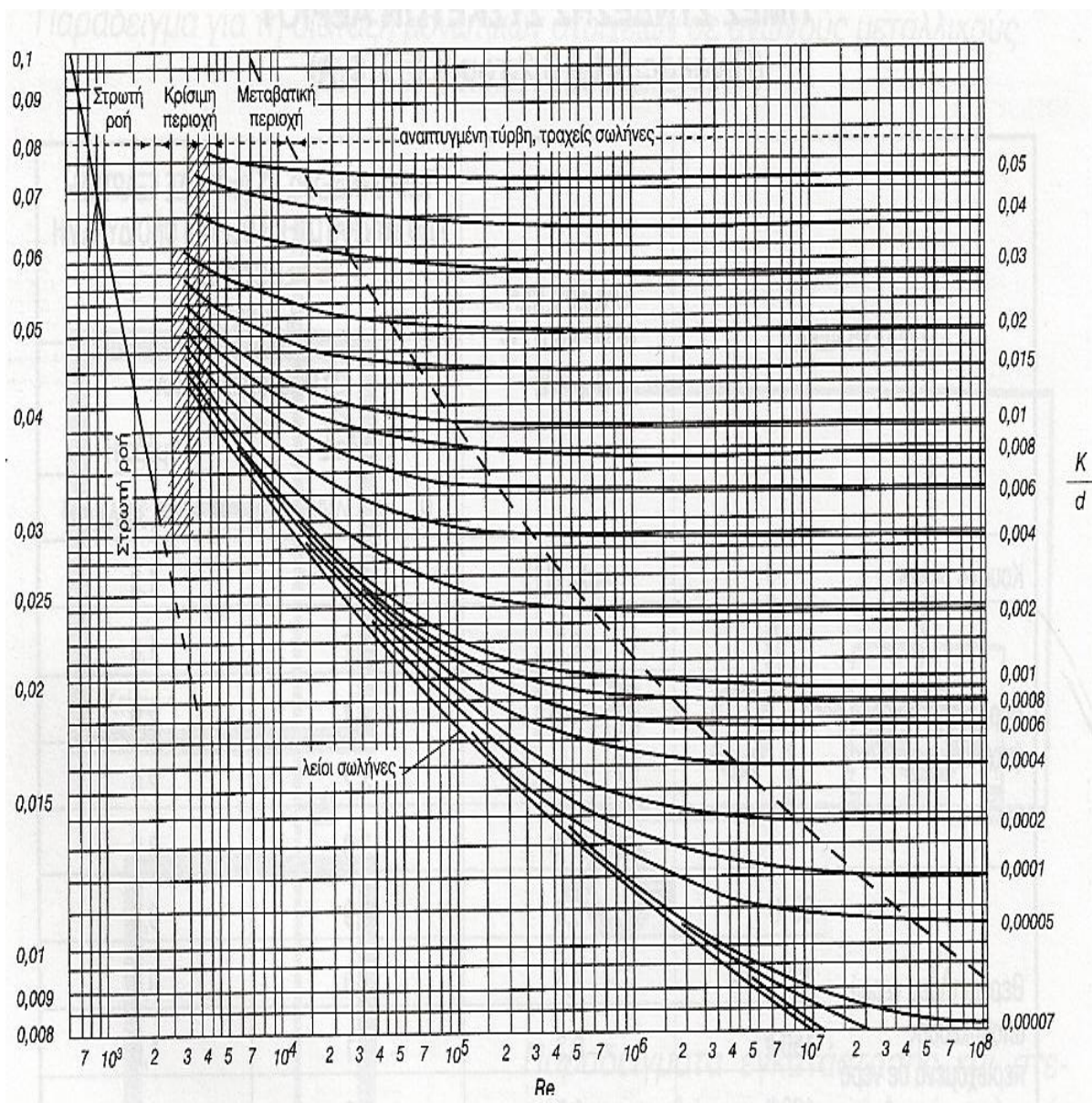
ΣΥΜΒΟΛΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

(Παράρτημα 2 του Κ.Ε.Ε.Φ.Α.)

Συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
	Σύνδεση με φλάντζα		Αποφρακτική διάταξη γενικά
	Σύνδεση με συγκόλληση		Κρουνός
	Σύνδεση με μούφα		Σύρτης
	Αντλία		Βαλβίδα (στροφή)
	Ανεμιστήρας		Αποφρακτικό κλαπέτο (πεταλούδα)
	Κινητήρας		Κλαπέτο αντεπιστροφής
	Ασφάλεια αντεπιστροφής φλόγας		Διαστολικό
	kW m ³ /h Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας (με τιμή σύνδεσης)		kW m ³ /h Πιεστικός λέβητας αερίου (με τιμή σύνδεσης)
	kW m ³ /h Θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας (με τιμή σύνδεσης)		kW m ³ /h Πιεστικός λέβητας αερίου με υπερκείμενο έμμεσο θερμαντήρα νερού (με τιμή σύνδεσης)
	kW m ³ /h Θερμαντήρας χώρου (με τιμή σύνδεσης)		kW m ³ /h Πιεστικός λέβητας αερίου με παρακείμενο έμμεσο θερμαντήρα νερού (με τιμή σύνδεσης)
	kW m ³ /h Ατμοσφαιρικός λέβητας αερίου (με τιμή σύνδεσης)		kW m ³ /h Μαγειρική συσκευή με 4 εστίες (με τιμή σύνδεσης)
	kW m ³ /h Θερμοσίφωνας αποθήκευσης (με τιμή σύνδεσης)		kW m ³ /h Θερμοσίφωνας ροής (με τιμή σύνδεσης)

Διάγραμμα Moody προσδιορισμού του συντελεστή αντίστασης (λ) στη ροή σε σωλήνες φυσικού αερίου.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Διάκριση συσκευών αερίου

Οι συσκευές αερίου του είδους Α δεν έχουν θάλαμο καύσεως, π.χ. οι καυστήρες κολλήσεως ή οι εστίες μαγειρέματος ή έχουν έναν ανοιχτό θάλαμο καύσεως έναντι του χώρου τοποθέτησεως, π.χ. οι φούρνοι αερίου. Αυτές οι συσκευές παίρνουν τον αέρα για την καύση από το χώρο που βρίσκονται και στέλνουν τα καπναέρια στον ίδιο χώρο. **Οι συσκευές αερίου του είδους Α δε χρειάζονται εγκατάσταση καπναερίων.**

Οι συσκευές αερίου του είδους Β έχουν ανοιχτό θάλαμο καύσεως έναντι του χώρου τοποθέτησεως και χρειάζονται εγκατάσταση για την απαγωγή καπναερίων. Παίρνουν τον αέρα για την καύση από το χώρο που βρίσκονται και γι' αυτό ονομάζονται συσκευές αερίου **εξαρτώμενες από τον αέρα χώρου**. Η απαγωγή των καπναερίων γίνεται με μια καπνοδόχο. Εδώ ανήκουν :

- § Οι συσκευές αερίου με ασφάλεια ροής είδους B₁₁ χωρίς φυσητήρα και B₁₃ με φυσητήρα μπροστά από τον καυστήρα.
- § Οι συσκευές αερίου χωρίς ασφάλεια ροής είδους B₂₂ με φυσητήρα πίσω από τον εναλλάκτηρα θερμότητας και B₂₃ με φυσητήρα μπροστά από τον καυστήρα.
- § Οι συσκευές αερίου χωρίς ασφάλεια ροής, στις οποίες ο αέρας καύσεως περιβάλλει το σωλήνα των καπναερίων. Και εδώ γίνεται η διάκριση σε είδος B₃₂ με φυσητήρα πίσω από τον εναλλάκτηρα θερμότητας και είδος B₃₃ με φυσητήρα μπροστά από τον καυστήρα.

Οι συσκευές αερίου είδους Β εξαρτώνται από τον αέρα του χώρου και συνδέονται πάντοτε σε μια εγκατάσταση καπναερίων (καπνοδόχο).

Οι συσκευές του είδους C είναι εστίες με κλειστό θάλαμο καύσεως έναντι του χώρου τοποθέτησεως. Αναρροφούν τον αέρα καύσεως κατευθείαν από τον υπαίθριο χώρο και οδηγούν τα καπναέρια, επίσης, στην ύπαιθρο μέσω εγκαταστάσεως καπναερίων. Οι συσκευές αυτού του είδους ονομάζονται συσκευές αερίου **ανεξάρτητες από τον αέρα χώρου**. Οι συσκευές C, οι οποίες καλούνται και κλειστά συστήματα, διατίθενται, λόγω της προσαρμογής τους στις ευρωπαϊκές οδηγίες, διάφορα είδη. Τα διάφορα αυτά είδη είναι:

- § Είδος C₁ με οριζόντια εισαγωγή του αέρα καύσεως και οριζόντια απαγωγή των καπναερίων μέσα από τον εξωτερικό τοίχο. Μια πρόσθετη διαφοροποίηση γίνεται ακόμη, από το αν αυτές οι συσκευές δε διαθέτουν φυσητήρα (C₁₁) ή έχουν έναν φυσητήρα πίσω από τον εναλλάκτηρα θερμότητας (C₁₂) ή έναν φυσητήρα μπροστά από τον καυστήρα(C₁₃).
- § Είδος C₃ με κατακόρυφη εισαγωγή του αέρα καύσεως και κατακόρυφη απαγωγή καπναερίων μέσα από τη στέγη. Και εδώ υπάρχουν συσκευές αερίου με φυσητήρα πίσω από τον εναλλάκτηρα θερμότητας (C₃₂) ή με φυσητήρα μπροστά από τον καυστήρα(C₃₃).
- § Είδος C₄ με εισαγωγή αέρα καύσεως και απαγωγή καπναερίων μέσω καπνοδόχου αέρα-καπναερίων (LAS).
- § Είδος C₅ με αναρρόφηση του αέρα καύσεως μέσα από τον εξωτερικό τοίχο και απαγωγή των καπναερίων μέσα από τη στέγη.
- § Είδος C₆. Σ' αυτά η εισαγωγή του αέρα καύσεως και η απαγωγή των καπναερίων γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή ή σύμφωνα με τους οικοδομικούς κανονισμούς.
- § Είδος C₈. Είναι συσκευές με σύνδεση σε κοινή καπνοδόχο. Η εισαγωγή του αέρα καύσεως γίνεται μέσα από τον εξωτερικό τοίχο.

Στις συσκευές των ειδών C_4 έως C_8 υπάρχουν δύο παραλλαγές σε κάθε είδος, δηλαδή με το δείκτη 2, αν έχει τοποθετηθεί φυσητήρας πίσω από τον εναλλάκτηρα θερμότητας ή με το δείκτη 3 για φυσητήρα μπροστά από τον καυστήρα.

Οι συσκευές αερίου είδους C δεν εξαρτώνται από τον αέρα του χώρου, διότι παίρνουν τον αέρα καύσεως κατευθείαν από την ύπαιθρο και συνδέονται με εγκατάσταση απαγωγής καπναερίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλίο 1^ο : ΣΠΥΡΟΣ ΠΡΕΒΕΖΑΝΟΣ «ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ»

Βιβλίο 2^ο : ΕΤΕ ΘΕΡΜΟΎΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ 3 «ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΙΟΥ»

Βιβλίο 3^ο : ΑΝΤΩΝΗ ΣΑΧΩΛΑΡΙΔΗ «ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ»

Βιβλίο 4^ο : WILLIAM M. JOHNSON «ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΙΟΥ»

Βιβλίο 5^ο : ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΙΟΥΡΟΥ «ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ»

Βιβλίο 6^ο : ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Χ. ΛΕΦΑ – ΒΑΪΟ Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟ «ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ»

Βιβλίο 7^ο : Δ. ΚΑΡΓΑ - Γ. ΚΑΣΙΜΗ – ΑΙΚ. ΝΤΑΣΚΑΓΙΑΝΝΗ «ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ»

