

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΕΣΤΙΑΣΗΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΤΣΙΡΚΟΣ ΕΥΡΙΠΙΔΗΣ (ΑΜ 5349)  
ΤΑΤΑ ΜΑΡΣΕΛ (ΑΜ 5188)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ  
ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ  
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2012



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Ανώτατου Τεχνολογικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στον υπολογισμό, στη μελέτη και εγκατάσταση φυσικού αερίου σε χώρους εστίασης.

Είναι γνωστό ότι πολλοί χώροι εστίασης χρησιμοποιούν με αυξημένο ρυθμό το φυσικό αέριο διότι παρέχει οικονομία σε σχέση με το πετρέλαιο, ρυπαίνει πολύ λιγότερο το περιβάλλον και παρέχει ευκολίες τοποθέτησης και εγκατάστασης.

Στην αρχή αναφέρονται οι συσκευές και οι ιδιότητες τους, όλες οι εφαρμογές του φυσικού αερίου και ο τρόπος εγκατάστασης του, στη συνέχεια αναπτύσσονται μέθοδοι υπολογισμού για την μελέτη και εγκατάσταση του καυσίμου στους χώρους εστίασης.

Ευχαριστούμε θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μας κ. Ανδρέα Γιαννόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολογίας και τον κ. Ηλία Παναγιωτόπουλο, επιστημονικό συνεργάτη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφεραν για την πραγματοποίηση της εργασίας.

Τσίρκος Ευριπίδης

Τάτα Μαρσέλ

Φεβρουάριος 2012



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στη μελέτη και εγκατάσταση Φυσικού αερίου σε χώρους εστίασης το οποίο έχει ποικίλες εφαρμογές για τους επαγγελματίες.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να κατανοηθούν οι εφαρμογές των συσκευών φυσικού αερίου, ο τρόπος υπολογισμού μιας μελέτης εγκατάστασης φυσικού αερίου σε έναν επαγγελματικό χώρο, όπως ένα εστιατόριο, σε ότι αφορά την εκλογή διαμέτρων σωληνώσεων, τον υπολογισμό της πτώσης πίεσης, τα ανοίγματα αερισμού, προσαγωγής αέρα και την απαγωγή καυσαερίων κ.τ.λ.

Η Ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε οχτώ κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται οι θερμαντήρες χώρων, τα είδη των θερμαντήρων χώρων ανακυκλοφορίας συνδεδεμένης λειτουργίας και περιγράφονται αναλυτικά οι λειτουργίες τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται οι μαγειρικές συσκευές αερίου, οι καυστήρες αυτών, ο εξοπλισμός λειτουργίας και ασφάλειας της εγκατάστασης τους και όλες οι ρυθμίσεις τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι επαγγελματικές εφαρμογές, χρησιμοποιώντας θερμαντήρες χώρων ακτινοβολίας και υπέρυθρης φωτεινής ή μη ακτινοβολίας, η ρύθμιση θερμοκρασίας χώρου και η εγκατάστασή τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο υπολογίζεται η πτώση πίεσης σε σωληνώσεις με εξισώσεις, όπως οι πτώση πίεσης για ασυμπιέστη ροή, η πτώση πίεσης σε τοπικές αντιστάσεις και ο πρακτικός προσεγγιστικός υπολογισμός της πτώσης πίεσης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται η εγκατάσταση σωληνώσεων χαμηλής πίεσης, η σύνδεση τους και τα υλικά των σωλήνων που θα χρησιμοποιηθούν για κάθε είδος σωληνώσεων.

Στο έκτο κεφάλαιο δίνεται η εγκατάσταση επαγγελματικών συσκευών, η τροφοδοσία των συσκευών αερίου με αέρα καύσης, δίνεται ο σχεδιασμός εγκαταστάσεων αερισμού και απαγωγής καυσαερίων επαγγελματικών μαγειρείων, περιγράφεται η εγκατάσταση επαγγελματικών διατάξεων κατανάλωσης αερίου και οι εγκαταστάσεις μηχανικής απαγωγής καυσαερίων για συσκευές αερίου με καυστήρα χωρίς ανεμιστήρα.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνονται υπολογισμοί των κλάδων (για κάθε κλάδο ξεχωριστά), των πτώσεων πίεσης στους κλάδους.

Στο όγδοο κεφάλαιο δίνονται τα σχέδια, η πρόοψη, κάτοψη, διάγραμμα συνδέσεων και τα σημεία τοποθέτησης των συσκευών.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.Φυσικό αέριο .....	1
2.Πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου.....	2
3.Συστήματα ασφάλειας κατασκευών και εγκαταστάσεων.....	3
4.Κανονισμοί.....	5

### **1.ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΧΩΡΩΝ..... 7**

1.1 Γενικά .....	7
1.2 Τοπικοί θερμαντήρες .....	7
1.3 Θερμαντήρες χώρων ανακυκλοφορίας .....	9
1.3.1 Είδη θερμαντήρων χώρων ανακυκλοφορίας .....	9
1.3.2 Περιγραφή θερμαντήρων ανακυκλοφορίας.....	15
1.3.3 Λειτουργία θερμαντήρων ανακυκλοφορίας .....	17
1.4 Θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας .....	23
1.4.1 Είδη θερμαντήρων συνδυασμένης λειτουργίας.....	23
1.4.2 Περιγραφή θερμαντήρων συνδυασμένης λειτουργίας.....	25
1.4.3 Λειτουργία θερμαντήρων συνδυασμένης λειτουργίας .....	26

### **2. ΜΑΓΕΙΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΕΡΙΟΥ .....29**

2.1 Γενικά .....	29
2.2 Καυστήρες μαγειρικών συσκευών .....	30
2.3 Εξοπλισμός λειτουργίας και ασφάλειας .....	31
2.3.1 Στοιχείο ρύθμισης .....	31
2.3.2 Ασφάλεια έναυσης .....	32
2.3.3 Διάταξη έναυσης.....	33
2.4 Φούρνος.....	34
2.5 Διεύθυνση λειτουργίας και ρυθμίσεις του φούρνου.....	36

### **3.ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ .....37**

3.1 Γενικά .....	37
3.2 Θερμαντήρες χώρων ακτινοβολίας.....	37
3.2.1 Γενικά .....	37
3.2.2 Θερμαντήρες υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας .....	39
3.2.3 Θερμαντήρες υπέρυθρης μη φωτεινής ακτινοβολίας .....	39
3.2.5 Εγκατάσταση .....	40

### **4.ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ .....43**

4.1 Γενικά .....	43
4.2 Βασικές αρχές.....	43
4.2.1 Νόμος της συνέχειας .....	43
4.2.2 Στρωτή και τυρβώδης ροή .....	44
4.2.3 Η άνωση .....	45
4.3 Πτώση πίεσης για ασυμπίεστη ροή .....	46

4.4 Πτώση πίεσης σε τοπικές αντιστάσεις .....	50
4.5 Πτώση πίεσης για συμπίεστη ροή .....	51
4.6 Πρακτικός προσεγγιστικός υπολογισμός της πτώσης πίεσης .....	52
<b>5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ .....</b>	<b>57</b>
5.1 Γενικά .....	57
5.2 Σωλήνες, στοιχεία μορφής και σύνδεσης και λοιπά στοιχεία .....	58
5.2.1 Ακάλυπτες εξωτερικές σωληνώσεις.....	59
5.2.2 Θαμμένες εξωτερικές σωληνώσεις .....	60
5.2.3 Εσωτερικές σωληνώσεις.....	61
5.2.4 Αγωγοί σύνδεσης για συσκευές αερίου .....	62
5.3 Συνδέσεις σωληνων .....	63
5.3.1 Χαλυβδοσωλήνες .....	64
5.3.4 Λοιπές συνδέσεις χαλυβδοσωλήνων .....	65
5.3.5 Χαλκοσωλήνες.....	65
5.3.6 Σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο.....	66
5.3.7 Σωλήνες από πολυαιθυλένιο .....	66
5.4 Εγκατάσταση των σωληνώσεων .....	66
5.4.1 Γενικά .....	66
5.4.2 Εγκατάσταση των εξωτερικών σωληνώσεων .....	68
5.4.3 Σύνδεση μεταξύ του αγωγού σύνδεσης με τον καταναλωτή ή της εξωτερικής σωληνώσεως και της εσωτερικής σωληνώσεως .....	70
5.4.4 Εγκατάσταση των εσωτερικών σωληνώσεων.....	70
5.5 Προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων.....	76
5.5.1 Βασικές αρχές της διαστασιολόγησης.....	76
5.5.2 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής .....	78
5.5.3 Γενική διαδικασία υπολογισμού .....	79
5.5.4 Τυποποιημένη διαδικασία υπολογισμού.....	82
<b>6.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ .....</b>	<b>93</b>
6.1 Γενικά .....	93
6.2 Εγκατάσταση συσκευών αερίου σε επαγγελματικά μαγειρεία.....	94
6.2.1 Γενικά .....	94
6.2.2 Τροφοδοσία των συσκευών αερίου με αέρα καύσης .....	98
6.2.3 Απαγωγή καυσαερίων .....	99
6.3 Σχεδιασμός εγκαταστάσεων αερισμού και απαγωγής καυσαερίων μαγειρείων	102
6.3.1 Γενικά .....	102
6.3.2 Φυσικός αερισμός.....	103
6.4 Τεχνικές εγκαταστάσεις αερισμού.....	104
6.4.1 Γενικά .....	104
6.4.2 Περιορισμοί και συστάσεις.....	105
6.4.3 Βάσεις σχεδιασμού .....	105
6.4.4 Υπολογισμοί παροχών .....	106
6.4.5 Τεχνικές απαιτήσεις.....	107
6.4.6 Ρύθμιση και έλεγχος .....	111
6.5 Θέση σε λειτουργία - συντήρηση .....	111
6.6 Εγκατάσταση επαγγελματικών διατάξεων κατανάλωσης αερίου .....	111
6.6.1 Γενικά .....	111
6.6.2 Αερισμός του χώρου εγκατάστασης .....	112
6.6.3 Απαγωγή καυσαερίων .....	113
6.6.4 Εγκαταστάσεις μηχανικής απαγωγής καυσαερίων για συσκευές αερίου με καυστήρα χωρίς ανεμιστήρα.....	115



<b>7.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ</b> .....	<b>121</b>
7.1 Κλάδοι σωληνωσεων .....	121
7.1.1 Κλάδος 1.2.....	121
7.1.2 Κλάδος 2.3.....	124
7.1.3 Κλάδος 3.4.....	126
7.1.4 Κλάδος 3.5.....	128
7.1.5 Κλάδος 2.6.....	131
7.1.6 Κλάδος 6.7.....	133
7.1.7 Κλάδος 6.8.....	136
7.1.8 Κλάδος 8.9.....	138
7.1.9 Κλάδος 9.10.....	140
7.1.10 Κλάδος 10.11.....	143
7.1.11 Κλάδος 12.13.....	145
7.1.12 Κλάδος 12.14.....	147
7.1.13 Κλάδος 9.15.....	150
7.1.14 Κλάδος 15.16.....	152
7.1.15 Κλάδος 15.17.....	154
7.1.16 Κλάδος 15.18.....	156
7.1.17 Κλάδος 18.19.....	159
7.1.18 Κλάδος 18.20.....	161
7.1.19 Κλάδος 8.21.....	163
7.2 Πτώση πίεσης στους κλάδους .....	166
7.2.1 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.4.....	166
7.2.2 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.4.....	166
7.2.3 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.7.....	166
7.2.4 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.11.....	166
7.2.5 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.16.....	166
7.2.6 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.17.....	166
7.2.7 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.19.....	166
7.2.8 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.20.....	166
7.2.9 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.21.....	167
7.3 Δυσμενέστερος κλαδος .....	167
7.4 Υπολογισμός προσαγωγής αέρα καύσης.....	167
7.5 Υπολογισμός εγκατάστασης απαγωγής καυσαερίων .....	168
7.5.1 Απαγωγής καυσαερίων στο χώρο της κουζίνας .....	168
<b>8.ΣΧΕΔΙΑ</b> .....	<b>173</b>
8.1 Πρόοψη .....	173
8.2 Κάτοψη α΄ .....	174
8.3 Διάγραμμα συνδεσεων.....	172
8.4 Σημεία τοποθέτησης συσκευών.....	176
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>175</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1</b> .....	<b>1776</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2</b> .....	<b>183</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3</b> .....	<b>187</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>191</b>



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο είναι ένα μείγμα από υδρογονάνθρακες σε αέρια μορφή και αποτελείτε κυρίως από μεθάνιο, προπάνιο, και βουτάνιο. Το βρίσκουμε στο υπέδαφος πέρα από τα τρία χιλιόμετρα. Εξάγεται από φυσικές κοιλότητες υπόγειες ή υποθαλάσσιες όχι και τόσο καθαρό. Τα υπολείμματα από φυτική και ζωική ύλη που βρέθηκαν κάποτε στην επιφάνεια της γης εξαιτίας διαφόρων γεωλογικών ανακατατάξεων υποχώρησαν και θάφτηκαν στο εσωτερικό της γης για πολύ καιρό κάτω από τεράστιους τόνους λάσπης και άλλων ιζημάτων, που άσκησαν μεγάλη πίεση. Η θερμοκρασία και η πίεση έχουν ως αποτέλεσμα να σπάζουν οι δεσμοί μεταξύ των ατόμων άνθρακα της ζωικής και φυτικής ύλης για να παραχθεί το θερμογενές μεθάνιο.

Φυσικό αέριο παράγεται επίσης όταν η ύλη που προέρχεται από διάφορους ζωντανούς οργανισμούς διασπάται με τη μεσολάβηση των μεθανιογόνων μικροοργανισμών που προκύπτει μεθάνιο. Αυτοί οι μικροοργανισμοί απαντώνται κοντά στην επιφάνεια της γης όπου έχουμε έλλειψη οξυγόνου αλλά και στο πεπτικό σύστημα των περισσότερων ζώων. Ένας τρίτος τρόπος παραγωγής του ενεργείται μέσω αβιογενών διαδικασιών. Πολύ βαθιά κάτω από την επιφάνεια της γης υπάρχουν αέρια πλούσια σε υδρογόνο και μόρια άνθρακα και καθώς ανέρχονται προς την επιφάνεια συναντώντας διάφορα μεταλλικά στοιχεία, παράγεται πρώτα άζωτο, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, αργό, νερό και στη συνέχεια κάτω από την επίδραση της τεράστιας πίεσης δίνουν τελικά και μεθάνιο. Το ελαφρύ αυτό αέριο ανεβαίνει προς τα επάνω και τελικά βγαίνει στην ατμόσφαιρα. Εκτός αν συναντήσει τα κατάλληλα πετρώματα, κυρίως πορώδες σχιστόλιθους, όπου εγκλωβίζεται και μένει εκεί. Έτσι ύστερα από έρευνες ειδικών το ανακαλύπτουμε. Τα μεγαλύτερα αποθέματα φυσικού αερίου (σύμφωνα με τις μέχρι τώρα ανακαλύψεις) βρίσκονται στις χώρες τις πρώην Σοβιετικής ένωσης, στη μέση ανατολή, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, στη Βενεζουέλα, στην Αλγερία και στη Νιγηρία.

Η μεταφορά του είναι εφικτή μέσω χερσαίων αγωγών και υποθαλασσιών αγωγών ή μεταφέρεται με ειδικά πλοία. Καθαρίζεται από ανεπιθύμητες για αυτό ουσίες (νερό, άζωτο, υδρόθειο, υδράργυρο και υδρογόνο). Διαλύεται μέσω μιας σειράς κολόνων κλασματικής απόσταξης ώστε να διαχειριστή το μεθάνιο από τους άλλους υδρογονάνθρακες  $C_2$   $C_3$   $C_4$  και  $C_5$ .

Επειδή στο εσωτερικό της γης βρίσκεται υπό πίεση, μια ποσότητα από το απόθεμα ανεβαίνει εύκολα στην επιφάνεια όπου επικρατεί σίγουρα μικρότερη ατμοσφαιρική πίεση. Από εκεί προσλαμβάνεται σε σωλήνες μικρής διαμέτρου και υπό χαμηλή πίεση οδηγείται σε κοντινή μονάδα προκειμένου να υποστεί μια πρώτη επεξεργασία για να απαλλαγεί από τις ανεπιθύμητες προσμίξεις. Στην περίπτωση των μεγάλων αποθεμάτων της Κεντρικής Ασίας αυτές οι εργασίες γίνονται επί τόπου

και φυσικά εκεί κρατιούνται οι αρκετά οι αρκετά χαμηλές προσμίξεις. Το καθαρό πια φυσικό αέριο θα ταξιδέψει εύκολα ως τα σύνορα μας σε αγωγούς με διάμετρο από 6 ίντσες ως 48 ίντσες και με πίεση από 200 psi 1500 psi που ελαττώνει τον όγκο κατά 600 φορές. Ενδιάμεσα σε αποστάσεις από 64 ως και 160 χιλιόμετρα παρεμβάλλονται σταθμοί για τη διατήρηση της πίεσης στο επιθυμητό επίπεδο. Στους αυτούς υπάρχουν στροβιλοκινητήρες που συμπιέζουν το αέριο ενώ την απαραίτητη για την κίνηση τους ενέργεια αντλούν καίγοντας λίγο από το ίδιο αέριο. Σε μερικούς σταθμούς υπάρχουν ειδικοί κινητήρες που καίγοντας λίγο αέριο παράγουν ηλεκτρισμό εξασφαλίζοντας ενέργεια για τη λειτουργία του σταθμού. Στους σταθμούς υπάρχουν επίσης μετρητές για την ποσότητα αερίου που διέρχεται και ειδικοί διαχωριστές υγρών που αφαιρούν υδρατμούς και άλλες προσμίξεις από το αέριο. Ενδιάμεσα στους αγωγούς υπάρχουν και βαλβίδες που λειτουργούν σαν δικλείδες ασφαλείας και έχουν την δυνατότητα να κλείσουν απομονώνοντας ένα τμήμα του αγωγού προκειμένου να γίνουν με ασφάλεια οι εργασίες συντήρησης και αντικατάστασης. Όλα παρακολουθούνται από μακριά με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών στους μεγάλους σταθμούς ελέγχου. Τις πληροφορίες συλλέγουν ειδικοί αισθητήρες τοποθετημένοι κατά μήκος του αγωγού αλλά και οι ρομποτικοί μηχανισμοί επάνω σε ρόδες που μπορούν να κινηθούν μέσα στον αγωγό και να εξετάζουν την κατάσταση του.

Τα κύρια τμήματα του δικτύου μεταφοράς του φυσικού αερίου είναι, α) ο αγωγός μεταφοράς, β) οι σταθμοί μέτρησης και μείωσης της πίεσης, γ) ο σταθμός συμπίεσης, δ) οι κλάδοι πριν τις πόλεις και τις βιομηχανικές περιοχές, ε) τα συστήματα ελέγχου, τηλεχειρισμού και τηλεπικοινωνιών, στ) οι σταθμοί καθοδικής προστασίας

Δεν είναι βιομηχανικό προϊόν και όταν καίγεται εκπέμπει ελάχιστες ποσότητες στερεών σωματιδίων λιγότερο μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα από το πετρέλαιο και καθόλου διοξείδιο του θείου. Αποτελεί τη λιγότερο ρυπογόνο πηγή ενέργειας που υπάρχει σήμερα. Είναι μη τοξικό, άοσμο, άχρωμο και δεν διαλύεται στο νερό. Για την αποφυγή κινδύνων από πιθανή διαρροή προσδίδεται οσμή για να αντιλαμβάνεται. Λόγο της μη τοξικότητας δεν υπάρχει ο κίνδυνος δηλητηρίασης από την εισροή του. Καίγεται κατά την αντίδραση  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 809\text{Kj}$ , α) Σημείο τήξης  $-182,5^\circ\text{C}$ , β) Σημείο βρασμού  $-161,5^\circ\text{C}$ , γ) Κρίσιμη θερμοκρασία  $-82,25^\circ\text{C}$ , δ) Θερμότητα καύσης  $13.300\text{kcal/kg}$ , ε) διαλυτότητα στο  $\text{H}_2\text{O}$  (1atm,  $17^\circ\text{C}$ )  $\rightarrow 35\text{gr/m}^3$ .

Το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και σε περίπτωση διαρροής διαφεύγει εύκολα. Η σχετική πυκνότητα του είναι  $d_{\text{σχετική}}=0,55$ , ενώ του υγραερίου είναι  $d_{\text{σχετική}}=1,55$ . Παρατηρούμε ότι το υγραέριο αέριο είναι πολύ πιο ακύνδυνο.

Οι εφαρμογές που χρησιμοποιείται το φυσικό αέριο είναι α) κεντρική και αυτόνομη θέρμανση, β) παραγωγή ζεστού νερού, γ) παραγωγή ατμού, δ) ξήρανση, ε) βιομηχανικές εφαρμογές, στ) κλιματισμός ψύξη-θέρμανση, ζ) συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας.

## 2.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο είναι καύσιμο υψηλής καθαρότητας και αποτελεί την πλέον ευγενή συμβατική πηγή ενέργειας σε πρωτογενή μορφή. Είναι οι πιο κατάλληλη να αντικαταστήσει την ηλεκτρική ενέργεια σε πολλές χρήσεις της καθημερινής ζωής όπου η ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται για θερμικό έργο.

Σε σύγκριση με το πετρέλαιο έχει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη, εξασφαλίζει καλύτερη ποιότητα καύσης, μεγαλύτερο βαθμό θερμικής απόδοσης εστίας (μέχρι και 10%) και δεν απαιτεί αποθήκευση στο χώρο χρήσης αφού διανέμεται με δύκτιο. Έχει βασικό πλεονέκτημα ότι τα καυσαέρια του έχουν τις λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα καυσαέρια όλων των συμβατικών καυσίμων οικιακής και βιομηχανικής χρήσης. Η χρησιμοποίηση του σε χώρους εστίασης, κεντρικές θερμάνσεις, βιομηχανίες και βιοτεχνίες θα προστατεύσει πρώτα από όλα την υγεία μας ενώ θα προστατευθούν αποτελεσματικά και τα μνημεία της πολιτιστικής μας κληρονομιάς.

Τα οικολογικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου είναι, α) καμιά διεργασία μετατροπής του, β) μεταφορά στη ξηρά μέσα στο έδαφος, γ) μη δηλητηριώδεις για το έδαφος και τα ύδατα, δ) σχεδόν καθαρό από θείο, ε) καθαρό από οργανικό συνδεδεμένο άζωτο, στ) δεν περιέχει σκόνη και βαρέα μέταλλα, ζ) η καύση του δεν παράγει βλαβερές ουσίες, η) καύση με σχετικά χαμηλή παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, θ) καύση χωρίς παραγωγή αιθάλης, ι) κανένα πρόβλημα επεξεργασίας καυσαερίων.

Άλλα πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου είναι, α) η πλήρης αναμειξιμότητα με τον αέρα καύσης, β) η αυτοματοποίηση και η προσαρμογή στις अपέμενες συνθήκες λειτουργίας, γ) η σταθερότητα των προκαθορισμένων ρυθμίσεων, δ) η ομοιομορφία κατά την θέρμανση, ε) οι επιφάνειες συναλλαγής της θερμότητας είναι πιο καθαρές λόγω έλλειψης επικαθίσεων τέφρας και καπνιάς, στ) έχουμε λιγότερες απώλειες θερμότητας στην καμινάδα λόγω περίσσειας αέρα και γίνεται χρήση εναλλακτών για ανάκτηση θερμότητας επειδή αυτές δεν διαβρώνονται από τις εκπομπές οξειδίων του θείου, ζ) επιταχύνεται μεγαλύτερος ολικός συντελεστής μετάδοσης της θερμότητας.

Όσον αφορά τα οικονομικά στοιχεία το φυσικό αέριο είναι αρκετά πιο φτηνό από το πετρέλαιο (περίπου 20% με 30%). Επίσης η προμήθεια του και η διανομή εντός της επιχείρησης ως τα σημεία κατανάλωσης απαιτεί λιγότερο κόστος και χρόνο καθώς δεν απαιτούνται διαδικασίες παραγγελίας και παραλαβής. Ακόμα δεν υπάρχουν δεξαμενές αποθήκευσης ούτε απαιτείται η προθέρμανση του. Η καθαρή καύση του φυσικού αερίου εξασφαλίζει μειωμένη συντήρηση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Αυτό συνεπάγεται επίσης μειωμένο κόστος.

Επίσης η διαφορά του φυσικού αερίου είναι ότι βρίσκεται υπό εξέλιξη καθώς μεθάνιο παράγεται πολύ εύκολα, όχι μόνο καίγοντας και τα σκουπίδια μας, αλλά διότι ανακαλύπτουμε συνεχώς νέα κοιτάσματα.

### **3.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

Στην εισαγωγή αυτής της μελέτης θεωρούμε απαραίτητο να μιλήσουμε για την ασφάλεια της εγκατάστασης φυσικού αερίου καθώς οι άνθρωποι το μπερδεύουν με το υγραέριο. Οι καταναλωτές για αυτό το λόγο είναι ιδιαίτερα επιφυλακτικοί.

Τα ατυχήματα που οφείλονται στο φυσικό αέριο έπεται από στατιστικές μελέτες που αφορούν τις περιπτώσεις καυσίμων βρίσκεται στην τελευταία θέση της κατηγορίας ως το πιο ακύνδινο.

Τα διάφορα συστήματα του φυσικού αερίου όπως οι αγωγοί μεταφοράς, τα δύκτια κατανομής, τα δύκτια εσωτερικών εγκαταστάσεων κτιρίων και κατοικιών, οι συσκευές αερίου όλων των ειδών εφόσον δεν παρουσιάζουν διαρροές παρέχουν ασφάλεια. Προϋπόθεση για αυτό είναι η κατασκευή και η λειτουργία τους να γίνεται

με τις πλέον υπάρχον προδιαγραφές, είτε αυτές έχουν νομοθετική ισχύ είτε τεχνική. Η πίστη εφαρμογή τους είναι αυτονόητη και υποχρεωτική για κάθε μηχανικό και τεχνικό.

Οι διαφυγές του φυσικού αερίου είναι διαρροές μικρής έκτασης και κατά κανόνα αντιμετωπίζονται έγκαιρα όταν η επιτήρηση και συντήρηση είναι αδιάλειπτη και συνεχείς από τον ειδικό αλλά και από τον χρήση-καταναλωτή στο βαθμό που συμβατικά και νομοθετικά του αναλογεί.

Οι διαρροές γίνονται επικίνδυνες όταν οδηγήσουν σε διάχυση του αερίου δηλαδή σε τοπικές συγκεντρώσεις από 5% έως 14% κατά όγκο, όπου το πρώτο ποσοστό είναι το όριο έκρηξης. Αυτανάφλεξη προκαλείτε σε αυτές τις περιεκτικότητες όταν η θερμοκρασία του μίγματος αερίου και αέρα υπερβεί τους 640<sup>0</sup>C. Τα υγραέρια που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας είναι πιο επικύνδινα αφού οριακά ποσοστά έναυσης και έκρηξης είναι για το βουτάνιο 1,8% και 8,5% και για το προπάνιο 2,1% και 9,5% κατά όγκο αντίστοιχα. Επιπλέον οι θερμοκρασίες αυτανάφλεξης είναι 460<sup>0</sup>C και 470<sup>0</sup>C, δηλαδή χαμηλότερες του φυσικού αερίου. Επιπρόσθετα είναι βαρύτερα από αέριο και έτσι παραμένουν κοντά στο έδαφος με κίνδυνο εγκλωβισμού σε υπόγειους χώρους όπου γίνονται δύσκολα αντιληπτά.

Οι εγκαταστάσεις γίνονται από επαγγελματίες τεχνικούς και οι συσκευές χρήσεις είναι όλες εφοδιασμένες με συστήματα ασφάλειας για κάθε απρόβλεπτο. Η μελέτη, η εγκατάσταση, και η συντήρηση του δικτύου γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό και υλικά που πληρούν τις προδιαγραφές των ισχυόντων κανονισμών. Πριν την παράδοση της εγκατάστασης γίνονται έλεγχοι αντοχής και στεγανότητας και η τελική έγκριση για τη λειτουργία της εγκατάστασης φυσικού αερίου δίνεται ύστερα από τον έλεγχο για την εφαρμογή των απαιτούμενων προδιαγραφών η εταιρία παροχής αερίου.

Η Ελλάδα είχε το μειονέκτημα να καθυστερήσει πολλά χρόνια για να το δεχτεί. Αυτό ωστόσο προσέφερε τη δυνατότητα να το υποδεχτεί με τις πιο αυστηρές προδιαγραφές σε ότι αφορά τα θέματα ασφάλειας γιατί εξετάστηκε κάθε πρόβλημα που παρουσιάστηκε στις άλλες χώρες που το χρησιμοποιούν επί δεκαετίες ολόκληρες ενώ εκμεταλλεύτηκε και την τεχνογνωσία, που στο μεταξύ έχει εξελιχθεί συμπεριλαμβάνοντας τις εμπειρίες της έως τώρα χρήσης του.

Η διανομή του φυσικού αερίου εντός των πόλεων για λόγους ασφάλειας επιβάλλει α) τη χρήση σωλήνων μικρών διαμέτρων οι οποίοι είναι λιγότερο εκτεθειμένοι σε παρεμβάσεις και πιθανές βλάβες που μπορούν να προκαλέσουν τρίτοι. Επιπλέον οι χρησιμοποιούμενοι χαλύβδινοι σωλήνες, λόγω της μικρής διαμέτρου τους είναι σωλήνες χωρίς ραφή και συνεπώς με καλύτερη συμπεριφορά στις καταπονήσεις, β) Απαιτείται μικρότερο μήκος δικτύου για τη τροφοδοσία μιας περιοχής και λιγότερες επίγειες εγκαταστάσεις που είναι και οι μόνες εκτεθειμένες σε κοινή θέα. Επιπλέον λόγω του μικρότερου μήκους του δικτύου οι επεμβάσεις σε περίπτωση βλαβών θα είναι αμεσότερες. γ) Στην τυχόν διαρροή στην πίεση αυτή ακούγεται έντονο σφύριγμα, δεν είναι έρπουσα και συνεπώς είναι ευκολότερος ο εντοπισμός της είτε κατά την τακτική επιθεώρηση, είτε κατά την έρευνα σε έκτακτες περιπτώσεις, δ) Η Δ.Ε.Π.Α αποφάσισε όλοι οι σωλήνες του δικτύου να είναι συγκολλητή με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη ελαστικότητα στο σύστημα σε έκτακτες καταστάσεις όπως οι σεισμοί, ε) επιπλέον οι συγκολλήσεις των σωλήνων ελέγχονται ραδιογραφικά για τα χαλύβδινα δύκτια και με την υιοθέτηση της σύγχρονης τεχνολογίας της ηλεκτροσύντηξης για τα δύκτια πολυαιθυλενίου. Οι έλεγχοι αυτοί εκμηδενίζουν ουσιαστικά την πιθανότητα ατυχήματος. στ) Τέλος σε όλη τη διαδρομή του δικτύου αλλά και σε όσες επιχειρήσεις και νοικοκυριά αποφασίσουν να βάλουν φυσικό αέριο υπάρχουν μετρητές με αυτόματα συστήματα τα οποία διακόπτουν την παροχέτευση υπερπίεσης και υποπίεσης στο δύκτιο και υψηλού ρυθμού ροής εντός

των εγκαταστάσεων των καταναλωτών. Δηλαδή σε οποιοδήποτε περίπτωση βλάβης ή έκτακτου περιστατικού όπως σεισμός τα ευαίσθητα ηλεκτρονικά όργανα θα αποφασίζουν και θέτουν αυτομάτως εκτός δικτύου ολόκληρες περιοχές ή ένα οικοδομικό τετράγωνο.

Οι καταναλωτές από την πλευρά τους είναι υποχρεωμένοι να τηρούν κάποιες προδιαγραφές όπως, α) τα λεβητοστάσια πρέπει να αερίζονται και να μην υπάρχει τεχνικός εξαερισμός, β) τα ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής του αέρα πρέπει να διατηρούνται συνεχώς και πλήρως ανοιχτά ενώ ο προσαγόμενος αέρας πρέπει να έρχεται από το ύπαιθρο, γ) επίσης στην επιχείρηση στην οποία καταναλώνεται φυσικό αέριο λαμβάνονται μέτρα πυροπροστασίας που προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία, δ) τέλος ο καταναλωτής της επιχείρησης είναι υποχρεωμένος να ενημερώσει την πυροσβεστική υπηρεσία ότι συνδέθηκε η επιχείρηση του με φυσικό αέριο.

Σε ότι αφορά τις εγκαταστάσεις του εθνικού συστήματος μεταφοράς φυσικού αερίου η μελέτη και η κατασκευή τους έχει γίνει σύμφωνα με τους κανονισμούς που ελαχιστοποιούν το ενδεχόμενο αστοχίας τόσο για τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι την Αττική, όσο και για τις κρουγενικές εγκαταστάσεις και δεξαμενές υγροποιημένου φυσικού αερίου στη νήσου Ρεθύμνουσα. Στις παραπάνω κατασκευές, οι τεχνικές προδιαγραφές είναι ιδιαίτερα σχολαστικές, επειδή η κατασκευή πρέπει να αποκλείει της ταχύτητας αεριοποίησης του έτσι της αύξησης του όγκου του κατά 600 φορές περίπου.

Παρά την πληρότητα των παραπάνω κατασκευών και εγκαταστάσεων υπάρχει η ανησυχία των καταναλωτών για ενδεχόμενη αστοχία από πλημμελή επιτήρηση αλλά και από φυσικές καταστροφές όπως πυρκαγιές, σεισμοί και πλημμύρες. Αυτές αποτελούν κίνδυνο ευρείας κλίμακας για όλες τις τεχνικές εγκαταστάσεις. Όμως η Διεθνή εμπειρία έχει δείξει ότι οι ζημιές και οι συνέπειες φυσικών καταστροφών στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου είναι παρόμοιας έκτασης με αυτές των υπολοίπων τεχνικών υποδομών. Τα εσωτερικά δίκτυα εξαρτώνται από τη συμπεριφορά και την αυθεντικότητα των κτιρίων κατά το σεισμό, ενώ ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην ποιότητα των εγκαταστάσεων σύνδεσης με τους καταναλωτές.

Ακόμα και σκεπτόμενοι τα παραπάνω η ίδια η εμπειρία της ζωής μας έχει δείξει ότι οι εγκαταστάσεις που πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς, σε περίπτωση σεισμών, πυρκαγιάς και οποιοδήποτε ανεπιθύμητου φαινομένου φυσικού ή μη φυσικού, οι κατασκευές και οι εγκαταστάσεις φυσικού αερίου είναι ιδιαίτερα ασφαλής και δεν παρουσιάστηκαν σοβαρές συνέπειες για τη ζωή του ανθρώπου.

#### **4.ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Η μελέτη γραμμής εσωτερικής εγκατάστασης φυσικού αερίου πραγματοποιείται σύμφωνα με τον: α) κανονισμό εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar-ΦΕΚ 963/Β/15-7-03, β) κανονισμό εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας άνω των 50 mbar και μέγιστη πίεση λειτουργίας έως και 16 bar, γ) με το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1775 "Διανομή Αερίου. Σωληνώσεις αερίου για κτίρια MOP 5 bar. Γενικές λειτουργικές υποδείξεις", με τον Γερμανικό κανονισμό Technische Regein for Gas-Installationen DVGW-TRGI, 1986, με το TOTEE 2471/86: Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Διανομή καυσίμων αερίων και το ΠΔ.71/88 κανονισμός πυροπροστασίας κτιρίων.





# 1.ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΧΩΡΩΝ

## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για τη θέρμανση χώρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε τοπικά, είτε κεντρικά συστήματα θέρμανσης με καύση αερίου. Τοπικά συστήματα θέρμανσης με καύση αερίου είναι, α) οι τοπικοί θερμαντήρες συναγωγής και β) οι θερμαντήρες άμεσης ακτινοβολίας.

Οι τοπικοί θερμαντήρες συναγωγής, τους οποίους θα μπορούσαμε να αποκαλούμε και θερμάστρες αερίου, έχουν εφαρμογή σε κατοικίες, γραφεία και χώρους ανάλογης χρήσης. Οι θερμαντήρες ακτινοβολίας έχουν εφαρμογή σε βιομηχανίες, εργαστήρια, γκαράζ κ.λ.π και θα εξετασθούν στο κεφάλαιο 3.

Στα κεντρικά συστήματα θέρμανσης το αέριο καίγεται σε μια συσκευή είτε θερμαίνοντας αέρα ή νερό είτε παράγοντας ατμό. Η θέρμανση αέρα γίνεται σε αερολέβητες και αυτός διανέμεται μέσω αεραγωγών. Η θέρμανση νερού μπορεί να γίνει, σε λέβητες αερίου (ανάλογους προς τους λέβητες πετρελαίου), σε ειδικούς λέβητες αερίου, σε θερμαντήρες χώρων ανακυκλοφορίας και σε θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας.

Το θερμαινόμενο νερό διανέμεται μέσω δικτύου σωληνώσεων σε θερμαντικά στοιχεία, όπως κοινά θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, θερμαντικά στοιχεία πλακών με ή χωρίς πτερύγια (πάνελ) και θερμαντικά στοιχεία συναγωγής (κονβέκτορες με ανεμιστήρα (fan-coil) ή χωρίς ανεμιστήρα).

Η παραγωγή ατμού γίνεται σε ατμολέβητες. Ο ατμός διανέμεται μέσω δικτύου σωληνώσεων σε θερμαντικά στοιχεία, σχεδόν πάντοτε σε θερμαντικά στοιχεία συναγωγής με ανεμιστήρα (αερόθερμα), ενώ τα συμπυκνώματα επιστρέφονται στον ατμολέβητα με ξεχωριστό δίκτυο συμπυκνωμάτων.

Θα ασχοληθούμε μόνο με την περιγραφή και την ανάλυση των ιδιοτήτων των συσκευών καύσης αερίου και όχι με την εξέταση των συστημάτων θέρμανσης. Αυτή αφορά την Τεχνική των θερμάνσεων και του κλιματισμού.

## 1.2 ΤΟΠΙΚΟΙ ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ

Οι τοπικοί θερμαντήρες είναι συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση μεμονωμένων χώρων, όπως χώροι σε υπόγεια και χώροι οικιακών εργασιών (π.χ πλυσταριό). Σπανίως εγκαθίστανται πολλοί μαζί για τη θέρμανση μονοκατοικιών ή διαμερισμάτων, επειδή το κόστος τους είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με κεντρικό σύστημα, χρησιμοποιούνται επίσης για τη θέρμανση μαγαζιών, όπου υπάρχουν μεγάλα διαστήματα διακοπής της θέρμανσης, ιδίως αν στο ίδιο κτίριο υπάρχουν και κατοικίες.

Ομοίως χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση εκθεσιακών χώρων, χώρων συναθροίσεων, εργαστηρίων κλπ. Έχουν τα πλεονεκτήματα ότι δεν κινδυνεύουν από παγετό, είναι πάντοτε έτοιμοι για λειτουργία, χρειάζονται μικρό χρόνο προθέρμανσης (μεταβατική κατάσταση) και η ισχύς τους ρυθμίζεται εύκολα.

Αποδίδουν περίπου 75 έως 85% της ισχύος τους με συναγωγή και το υπόλοιπο με ακτινοβολία. Τα ποσοστά, βέβαια, μεταβάλλονται ανάλογα προς την κατασκευαστική διαμόρφωση.

Είναι συσκευές με ατμοσφαιρικό καυστήρα όλων των οικογενειών. Διαθέτουν συνήθως διάταξη πιεζοηλεκτρικής έναυσης. Ο εξοπλισμός λειτουργίας περιλαμβάνει θερμοηλεκτρική ασφάλεια έναυσης. Έχουν δυνατότητα συνεχούς ρύθμισης της ισχύος και αυτοματισμό με ενσωματωμένο αυτόματο θερμοστάτη. Η ρύθμιση μπορεί να γίνεται με το χέρι, ημιαυτόματα ή αυτόματα.

Οι τοπικοί θερμαντήρες αερίου κατασκευάζονται κατ' αναλογία με δυνατότητα απαγωγής των καυσαερίων α) μέσω σύνδεσης με καπνοδόχο, εικόνα 1.2, β) μέσω εξωτερικού τοίχου, (εικόνα 1.4), και γ) μέσω σύνδεσης με σύστημα αέρα-καυσαερίων.

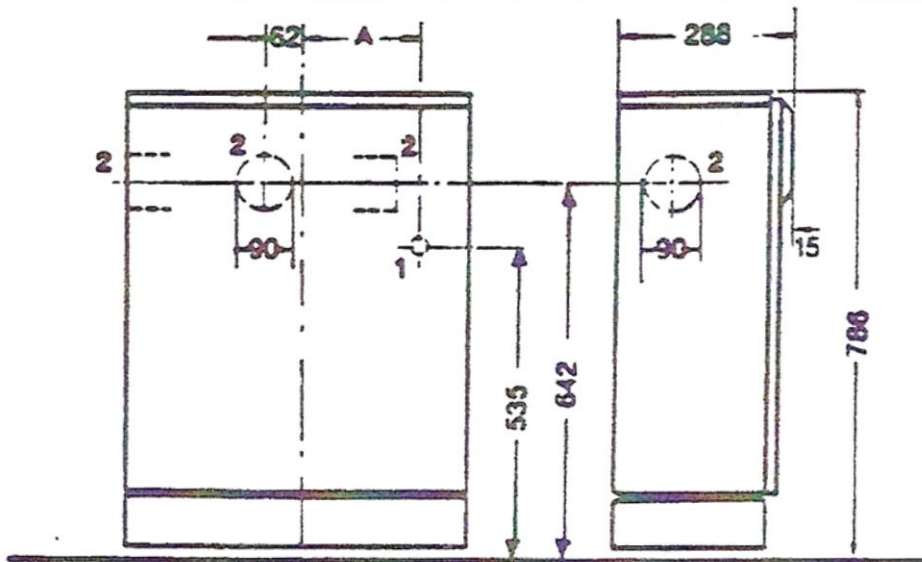
Οι τοπικοί θερμαντήρες με σύνδεση με καπνοδόχο λαμβάνουν συνήθως τον αναγκαίο αέρα καύσης από το χώρο εγκατάστασης, οπότε υπάρχει απαίτηση για χώρο, όπως θα δούμε στο κεφάλαιο περί εγκαταστάσεων, και απάγουν τα καυσαέρια μέσω της καπνοδόχου.

Οι τοπικοί θερμαντήρες με σύνδεση εξωτερικού τοίχου συνήθως είναι κλειστού θαλάμου καύσης, οπότε αναρροφούν τον αέρα καύσης από έξω και έτσι δεν υπάρχει σύνδεση θαλάμου καύσης και αέρα του θερμαινόμενου χώρου, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει απαίτηση για τον όγκο του χώρου ή ύπαρξη καπνοδόχου. Έτσι προτιμούνται όπου υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικού τοίχου. Πρέπει όμως να δίνεται μεγάλη προσοχή στη θέση εγκατάστασής τους σε σχέση με παράθυρα, στόμια αναρρόφησης φρέσκου αέρα κ.λ.π., όπως θα αναλυθεί στο κεφάλαιο περί εγκαταστάσεων. Η ενδεικτική εγκατάσταση της (εικόνας 1.2) είναι λανθασμένη, αν ο θερμαντήρας τοποθετηθεί ακριβώς κάτω από το παράθυρο.

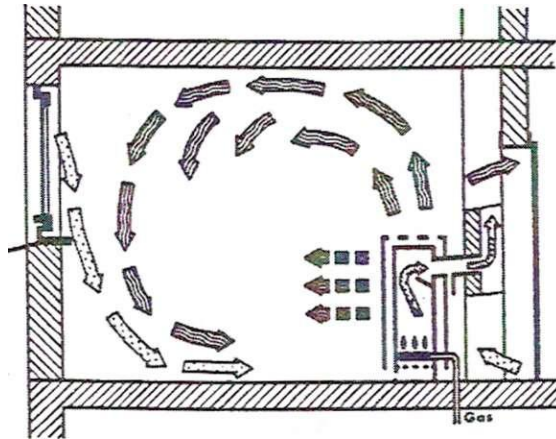
Οι τοπικοί θερμαντήρες με σύνδεση με σύστημα αέρα-καυσαερίων έχουν κλειστό θάλαμο καύσης. Μέσω του συστήματος αέρα-καυσαερίων αναρροφούν τον αέρα καύσης και αποβάλλουν τα καυσαέρια. Έτσι είναι ανεξάρτητες από τον αέρα του χώρου και από εξωτερικό τοίχο. Φυσικά η κατασκευή αυτή είναι ακόμη άγνωστη στη χώρα μας. Πιστεύουμε, όμως, ότι πρέπει να γίνει γνωστή και να διαδοθεί η εφαρμογή της σε νέες κατασκευές πολυκατοικιών, επειδή αποτελεί την αποτελεσματικότερη λύση, ιδίως σε πυκνοδομημένες πόλεις, καθ' όσον λύνει συγχρόνως τα προβλήματα προσαγωγής αέρα καύσης και απαγωγής καυσαερίων.

### 1.3 ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΧΩΡΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

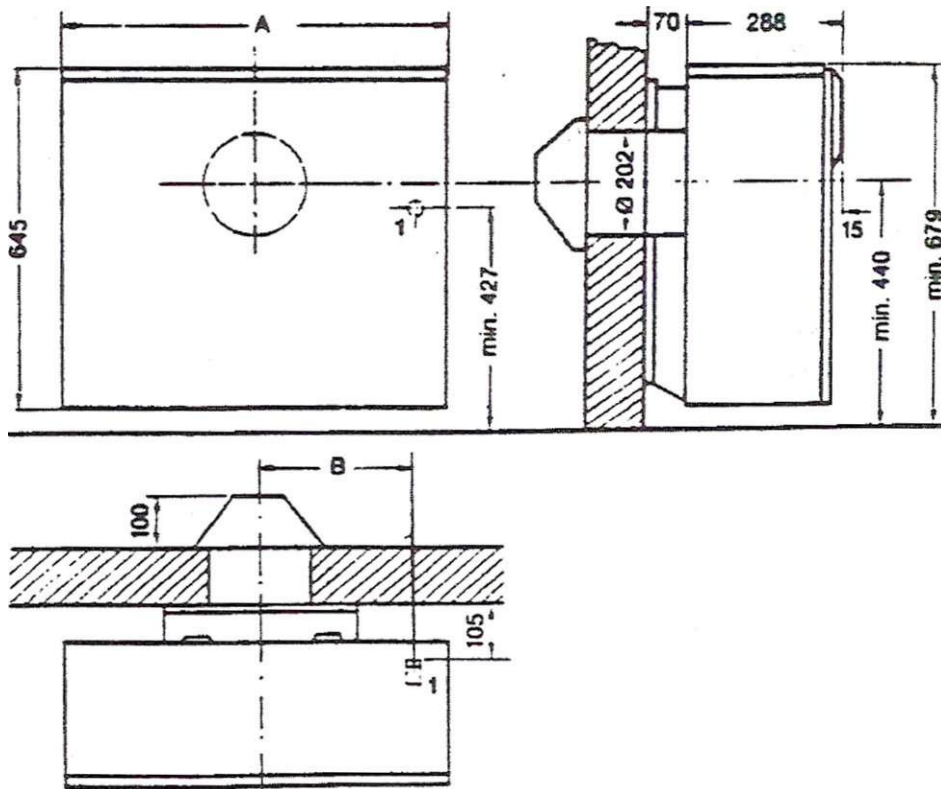
#### 1.3.1 Είδη θερμαντήρων χώρων ανακυκλοφορίας



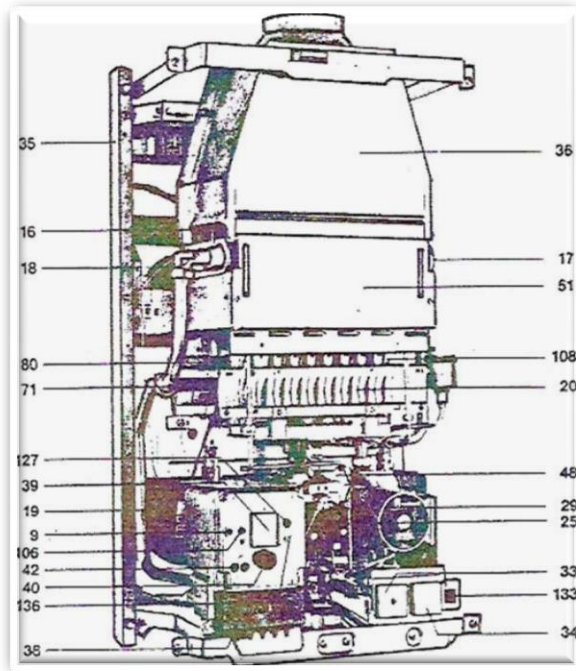
Εικόνα 1.1 Ενδεικτικές διαστάσεις τοπικού θερμαντήρα με καπνοδόχο



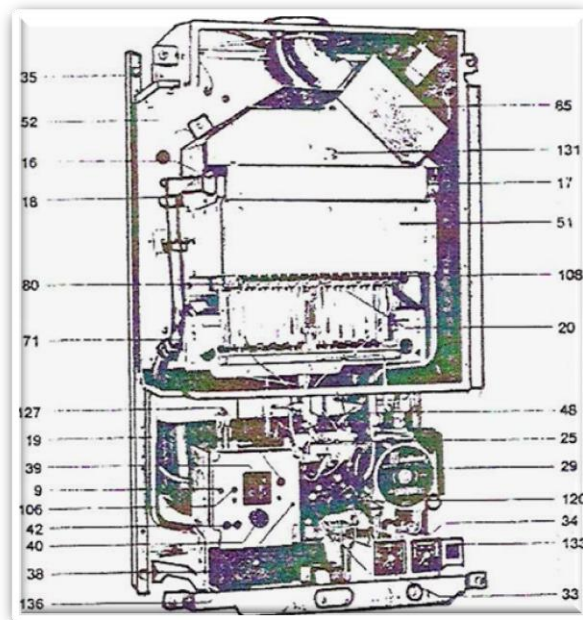
**Εικόνα 1.2** Ενδεικτική εγκατάσταση τοπικού θερμαντήρα-σύνδεση καπνοδόχου



**Εικόνα 1.3** Ενδεικτικές διαστάσεις τοπικού θερμαντήρα με σύνδεση εξωτερικού τοίχου



**Εικόνα 1.4** Θερμαντήρες χώρων ανακυκλοφορίας με ασφάλεια ροής.



**Εικόνα 1.5** Θερμαντήρες χώρων ανακυκλοφορίας εξωτερικού τοίχου.

Οι θερμαντήρες χώρων ανακυκλοφορίας, (εικόνες 1.4 και 1.5), όπως και οι θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας τους οποίους θα περιγράψουμε στην επόμενη παράγραφο, χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση μονοκατοικιών και

διαμερισμάτων ως ατομικά συστήματα θέρμανσης και έχουν αποδειχθεί οικονομικοί για οικοδομές, όπου η εγκατάσταση θέρμανσης τοποθετείται εκ των υστέρων. Οι θερμαντήρες χώρων ανακυκλοφορίας απλώς θερμαίνουν τους χώρους, ενώ οι θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας, γνωστοί και ως θερμαντήρες κόμπι, επιπλέον παρασκευάζουν θερμό νερό χρήσης. Υπάρχει δυνατότητα ένας θερμαντήρας ανακυκλοφορίας να συνδυάζεται με ένα δοχείο αποθήκευσης θερμού νερού έμμεσης θέρμανσης (μπόιλερ), (εικόνες 1.7 και 1.8). Τα συστήματα αυτά συνήθως ονομάζονται θερμικά κέντρα.

Οι θερμαντήρες ανακυκλοφορίας συνήθως είναι συσκευές επίτοιχες. Οι συσκευές είναι έτοιμες για σύνδεση. Χρειάζονται απλώς να συνδεθούν με τις σωληνώσεις, το ηλεκτρικό ρεύμα και την αντίστοιχη εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων έχουν καυστήρα χωρίς ανεμιστήρα όλων των οικογενειών. Η περιοχή ισχύος της μονάδας είναι 5 έως και 30 kW. Οι θερμαντήρες ανακυκλοφορίας κατασκευάζονται είτε με ανοικτό θάλαμο καύσης (με ασφάλεια ροής) και απαγωγή των καυσαερίων μέσω σύνδεσης με καπνοδόχο, (εικόνα 1.4), είτε με κλειστό θάλαμο καύσης και ανεμιστήρα, με δυνατότητα απαγωγή των καυσαερίων, α) μέσω εξωτερικού τοίχου, (εικόνα 1.5) και β) μέσω σύνδεσης με σύστημα αέρα-καυσαερίων.

Οι θερμαντήρες ανακυκλοφορίας με κλειστό θάλαμο καύσης δεν απαιτούν ιδιαίτερο χώρο εγκατάστασης, μπορούν να εγκατασταθούν σε λουτρά, κουζίνες, υπόγεια, διαδρόμους. Απαιτούν μικρό εμβαδό εγκατάστασης, 0,5 έως 1 m<sup>2</sup>. Όλες οι συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συστήματα 90/70 °C ή για συστήματα χαμηλών θερμοκρασιών. Μπορούν να ρυθμίζονται με θερμοστάτη χώρου ή εξωτερικό θερμοστάτη.

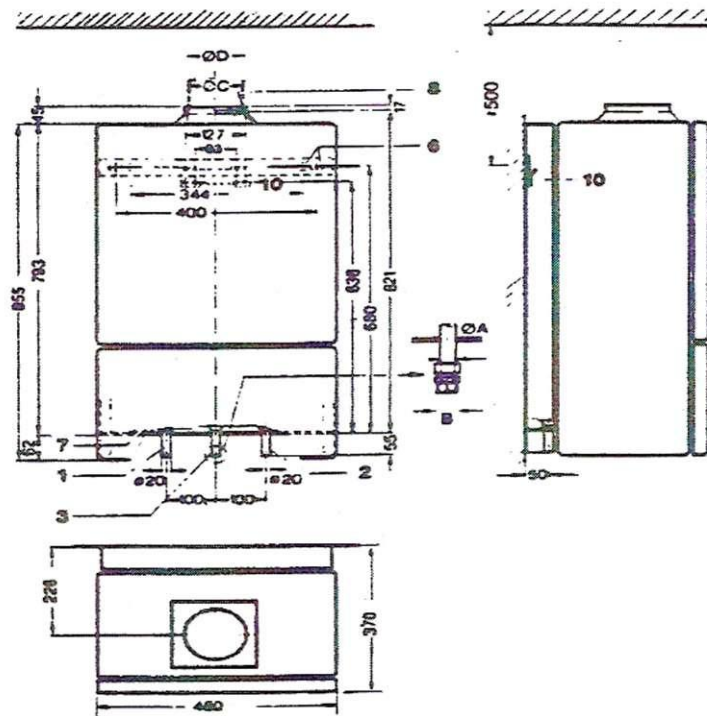
Ορισμένοι θερμαντήρες ανακυκλοφορίας έχουν μέσω αυξημένης επιφάνειας μετάδοσης θερμότητας (εικόνα 1.9), τη δυνατότητα συμπύκνωσης των υδρατμών και άρα εκμετάλλευσης της ανώτερης θερμογόνου δύναμης. Οι θερμαντήρες ανακυκλοφορίας είναι εφοδιασμένοι με όλες τις απαιτούμενες για τη λειτουργίας διατάξεις όπως, α) κυκλοφορητή, β) δοχείο διαστολής, γ) διατάξεις ελέγχου και ασφαλείας, δ) βαλβίδα υπερχειλίσης και ε) κιβώτιο ηλεκτρικών συνδέσεων.

Οι θερμαντήρες ανακυκλοφορίας έχουν τη δυνατότητα συνεχούς ρύθμισης της θερμοκρασίας (του νερού) θέρμανσης. Έτσι η θερμική ισχύς του θερμαντήρα μπορεί να προσαρμόζεται στις εκάστοτε απαιτήσεις για τη θέρμανση.

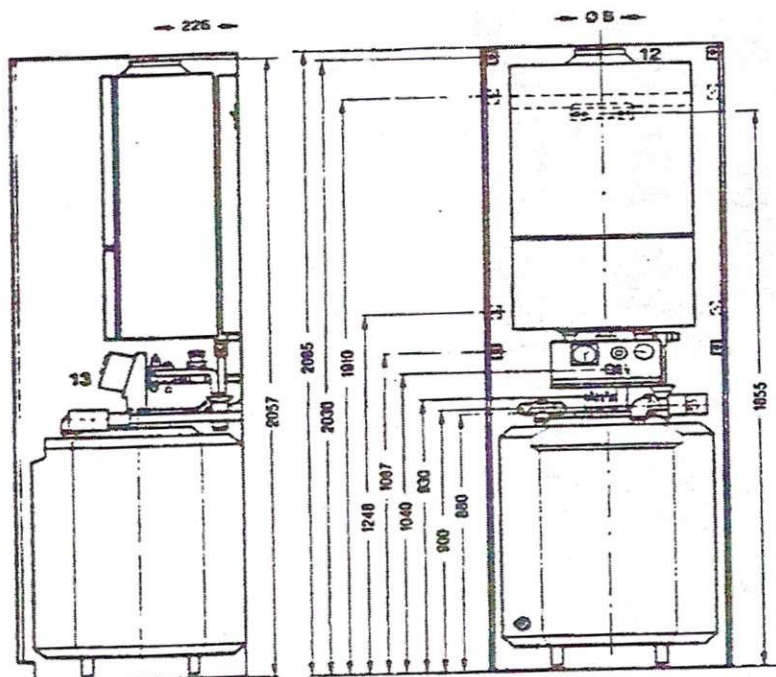
Πιστεύουμε ότι, με δεδομένη την επιθυμία του Έλληνα για αυτονομία για θέρμανση, οι θερμαντήρες ανακυκλοφορίας θα έχουν σημαντική διάδοση, αν μάλιστα οι τιμές τους είναι, όπως αναμένεται, λίγο ακριβότερες από τα ατομικά

**Πίνακας 2 Τιμές θερμ.ισχύς**

Θερμ.ισχύς [kW]	A [mm]	C [mm]	D [mm]
18,5	20	110	116
24,5	25	130	136

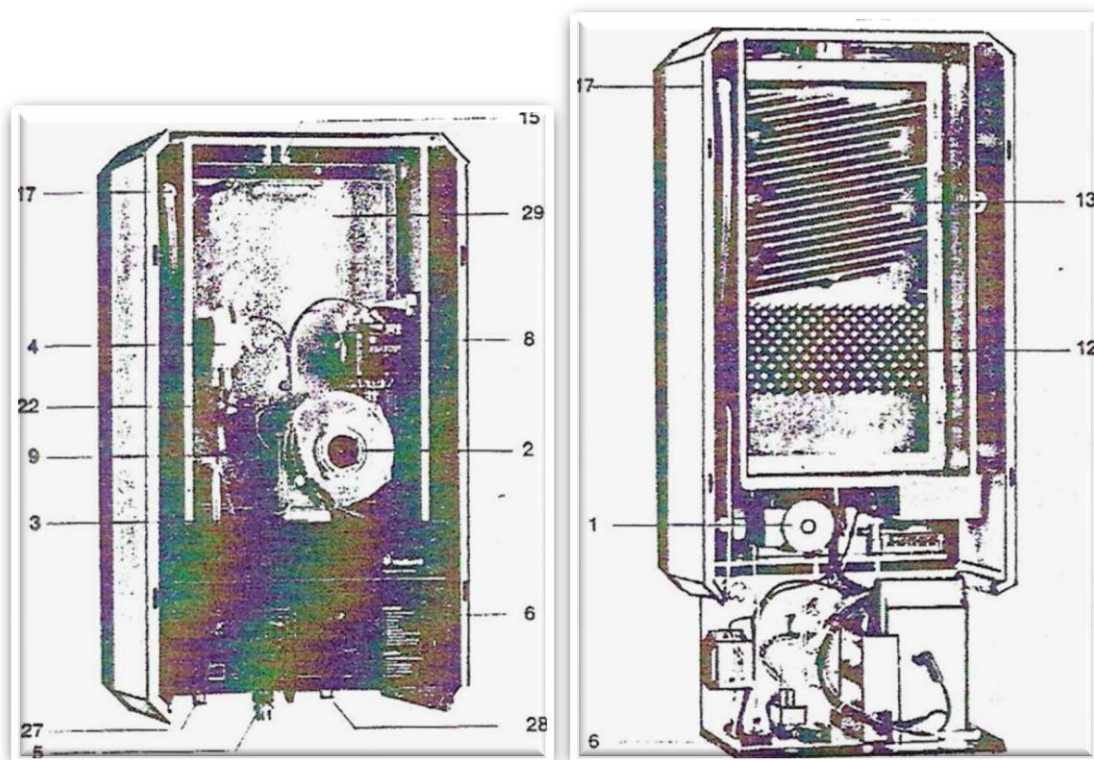


**Εικόνα 1.6** Ενδεικτικές διαστάσεις θερμαντήρα χώρων ανακυκλοφορίας με ασφάλεια ροής.









**Εικόνα 1.9** Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας ανώτερης θερμογόνου δύναμης.

συστήματα θέρμανσης με πετρέλαιο. Τα πλεονεκτήματα της καλύτερης και αθόρυβης καύσης, περιορισμένης ανάγκης συντήρησης, απαλλαγής από την ανάγκη αποθήκευσης (και παραλαβής) καυσίμων, καθαριότητας και βελτιωμένης αισθητικής θα συνηγορήσουν στη διάδοσή τους, αν η τιμή του φυσικού αερίου είναι συγκρίσιμη με αυτή του πετρελαίου θέρμανσης.

### 1.3.2 Περιγραφή θερμαντήρων ανακυκλοφορίας

#### 1.3.2.1 Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας με ασφάλεια ροής

Βασικά στοιχεία ενός θερμαντήρα χώρων ανακυκλοφορίας με ασφάλεια ροής, (εικόνα 1.4), είναι: 9 Το κουμπί άρσης βλάβης. Αν κατά τη θέση σε λειτουργία της συσκευής δεν επιτευχθεί έναυση μετά από ένα χρόνο ασφαλείας 105 τότε η συσκευή δηλώνει βλάβη. Μια νέα προσπάθεια έναυσης είναι δυνατή, μόνον αν πιεσθεί το κουμπί άρσης βλάβης. 16 Ο περιοριστής θερμοκρασίας προστατεύει τη συσκευή έναντι υπερθέρμανσης. 17 Ο πρωτεύων εναλλάκτης

θερμότητας. Στον πρωτεύοντα εναλλάκτη τα θερμά καυσαέρια αποδίδουν τη θερμότητά τους στο νερό θέρμανσης. Κατασκευάζεται από υψηλής ποιότητας χάλυβες, συνήθως χρωμιονικελιούχους με τιτάνιο. Τα πτερύγια φροντίζουν για τη βέλτιστη εκμετάλλευση της θερμότητας. Ο κοχλίας εξαέρωσης. Το δοχείο διαστολής με μεμβράνη παραλαμβάνει την αύξηση του όγκου του θερμού νερού. 20 Ο καυστήρας είναι ένας ατμοσφαιρικός καυστήρας όλων των οικογενειών αερίων και είναι κατασκευασμένος από χρωμιονικελιούχο χάλυβα. Για την αλλαγή αερίου χρειάζεται μόνον αλλαγή του ακροφυσίου στη μονάδα ρύθμισης αερίου και πιθανώς στο ρυθμιστή λειτουργίας. Επάνω σε αυτόν βρίσκονται τα ηλεκτροδιαέναυσης και επιτήρησης. 25 Ο διακόπτης ροής. Στο διακόπτη νερού δημιουργείται η διαφορά πίεσης η απαιτούμενη για το άνοιγμα της βαλβίδας έλλειψης νερού 29. Ο κυκλοφορητής φροντίζει για την κυκλοφορία του νερού στη συσκευή και στο σύστημα θέρμανσης. 33. Στο μανόμετρο μπορούμε να διαβάζουμε το ύψος πλήρωσης ή αντίστοιχα την υπερπίεση στην εγκατάσταση .34. Το θερμόμετρο θερμοκρασίας προσαγωγής δείχνει την εκάστοτε θερμοκρασία του νερού στην προσαγωγή της θέρμανσης. 35. Το πλαίσιο χρησιμεύει στη στιβαρότητα της συσκευής και στην στερέωση των στοιχείων και του περιβλήματος. 36. Η ασφάλεια ροής εξασφαλίζει την άψογη λειτουργία της συσκευής, όταν προκύψει ανακοπή ή επιστροφή της ροής των καυσαερίων. 38. Το κιβώτιο ηλεκτρικών συνδέσεων. Σ' αυτό πρέπει να γίνουν από ειδικό τεχνικό όλες οι συνδέσεις για τη σύνδεση της συσκευής με το δίκτυο και πιθανώς με θερμοστάτη χώρου. 40. Το κουμπί ρύθμισης για τη θερμοκρασία προσαγωγής. Με το κουμπί ρύθμισης θερμοκρασίας προσαγωγής μπορεί να επιλεγεί η θερμοκρασία προσαγωγής στη περιοχή 35 έως 90°C. Στο εργοστάσιο η θερμοκρασία περιορίζεται στους 75°C. 48. Η μονάδα ρύθμισης αερίου περιέχει την ασφάλεια έλλειψης νερού, το ρυθμιστή λειτουργίας και το ρυθμιστή πίεσης .51. Το φρεάτιο θέρμανσης είναι θερμικά μονωμένο. Έτσι αποφεύγονται υψηλής επιφανειακές θερμοκρασίες στην επένδυση. 68. Ο ρυθμιστής λειτουργίας ανοίγει και κλείνει την προσαγωγή αερίου. 69. Ο ρυθμιστής πίεσης αερίου (κύρια βαλβίδα αερίου) ρυθμίζει κατά συνεχή τρόπο την παροχή αερίου, η οποία είναι αναγκαία για τη θέρμανση. 71. Ο αισθητήρας NTC επιτηρεί τη θερμοκρασία προσαγωγής. Αποτελείται από μια αντίσταση εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία. Η αντίσταση μειώνεται με αύξηση της θερμοκρασίας. 78. Η βαλβίδα παράκαμψης. Πρόκειται για μια αυτόματη βαλβίδα παράκαμψης (by-pass). Καθιστά τη συσκευή ανεξάρτητη από μια ελάχιστη παροχή ανακυκλοφορίας στην εγκατάσταση θέρμανσης. Περιορίζει τη διαφορά πίεσης στην εγκατάσταση σε μια δεδομένη τιμή. 106. Η κόκκινη λυχνία ένδειξης δηλώνει οπτικά βλάβη. 108. Το ηλεκτρόδιο επιτήρησης. Επιτηρεί τη φλόγα και δίνει σήμα για λειτουργία ή βλάβη. 133. Ο διακόπτης για μέτρηση απωλειών καυσαερίων 136. Το ρυθμιζόμενο χρονικό 142. Οι αισθητήρες καυσαερίων βρίσκονται μέσα στην ασφάλεια ροής και διακόπτουν την παροχή καυσίμου, αν υπάρχει αντεπιστροφή των καυσαερίων για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 2 min. Η παροχή ξαναρχίζει μετά από χρόνο αναμονής 15 s.

### *1.3.2.2 Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας εξωτερικού τοίχου*

Τα κύρια στοιχεία ενός θερμαντήρα χώρων ανακυκλοφορίας εξωτερικού τοίχου, (εικόνες 1.5 και 1.12), είναι βασικά τα ίδια με εκείνα ενός θερμαντήρα με ασφάλεια ροής. Οι διαφορές καθορίζονται από το διαφορετικό τρόπο

λειτουργίας. Έτσι δεν υπάρχουν η ασφάλεια ροής 36 οι αισθητήρες καυσαερίων 142 και το διάφραγμα της καπνοδόχου (αν υπάρχει), ενώ συναντούμε τα ακόλουθα: 82+83. Ο σωλήνας καυσαερίων και ο σωλήνας φρέσκου αέρα. Πρόκειται για σύστημα δύο ομοαξονικών σωλήνων. Ο φρέσκος αέρας καύσης με τη βοήθεια του ανεμιστήρα 85. αναρροφάται μέσω του εσωτερικού σωλήνα, ενώ τα καυσαέρια απάγονται μέσω του δακτυλιοειδούς διάκενου, προθερμαίνοντας τα καυσαέρια .84. Ο επιτηρητής πίεσης αέρα. Μετράει τη διαφορά πίεσης την οποία δημιουργεί ο ανεμιστήρας και αν αυτή επαρκεί, δίνει σήμα για λειτουργία μέσω του ηλεκτρονικού οργάνου 70. 85. Ο ανεμιστήρας.

### *1.3.2.3 Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας ανώτερης θερμογόνου δύναμης*

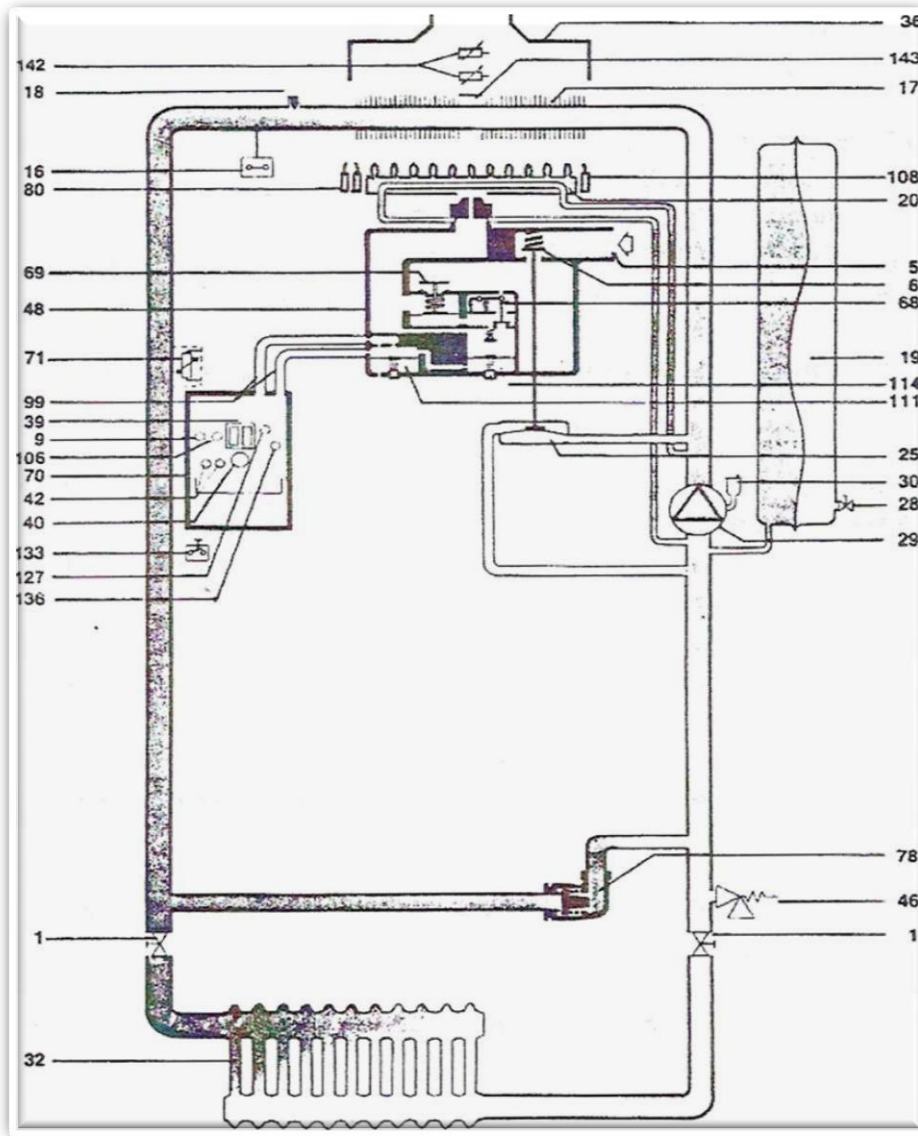
Οι θερμαντήρες χώρων ανακυκλοφορίας ανώτερης θερμογόνου δύναμης, εικόνες (1.5 και 1.11), έχουν αναγκαστικά διαφορετική κατασκευαστική διαμόρφωση στο σύστημα μετάδοσης θερμότητας για να επιτύχουν το σκοπό τους. Είναι συσκευή με ανεμιστήρα 2 και καυστήρα με θάλαμο ανάμιξης αέρα/αερίου 3. Τα κύρια διαφορετικά στοιχεία τους είναι: 12 Η επιφάνεια συναγωγής. Πρόκειται για το τμήμα της επιφάνειας μετάδοσης θερμότητας, όπου με συναγωγή και ακτινοβολία εκμεταλλευόμαστε την κατώτερη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου. 13. Η επιφάνεια συμπύκνωσης. Στο τμήμα αυτό επιτυγχάνεται συμπύκνωση μέρους των υδρατμών των καυσαερίων. 14. Ο συλλέκτης συμπυκνωμάτων. 25. Το σιφώνιο είναι απαραίτητο για την αποχέτευση των συμπυκνωμάτων. Συνδέει τη συσκευή με το σύστημα αποχέτευσης.

## **1.3.3 Λειτουργία θερμαντήρων ανακυκλοφορίας**

### *1.3.3.1 Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας με ασφάλεια ροής*

Η λειτουργία ενός θερμαντήρα ανακυκλοφορίας με ασφάλεια ροής έχει ως εξής: Όταν παραβιασθεί προς τα κάτω η θερμοκρασία που ρυθμίστηκε στο θερμοστάτη (χώρου ή θερμοκρασίας προσαγωγής του νερού θέρμανσης) ή στον ηλεκτρονικό ρυθμιστή με εξωτερικό αισθητήρα θερμοκρασίας, ο κυκλοφορητής 29 παίρνει ρεύμα και ξεκινά. Με τη διαφορά πίεσης του κυκλοφορητή ανοίγει μέσω του διακόπτη ροής 25 η βαλβίδα έλλειψης νερού 6 στην είσοδο του αερίου και εκκινεί τον καυστήρα, εφ' όσον υπάρχει ζήτηση θέρμανσης. Συγχρόνως μέσω του ηλεκτρονικού οργάνου 70 τροφοδοτείται με ρεύμα ένας ηλεκτρονόμος (relais) ελέγχου του αυτοματισμού του συστήματος καύσης. Έτσι τίθενται σε λειτουργία ο μετασχηματιστής έναυσης και ο ρυθμιστής λειτουργίας 68. Ο ρυθμιστής λειτουργίας 68 ανοίγει σε συνεργασία με το ρυθμισμένο στο εργοστάσιο σερβορυθμιστή πίεσης 114 για τη βαθμίδα έναυσης το ρυθμιστή πίεσης αερίου 69 τόσο, ώστε να απελευθερωθεί μόνο η ποσότητα αερίου για έναυση. Μέσω του μετασχηματιστή έναυσης το ηλεκτρόδιο έναυσης παίρνει τάση και ο δημιουργούμενος σπινθήρας ανάβει το αέριο έναυση. Αν μέσα σε χρόνο ασφαλείας περίπου 10 s δεν δημιουργηθεί φλόγα, η συσκευή περιπίπτει

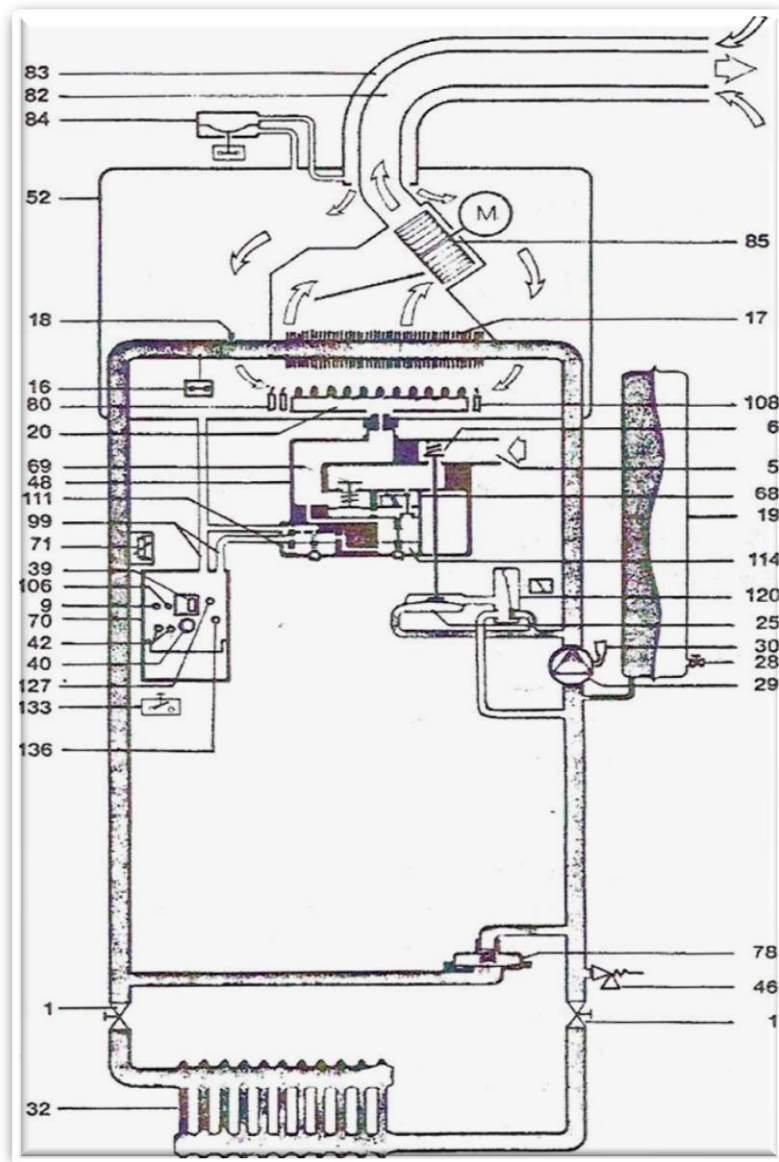
σε κατάσταση βλάβης μέσω του ηλεκτρόδιου επιτήρησης 108. Περίπου 3 s αφού ενεργοποιηθεί ο ρυθμιστής λειτουργίας 68, διεγείρεται η αντλία μεμβράνης 99. Ανάλογα με τον αριθμό παλμών της αντλίας μεμβράνης



**Εικόνα 1.10** Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας με ασφάλεια ροής

[(Εικόνα 1.10) (1.βάνα συντήρησης, 6. Προσαγωγή αερίου, 7.βαλβίδα έλλειψης νερού, 9. Κουμπί άρσης βλάβης, 16. περιοριστής θερμοκρασίας, 17.πρωτεύων εναλλάκτης θερμότητας, 18.κοχλίας εξαέρωσης, 19.δοχείο διαστολής, 20.καυστήρας, 25. διακόπτης ροής, 28.βαλβίδα πλήρωσης με άζωτο, 29. κυκλοφορητής, 30. αυτόματο εξαεριστικό, 32. σύστημα θέρμανσης 3S με ασφάλεια ροής, 39. κύριος διακόπτης, 40. κουμπί ρύθμισης για τη θερμοκρασία προσαγωγής, 42. ασφάλεια συσκευής 2 AT, 46. βαλβίδα ασφάλειας, 48. Μονάδα ρύθμισης αερίου, 68.ρυθμιστής λειτουργίας, 69.ρυθμιστής πίεσης αερίου, 70.ηλεκτρονικό στοιχείο, 71.αισθητήρας NTC, 78. βαλβίδα παράκαμψης, 80. ηλεκτρόδια έναυσης, 99. αντλία μεμβράνης αγωγών αέρα, 106. ηλεκτρόδιο

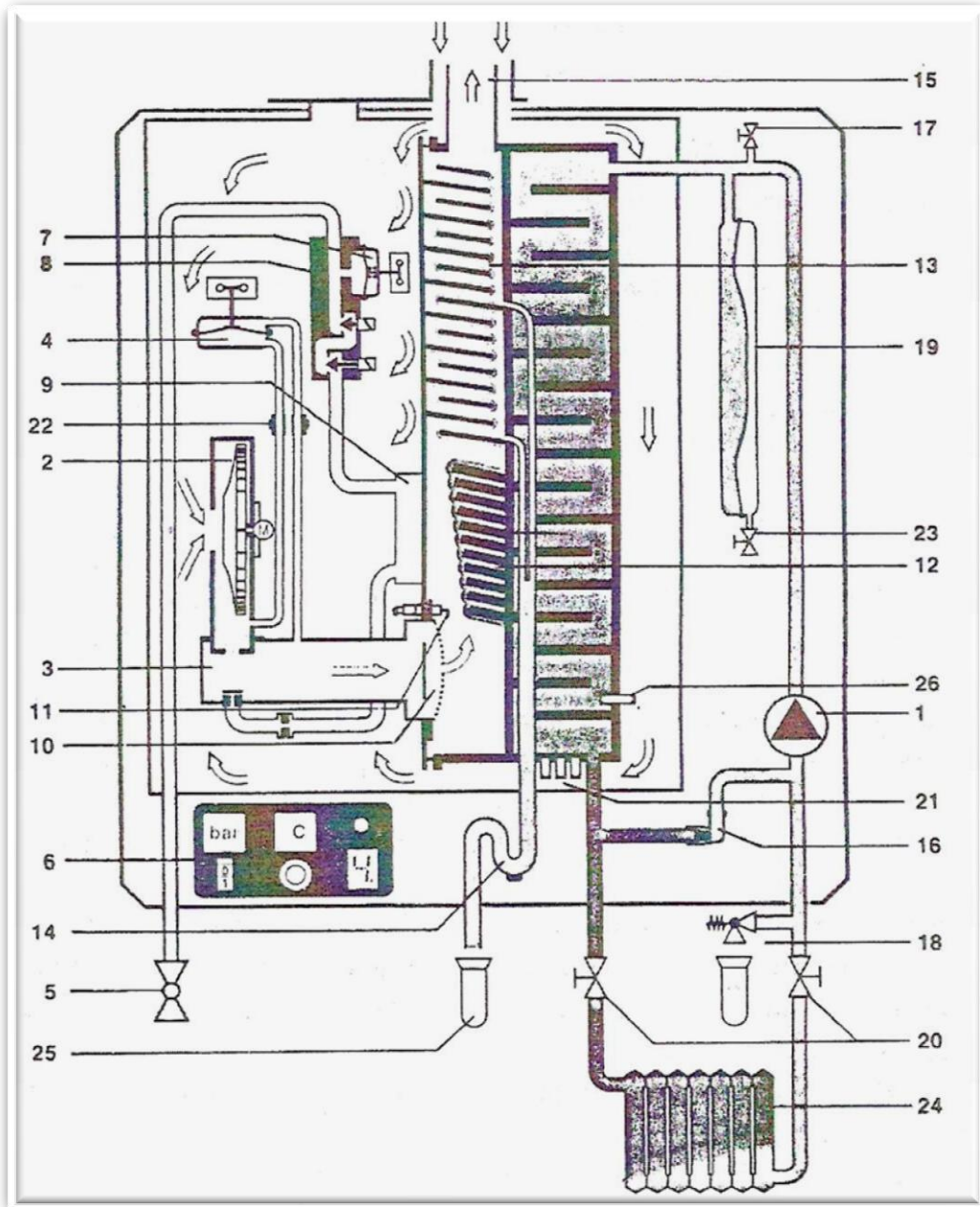
επιτήρησης, 111. Σερβορυθμιστής πίεσης, 114. Σερβορυθμιστής πίεσης-έναυσης, 127. ασφάλεια 0,16 ΑΤ, 133. Διακόπτης για μέτρηση απωλειών καυσαερίων, 136. ρυθμιζόμενος χρονοδιακόπτης, 142. αισθητήρας καυσαερίων, 143. Διάφραγμα καπνοδόχου.)]



**Εικόνα1.11** Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας εξωτερικού τοίχου

[(Εικόνα 1.11) (1.βάνα συντήρησης, 6.Προσαγωγή αερίου, 7.βαλβίδα έλλειψης νερού, 9. Κουμπί άρσης βλάβης, 16. περιοριστής θερμοκρασίας, 17. πρωτεύων εναλλάκτης θερμότητας, 18. κοχλίας εξαέρωσης, 19. δοχείο διαστολής, 20. καυστήρας, 25. διακόπτης ροής, 28. βαλβίδα πλήρωσης με άζωτο, 29. κυκλοφορητής, 30. αυτόματο εξαεριστικό, 32. σύστημα θέρμανσης, 39. κύριος διακόπτης, 40. κουμπί ρύθμισης για τη θερμοκρασία προσαγωγής, 42, ασφάλεια συσκευής 2 ΑΤ, 46. βαλβίδα ασφάλειας, 48. Μονάδα ρύθμισης αερίου, 68. ρυθμιστής λειτουργίας, 69. ρυθμιστής πίεσης αερίου, 70.

ηλεκτρονικό στοιχείο, 71. αισθητήρας NTC, 78. βαλβίδα παράκαμψης, 80. ηλεκτρόδια έναυσης, 52. θάλαμος καύσης, 56. ρυθμιστής μερικού φορτίου, 82. σωλήνας καυσαερίων, 99. αντλία μεμβράνης αγωγών αέρα, 106. ηλεκτρόδιο επιτήρησης, 111.σερβορυθμιστής πίεσης, 114. Σερβορυθμιστής πίεσης έναυσης, 127. ασφάλεια 0,16 ΑΤ, 133. Διακόπτης για μέτρηση απωλειών καυσαερίων, 136. ρυθμιζόμενος χρονοδιακόπτης, 83. σωλήνας φρέσκου αέρα, 84.επιτηρητής πίεσης αέρα, 85. ανεμιστήρας)]



**Εικόνα 1.12** Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας ανώτερης Θερμογόνου Δύναμης

[(Εικόνα 1.12). 1. κυκλοφορητής, 2. ανεμιστήρας, 3.θάλαμος προανάμιξης, 4. επιτήρηση πίεσης αέρα, 5. προσαγωγή αερίου με αποφρακτικό, 6. κιβώτιο ζεύξης με στοιχεία χειρισμού και ενδείξεων, 7.επιτήρηση πίεσης αερίου, 8.μονάδα ρύθμισης αερίου, 9. Διαδρομή προθέρμανσης αερίου, 10. καυστήρας

11. ηλεκτρόδιο έναυσης και επιτήρησης, 12. επιφάνεια συναγωγής κατώτερης θερμογόνου δύναμης, 13. επιφάνεια συμπύκνωσης ανώτερης θερμογόνου δύναμης, 14 .συλλέκτης συμπυκνωμάτων, 15. σύνδεση με εγκατάσταση καυσαερίων, 16 βαλβίδα υπερχείλισης, 17 εξαεριστικό, 18.βαλβίδα ασφάλειας, 19.δοχείο διαστολής, 20. βάνες συντήρησης, αισθητήρας για περιοριστή θερμοκρασίας ασφάλειας, ρυθμιστή θερμοκρασίας προσαγωγής, 22. νιπέλ μέτρησης διαφοράς πίεσης, 23. βαλβίδα πλήρωσης με άζωτο, 24. σύστημα θέρμανσης, 25. σιφώνιο, 26. αισθητήρας για επιτηρητή θερμοκρασίας, ασφάλεια έλλειψης νερού.]]

ανοίγει μέσω του ενσωματωμένου στη μονάδα ρύθμισης αερίου 48. σερβορυθμιστή πίεσης 111 περισσότερο ή λιγότερο ο ρυθμιστής πίεσης αερίου 69 (κύρια βαλβίδα αερίου) και οδηγείται στον καυστήρα 20 η αντίστοιχη ποσότητα αερίου. Αν η απόκλιση από την τιμή ρύθμισης είναι μεγαλύτερη από 6,5 K, τότε μέσω της αντλίας μεμβράνης 99 ανοίγει πλήρως ο ρυθμιστής πίεσης αερίου 69. Με τη βοήθεια του σερβορυθμιστή πίεσης 111 ρυθμίζεται ένα μερικό φορτίο θέρμανσης ανάλογα προς την υπολογισθείσα θερμοκρασιακή ανάγκη.

Τα θερμά καυσαέρια διαρρέουν τον πτερυγιοφόρο πρωτεύοντα εναλλάκτη θερμότητας 17 και θερμαίνουν το ρέον νερό. Αφού επιτευχθεί η επιλεγείσα θερμοκρασία στο ποτενσιόμετρο ρύθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής ή επιτευχθεί η επιλεγείσα θερμοκρασία χώρου ή η επιλεγείσα θερμοκρασία στον εξωτερικό αισθητήρα θερμοκρασίας, τότε το ηλεκτρονικό όργανο 70 ή ο θερμοστάτης χώρου ή αντίστοιχα ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής σβήνει τον καυστήρα. Για τη λειτουργία του κυκλοφορητή 29 μπορούν να εκλεγούν τρεις τρόποι: α) Η αντλία διευθύνεται από το θερμοστάτη χώρου. β) Η αντλία διευθύνεται από το θερμοστάτη χώρου και το ρυθμιστή της θερμοκρασίας προσαγωγής. γ) Η αντλία εργάζεται συνεχώς, όταν είναι κλειστός ο κύριος διακόπτης. Για τον α) και β) τρόπο λειτουργίας μετά το σβήσιμο του καυστήρα 20 η αντλία συνεχίζει να λειτουργεί περίπου 20 s, για να αποφευχθούν φαινόμενα βρασμού στον εναλλάκτη. Μετά το σβήσιμο του καυστήρα ενεργοποιείται η λειτουργία χρονοδιακόπτη, η οποία έχει ρυθμισθεί στο εργοστάσιο για 5 min, και παρεμποδίζει την επανεκκίνηση του καυστήρα, ακόμη κι αν παρουσιαστεί θερμική απαίτηση. Μετά τα 5 min αν παρουσιαστεί θερμοκρασιακή ανάγκη ξεκινά ο κυκλοφορητής και ο κύριος καυστήρας τίθεται σε λειτουργία όπως περιγράφηκε. Ο χρονοδιακόπτης ανάλογα με τις συνθήκες μπορεί να ρυθμισθεί για 1 έως 12 min. Ελευθερώνεται μόνο με κλείσιμο του κύριου διακόπτη 39.

Με την ενσωματωμένη βαλβίδα παράκαμψης 78 (by-pass) η λειτουργία της συσκευής είναι ανεξάρτητη από την εκάστοτε ελάχιστη παροχή ανακυκλοφορίας του νερού στην εγκατάσταση θέρμανσης. Αυτή έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα κατάλληλη για εγκαταστάσεις θέρμανσης με θερμοστατικές βαλβίδες στα θερμοκρασιακά σώματα. Το κλείσιμο των βαλβίδων μπορεί να μην οδηγήσει σε σβήσιμο της συσκευής λόγω έλλειψης νερού, επειδή με την αύξηση των απωλειών πίεσης στην εγκατάσταση ανοίγει η βαλβίδα παράκαμψης 78. Η

διαφορά πίεσης ανοίγματος ανέρχεται στα 250 mbar. Κατά τη λειτουργία η προσαρμογή στην εκάστοτε θερμαντική ανάγκη γίνεται αυτόματα μέσω ηλεκτρονικής ρύθμισης, με συνεχή (χωρίς βαθμίδες) ρύθμιση του καυστήρα. Τη ρύθμιση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της θέρμανσης αναλαμβάνει το ποτενσιόμετρο θέρμανσης, στο οποίο μπορούν να εκλεγούν θερμοκρασίες προσαγωγής 35 έως 90°C. Η επιτήρηση της ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας γίνεται από τον αισθητήρα NTC 71. Ένα χρονικό στοιχείο εμποδίζει τα πολλά αναβοσβήσιμα. Μέσα στην ασφάλεια ροής βρίσκονται οι δύο αισθητήρες καυσαερίων 142. Κατά τη λειτουργία με τους δύο αισθητήρες γίνεται συνεχής μέτρηση της διαφοράς μεταξύ της θερμοκρασίας των καυσαερίων και της θερμοκρασίας στο άνοιγμα εξόδου της ασφάλειας ροής. Οι τιμές των θερμοκρασιών των δύο αισθητήρων οδηγούνται ως τάση στο ηλεκτρονικό όργανο και εκεί αντισταθμίζονται. Αν μετά την αντιστάθμιση η τάση εξόδου είναι μεγαλύτερη από μια τιμή (11 Volt), τότε δεν υπάρχει έξοδος καυσαερίων στην ασφάλεια ροής και η συσκευή συνεχίζει τη λειτουργία της. Αν μετά την αντιστάθμιση η τάση εξόδου είναι ίση ή μικρότερη από τη δεδομένη τιμή (11 Volt), τότε υπάρχει έξοδος καυσαερίων στην ασφάλεια ροής και τίθεται σε λειτουργία ένα χρονικό στοιχείο. Ο χρόνος λειτουργίας του είναι 2 min. Κατ' αυτόν η συσκευή συνεχίζει τη λειτουργία της. Αν κατά τον χρόνο λειτουργίας των 2 min η τάση εξόδου ανεβεί επάνω από τη δεδομένη τιμή (11 V) το χρονικό στοιχείο κλείνει. Αν συμπληρωθεί ο χρόνος λειτουργίας των 2 min, το ηλεκτρονικό όργανο διακόπτει την παροχή ρεύματος στη μονάδα ρύθμισης αερίου και κλείνει η προσαγωγή αερίου στον καυστήρα. Συγχρόνως διακόπτεται η παροχή ρεύματος στα ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης και επιτήρησης. Η διακοπή παρεμποδίζει μια νέα προσπάθεια έναυσης. Μια τέτοια θα οδηγούσε σε απόξεση βλάβης. Μετά από χρόνο αναμονής 15 min η συσκευή τίθεται πάλι σε λειτουργία όπως σε μια κανονική εκκίνηση.

### *1.3.3.2 Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας εξωτερικού τοίχου*

Η λειτουργία ενός θερμαντήρα ανακυκλοφορίας εξωτερικού τοίχου διαφοροποιείται σε σχέση με τη λειτουργία ενός θερμαντήρα ανακυκλοφορίας με ασφάλεια ροής λόγω της ύπαρξης του ανεμιστήρα, ο οποίος καθιστά περιττή την ύπαρξη της ασφάλειας ροής και των αισθητήρων καυσαερίων. Όμοια είναι και η λειτουργία ενός θερμαντήρα ανακυκλοφορίας για σύνδεση με ένα σύστημα αέρα-καυσαερίων. Η λειτουργία ενός θερμαντήρα ανακυκλοφορίας εξωτερικού τοίχου, έχει ως εξής: Όταν παραβιασθεί προς τα κάτω η θερμοκρασία που ρυθμίσθηκε στο θερμοστάτη (χώρου ή θερμοκρασίας προσαγωγής του νερού θέρμανσης) ή στον ηλεκτρονικό ρυθμιστή με εξωτερικό αισθητήρα θερμοκρασίας, παίρνουν ρεύμα και ξεκινούν ο κυκλοφορητής 29 και ο ανεμιστήρας 85. Ο ανεμιστήρας δημιουργεί μια διαφορά πίεσης, η οποία μετά περίπου 3 s μέσω του επιτηρητή πίεσης αέρα τροφοδοτεί με ρεύμα το ηλεκτρονικό όργανο 70. Αυτό ενεργοποιεί κατόπιν τη βαλβίδα διαφοράς πίεσης 120, και έτσι με τη διαφορά πίεσης της αντλίας 29 και την ελευθέρωση της ροής μέσω του διακόπτη ροής 25 ανοίγει η βαλβίδα έλλειψης νερού 6 στην είσοδο του αερίου. Συγχρόνως μέσω του ηλεκτρονικού οργάνου 70 τροφοδοτείται με ρεύμα ένας ηλεκτρονόμος (relais) ελέγχου του αυτοματισμού του συστήματος καύσης. Έτσι τίθενται σε λειτουργία ο μετασχηματιστής έναυσης και ο ρυθμιστής λειτουργίας 68. Ο ρυθμιστής λειτουργίας 68 ανοίγει σε συνεργασία με το



ρυθμισμένο στο εργοστάσιο σε ρυθμισμένη πίεση 114 για τη βαθμίδα έναυσης το ρυθμιστή πίεσης αερίου 69, τόσο ώστε να απελευθερωθεί μόνον η ποσότητα αερίου για έναυση. Μέσω του μετασχηματιστή έναυσης το ηλεκτρόδιο έναυσης παίρνει τάση και ο δημιουργούμενος σπινθήρας ανάβει το αέριο έναυσης. Αν μέσα σε χρόνο ασφαλείας περίπου 10 s δεν δημιουργηθεί φλόγα, η συσκευή περιπίπτει σε κατάσταση βλάβης μέσω του ηλεκτροδίου επιτήρησης 108. Περίπου 3 s αφού ενεργοποιηθεί ο ρυθμιστής λειτουργίας 68, διεγείρεται η αντλία μεμβράνης 99. Ανάλογα με τον αριθμό παλμών της αντλίας μεμβράνης ανοίγει μέσω του ενσωματωμένου στη μονάδα ρύθμισης αερίου 48 σε ρυθμιστή πίεσης 111 λιγότερο ή περισσότερο ο ρυθμιστής πίεσης αερίου 69 (κύρια βαλβίδα αερίου) και οδηγείται στον καυστήρα 20 η αντίστοιχη ποσότητα αερίου. Αν η απόκλιση από την τιμή ρύθμισης είναι μεγαλύτερη από 6,5 K, τότε μέσω της αντλίας μεμβράνης 99 ανοίγει πλήρως ο ρυθμιστής πίεσης αερίου 69. Με τη βοήθεια του σε ρυθμιστή πίεσης 111 ρυθμίζεται ένα μερικό φορτίο θέρμανσης ανάλογα προς την υπολογισθείσα θερμαντική ανάγκη. Τα θερμά καυσαέρια διαρρέουν τον πτερυγιοφόρο πρωτεύοντα εναλλάκτη θερμότητας 17 και θερμαίνουν το ρέον νερό. Αφού επιτευχθεί η επιλεγείσα θερμοκρασία στο ποτενσιόμετρο ρύθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής ή επιτευχθεί η επιλεγείσα θερμοκρασία χώρου ή η επιλεγείσα θερμοκρασία στον εξωτερικό αισθητήρα θερμοκρασίας, τότε το ηλεκτρονικό όργανο 70 ή ο θερμοστάτης χώρου ή αντίστοιχα ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής σβήνει τον καυστήρα 20. Για τον I και II τρόπο λειτουργίας του κυκλοφορητή μετά το σβήσιμο του καυστήρα 20 αυτός συνεχίζει να λειτουργεί 15+20 s για να αποφευχθούν φαινόμενα βρασμού στον εναλλάκτη, ενώ ο ανεμιστήρας συνεχίζει να λειτουργεί περίπου ακόμη 25 s για να αποβάλει τα καυσαέρια.

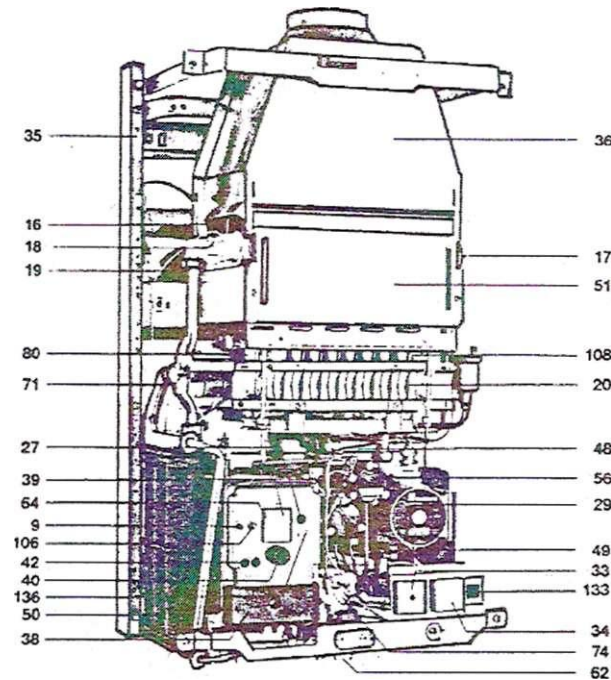
Μετά το σβήσιμο του καυστήρα ενεργοποιείται η λειτουργία χρονοδιακόπτη, η οποία έχει ρυθμισθεί στο εργοστάσιο για 5 min, και παρεμποδίζει την επανεκκίνηση του καυστήρα, ακόμη κι αν παρουσιαστεί θερμική απαίτηση. Μετά τα 5 min αν παρουσιαστεί θερμαντική ανάγκη, ξεκινά ο κυκλοφορητής και ο ανεμιστήρας και ο κύριος καυστήρας τίθεται σε λειτουργία, όπως περιγράφηκε. Ο χρονοδιακόπτης ανάλογα με τις συνθήκες μπορεί να ρυθμισθεί για 1 έως 12 min. Ελευθερώνεται μόνο με κλείσιμο του κύριου διακόπτη 39. Με την ενσωματωμένη βαλβίδα παράκαμψης 78 (by-pass) η λειτουργία της συσκευής είναι ανεξάρτητη από την εκάστοτε ελάχιστη παροχή ανακυκλοφορίας του νερού στην εγκατάσταση θέρμανσης. Κατά τη λειτουργία η προσαρμογή στην εκάστοτε θερμαντική ανάγκη γίνεται αυτόματα μέσω ηλεκτρονικής ρύθμισης, με συνεχή (χωρίς βαθμίδες) ρύθμιση του καυστήρα. Τη ρύθμιση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της θέρμανσης αναλαμβάνει το ποτενσιόμετρο θέρμανσης, στο οποίο μπορούν να εκλεγούν θερμοκρασίες προσαγωγής 35 έως 90°C. Η επιτήρηση της ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας γίνεται από τον αισθητήρα NTC 71. Ένα χρονικό στοιχείο εμποδίζει τα πολλά αναβοσβήσιμα.

## **1.4 ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

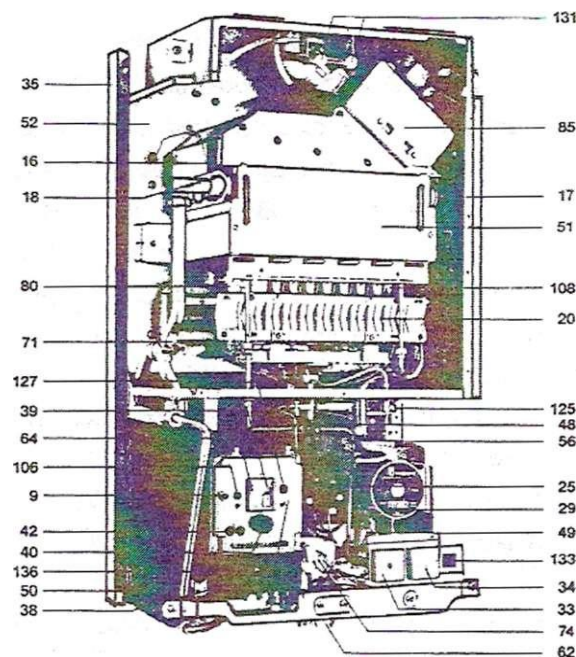
### **1.4.1 Είδη θερμαντήρων συνδεδεμένης λειτουργίας**

Οι θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας, (εικόνες 1.13 και 1.14), γνωστοί και ως θερμαντήρες κόμπι, χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση μονοκατοικιών και

διαμερισμάτων ως θερμαντήρες χώρων ανακυκλοφορίας και επί πλέον για την παρασκευή θερμού νερού χρήσης, ως θερμαντήρες νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες). Πρόκειται, όπως διαπιστώνεται, για συνδυασμό θερμαντήρων χώρων ανακυκλοφορίας και θερμαντήρων νερού ροής. Οι θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας έχουν επί πλέον έναν εναλλάκτη για την προετοιμασία θερμού νερού χρήσης. Συνήθως είναι συσκευές επίτοιχες. Οι



**Εικόνα 1.13** Θερμαντήρες συνδεόμενης λειτουργίας με ασφάλεια ροής



**Εικόνα 1.14** Θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας εξωτερικού τοίχου

συσκευές είναι έτοιμες για σύνδεση. Χρειάζονται απλώς να συνδεθούν με τις σωληνώσεις των εγκαταστάσεων θέρμανσης και διανομής θερμού νερού, το ηλεκτρικό ρεύμα και την αντίστοιχη εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων. Συνήθως έχουν καυστήρα χωρίς ανεμιστήρα όλων των οικογενειών. Η περιοχή ισχύος της μονάδας είναι 9 έως 30 kW. Οι θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας κατασκευάζονται είτε με ανοικτό θάλαμο καύσης (με ασφάλεια ροής) και απαγωγή των καυσαερίων μέσω σύνδεσης με καπνοδόχο, (εικόνα 1.13), είτε με κλειστό θάλαμο καύσης και ανεμιστήρα, με δυνατότητα απαγωγή των καυσαερίων α) μέσω εξωτερικού τοίχου, εικόνα 1.14, και β) μέσω σύνδεσης με σύστημα αέρα-καυσαερίων.

Απαιτούν μικρό εμβαδό εγκατάστασης διαστάσεις τους είναι ίδιες με τις διαστάσεις των θερμαντήρων χώρων ανακυκλοφορίας για την ίδια ισχύ. (Διαστάσεις δίνονται στις εικόνες 1.7 και 1..8). Οι θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας με κλειστό θάλαμο καύσης δεν απαιτούν ιδιαίτερο χώρο εγκατάστασης, μπορούν να εγκατασταθούν σε λουτρά, κουζίνες, υπόγεια, διαδρόμους.

Όλες οι συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συστήματα 90/70 °C ή για συστήματα χαμηλών θερμοκρασιών. Μπορούν να ρυθμίζονται με θερμοστάτη χώρου ή εξωτερικό θερμοστάτη. Είναι εφοδιασμένες με όλες τις απαιτούμενες διατάξεις. Η λειτουργία για παρασκευή θερμού νερού έχει προτεραιότητα έναντι της θέρμανσης. Έτσι, όταν ζητηθεί θερμό νερό χρήσης, διακόπτεται κατά το χρόνο κατανάλωσης η θέρμανση. Η θερμική ισχύς η παραλαμβανόμενη από το θερμό νερό χρήσης ανέρχεται περίπου στο 75% της αντίστοιχης ισχύος της παρεχόμενης για θέρμανση.

Υπάρχουν και θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας με εκμετάλλευση της ανώτερης θερμογόνου δύναμης των καυσίμων μέσω συμπύκνωσης των υδρατμών των καυσαερίων.

#### **1.4.2 Περιγραφή θερμαντήρων συνδυασμένης Λειτουργίας**

Οι θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας προφανώς έχουν πολλά κοινά στοιχεία με τους θερμαντήρες ανακυκλοφορίας, αντίστοιχα προς το είδος της κατασκευής (με ή χωρίς ανεμιστήρα), όπως προκύπτει και από τη σύγκριση των εικόνων 1.13 και 1.14 με τις εικόνες 1.10 και 1.11. Στην ακόλουθη περιγραφή δεν θα ασχοληθούμε με τα κοινά στοιχεία, τα οποία περιγράφηκαν στην § 1.3, αλλά με όσα στοιχεία είναι διαφορετικότητα διαφορετικό αυτά στοιχεία είναι κοινά τόσο στις συσκευές με ασφάλεια ροής, όσο και στις συσκευές εξωτερικού τοίχου. Τα βασικά διαφορετικά στοιχεία είναι: 49. Η βαλβίδα μετατροπής λειτουργίας προτεραιότητας βαλβίδα μετατροπής λειτουργίας προτεραιότητας διευθύνεται μέσω μιας σερβοβαλβίδας 74 και ελευθερώνει τις οδούς για το σύστημα θέρμανσης ή για την προετοιμασία θερμού νερού. Η προετοιμασία θερμού νερού έχει προβάδισμα έναντι της θέρμανσης.

50. Ο δευτερεύων εναλλάκτης. Στο δευτερεύοντα εναλλάκτη θερμότητας, μεταδίδεται θερμότητα από το νερό θέρμανσης, το οποίο ανακυκλοφορεί, στο νερό χρήσης. Πρόκειται για μια σερπαντίνα από χαλκό για καλύτερη μετάδοση θερμότητας. Το θερμαινόμενο νερό χρήσης ρέει μέσα στη σερπαντίνα. 62. Ο επιλογέας θερμοκρασίας θερμού νερού. Με τον επιλογέα θερμοκρασίας θερμού νερού μπορούν να επιτευχθούν διαφορετικές θερμοκρασίες εκροής του θερμού

νερού χρήσης σε εξάρτηση από τη διαρρέουσα παροχή νερού χρήσης. 64. Με το διακόπτη θέρμανσης κατά το καλοκαίρι αποκόπτουμε τη θέρμανση χώρων. Ο θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας λειτουργεί μόνον αν υπάρχει ζήτηση θερμού νερού ως θερμαντήρας ροής.

74. Η σερβοβαλβίδα λειτουργεί υδραυλικά. Ρυθμίζει μέσω της βαλβίδας μετατροπής λειτουργίας προτεραιότητας 49 τη λειτουργία για θέρμανση ή θερμό νερό.

### 1.4.3 Λειτουργία θερμαντήρων συνδυασμένης λειτουργίας

Η λειτουργία ενός θερμαντήρα συνδυασμένης λειτουργίας μπορεί να διακριθεί, α) σε λειτουργία για θέρμανση και β) σε λειτουργία για παρασκευή θερμού νερού.

Η λειτουργία για θέρμανση είναι ακριβώς ίδια με τη λειτουργία ενός θερμαντήρα ανακυκλοφορίας (με τις ιδιαιτερότητες που προκύπτουν αν υπάρχει ή όχι ανεμιστήρας) με το πρόσθετο στοιχείο ότι η σερβοβαλβίδα 74 βρίσκεται στη θέση για λειτουργία θέρμανσης και ενεργοποιεί υδραυλικά τη βαλβίδα μετατροπής λειτουργίας προτεραιότητας 49. Σ' αυτή τη θέση, και αν υπάρχει απαίτηση θέρμανσης, εκκινεί ο καυστήρας.

Η λειτουργία για παρασκευή θερμού νερού, όπως ήδη αναφέραμε στην § 1.4.1, έχει προτεραιότητα έναντι της θέρμανσης. Μετά το άνοιγμα μιας λήψης θερμού νερού μέσω του διακόπτη νερού 59 η σερβοβαλβίδα 74 μεταβαίνει υδραυλικά από τη θέση λειτουργίας θέρμανσης στη θέση παρασκευής θερμού νερού. Συγχρόνως κλείνει ο μικροδιακόπτης M3. Το κλείσιμο αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άμεση εκκίνηση του κυκλοφορητή 29 και του ανεμιστήρα (αν υπάρχει). Ο καυστήρας τίθεται σε λειτουργία όπως στην περίπτωση της θέρμανσης.

Η βαλβίδα μετατροπής λειτουργίας προτεραιότητας 49, αν κατά τη διάρκεια της θέρμανσης ανοιχθεί μια λήψη θερμού νερού, ανοίγει το κύκλωμα θερμού νερού και διακόπτει το κύκλωμα θέρμανσης.

Παραλλήλως μέσω των δύο διακοπών ροής 25 ενεργοποιείται τόσο η βαλβίδα έλλειψης νερού 6, όσο και ο διακόπτης μερικού φορτίου 56, ο οποίος βρίσκεται στη μονάδα ρύθμισης αερίου 48. Σε συνδυασμό με το σερβορυθμιστή πίεσης 11 ο διακόπτης μερικού φορτίου 56 μέσω του ρυθμιστή πίεσης αερίου 69 ελευθερώνει στον καυστήρα 20 την πλήρη ποσότητα αερίου. Η λειτουργία της συσκευής τώρα είναι συνεχής (χωρίς βαθμίδες φορτίου). Το θερμαινόμενο ψυχρό νερό ρέει στο δευτερεύοντα εναλλάκτη 50, όπου θερμαίνεται στη χάλκινη σερπαντίνα από το θερμό νερό που ανακυκλοφορεί. Λόγω της συνεχούς ρύθμισης του καυστήρα και της εξαιρετικής ευαισθησίας του διακόπτη νερού 59 είναι δυνατό να γίνεται απόληψη πολύ μικρών παροχών νερού (μέχρι 2 lit/min). Έτσι είναι δυνατή μια άψογη λειτουργία τόσο με θερμομικτικές μπαταρίες, όσο με μεικτή μοχλού. Ένας ρυθμιστής παροχής νερού στην είσοδο ψυχρού νερού του διακόπτη νερού φροντίζει για σταθερή παροχή εκροής και συνάμα σταθερή θερμοκρασία εκροής.

Μετά το πέρας της λήψης θερμού νερού η μεμβράνη της βαλβίδας μετατροπής λειτουργίας προτεραιότητας 49 κινείται με χρονική υστέρηση στην ουδέτερη θέση. Κατά την χρονική υστέρηση λειτουργεί ακόμη 10s περίπου ο

κυκλοφορητής και ο ανεμιστήρας (αν υπάρχει) και σταματούν μόνον όταν κλείσει μικροαυτόματος M1 στη βαλβίδα μετατροπής λειτουργίας προτεραιότητας 49. Η αντλία και ο ανεμιστήρας (αν υπάρχει) σβήνουν επίσης το αργότερο μετά 20s μέσω ενός χρονικού, στην περίπτωση στην οποία κλεισθεί υδραυλικά ο μικροαυτόματος M1. Στις συσκευές με ασφάλεια ροής υπάρχουν μέσα σ' αυτήν οι αισθητήρες καυσαερίων. Ο ρόλος τους στη λειτουργία της συσκευής περιγράφηκε στην § 1.3.3.1.



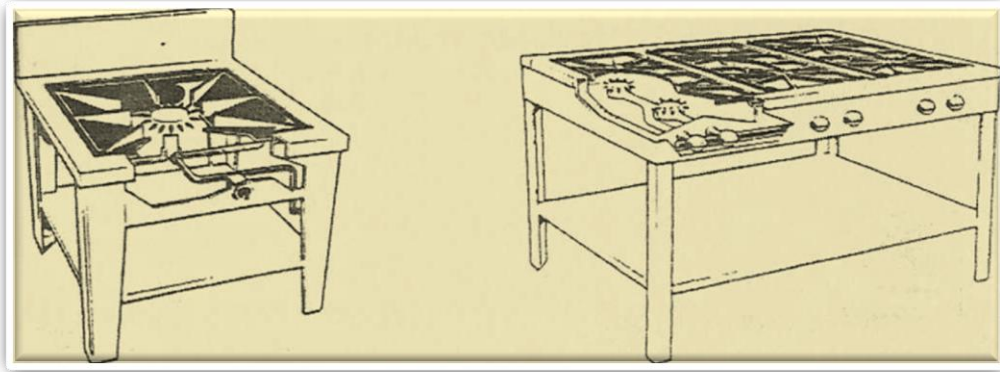
## 2. ΜΑΓΕΙΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΕΡΙΟΥ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι μαγειρικές συσκευές καύσης αερίου είναι ουσιαστικά οι μόνες ήδη διαδεδομένες στη χώρα μας συσκευές αερίου. Φυσικά μέχρι σήμερα καίουν αέρια της 3ης οικογένειας αερίων, δηλαδή υγραέρια. Αυτές οι οποίες χρησιμοποιούνται σε οικίες είναι συνήθως κινητές, με μία έως τέσσερις εστίες μαγειρέματος και σπανιότερα διαθέτουν φούρνο ψησίματος. Οι συσκευές αυτές θα μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν για χρήση φυσικού αερίου, μόνον αν ο καυστήρας τους είναι καυστήρας όλων των οικογενειών.

Οι μαγειρικές συσκευές καύσης αερίου οι οποίες θα βρουν διάδοση με την έλευση του φυσικού αερίου είναι οι κοινές μαγειρικές συσκευές με ή χωρίς φούρνο, εικόνα 2.1, οι εντοιχιζόμενες μαγειρικές συσκευές και πιθανώς οι συσκευές μαγειρέματος και θέρμανσης, ανάλογες προς τις μασίνες της γιαγιάς μας. Οι κοινές μαγειρικές συσκευές διαθέτουν συνήθως 3 ή 4 εστίες και πιθανώς ένα φούρνο. Είναι συσκευές επισμαλτωμένες και εγκαθίστανται σε κουζίνες, συνήθως με απορροφητήρα από επάνω για την απορρόφηση οσμών και απαγωγή καυσαερίων. Υπάρχουν σήμερα στην αγορά και συσκευές με κεραμικές εστίες. Το κεραμικό υλικό, το κοινό γυαλί είναι μη κρυσταλλικό υλικό, λόγω ειδικής θερμικής κατεργασίας και ακόλουθης ψύξης αποκτά κρυσταλλική δομή. Με την όλη κατεργασία το υλικό αποκτά πρακτικό μηδενικό συντελεστή θερμικής διαστολής, με αποτέλεσμα να μην εμφανίζονται θερμικές τάσεις. Το κεραμικό υλικό είναι εξαιρετικό από την άποψη της υγιεινής και επάνω στην κεραμική πλάκα, όταν είναι ψυχρή, μπορούν να παρασκευασθούν τρόφιμα. Όπως θα δούμε σε επόμενη παράγραφο, σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς και το Σχέδιο Τεχνικού Κανονισμού μέχρι την ισχύ 11 kW δεν απαιτείται για τις μαγειρικές συσκευές εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων (δυστυχώς η ΤΟΤΕΕ 2471/86 περιόριζε την ισχύ στα 7,5kW). Οι εντοιχιζόμενες μαγειρικές συσκευές συνήθως είναι κεραμικές (όχι υποχρεωτικά). Ο φούρνος μπορεί να είναι χωριστός και εγκαθίσταται σε άλλο έπιπλο, σε ύψος βολικό για τη νοικοκυρά. Βρίσκουν ευρεία διάδοση στις σύγχρονες κουζίνες. Οι συσκευές μαγειρέματος και θέρμανσης (μασίνες) έχουν ενσωματωμένο έναν τοπικό θερμαντήρα χώρου (4+7) kW. Είναι κατάλληλες για εγκατάσταση σε κουζίνες με περιορισμένο χώρο.

Οι μαγειρικές συσκευές βρίσκουν εφαρμογή, σε διάφορα μεγέθη, σε οικίες, εστιατόρια, ψησταριές, καφενεία, καφετέριες, φοιτητικά εστιατόρια, επιχειρήσεις παρασκευής ετοιμών φαγητών, εργαστήρια ζαχαροπλαστικής κλπ.



**Εικόνα 2.1** Μαγειρικές συσκευές αερίου

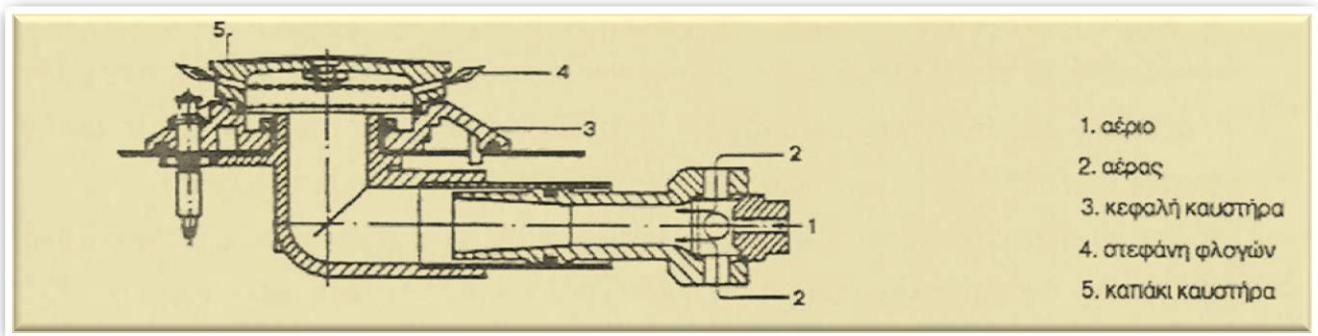
## **2.2 ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΜΑΓΕΙΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ**

Στις μαγειρικές συσκευές χρησιμοποιούνται σήμερα κυρίως α) ο συμβατικός καυστήρας εστιών μαγειρέματος, και β) καυστήρας υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Ο συμβατικός καυστήρας εστιών μαγειρέματος, εικόνα 2.2, είναι ένας ατμοσφαιρικός καυστήρας. Έχει κυκλική διαμόρφωση. Για ομοιόμορφη θέρμανση του μαγειρικού σκεύους η αναγκαία διατομή εξόδου του μίγματος αερίου/πρωτεύοντος αέρα διαιρείται σε πολλές μικρές διατομές. Έτσι δημιουργείται η κεφαλή με τη στεφάνη πολλών μικρών φλογών. Η διαμόρφωση αυτή είναι ευνοϊκή για την αναρρόφηση του δευτερεύοντος αέρα. Συνήθως η κεφαλή του καυστήρα για καλύτερο καθαρισμό είναι διαιρετή στα δύο και το καπάκι είναι αφαιρετό. Η παροχή του αερίου ρυθμίζεται συνεχώς (χωρίς βαθμίδες) με τη βοήθεια μιας ρυθμιστικής δικλείδας μέχρι μια ελάχιστη καθορισμένη τιμή. Επειδή χρησιμοποιούνται μαγειρικά σκεύη σε διάφορα μεγέθη, σε μια συνήθη μαγειρική συσκευή υπάρχουν συνήθως 4 καυστήρες: 1 μεγάλος καυστήρας ισχύος 2,6 kW,- 2 μέτριοι καυστήρες ισχύος 1,8 kW και 1 μικρός καυστήρας ισχύος 1,0 kW.

Στις μαγειρικές συσκευές με κεραμικές εστίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι συμβατικοί καυστήρες, επειδή ο χώρος καύσης δεν επιτρέπει την αναρρόφηση δευτερεύοντος αέρα. Επίσης για τις κεραμικές εστίες απαιτείται κυρίως υπέρυθρη ακτινοβολία φλόγας, ενώ οι κοινές φλόγες έχουν μόνο μικρό κλάσμα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Για το λόγο αυτό σχεδιάστηκαν και εξελίχθηκαν οι καυστήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας. Στους καυστήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας το μίγμα αέρα / αερίου διαμοιράζεται σε εκατοντάδες μικρές οπές κατά προτίμηση σε μια κεραμική πλάκα. Έτσι επάνω στην κεραμική πλάκα δημιουργούνται εκατοντάδες μικρές φλόγες, οι οποίες, αν η ρύθμιση του μίγματος είναι ορθή, καίονται 1-1,5 mm μέσα στις οπές αναγκασίας αέρας αναρροφάται σε ένα (πρωτεύον) στάδιο με  $\lambda=1,05$  περίπου.





**Εικόνα 2.2** Καυστήρας μαγειρικής συσκευής

Η κεραμική πλάκα ερυθροπυρώνεται και έχει θερμοκρασία επιφάνειας 900°C. Μειονέκτημα αυτού του είδους καυστήρα είναι ότι το εύρος ρύθμισης μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης ισχύος είναι μικρό.

## 2.3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Για τη βολική ρύθμιση και ασφαλή λειτουργία τους οι μαγειρικές συσκευές είναι εξοπλισμένες με κατάλληλο εξοπλισμό λειτουργίας και ασφάλειας ο οποίος θα εξετασθεί στη συνέχεια.

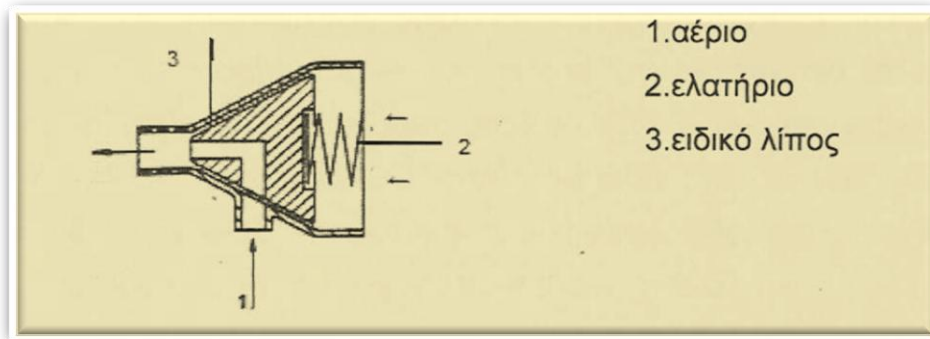
### 2.3.1 Στοιχείο ρύθμισης

Για τη ρύθμιση της παροχής αερίου στις κοινές μαγειρικές συσκευές χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά ο ειδικός τύπος δικλείδας της εικόνας 2.3.

Μέσα στο κωνικό κέλυφος της δικλείδας κινείται το επίσης κωνικό στοιχείο (κοκκοράκι), το οποίο ελευθερώνει τη ροή του αερίου μέσα από αντίστοιχες οπές. Για τη ρύθμιση μικρών παροχών υπάρχει οπή παράκαμψης (by pass). Μέσα σε αυτήν υπάρχει ένα ακροφύσιο, το οποίο καθορίζει ακριβώς την επιθυμητή παροχή.

Για τη στεγανοποίηση του κωνικού στοιχείου μέσα στο κέλυφος και την εύκολη χρήση της δικλείδας το κωνικό στοιχείο πιέζεται επάνω στο κέλυφος από ένα ελατήριο, ενώ ανάμεσα στο κέλυφος και το κωνικό στοιχείο υπάρχει φιλμ από ειδικό λίπος. Έτσι το αέριο ρέει μόνο μέσα από τις προβλεπόμενες οπές. Για τη ρύθμιση της παροχής αερίου στους καυστήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας των κεραμικών συσκευών η δικλείδα δεν είναι κατάλληλη. Χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά διευθυνόμενες μαγνητικές βαλβίδες, κατά DIN 57722, DIN 57700 και DIN 57116. Οι βαλβίδες αυτές λειτουργούν με συνεχές ρεύμα. Για αποφυγή

θορύβου κατά το άνοιγμα και το κλείσιμο η βαλβίδα λειτουργεί με αιωρούμενη άγκυρα και ειδική στεγανοποίηση. Οι μαγνητικές βαλβίδες είναι κατάλληλες για όλα τα είδη αερίων.



Εικόνα 2.3 Δικλείδα αερίου

### 2.3.2 Ασφάλεια έναυσης

Για να είναι εντελώς ασφαλής η λειτουργία των μαγειρικών συσκευών πρέπει στη δικλείδα να υπάρχει ενσωματωμένη ειδική μαγνητική βαλβίδα, η οποία δεν επιτρέπει να ρέει αέριο, όταν δεν υπάρχει φλόγα. Η ασφάλεια έναυσης μπορεί να είναι μια θερμοηλεκτρική ασφάλεια έναυσης. Περιλαμβάνει ένα θερμοστοιχείο, (εικόνα 2.4). Τα δύο σύρματα του θερμοστοιχείου, Π.χ από Constantan / χρωμιονικό είναι κολλημένα σε δύο σημεία. Όταν τα δύο σημεία έχουν σημαντικά διαφορετικές θερμοκρασίες, το κύκλωμα διαρρέεται από θερμικό ρεύμα (φαινόμενο Peltier ή Seebeck).

Όταν το αέριο ανάψει, η θερμή θέση κόλλησης θερμαίνεται στους 600°C περίπου και ρέει θερμικό ρεύμα περίπου 0,8 + 1A. Αυτό ανοίγει κρουστικά τη μαγνητική βαλβίδα την ενσωματωμένη στη δικλείδα. Επειδή η δύναμη του μαγνήτη δεν αρκεί για να ανοίξει τη βαλβίδα μόνη της, είναι αναγκαίο να πιέσουμε με το χέρι το δίσκο της βαλβίδας επάνω στον πυρήνα από μαλακό σίδηρο. Όταν το θερμικό ρεύμα είναι επαρκές ο μαγνήτης κρατά σταθερά το δίσκο της βαλβίδας στην ανοικτή θέση και το αέριο ρέει. Αν σβήσει η φλόγα, η κόλληση ψύχεται, το ρεύμα διακόπτεται και το ελατήριο κλείνει τη μαγνητική βαλβίδα.

Στις μεγάλες συσκευές και στις κεραμικές συσκευές η απόκριση των θερμοστοιχείων είναι αργή λόγω της ακτινοβολίας θερμών στοιχείων της συσκευής. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιείται επιτηρητής ιονισμού. Το ελάχιστης έντασης συνεχές ρεύμα το οποίο διαρρέει τον αισθητήρα ιονισμού ενισχύεται από κύκλωμα και κρατά ανοικτή τη μαγνητική βαλβίδα. Όταν σβήσει η φλόγα, το ρεύμα διακόπτεται και το ελατήριο κλείνει τη μαγνητική βαλβίδα.

Η επιτήρηση της φλόγας είναι, φυσικά, δυνατή μόνον όταν η λειτουργία ελέγχεται από μια συσκευή ελέγχου. Αυτή δίνει τις εντολές για την επιτήρηση της φλόγας στη διάταξη έναυσης και στη μαγνητική βαλβίδα και ελέγχει τους

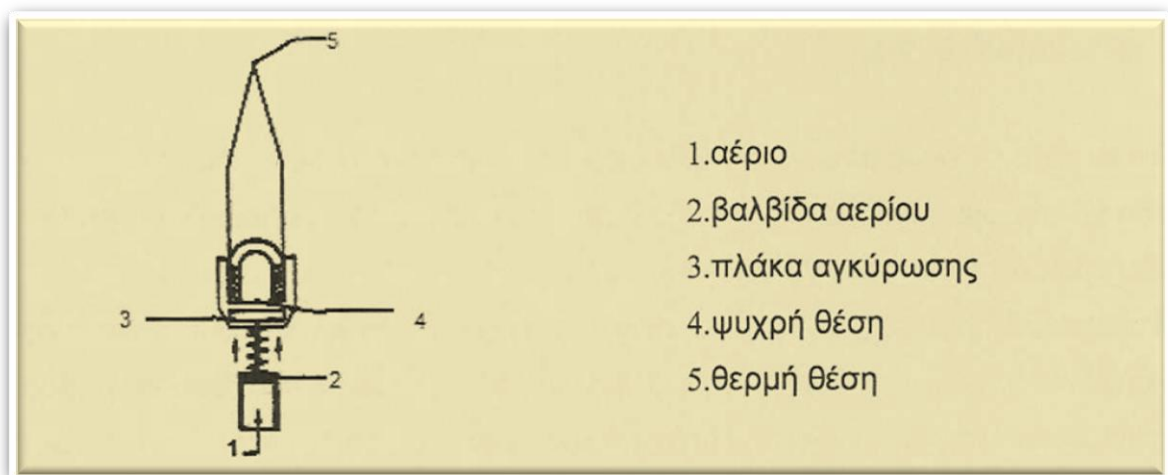
χρόνους ασφαλείας, δηλαδή τα μέγιστα χρονικά διαστήματα για τα οποία επιτρέπεται εκροή άκαυστου αερίου στο χώρο καύσης.

Ο χρόνος ασφαλείας κατά την εκκίνηση (μεταξύ ανοίγματος της μαγνητικής βαλβίδας και φραγής της παροχής του αερίου, αν δεν δημιουργηθεί φλόγα) δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 5s. Ο χρόνος ασφαλείας κατά τη λειτουργία (φραγή της παροχής του αερίου σε περίπτωση βλάβης) δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 15 s. Ο χρόνος απόκρισης σε περίπτωση βλάβης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 s.

### 2.3.3 Διάταξη Έναυσης

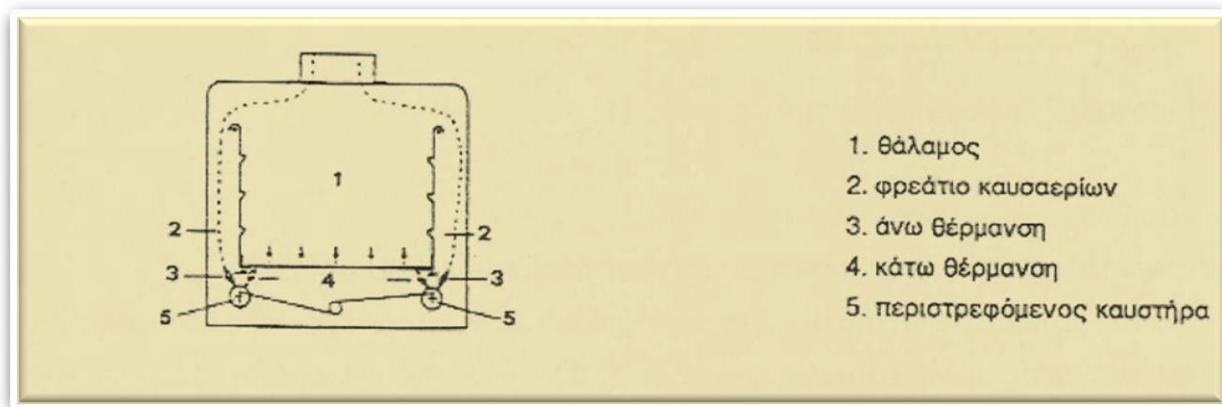
Ενώ παλαιότερα η έναυση γινόταν με σπέρτα, σήμερα η έναυση γίνεται επί το πλείστον πιεζοηλεκτρικά ή ηλεκτρικά. Η πιεζοηλεκτρική έναυση βασίζεται στην εμφάνιση ηλεκτρικών φορτίων σε ορισμένους κρυστάλλους π.χ. χαλαζίας, όταν αυτοί υπόκεινται σε πίεση ή εφελκυσμό σε καθορισμένη διεύθυνση. Αναπτύσσονται τάσεις 15 έως 20 kV, οπότε δημιουργείται σπινθήρας έναυσης μεταξύ δύο ηλεκτροδίων ή ενός ηλεκτροδίου και σώματος. Δεν απαιτείται σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η μέθοδος είναι κατάλληλη, όταν έχουμε έναυση μόνον σε ένα σημείο (π.χ. τοπικός θερμαντήρας χώρου). Δεν είναι υποχρεωτικά κατάλληλη, όταν έχουμε αναγκαστικά έναυση σε πολλά σημεία (π.χ. πολλές εστίες μαγειρέματος).

Η ηλεκτρική έναυση απαιτεί σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτή σήμερα είναι συνήθης, αν θέλουμε λειτουργία της συσκευής με χρονοδιακόπτη και φωτισμό του φούρνου. Υπάρχει ένα πρωτεύον πηνίο με πυρήνα από φερριτικό σίδηρο. Σε κάθε χώρο καύσης υπάρχει ένα ή περισσότερα πηνία υψηλής τάσης.



Εικόνα 2.4 θερμοστοιχείο

Η αναπτυσσόμενη τάση είναι περίπου 20 kV. Στις κοινές συσκευές για τον παλμό έναυσης υπάρχει ψυχρός καθοδικός σωλήνας, ενώ στις κεραμικές συσκευές στοιχεία από ημιαγωγούς

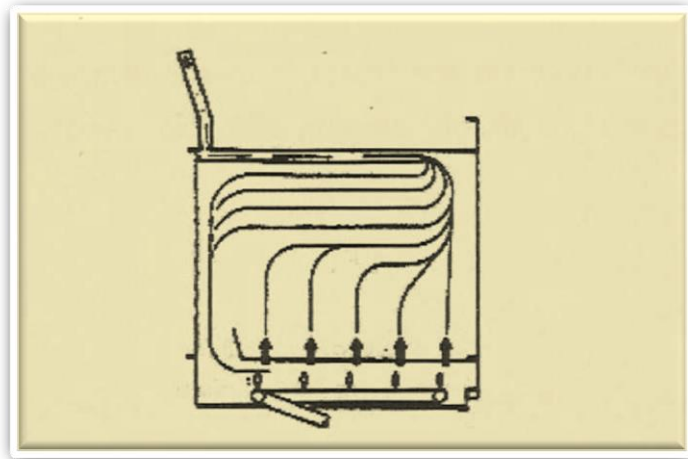


**Εικόνα 2.5** Φούρνος με άνω και κάτω θέρμανση

## 2.4 Ο ΦΟΥΡΝΟΣ

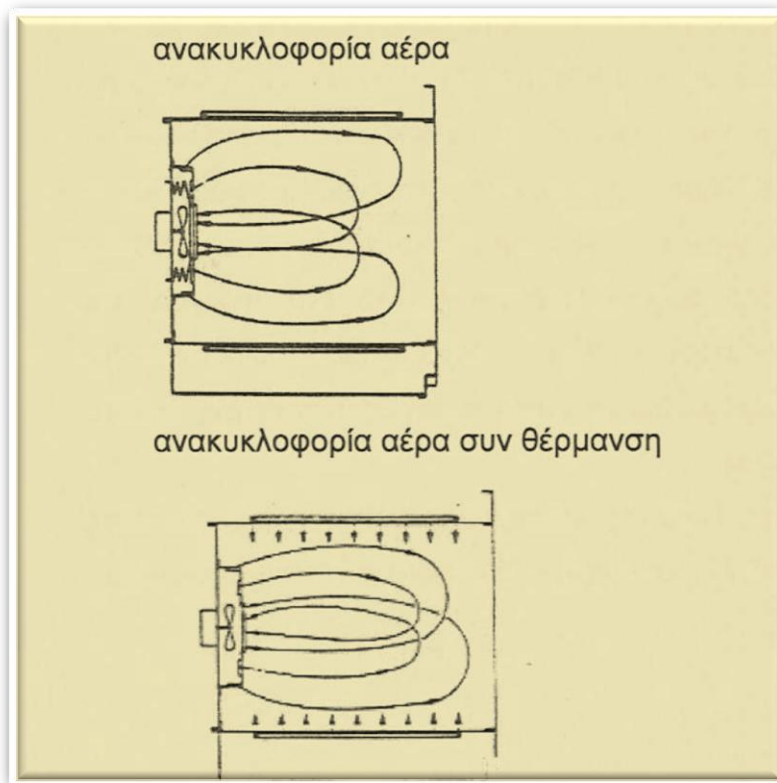
Παλαιότερα κατασκευάζονταν φούρνοι με ρυθμιζόμενη άνω και κάτω θέρμανση, (εικόνα 2.5). Στον πυθμένα ήταν εγκατεστημένοι δύο μακροί περιστρεφόμενοι καυστήρες, ενώ κρεμάμενα ελάσματα δημιουργούσαν δύο φρεάτια για τα θερμά καυσαέρια. Με την περιστροφή των καυστήρων ρυθμίζονταν τα κλάσματα άνω και κάτω θέρμανσης. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης και ορθογωνικοί καυστήρες. Τα δύο συστήματα είχαν το μειονέκτημα του περιορισμένου χώρου λόγω της αναγκαίας ύπαρξης των φρεατίων. Οι νεώτεροι φούρνοι διαθέτουν έναν ενσωματωμένο καυστήρα κάτω από το χώρο ψησίματος, (εικόνα 2.6). Τα καυσαέρια εξέρχονται από ένα άνοιγμα και διανέμονται, κινούμενα λόγω άνωσης προς τα άνω. Η θερμότητα αποδίδεται λόγω σχεδιασμού με ακτινοβολία, αλλά και με συναγωγή από τα θερμά καυσαέρια. Η άνω και κάτω θέρμανση έχουν βέλτιστο λόγο. Σε σύγχρονους φούρνους υπάρχει εγκατεστημένος ένας ανεμιστήρας, ο οποίος βοηθάει στην ανακυκλοφορία του αέρα.

Συναντάμε δύο δυνατότητες λειτουργίας, α) απλή ανακυκλοφορία του θερμού αέρα, β) ανακυκλοφορία του θερμού αέρα με πρόσθετη παροχή θερμότητας. Με το δεύτερο τρόπο λειτουργίας έχουμε καλύτερο ψήσιμο, ενώ αποφεύγεται η συμπύκνωση του εξατμισμένου λίπους.



**Εικόνα 2.6** φούρνος με συμβατικό ψήσιμο

Με την ανακυκλοφορία θερμού αέρα μπορούμε να ψήνουμε διάφορα φαγητά σε διάφορα επίπεδα του φούρνου. Σε πολλούς σύγχρονους φούρνους, για να παρασχεθούν περισσότερες δυνατότητες και ευκολίες μαγειρέματος, υπάρχουν εγκατεστημένα και τα δύο συστήματα λειτουργίας, με συμβατικό ψήσιμο και ανακυκλοφορία θερμού αέρα.

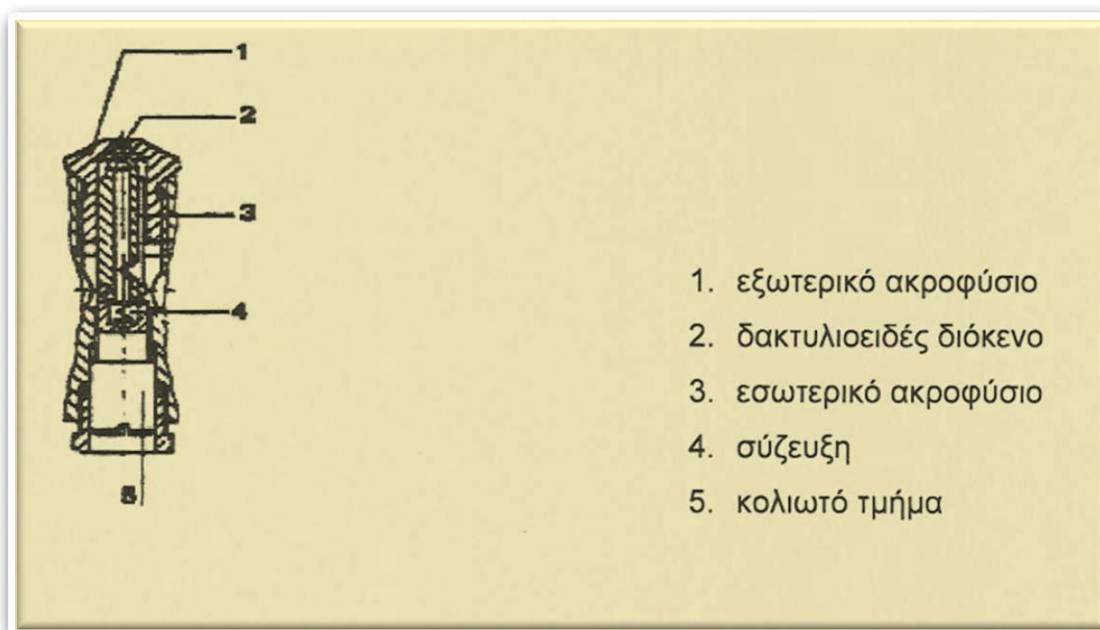


**Εικόνα 2.7** φούρνος με θερμό αέρα

## 2.5 ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΟΥΡΝΟΥ

Για τη διεύθυνση της λειτουργίας του καυστήρα του φούρνου υπάρχει απλό στοιχείο διεύθυνσης, το οποίο επιτρέπει συνεχή ρύθμιση της θερμικής ισχύος μέχρι μια ελάχιστη τιμή στο 20% της μέγιστης. Στην ελάχιστη τιμή, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 30, η θερμοκρασία του φούρνου δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τους 160°C. Η ρύθμιση της θερμικής ισχύος μπορεί να γίνει και με τη βοήθεια θερμοστάτη. Όταν ο αισθητήρας φθάσει τη ρυθμισμένη θερμοκρασία, ένα σύστημα, συνήθως υδραυλικό, διακόπτει την παροχή αερίου.

Σήμερα χρησιμοποιούνται επίσης ηλεκτρονικά όργανα διεύθυνσης, τα οποία ρυθμίζουν την παροχή αερίου μέσω μαγνητικών βαλβίδων, όπως στην περίπτωση των καυστήρων των κεραμικών μαγειρικών συσκευών. Στη συσκευή είναι συνήθως εγκατεστημένος χρονοδιακόπτης για προγραμματισμό της λειτουργίας. Οι μαγειρικές συσκευές συνήθως ρυθμίζονται στο εργοστάσιο για λειτουργία με φυσικό αέριο της ομάδας H, δηλαδή με ονομαστικό δείκτη Wobbe  $W_0 = 15,0 \text{ kWh/m}^3$ . Φέρουν στην πινακίδα τους ειδική ένδειξη,



**Εικόνα 2.8** Διπλό ακροφύσιο αερίου

η οποία Π.χ. για τη Γερμανία είναι EE = Erdgas Einstellung (ρύθμιση για φυσικό αέριο). Με τη ρύθμιση αυτή μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς καμία τεχνική μεταβολή με αέριο της ομάδας L, χωρίς πρακτική επίδραση στη λειτουργία. Οι συσκευές είναι εξοπλισμένες με ειδικά διπλά ακροφύσια, (εικόνα 2.8), με ρυθμιζόμενο μέσω κοχλίωσης διάκενο μεταξύ των ακροφυσίων.

## **3.ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

### **3.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Με τον όρο επαγγελματικές εφαρμογές εννοούμε τις εφαρμογές εκείνες του φυσικού αερίου, οι οποίες απαντώνται σε βιοτεχνίες, εργαστήρια και συναφείς δραστηριότητες, οι οποίες δεν μπορούν να καταταγούν άμεσα στις βιομηχανικές εφαρμογές. Φυσικά τα όρια μεταξύ οικιακών, επαγγελματικών και βιομηχανικών εφαρμογών είναι σε ορισμένες περιπτώσεις συγκεχυμένα. Π.χ. μπορεί να υπάρξει ένσταση για την κατάταξη στις επαγγελματικές εφαρμογές των θερμαντήρων ακτινοβολίας. Η διάκριση έγινε απλώς για καλύτερη κατά την ταπεινή μας γνώμη διάταξη της ύλης.

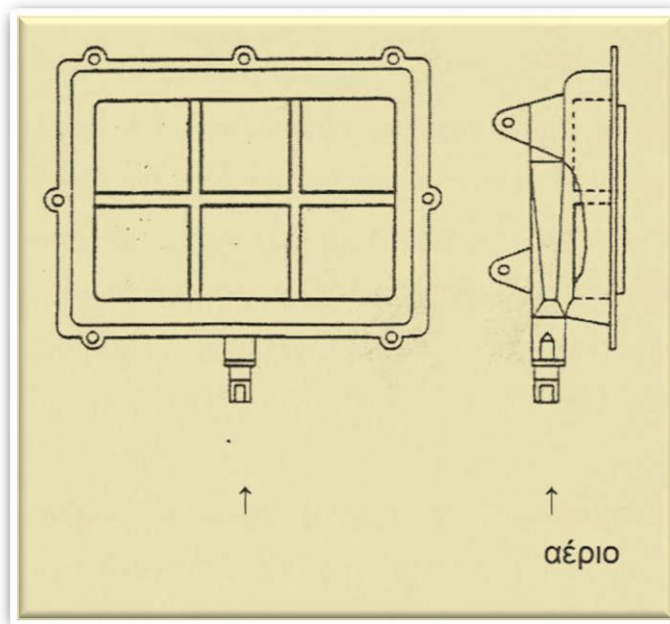
Πρόκειται για εφαρμογές μάλλον ενεργοβόρες, στις οποίες σήμερα στη χώρα μας το καύσιμο είναι κυρίως το ελαφρό και το βαρύ πέτρελαιο, και δευτερευόντως τα υγραέρια.

### **3.2 ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΧΩΡΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ**

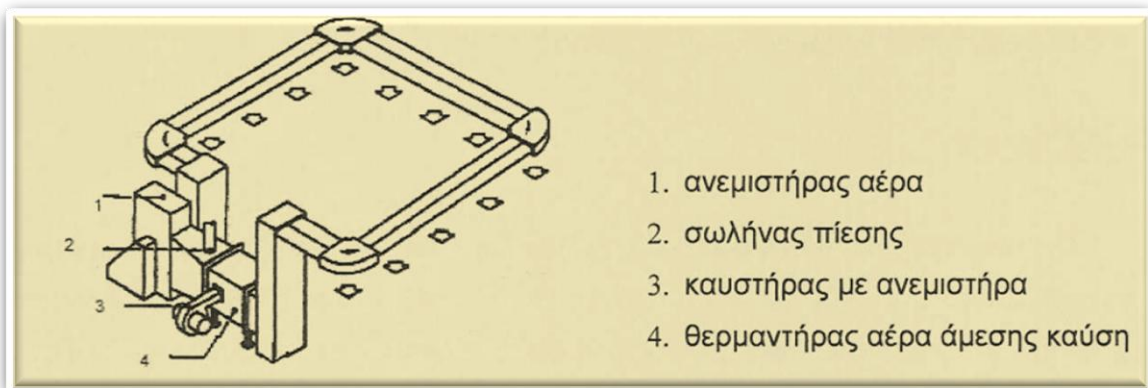
#### **3.2.1 Γενικά**

Οι θερμαντήρες ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση μεγάλων χώρων, όπου συνήθως δεν είναι ανάγκη να θερμανθεί όλος ο χώρος. Καλύπτουν από την άποψη θέρμανσης δεδομένο εμβαδό. Εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία προς το πάτωμα και τα αντικείμενα του χώρου τον οποίον καλύπτουν, ενώ ο αέρας του χώρου δεν θερμαίνεται άμεσα. Αναγκαστικά θερμαίνονται με την ακτινοβολία και τα άτομα τα ευρισκόμενα στο δεδομένο χώρο. Έτσι η θερμοκρασία την οποία υποκειμενικά αισθάνεται το άτομο (αίσθημα ευεξίας) είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα. Αποτέλεσμα είναι η μικρότερη ανάγκη θερμαντικής ισχύος. Με τους θερμαντήρες ακτινοβολίας αποφεύγονται τα ρεύματα αέρα (στους μεγάλους χώρους) καθώς και η μεταφορά σκόνης. Η ταχύτητα του αέρα στους εξωτερικούς τοίχους και τις οροφές είναι συναγωγή από τον αέρα του χώρου προς τους τοίχους. Η θέρμανση του πατώματος από την ακτινοβολία σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από εκείνη του αέρα γενικώς θεωρείται ευνοϊκή, ιδίως σε αθλητικούς χώρους. Συναντούμε α) θερμαντήρες υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας, (εικόνα 3.1), και β) θερμαντήρες υπέρυθρης μη φωτεινής ακτινοβολίας, (εικόνα 3.2).

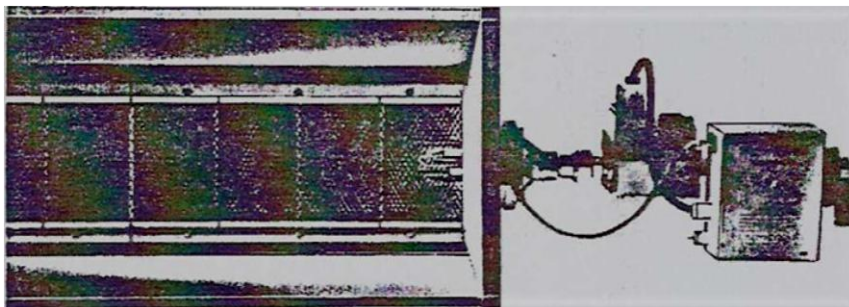
Οι θερμαντήρες υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται σε επαγγελματικούς και βιομηχανικούς χώρους με ύψος μεγαλύτερο από 4 m.



**Εικόνα 3.1** Θερμαντήρας υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας



**Εικόνα 3.2** Θερμαντήρας υπέρυθρης μη φωτεινής ακτινοβολίας



**Εικόνα 3.3** θερμαντήρες υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας



Χρησιμοποιούνται για πλήρη, μερική, ή τοπική θέρμανση χώρων εργασίας σε εργοστασιακούς χώρους μικρού και μεγάλου ύψους, σε χώρους συναρμολόγησης με ανοικτές πόρτες και επιφάνειες εκτεθειμένες στο ύπαιθρο, καθώς και σε κλειστούς χώρους αθλοπαιδιών.

Οι θερμαντήρες υπέρυθρης μη φωτεινής ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται για μερική ή τοπική θέρμανση χώρων εργασίας αποθηκών, γκαράζ, κλειστών χώρων αθλοπαιδιών, σταθμών λεωφορείων κλπ. Είναι κατάλληλοι για χρήση σε χώρους με αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς.

### **3.2.2 Θερμαντήρες υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας**

Οι θερμαντήρες υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας, (εικόνα 4.3), ως βασικό στοιχείο έχουν μια διάτρητη κεραμική πλάκα, η οποία αποτελεί ειδικό καυστήρα προανάμιξης. Ο αέρας καύσης αναρροφάται και αναμιγνύεται με το αέριο. Το μίγμα αερίου / αέρα εξέρχεται από τις οπές της πλάκας και καίγεται επάνω ή κοντά στην επιφάνεια με πολλές φλόγες. Η θερμοκρασία της επιφάνειας φθάνει τους 850 - 900°C. Η θερμότητα αποδίδεται από τη θερμή πλάκα στο χώρο με ακτινοβολία, το μέγιστο της οποίας αντιστοιχεί μεταξύ 2 και 3 μm. Η συσκευή διαθέτει διάταξη ηλεκτρικής έναυσης καθώς και διάταξη επιτήρησης της φλόγας με αισθητήρα ιονισμού.

Σε νεώτερες κατασκευές θερμαντήρων υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας εκμεταλλευόμαστε το κλάσμα συναγωγής της θερμότητας μετατρέποντας αυτό σε μεγάλο βαθμό σε μη φωτεινή ακτινοβολία. Το κέλυφος της συσκευής είναι μονωμένο, ενώ έχουν προστεθεί και ανακλαστήρες. Οι επιφάνειες των ανακλαστήρων αποκτούν θερμοκρασία περίπου 500°C. Έτσι εκμεταλλευόμαστε για τη θέρμανση πρωτεύουσα και δευτερεύουσα ακτινοβολία.

### **3.2.3 Θερμαντήρες υπέρυθρης μη Φωτεινής ακτινοβολίας**

Στους θερμαντήρες υπέρυθρης μη φωτεινής ακτινοβολίας, εικόνες 3.3 και 3.4, ο θερμός αέρας 150-300°C ανακυκλοφορεί σε δέσμη σωλήνων. Οι σωλήνες θερμαινόμενοι ακτινοβολούν και θερμαίνουν επιφάνειες αντικείμενα και άτομα. Οι σωλήνες είναι μονωμένοι από επάνω, ώστε η ακτινοβολία να εκπέμπεται προς τα κάτω. Για βελτίωση της θερμικής ακτινοβολίας οι σωλήνες συνήθως είναι βαμμένοι με ειδική βαφή. Λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας της επιφάνειας των σωλήνων παράγεται ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος στην κατώτερη υπέρυθρη περιοχή.

Υπάρχουν επίσης και θερμαντήρες υπέρυθρης μη φωτεινής ακτινοβολίας, οι οποίοι διαρρέονται από θερμά καυσαέρια, αντί να διαρρέονται από θερμό αέρα.

Η κίνηση του θερμού αέρα ή των καυσαερίων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ανεμιστήρα.

### 3.2.4 Ρύθμιση θερμοκρασίας χώρου



**Εικόνα 3.4** Θερμαντήρας υπέρυθρης μη φωτεινής ακτινοβολίας

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας των χώρων των θερμαινόμενων με θερμαντήρες ακτινοβολίας μπορεί να γίνει όπως στις λοιπές περιπτώσεις θερμαντήρων. Η απλούστερη περίπτωση ρύθμισης είναι η περίπτωση έναυσης / σβέσης (on/off). Η ρύθμιση μπορεί να γίνεται με το χέρι, τοπικά ή κεντρικά. Σε καλύτερη περίπτωση χρησιμοποιούνται θερμοστάτες, πιθανώς και με τη συνεργασία χρονοδιακόπτη. Η χρήση θερμαντήρων ακτινοβολίας επιτρέπει τη διαίρεση του χώρου σε επί μέρους περιοχές, οι οποίες μπορούν να ελέγχονται από ξεχωριστό θερμοστάτη.

Για την προσαρμογή της θερμαντικής ισχύος στην επιθυμητή θερμοκρασία ευεξίας και τη βελτίωση της οικονομικότητας του συστήματος θέρμανσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ρυθμιζόμενοι διβόθμιοι θερμαντήρες υπέρυθρης φωτεινής ακτινοβολίας. Η θερμαντική ισχύς μπορεί σε μερικό φορτίο να ρυθμισθεί μέσω ρύθμισης της πίεσης στο ακροφύσιο μέχρι τα 50% της ονομαστικής.

Υπάρχουν, βέβαια, και δυνατότητες συνεχούς ρύθμισης της θερμαντικής ισχύος. Με ρύθμιση της πίεσης στο ακροφύσιο η θερμαντική ισχύς μπορεί να ρυθμίζεται συνεχώς στην περιοχή 50-100%. Η ρύθμιση μπορεί να γίνεται είτε χειροκίνητα, είτε με τη βοήθεια αισθητήρων ακτινοβολίας, οι οποίοι έχουν εγκατασταθεί και ρυθμισθεί ανάλογα προς τα τοπικά δεδομένα.

### 3.2.5 Εγκατάσταση

Οι θερμαντήρες ακτινοβολίας πρέπει να στερεώνονται σταθερά σε σταθερούς φορείς ή σημεία. Η σύνδεση της συσκευής με τον αγωγό τροφοδοσίας γίνεται με ειδικό εξάρτημα σύνδεσης. Οι αγωγοί αερίου και τα ηλεκτρικά καλώδια πρέπει να εγκαθίστανται έτσι, ώστε να είναι προστατευμένα από τα ανερχόμενα καυσαέρια ή τη θερμική ακτινοβολία. Τα καλώδια κοντά στο θερμαντήρα πρέπει να είναι τύπου ανθεκτικού στη θερμότητα. Οι θερμαντήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας

πρέπει να διατάσσονται έτσι, ώστε τα πρόσωπα στην περιοχή ακτινοβολίας να μην εκτίθενται σε μη ανεκτή θερμική επίδραση. Έτσι οι θερμαντήρες πρέπει να εγκαθίστανται σε ελάχιστο ύψος  $h$  υπολογιζόμενο  $h=h_0f_1f_2$

$h_0$  το ελάχιστο ύψος ανάρτησης για θερμοκρασία αέρα

ταχύτητα αέρα  $v=0,3$  m/s

$\partial_L \neq 10^\circ\text{C}$

$f_1$  συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία αέρα

$\partial_L = 10^\circ\text{C}$

$f_2$  συντελεστής διόρθωσης για ταχύτητα αέρα  $v \neq 0,3$  m/s.

Το ελάχιστο ύψος ανάρτησης  $h_0$  λαμβάνεται από τον πίνακα 3.1 σε εξάρτηση από την ονομαστική θερμική φόρτιση και τη γωνία κλίσης του θερμαντήρα ακτινοβολίας. Ο συντελεστής διόρθωσης  $f_1$

ονομ.θερμική φόρτιση kW	0°	15°	30°	45°	60°
7	4,6	4,5	4,2	3,8	3,2
10,5	5,3	5,2	4,8	4,3	3,5
14	5,5	5,4	5,0	4,4	3,6
21	6,7	6,6	6,1	5,2	4,2
28	7,5	7,3	6,8	5,8	4,6
42	8,8	8,6	7,9	6,7	5,3

**Πίνακας 3.2** συντελεστής διόρθωσης  $f_1$  για θερμοκρασία αέρα

θερμοκρασία $\partial_L$ [°C]	0	5	15
$f_1$	0	0.95	1,1

λαμβάνεται από τον πίνακα 3.2, ενώ ο συντελεστής διόρθωσης  $f_2$  λαμβάνεται από τον πίνακα 3.3. Για ενδιάμεσες τιμές πρέπει να γίνεται παρεμβολή στις τιμές των πινάκων.

**Πίνακας 3.3** Συντελεστής διόρθωσης  $f_2$  για ταχύτητα αέρα  $u$  m/s

Ταχύτητα $v=0,3$ m/s	0,5	0,7	0,9
$f_2$	0.91	0.85	0,81

## 4. ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

### 4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Είναι γνωστό ότι κατά τη ροή ρευστών μέσα σε σωληνώσεις προκύπτουν απώλειες πίεσης, οφειλόμενες τόσο σε αντιστάσεις στη ροή μέσα στους σωλήνες, όσο και σε αντιστάσεις στη ροή μέσα από στοιχεία μορφής (τόξα, γόνατα, καμπύλες κλπ.) και όργανα (αποφρακτικά, διατάξεις ασφαλείας, μετρητές κλπ.). Ο υπολογισμός των απωλειών πίεσης στις σωληνώσεις αερίου είναι απαραίτητος. Όπως θα δούμε και στα επόμενα κεφάλαια, εκτός από τον προσδιορισμό της παροχής και της πίεσης του αερίου, η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων (υπολογισμοί αναγκαίων διαμέτρων σωλήνων και λοιπών στοιχείων) βασίζεται και στον καθορισμό μέγιστης επιτρεπόμενης πτώσης πίεσης σε τμήματα αλλά και στο σύνολο της σωληνώσεως ή του δικτύου.

Η ανάγκη καθορισμού μέγιστης επιτρεπόμενης πτώσης πίεσης είτε οφείλεται σε ανάγκη ύπαρξης ελάχιστης δεδομένης πίεσης σε κάποιο σημείο, συνήθως σωληνώσεων χαμηλής ή μέσης πίεσης, (π.χ. για ικανοποιητική τροφοδοσία μιας συσκευής κατανάλωσης αερίου), είτε προκύπτει από την τεχνικοοικονομική μελέτη της κατασκευής και λειτουργίας δικτύου μεταφοράς και διανομής.

Ο υπολογισμός των απωλειών πίεσης είναι πεδίο της Ρευστομηχανικής. Στα πλαίσια του παρόντος δεν είναι, φυσικά, δυνατό να αναπτυχθούν όλες οι αρχές της Ρευστομηχανικής. Έτσι θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μόνον τα αναγκαία στοιχεία, τα απαραίτητα για να αντιμετωπίσει ο μελετητής τους υπολογισμούς των απωλειών πίεσης στις σωληνώσεις αερίου.

Στη συνέχεια θα δώσουμε τους υπολογισμούς πτώσης πίεσης σε σωληνώσεις, τόσο για ροές σταθερής πυκνότητας (σχετικά πολύ μικρή πτώση πίεσης στο θεωρούμενο αγωγό, ώστε να μην μεταβάλλει ουσιαστικά την πυκνότητα η μείωση της πίεσης), όσο και για ροές μεταβλητής πυκνότητας. Οι ροές των αερίων μέσα στους αγωγούς θεωρούνται μόνιμες (δεν θα εξετασθούν μεταβατικά φαινόμενα).

### 4.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

#### 4.2.1 Ο νόμος της συνέχειας

Πρόκειται για το νόμο της διατήρησης της μάζας. Η μάζα του ρέοντος αερίου παραμένει σταθερή, εφ' όσον δεν υπάρχει καμία κατανάλωση πρόσθετη ποσότητας αερίου.

Ο νόμος της συνέχειας ανάμεσα σε δύο σημεία 1 και 2 ενός αγωγού γράφεται

$$m_1 = m_2 \quad (4.1)$$

$$\text{ή} \\ r_1 V_1 = r_2 V_2 \quad (4.2)$$

$$\text{ή} \\ r_1 A_1 U_1 = r_2 A_2 U_2 \quad (4.3)$$

όπου:

$m_i$  η παροχή μάζας στο σημείο  $i$ ,  
 $V_i$  η παροχή όγκου στο σημείο  $i$ ,  
 $\rho_i$  η πυκνότητα στο σημείο  $i$ ,  
 $A_i$  η διατομή του αγωγού στο σημείο  $i$ , και  
 $u_i$  η ταχύτητα στο σημείο  $i$ .

Στην περίπτωση που η πίεση του αερίου είναι σταθερή (σχετικά πολύ μικρή πτώση πίεσης μεταξύ των θεωρουμένων σημείων), παραμένει σταθερή και η πυκνότητα του αερίου  $\rho_1 = \rho_2$  και τότε οι εξισώσεις (4.2) και (4.3) απλοποιούνται

$$V_1 = V_2 \quad (4.4)$$

και

$$A_1 u_1 = A_2 u_2 \quad (4.5)$$

Από την εξίσωση 4.5 βλέπουμε, ότι, όταν αυξάνει διατομή του αγωγού, ή ταχύτητα μειώνεται.

#### 4.2.2 Στρωτή και τυρβώδης ροή

Όπως είναι γνωστό, ο Reynolds (το 1883) απέδειξε πειραματικά, ότι οι ροές διακρίνονται σε δύο διαφορετικούς τύπους, τις στρωτές και τις τυρβώδεις.

Στη στρωτή ροή οι διάφορες γραμμές ροής είναι πλήρως τακτοποιημένες και η κίνηση γίνεται σε λεία στρώματα, χωρίς ανάμιξη των γειτονικών στρωμάτων. Οι δυνάμεις τριβής (ιξώδεις) επηρεάζουν σημαντικά τη ροή και αποσβένουν κάθε διαταραχή της ροής. Σε μόνιμη κατάσταση η ταχύτητα και η πίεση είναι χρονικά αμετάβλητες σε κάθε σημείο του πεδίου ροής.

Στην τυρβώδη ροή η κίνηση του ρευστού είναι ακανόνιστη και λαμβάνει χώρα έντονη ανάμιξη του ρευστού. Σε ένα σημείο του πεδίου ροής η ταχύτητα και η πίεση δεν είναι χρονικά σταθερές, αλλά παρουσιάζουν πολύ ακανόνιστες διακυμάνσεις. Αυτό συμβαίνει επειδή η βασική κίνηση του ρευστού επικαλύπτεται από μια ακανόνιστη ροή με διακυμάνσεις υψηλής συχνότητας παράλληλα και εγκάρσια προς τη βασική ροή. Δεν πρόκειται για ταλαντώσεις μεμονωμένων μορίων, όπως στη Μοριακή θεωρία των αερίων, αλλά για μακροσκοπικές "μπάλες" ρευστού, οι οποίες κατά τη διάρκεια της ροής διαλύονται και αναδημιουργούνται. Τις διακυμάνσεις της ταχύτητας τις μέχρι και αισθανόμαστε Π.χ. κατά την πνοή ισχυρού ανέμου, όπου μπορούν να φθάσουν το 50% της ταχύτητας της βασικής ροής. Οι ταλαντώσεις αυτές, ακόμα και όταν ανέρχονται σε μικρό ποσοστό της μέσης ταχύτητας, παίζουν σημαντικό ρόλο στην όλη κίνηση. Η τυρβώδης ανάμιξη, την οποία προκαλούν οι ταλαντώσεις,

είναι το αίτιο της αυξημένης πτώσης πίεσης λόγω τριβών (αλλά και αυξημένης μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή).

Η ροή μέσα σε ένα σωλήνα είναι στρωτή, όταν ο αδιάστατος αριθμός Reynolds έχει τιμή μικρότερη από μια κρίσιμη.

$$Re = \frac{u d_i}{\nu} = \frac{u d_i \rho}{\eta} \leq 2300 \text{ (2320)}$$

(4.6)

Όπου:

- u η ταχύτητα του ρευστού,
- d<sub>i</sub> η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα
- ν το κινηματικό ιξώδες,
- ρ η πυκνότητα και
- η το δυναμικό ιξώδες του ρευστού.

Κάτω από την τιμή του Re=2300 η ροή είναι πάντοτε στρωτή. Επάνω από την τιμή αυτή παρατηρήθηκε ότι η ροή σε εξαιρετικές περιπτώσεις (αδιατάρακτη ροή σε σωλήνα με στρογγυλευμένη είσοδο) παρέμενε στρωτή ακόμη και για τιμές Re=40.000. Σε τεχνικές εφαρμογές η ροή είναι σίγουρα τυρβώδης για τιμές του Re μεγαλύτερες από 10.000.

#### 4.2.3 Η άνωση

Λόγω της διαφοράς πυκνότητας μεταξύ αερίου και αέρα στους ανερχόμενους ή κατερχόμενους αγωγούς μεταφοράς αερίου προκύπτει μια διαφορά πίεσης. Έτσι για τα αέρια με πυκνότητα μικρότερη από εκείνη του αέρα (σχετική πυκνότητα μικρότερη από 1, d < 1,0), εμφανίζεται στους ανερχόμενους αγωγούς ένα κέρδος πίεσης, ενώ στους κατερχόμενους αγωγούς μια απώλεια πίεσης. Αντιθέτως για αέρια με πυκνότητα μεγαλύτερη από εκείνη του αέρα (σχετική πυκνότητα μικρότερη από 1, d > 1,0), εμφανίζεται α) στους ανερχόμενους αγωγούς μια απώλεια πίεσης και β) στους κατερχόμενους αγωγούς ένα κέρδος πίεσης.

Η άνωση εξαρτάται προφανώς από την υψομετρική διαφορά ΔH των θεωρούμενων σημείων και υπολογίζεται

$$\Delta p_H = \Delta H \cdot (\rho_g - \rho_{a\eta\rho}) g \quad (4.7)$$

Όπου:

- ρ<sub>g</sub> η πυκνότητα του αερίου και
- ρ<sub>aηρ</sub> η πυκνότητα του αέρα
- g η επιτάχυνση της βαρύτητας, g = 9,81 m/s<sup>2</sup>.

Σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και πίεση λειτουργίας 23 mbar η TOTEE 2471/86 λαμβάνει κατά συνθήκη για τον αέρα ρ<sub>aηρ</sub> = 1,2013 kg/m<sup>3</sup> (η κανονική πυκνότητα αέρα είναι ρ<sub>aηρ,n</sub> = 1,293 kg/m<sup>3</sup>) για αέρια της 1ης οικογένειας ρ<sub>g,1</sub> = 0,6125 kg/m<sup>3</sup> για αέρια της 2ης οικογένειας ρ<sub>g,2</sub> = 0,7936 kg/m<sup>3</sup>. Με βάση τις ανωτέρω τιμές της πυκνότητας προκύπτουν ανάλογα με την οικογένεια αερίων

οι ακόλουθες εξισώσεις: 1η οικογένεια αερίων ( $d < 1,0$ )  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot (-0,058)$  σε mbar  
 2η οικογένεια αερίων ( $d < 1,0$ )  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot (-0,04)$  σε mbar.

Αντίστοιχα οι γερμανικοί κανονισμοί για εγκαταστάσεις αερίου (και το Σχέδιο Τεχνικού Κανονισμού) ορίζουν για την περιοχή μέχρι 100 mbar: για την 1η οικογένεια αερίων ( $d < 1,0$ )  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot (-0,06)$  σε mbar για τη 2η οικογένεια αερίων ( $d < 1,0$ )  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot (-0,04)$  σε mbar για την 4η οικογένεια αερίων ( $d > 1,0$ ) (υγραέριο/αέρας)  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot 0,02$  σε mbar. Η μεταβολή της πίεσης λόγω άνωσης έχει ουσιαστική σημασία μόνον για την περιοχή οικιακών εφαρμογών (πίεση μέχρι 100 mbar).

### 4.3 ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΓΙΑ ΑΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΡΟΗ

Πρόκειται για τις περιπτώσεις ροής αερίου, όπου η πτώση πίεσης μεταξύ δύο θεωρούμενων σημείων είναι σχετικά πολύ μικρή, ώστε να μην επηρεάζεται η πυκνότητα του αερίου. Τέτοιες είναι όλες οι εφαρμογές των οικιακών εγκαταστάσεων, όπου Π.χ. η πτώση πίεσης με βάση τους κανονισμούς δεν υπερβαίνει το 1,3 mbar, με πίεση εισόδου 1036 mbar (1013+23 mbar), δηλ. η σχετική πτώση πίεσης είναι  $(1,3/1036) \cdot 100\% = 0,125\%$  και γενικώς οι εφαρμογές με (υπερ)πίεσεις μέχρι 100 mbar.

Για ροή ασυμπιέστου αερίου η πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TP}$  λόγω τριβών μεταξύ δύο σημείων 1 και 2 ενός αγωγού σταθερής διατομής υπολογίζεται ως εξής:

$$\Delta\rho = \Delta\rho_{TP} + \Delta\rho_H = \xi \frac{l}{d_i} \cdot \frac{\rho u^2}{2} + \Delta H(\rho_g - \rho_{αηρ})g \quad (4.8)$$

Όπου:

$\Delta\rho_{TP}$	η πτώση πίεσης	[Pa. $10^5$ Pa = 1 bar]
$\xi$	συντελεστής αντίστασης ροής	[-]
$d_i$	η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα	[m]
$l$	το μήκος του σωλήνα	[m]
$\rho$	η πυκνότητα του αερίου	[kg/m <sup>3</sup> ]
$u$	η ταχύτητα ροής του αερίου	[m/s]

Αν στην εξ. (8.4) θέλουμε να λάβουμε υπ' όψη την επίδραση της άνωσης, τότε θα γράψουμε (βλέπε και την εξ. (4.7))

$$\Delta\rho_{TP} = p_1 - p_2 = \xi \frac{l}{d_i} \cdot \frac{\rho u^2}{2} \quad (4.9)$$

όπου:



ΔΗ η υψομετρική διαφορά μεταξύ των σημείων  
 [m] Ο συντελεστής αντίστασης ροής κατ' αρχήν από το αν η ροή είναι  
 στρωτή ή τυρβώδης

$$\xi = \frac{64}{\text{Re}} \quad (4.10)$$

δηλαδή εξαρτάται μόνον από τον αριθμό Reynolds. Για τυρβώδη ροή σε σωλήνα διακρίνονται τρεις υδραυλικά διαφορετικές καταστάσεις ροής εξαρτάται καταστάσεις: α) ροή σε υδραυλικά λείο σωλήνα, β) ροή σε υδραυλικά τραχύ σωλήνα και γ) μεταβατική περιοχή μεταξύ υδραυλικά λείου και υδραυλικά τραχέος σωλήνα, όπου στην αντίσταση στη ροή εκτός από τον αριθμό Reynolds παίζει ρόλο και η τραχύτητα του σωλήνα K. Η τραχύτητα εξαρτάται από το υλικό της σωλήνωσης και τη μέθοδο παραγωγής και υπάρχει σε κάθε εσωτερική επιφάνεια σωλήνα ήδη κατά την παράδοσή του. Στους αγωγούς αερίου μπορούν να προκύψουν περαιτέρω πρόσθετες αντιστάσεις στη ροή από επικαθήσεις και προϊόντα διάβρωσης. Διακρίνουμε δύο μορφές τραχύτητας:

α) Μια διαμήκη κυματοειδή τραχύτητα και β) μια βραχεία τραχύτητα με ανυψώσεις και εξογκώματα. Οι ανυψώσεις μπορεί να είναι είτε ομοιόμορφες και στρογγυλευμένες, είτε οξείες με τυχούσα κατανομή. Η μέση (ολοκληρωτική) τιμή όλων των ανυψώσεων ορίζεται ως απόλυτη τραχύτητα και θα την συμβολίζουμε με K. Στον πίνακα 4.1 δίνονται ενδεικτικές τιμές τραχύτητας υλικών σωλήνων που χρησιμοποιούνται στις σωληνώσεις αερίου. Πρακτικά λείοι είναι οι σωλήνες από πλαστικά και γυαλί καθώς και οι διελκυσμένοι (χωρίς ραφές) χάλκινοι σωλήνες. Όλοι οι χαλύβδινοι και χυτοσίδηροι σωλήνες θεωρούνται τραχείς.

Για τις οικιακές εφαρμογές οι γερμανικοί κανονισμοί (και το Σχέδιο Τεχνικού Κανονισμού για την αναθεώρηση της TOTEE 2471/86) συνιστούν, α) για χαλκοσωλήνες K = 0,015 mm β) για χαλυβδοσωλήνες K = 0,5 mm

Για τραχείς σωλήνες ισχύει η εξίσωση:

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\xi}} + \frac{K}{3,71 \cdot di} \right) \quad (4.12)$$

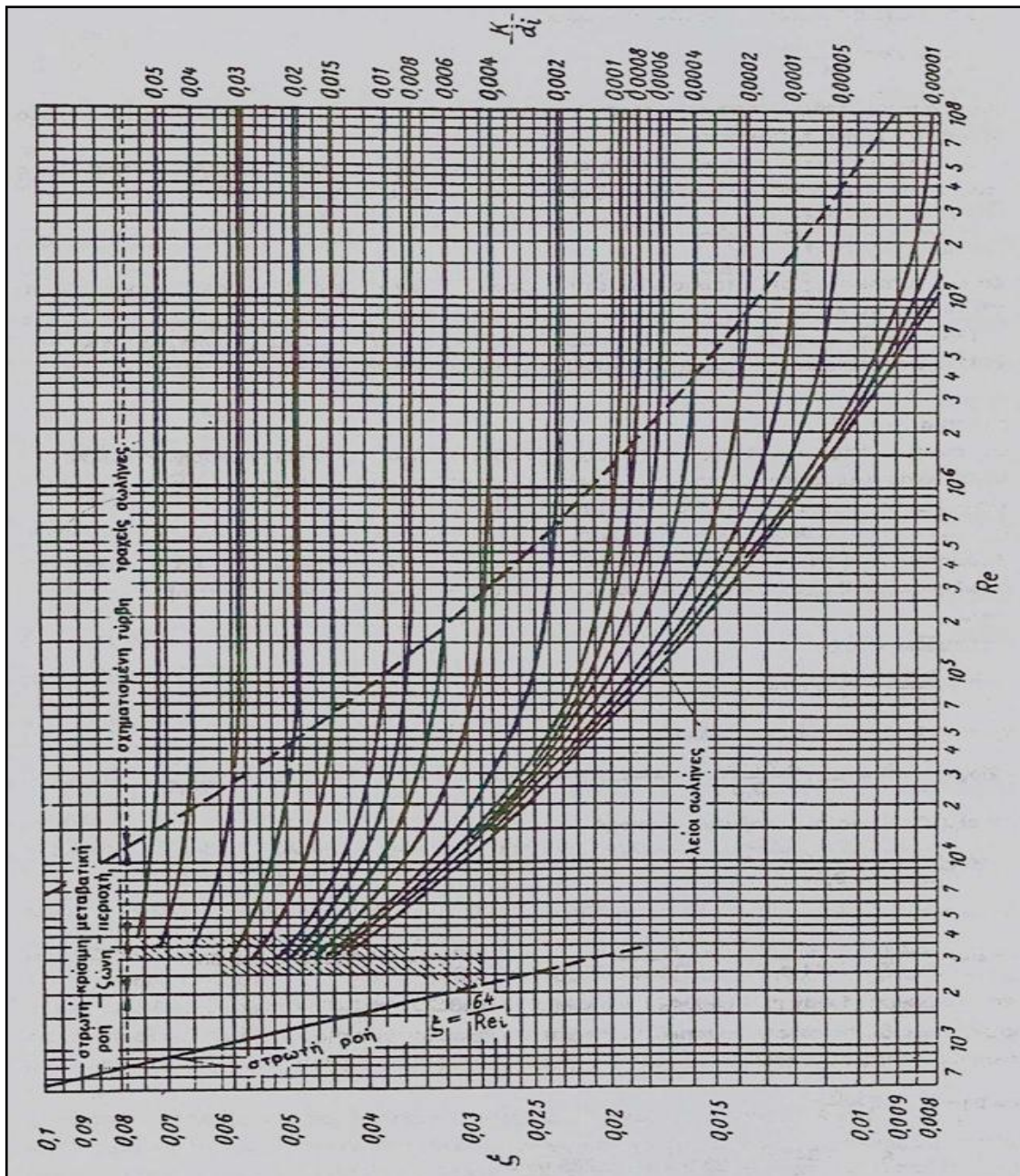
δηλαδή ο συντελεστής αντίστασης κατά τη ροή σε υδραυλικά τραχύ σωλήνα εξαρτάται τώρα μόνον από τη σχετική τραχύτητα.

Για ροή στη μεταβατική περιοχή, η οποία αντιπροσωπεύει τις περισσότερες περιπτώσεις ροής αερίων σε σωληνώσεις ισχύει η εξίσωση των Prandtl-Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = 2 \log \frac{3,71 \cdot di}{K} \quad (4.13)$$

δηλαδή ο συντελεστής αντίστασης εξαρτάται τόσο από τον αριθμό Reynolds, όσο και από τη σχετική τραχύτητα K/di.

Εικόνα 4.1 Διάγραμμα moody προσδιορισμού του συντελεστή αντίστασης ροής



Για πρακτική εφαρμογή οι ανωτέρω εξισώσεις δίνονται χαραγμένες στο διάγραμμα Moody, (εικόνα 4.1), με τετμημένοι τον αριθμό Reynolds και παράμετρο τη σχετική τραχύτητα  $K/d_i$ .

**Πίνακας 4.1** Ενδεικτικές τιμές τραχύτητας  $K$  σωλήνων σε mm

Χαλκοσωλήνες		0 έως 0.015
διεγκυσμένοι χαλυβδοσωλήνες (χωρίς ραφή)	καινούριοι	0,04 (0,02-0,1)
	καθαρισμένοι μετά μακρά χρήση	0,15 έως 0,2
	μετρίως οξειδωμένοι ή με ελαφρά κρούστα	Έως 0,4
	με ισχυρή κρούστα	Έως 3,0
επιψευδαργυρωμένοι χαλυβδοσωλήνες	κανονικά γαλβανισμένοι	0,15
χαλυβδοσωλήνες με ραφή	καινούριοι	0,05 (έως 0,1)
	χρησιμοποιημένοι, καθαρισμένοι	0,15 έως 0,2
	μετρίως οξειδωμένοι	Έως 0,4
	με ελαφρά κρούστα	1,0 έως 1,5
	με ισχυρή κρούστα	2,0 έως 4,0
χυτοσίδηροι σωλήνες	καινούριοι	0,25 (έως 0,1)
	μετρίως οξειδωμένοι	1,0 έως 1,5
	με κρούστα	1,5 έως 4,0

#### 4.4 ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

Ο συντελεστής αντίστασης  $\zeta$  λαμβάνει υπ' όψη την πτώση πίεσης μόνο στα ευθύγραμμα μέρη των σωλήνων. Απώλειες πίεσης σε μια σωλήνωση προκύπτουν όμως τοπικό και α) σε στοιχεία μορφής (τόξα, καμπύλες, διακλαδώσεις κλπ. και β) σε όργανα (αποφρακτικό, μετρητές, ρυθμιστές κλπ.).

Οι απώλειες πίεσης σε τοπικές αντιστάσεις  $\Delta\rho_{\text{τοπ}}$  υπολογίζονται

$$\Delta\rho_{\text{τοπ}} = \zeta \quad (4.14)$$

όπου

$\Delta\rho_{\text{τοπ}}$ πτώση πίεσης	[Pa, $10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$ ]
$\zeta$ ο συντελεστής τοπικής αντίστασης	[-]
$\rho$ η πυκνότητα του αέριου	$\text{kg/m}^3$
$u$ η ταχύτητα ροής του αερίου	[m/s]

Η τιμή του συντελεστή αντίστασης  $\zeta$  εξαρτάται από το είδος της τοπικής αντίστασης, πιθανώς το μέγεθος της και από την ποιότητα κατασκευής. Έτσι για το ίδιο στοιχείο μορφής ή όργανο οι κατασκευαστές δίνουν διαφορετικές τιμές του συντελεστή αντίστασης  $\zeta$ . Φυσικό οι τιμές ισχύουν για όργανα πλήρως ανοικτό.

Για τις οικιακές εγκαταστάσεις αερίου τόσο ο γερμανικός κανονισμός, πίνακας 4.2, όσο και η TOTEE 2471/86 συνιστούν τιμές τοπικής αντίστασης  $\zeta$  για διάφορα στοιχεία και όργανα. Οι διδόμενες τιμές είναι μόνο ενδεικτικές τιμές. Ιδιαίτερα οι συντελεστές αντίστασης των αποφρακτικών οργάνων μπορούν να διαφέρουν πολύ λόγω της (ανάλογα με το προϊόν και τον κατασκευαστή) διαφορετικής κατασκευής, περισσότερο ή λιγότερο ευνοϊκής για τη ροή.

Για εφαρμογές μέσης και υψηλής πίεσης ο μελετητής πρέπει να ζητά από τον κατασκευαστή την τιμή του συντελεστή αντίστασης  $\zeta$  για τα στοιχεία μορφής και όργανα.

Η τοπική πτώση πίεσης σε στοιχεία μορφής και όργανα μπορεί να υπολογισθεί με ένα ισοδύναμο μήκος  $l_{\text{ισ}}$  ευθύγραμμου σωλήνα, το οποίο παρουσιάζει την ίδια πτώση πίεσης.

Σε μακρούς ευθύγραμμους σωλήνες (π.χ. αγωγοί μεταφοράς) το κλάσμα των τοπικών απωλειών πίεσης είναι αμελητέο σε σύγκριση με τις συνολικές απώλειες πίεσης.

Επειδή στην πράξη δεν είναι πάντοτε δυνατή η γνώση της πραγματικής απόλυτης τραχύτητας  $K$  και των πραγματικών συντελεστών τοπικών αντιστάσεων  $\zeta$ , ιδίως στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής, στους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται αντί των  $K$  και  $\zeta$  αυξημένες τιμές της τραχύτητας (οι οποίες λαμβάνουν υπ' όψη και τις τοπικές απώλειες πίεσης), την καλούμενη ολοκληρωτική τραχύτητα  $k_{\text{int}}$ . Με βάση την εμπειρία προτείνονται στη συνέχεια τιμές για την ολοκληρωτική τραχύτητα  $k_{\text{int}}$ .

Οι τιμές αυτές μπορούν να θεωρηθούν μόνον ως κατευθυντήριες τιμές, επειδή σε συγκεκριμένα δίκτυα μπορούν να εμφανισθούν αισθητές αποκλίσεις.

$k_{int} = 0,1 \text{ mm}$ : Χαλύβδινοι, χυτοσίδηροι και πλαστικοί σωλήνες χωρίς επικαθήσεις, με εκτεταμένο μήκος σωλήνα, λίγα ενσωματωμένα στοιχεία και περιορισμένες διακλαδώσεις. Κυρίως αγωγοί μεταφοράς υψηλής πίεσης.

$k_{int} = 0,5 \text{ mm}$ : Χαλύβδινοι, χυτοσίδηροι και πλαστικοί σωλήνες χωρίς επικαθήσεις, με ενσωματωμένα στοιχεία και περισσότερες διακλαδώσεις.

$k_{int} = 1,0 \text{ mm}$ : Χαλύβδινοι και χυτοσίδηροι σωλήνες με περιορισμένες επικαθήσεις, με ενσωματωμένα στοιχεία και πολλές διακλαδώσεις. Π.χ. αγωγοί διανομής χαμηλής πίεσης.

$k_{int} > 1,0 \text{ mm}$ : Χαλύβδινοι και χυτοσίδηροι σωλήνες με ενσωματωμένα στοιχεία αγωγών σε δίκτυα με πολλές διακλαδώσεις έχουν για έντονες επικαθήσεις τιμές  $k_{int} > 1,0 \text{ mm}$ . Ως τιμή βάσης προτείνεται  $k_{int} = 3 \text{ mm}$ .

Για πολύ έντονες επικαθήσεις σε σωλήνες (ιδιαίτερα σε παλιούς αγωγούς αερίου πόλης κοντά στο εργοστάσιο) ο υπολογισμός πρέπει να γίνει με τιμές  $k_{int} > 3$  ή ακόμη να γίνει και διόρθωση της εσωτερικής διαμέτρου του σωλήνα.

#### 4.5 ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΡΟΗ

Η ροή για συμπίεστη ροή χαρακτηρίζεται από μεταβλητή ταχύτητα ροής, αν και η παροχή μάζας είναι σταθερή. Λόγω της πτώσης πίεσης η πυκνότητα του αερίου μειώνεται. Το αέριο εκτονώνεται, οπότε αυξάνει η παροχή όγκου και άρα η ταχύτητα του αερίου.

Για την απλοποιημένη περίπτωση, όπου δεχόμαστε ότι ο συντελεστής συμπίεστότητας του αερίου έχει τιμή  $K=1$  (συμπεριφορά ιδανικού αερίου), τότε η εξίσωση 12.11 για ένα στοιχείο σωλήνα γράφεται

$$dp = -\xi \frac{dl}{di} \cdot \frac{\rho u^2}{2} \quad (4.14)$$

Αν η πυκνότητα  $P$  και η ταχύτητα  $u$  εκφραστούν με τις τιμές τους στο σημείο 1.  $P_1$  και  $u_1$ . η πτώση πίεσης μεταξύ δύο σημείων 1 και 2 υπολογίζεται με ολοκλήρωση (για σταθερή θερμοκρασία αερίου)

$$\frac{p_1^2 - p_2^2}{2p} = \xi \frac{l}{di} \cdot \frac{\rho_1}{2} u_1^2 \quad (4.15)$$

Για την (σπανιότερη) περίπτωση, όπου θέλουμε να ληφθεί υπ' όψη ο συντελεστής συμπίεστότητας του αερίου (με μέση τιμή  $K_m$ ) για μέση θερμοκρασία 285 K. η μαθηματική επεξεργασία δίνει μετά από αντικατάσταση τιμών

$$P_1^2 - P_2^2 = 13,23 \cdot \xi \cdot \frac{L}{(100 \cdot di)^5} \cdot \rho_{g,n} \cdot V_n^2 \cdot K_m \text{ σε bar}^2 \quad (4.16)$$

L το μήκος του σωλήνα [km]  
 $\rho_{n,g}$  η κανονική πυκνότητα του αερίου [kg/m<sub>n</sub><sup>3</sup>]  
 $V_n$  η κανονική παροχή αερίου [m<sub>n</sub><sup>3</sup>/h]

Ο συντελεστής συμπίεστικότητας για το φυσικό αέριο μπορεί να υπολογισθεί κατά προσέγγιση

$$K = 1 - \frac{P_{abs}}{450} \quad (4.17)$$

#### 4.6 ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Σε πολλές πρακτικές περιπτώσεις εφαρμογής επιδιώκεται ένας συνοπτικός υπολογισμός της πτώσης πίεσης. Ο τρόπος αυτός είναι ήδη γνωστός στους μηχανικούς από αντίστοιχους υπολογισμούς πτώσης πίεσης σε δίκτυα εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης και σε δίκτυα εγκαταστάσεων ύδρευσης. Ο υπολογισμός απωλειών πίεσης γίνεται σε απλή μορφή χρησιμοποιώντας ανοιγμένες τιμές της πτώσης πίεσης R,

για την περίπτωση της ασυμπίεστης ροής (με μονάδες Pa/m ή mbar/m ή mbar/km, ανάλογα με την περίπτωση) και

$$R = \frac{\Delta p}{l} = \frac{p_1 - p_2}{l} \quad (4.18)$$

για την περίπτωση της συμπίεστης ροής (με μονάδες συνήθως bar<sup>2</sup>/km). οι οποίες λαμβάνονται από πίνακες ή διαγράμματα. Ένας τέτοιος υπολογισμός απωλειών είναι σε πολλές περιπτώσεις της πράξης επαρκώς ακριβής.

$$R = \frac{P_1^2 - P_2^2}{l} \quad (4.19)$$

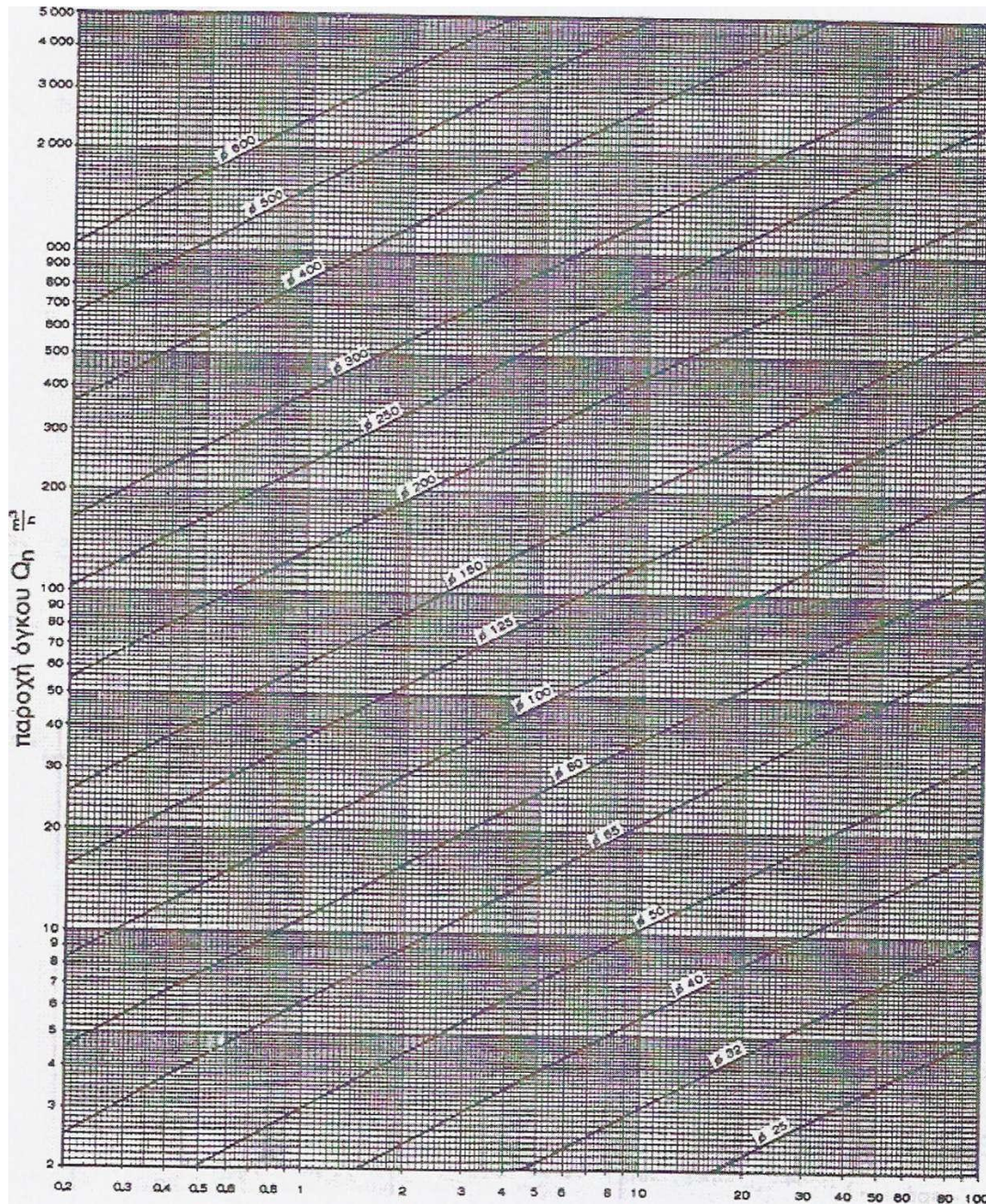
Για τον υπολογισμό των απωλειών πίεσης μίας σωλήνωσης ορισμένης ονομαστικής διαμέτρου προσδιορίζεται μια μέση ταχύτητα αερίου και μ' αυτήν ένας αριθμός Reynolds. Με μια τιμή για την τραχύτητα, επιλεγμένη έτσι ώστε να καλύπτει τις συνηθέστερες εφαρμογές, προκύπτει τότε ένας σταθερός συντελεστής αντίστασης ζ. Αν συμφωνηθούν καθορισμένες βασικές τιμές και για τα άλλα μεταβλητά μεγέθη (πυκνότητα, ιξώδες), τότε υπολογίζονται ανοιγμένες τιμές της πτώσης πίεσης R. Οι τιμές μπορούν να πινακοποιηθούν ή να δοθούν ως καμπύλες σε διαγράμματα. Στην περίπτωση που κάποια από τις καθορισμένες βασικές τιμές αποκλίνει, τότε οι τιμές των πινάκων ή διαγραμμάτων πρέπει να διορθωθούν με τη βοήθεια καταλλήλων εξισώσεων.

α.α	στοιχεία μορφής και σύνδεσης, όργανα	γραφικά σύμβολα απλοποιημένη παράσταση	συντελεστές πτώσης πίεσης (1)	
			TRGI 86	TOTEE
1	στοιχείο συστολής (2)		$\zeta_D=0,4$	$\zeta_D=0,5$
2	τόξο ορόφων		$\zeta_D=0,5$	$\zeta_D=0,5$
3	αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο		$\zeta_D=0,7$	$\zeta_D=0,3+1,5$
4	στοιχείο T 90° διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D=0,3$	$\zeta_D=0$
5	στοιχείο T 90° διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_D=1,3$	$\zeta_D=1,5$
6	στοιχείο T 90° καθαρισμού		$\zeta_D=1,3$	$\zeta_D=1,5$
7	στοιχείο T 90° αντιροή (το τμήμα "G" τελειώνει με το στοιχείο)		$\zeta_D=1,5$	$\zeta_D=1,5$
8	τόξο T διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D=0,3$	$\zeta_D=0$
9	τόξο T διαχωρισμός, διακλάδωση		$\zeta_D=0,9$	$\zeta_D=1,5$
10	τόξο T καθαρισμού		$\zeta_D=0,9$	$\zeta_D=1,3$
11	διπλό τόξο T αντιροή (το τμήμα "G" τελειώνει με το στοιχείο)		$\zeta_D=1,3$	$\zeta_D=1,5$
12	σταυρός 90° διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D=1,3$	$\zeta_D=0$
13	σταυρός 90° διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_D=2,0$	$\zeta_D=1,5$
14	σταυρός 90° καθαρ. διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D=0,5$	$\zeta_D=0$
15	σταυρός 90° καθαρ. διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_D=2,0$	$\zeta_D=1,5$
16	σύνδεση, μετρητής ενός περιστομίου DN 25 > DN 25		$\zeta_D=2,0$ $\zeta_D=4,0$	
17	βαλβίδα (κωνική) μορφή διέλευσης		$\zeta_D=2,0$	$\zeta_D=2,0$
18	βαλβίδα (κωνική) γωνιακή μορφή (όργανο ασφαλείας)		$\zeta_D=5,0$	$\zeta_D=5,0$
19	βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης		$\zeta_D=0,5$	
20	βαλβίδα (σφαιρική) γωνιακή μορφή		$\zeta_D=1,3$	
21	σύρτης		$\zeta_D=0,5$	$\zeta_D=0,5$
22	βαλβίδα πυροπροστασίας		$\zeta_D=2,0$	

(1) Οι δείκτες χαρακτηρίζουν τη συνάρτηση της σχετικής ταχύτητας ροής προς το συντελεστή πτώσης πίεσης  
(2) Αν η συστολή είναι ενσωματωμένη στο στοιχείο μορφής (καλούμενο "στενούμενο στοιχείο μορφής") δεν λαμβάνεται υπ' όψη.



Απώλεια πίεσης για υψηλή πίεση,  $k_j = 1 \text{ mm}$  ισχύει για  $P_\eta = 0,84 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 14,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  (+10°C, 1013 mbar)  $t_1 = + 10^\circ\text{C}$ , ύψος θάλασσας 0 m

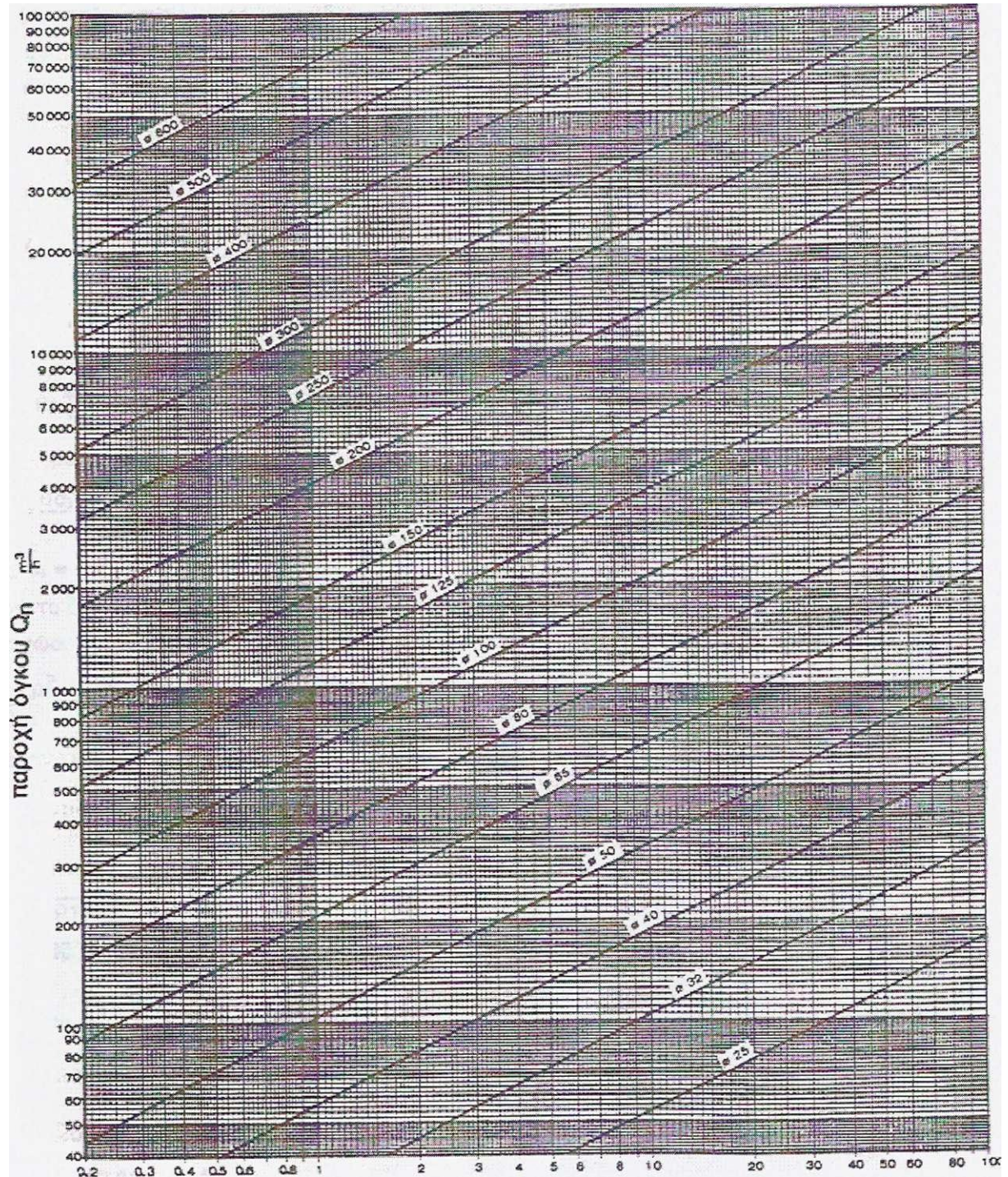


$$\frac{P_i - P_2 \text{ mbar}}{L \text{ Km}}$$

Εικόνα 4.2 Απώλεια πίεσης για χαμηλή πίεση

Απώλεια πίεσης για χαμηλή πίεση,  $k_j = 1 \text{ mm}$  ισχύει για  $P_\eta = 0,84 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 14,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  (+10°C, 1013 mbar)  $t_i = + 10^\circ\text{C}$ , ύψος θάλασσας 0 m,  $P_{u,1} = 50 \text{ mbar}$

$$\frac{p_1^2 - p_2^2}{L} \quad \frac{\text{bar}^2}{\text{km}}$$



Εικόνα 4.3 Απώλεια πίεσης για υψηλή πίεση

## 5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

### 5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με τον όρο σωληνώσεις χαμηλής πίεσης εννοούνται στη συνέχεια σωληνώσεις στις οποίες η (υπερ)πίεση του αερίου δεν υπερβαίνει το 1 bar. Στις εφαρμογές αυτές περιλαμβάνονται οι εσωτερικές σωληνώσεις σε οικιακές εφαρμογές, στις οποίες οι πιέσεις δεν υπερβαίνουν τα 100 mbar. Επίσης περιλαμβάνονται διάφορες επαγγελματικές καθώς και βιομηχανικές εφαρμογές, υπό την προϋπόθεση ότι η πίεση του αερίου δεν υπερβαίνει το 1 bar.

Προφανώς δεν αντιμετωπίζονται οι συνδέσεις των καταναλωτών με το δίκτυο διανομής, όπου θα επικρατεί πίεση 4 bar. Αυτές θα αντιμετωπισθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Τα σχέδια των Τεχνικών Κανονισμών -Εσωτερικές εγκαταστάσεις φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας άνω των 50 mbar και μέγιστη πίεση λειτουργίας έως και 16 bar και

-Εσωτερικές εγκαταστάσεις φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 50 mbar διακρίνουν (για ιστορικούς λόγους) τις περιοχές εφαρμογές με όριο τα 50 mbar, διάκριση κατά τη γνώμη μας αδόκιμη. Οι σωληνώσεις πρέπει να εγκαθίστανται κατ' αρχή έτσι, ώστε η όλη εγκατάσταση να είναι -ασφαλής και -λειτουργική.

Ασφαλής εγκατάσταση σημαίνει ότι οι σωληνώσεις, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται τα στοιχεία μορφής, τα όργανα εξοπλισμού καθώς και οι διάφορες διατάξεις ρύθμισης, ασφαλείας και μέτρησης, πρέπει να είναι στεγανές και έτσι κατασκευασμένες και συναρμολογημένες, ώστε να αντέχουν στις καταπονήσεις, οι οποίες εμφανίζονται, όταν η χρήση είναι σύμφωνη με τους κανονισμούς και τις οδηγίες χρήσης των συσκευών.

Ασφαλής εγκατάσταση σημαίνει επίσης ότι οι σωληνώσεις μέσα στα κτίρια, συμπεριλαμβανομένης της θερμομόνωσής τους και των πιθανών λοιπών περιβλημάτων, δεν πρέπει να εκθέτουν σε κίνδυνο την Πυροπροστασία και σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς να μην οδηγούν σε έκρηξη.

Η ασφάλεια έναντι εκδήλωσης και εξάπλωσης πυρκαγιάς εξαρτάται από την όλη διαμόρφωση του κτιρίου. Έτσι ισχύει ο Κανονισμός Πυροπροστασίας των κτιρίων. Ιδιαίτερα για τις σωληνώσεις καυσίμων αερίων πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή. Σ' αυτές πρέπει να ενσωματώνονται διατάξεις (αποφρακτικές, μέτρησης, ρύθμισης κλπ.) ασφαλείς έναντι πυρκαγιάς. Για την ασφάλεια των διατάξεων υπάρχουν τρεις δυνατότητες εφαρμογής: α) Χρήση διατάξεων με υψηλή δυνατότητα θερμικής φόρτισης β) Εγκατάσταση αυτόματων αποφρακτικών διατάξεων θερμικά ενεργοποιούμενων, γ) Εγκατάσταση των διατάξεων σε ιδιαίτερους χώρους χωρίς κίνδυνο πυρκαγιάς ή παρεμπόδιση της επίδρασης της πυρκαγιάς με δομικά στοιχεία με δείκτη πυραντίστασης τουλάχιστον 30 min.

Οι σωληνώσεις και οι διατάξεις τους θεωρούνται ασφαλείς, αν μπορούν να αντέξουν τουλάχιστον μια θερμοκρασία 650°C για 30 λεπτά. Η θερμοκρασία

των 650°C καθορίζεται βασικά από τη θερμοκρασία έναυσης του μίγματος φυσικού αερίου - αέρα, η οποία είναι περίπου 620°C.

Λειτουργική εγκατάσταση σημαίνει ότι οι σωληνώσεις έχουν διαστασιολογηθεί έτσι, ώστε το καύσιμο αέριο να φτάνει στους καυστήρες των συσκευών κατανάλωσης με την αναγκαία πίεση. Στη διαφορετική περίπτωση (κακή διαστασιολόγηση, με αποτέλεσμα μεγάλη πτώση πίεσης στο δίκτυο) το αέριο δεν θα επαρκεί, για να δώσουν οι συσκευές κατανάλωσης όλη την (ονομαστική) ισχύ τους.

Ο μηχανικός, ο οποίος σχεδιάζει μια τέτοια εγκατάσταση, με δεδομένες τις προς εγκατάσταση συσκευές αερίου, πρέπει λοιπόν να επιλέξει τους κατάλληλους σωλήνες από την άποψη του υλικού και της διαστασιολόγησης τους (διάμετρος, πάχος τοιχώματος). Πρέπει να επιλέξει την κατάλληλη διαμόρφωση των σωληνώσεων, τους κατάλληλους τρόπους σύνδεσης των σωλήνων μεταξύ τους και με τις οικείες συσκευές, την ορθή προστασία τους: Θα πρέπει να εξοπλίσει την εγκατάσταση με απαραίτητα όργανα εξοπλισμού και διατάξεις ρύθμισης, ασφαλείας και μέτρησης.

Ο μηχανικός κατά τη διάρκεια των σπουδών του αποκτά γνώσεις περί του σχεδιασμού εγκαταστάσεων αερίου, τις οποίες διευρύνει κατά τη διάρκεια της άσκησης του επαγγέλματος του και τις συμπληρώνει με αποκτώμενη εμπειρία. Όμως, όταν πρόκειται για την ασφάλεια αλλά και την περιουσία των πολιτών, δεν μπορεί να επαφίεται ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων στις γνώσεις και την εμπειρία ενός μηχανικού, ακόμη και του καλύτερου. Στις ανεπτυγμένες χώρες συντάσσονται κανόνες σχεδιασμού εγκαταστάσεων, οι οποίοι αποτελούν τη συνισταμένη των γνώσεων και εμπειριών όλων των μηχανικών, αλλά και άλλων επιστημόνων, πιθανώς. Οι κανονισμοί αυτοί υπόκεινται σε συνεχή αναθεώρηση, ώστε να προσαρμόζονται στις εκάστοτε απαιτήσεις και στη στάθμη της τεχνικής και της επιστήμης.

Έτσι, όσα στη συνέχεια θα ορισθούν, δεν αποτελούν απλώς τη γνώμη του γράφοντος, αλλά επιταγές κανονισμών, ελληνικών και ξένων. Οι λόγοι για τους οποίους δεν περιοριζόμαστε στους ελληνικούς κανονισμούς (ΤΟΤΕΕ 2471/86) είναι ότι πλέον είναι ανεπαρκείς και παρωχημένοι, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις προκαλούν, ως γνωστόν, τριβές μεταξύ μελετητών και όσων ελεγκτών μηχανικών της πολεοδομίας παραμένουν προσκολλημένοι στην κατά γράμμα (απαράδεκτη από τεχνική άποψη) εφαρμογή των συγκεκριμένων διατάξεων. Τα συγκεκριμένα σημεία θα παρουσιασθούν στη συνέχεια στις σχετικές παραγράφους.

## **5.2 ΣΩΛΗΝΕΣ,ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΡΦΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Σε μια εγκατάσταση σωληνώσεων χαμηλής πίεσης συναντούμε - ακάλυπτες εξωτερικές σωληνώσεις ή και α) θαμμένες εξωτερικές σωληνώσεις, β) εσωτερικές σωληνώσεις και γ) αγωγούς σύνδεσης των συσκευών αερίου.

## 5.2.1 Ακάλυπτες εξωτερικές σωληνώσεις

Στις ακάλυπτες εξωτερικές σωληνώσεις επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται: χαλυβδοσωλήνες, σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο, και χαλκοσωλήνες, με τα αντίστοιχα στοιχεία μορφής και σύνδεσης.

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο prEN 1775 επιτρέπονται πλαστικοί σωλήνες μόνο με προστασία μεταλλικού σωλήνα.

### 5.2.1.1 Χαλυβδοσωλήνες

Οι επιτρεπόμενοι χαλυβδοσωλήνες είναι: α) χαλυβδοσωλήνες με σπείρωμα μέσου τύπου κατά ΕΛΟΤ 269 (DIN 2440 ή 15065), β) χαλυβδοσωλήνες με σπείρωμα βαρέος τύπου κατά ΕΛΟΤ 268 (DIN 2441 ή 15065), γ) χαλυβδοσωλήνες για αγωγούς αερίων με πιέσεις μέχρι 16 bar (DIN 2470 ΤΘΠ1) δ) χαλυβδοσωλήνες με σπείρωμα με προδιαγραφή ποιότητας (DIN 2442)

Όλοι οι ανωτέρω σωλήνες μπορούν να είναι με ραφή (DIN 1626) ή χωρίς ραφή (DIN 1629). Τα υλικά τους είναι μη κραματωμένοι χάλυβες για ιδιαίτερες απαιτήσεις, ισοδύναμοι προς τους χάλυβες που προδιαγράφονται στο πρότυπο EN 10025. Επίσης επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν, α) χαλυβδοσωλήνες (με διαστάσεις) κατά DIN 2448 χωρίς ραφή (κατά DIN 1629), β) χαλυβδοσωλήνες (με διαστάσεις) κατά DIN 2458 με ραφή (κατά DIN 1626).

Το Σχέδιο Τεχνικού Κανονισμού επιτρέπει την άποψη της ποιότητας υλικού να χρησιμοποιούνται χαλυβδοσωλήνες κατά α) ISO 9329-1 χωρίς ραφή, β) ISO 9330-1 με ραφή, οι ποιότητες TW 360 και TW 410.

Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαλυβδοσωλήνες κατά τα πρότυπα που θα προκύψουν από τα πάχη τοιχώματος χαλυβδοσωλήνων, α) prEN 10208-2, β) ISO/DIS 3183-2 με ραφή ή χωρίς ραφή, από την ποιότητα L 290 NB και άνω, γ) ISO/DIS 9329-2 χωρίς ραφή, δ) ISO/DIS 9330-2 με ραφή

Οι χαλυβδοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ 269 επιτρέπονται μόνον με συγκολλητές συνδέσεις. Στον πίνακα 5.1 δίνονται τα πάχη τοιχώματος των αναφερομένων χαλυβδοσωλήνων σε mm.

Οι χαλυβδοσωλήνες μπορούν να συνδυάζονται με τα ακόλουθα στοιχεία μορφής και σύνδεσης: α) Κοχλιωτές φλάντζες με λαιμό, για PN 10 (κατά DIN 2566), β) Χαλύβδινα τόξα σωλήνων για συγκόλληση (κατά DIN 2605 Teil 1, DIN 2606), γ) Χαλύβδινα εξαρτήματα για συγκόλληση: T, στοιχεία αλλαγής διατομής, καλύπτρες, περιστόμια, τόξα (κατά DIN 2615 έως DIN 2619), δ) Συγκολλητές φλάντζες, PN 6 (κατά DIN 2631) ε) Ελεύθερες φλάντζες, PN 6 (κατά DIN 2641) στ) Ελεύθερες φλάντζες με συγκολλητό σύνδεσμο, PN 10 (κατά DIN 2673), ζ) Εξαρτήματα από μαλακτικοποιημένο χυτοσίδηρο κατά ΕΛΟΤ 567 (ISO 49 ή DIN 2950), η) Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα: μούφες, σταυροί, T, γωνίες, μούφες με λαιμό (κατά DIN 2986 έως 2988), θ) Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα: διπλά νίππελ με εξάγωνο, τάπες, καλύπτρες, (κατά DIN 2990 και 2991) η) Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα (κατά DIN 2993) ι) Στοιχεία σύνδεσης για μεταλλικούς σωλήνες με λεία άκρα (κατά DIN 3387).

### 5.2.1.2 Σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο

Οι ελληνικοί κανονισμοί δεν προβλέπουν χρήση χυτοσίδηρου. Πάντως οι διεθνώς επιτρεπόμενοι σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο είναι: α) σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο (κατά DIN 28600), β) σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο με μούφα (κατά DIN 28610 Teil 1 και Teil 2).

Οι σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο μπορούν να συνδυάζονται με στοιχεία μορφής και σύνδεσης από όλκιμο χυτοσίδηρο, δηλαδή φλάντζες, τόξα με μούφες ή φλάντζες, διπλές μούφες και τυφλές φλάντζες (κατά DIN 28622 έως DIN 28630, DIN 28632, DIN 28634, DIN 28637 έως DIN 28639, DIN 28643, DIN 28645, DIN 28646 και DIN 28648).

### 5.2.1.3 Χαλκοσωλήνες

Επιτρέπεται η χρήση διελκυσμένων χαλκοσωλήνων (χωρίς ραφή) κατά ΕΛΟΤ EN 1057 (DIN 1786, ISO R74) με ελάχιστα ονομαστικά πάχη τοιχώματος για εξωτερική διάμετρο

έως 22 mm	1.0 mm
- άνω των 22 mm έως 42 mm	1.5 mm
- άνω των 42 mm έως 89 mm	2.0 mm
- άνω των 89 mm έως 108 mm	2.5 mm
- άνω των 108 mm	3.0 mm

Οι χαλκοσωλήνες με εξωτερική διάμετρο έως 22 mm και ελάχιστο ονομαστικό πάχος τοιχώματος 1,0 mm επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο σε συνδυασμό με εξαρτήματα τριχοειδούς κόλλησης κατά ΕΛΟΤ 617 (ISO R 2014 ή DIN 2856) ή με χειροποίητες μούφες (κατά DVGW-Arbeitsblatt GW 2).

Οι λοιποί χαλκοσωλήνες, οι οποίοι πρέπει να έχουν ελάχιστο πάχος 1,5 mm, μπορούν να συνδυάζονται με στοιχεία μορφής και σύνδεσης για σκληρή κόλληση (κατά DVGW-Arbeitsblatt GW 2 ή DIN 3387). Προσοχή πρέπει να δίνεται στις χειροποίητες μούφες, επειδή υπάρχει κίνδυνος να μην επαρκεί το παραμένον πάχος τοιχώματος.

## 5.2.2 Θαμμένες εξωτερικές σωληνώσεις

Στις θαμμένες εξωτερικές σωληνώσεις επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται: α) χαλυβδοσωλήνες, β) σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο, γ) χαλκοσωλήνες και δ) σωλήνες από πολυαιθυλένιο με τα αντίστοιχα στοιχεία μορφής και σύνδεσης.

### 5.2.2.1 Χαλυβδοσωλήνες

Για τους χαλυβδοσωλήνες ισχύουν οι απαιτήσεις για σωλήνες και στοιχεία μορφής και σύνδεσης όπως παρουσιάζονται στην παράγραφο 5.2.1.

Πίνακας 5.1 Πάχη τοιχώματος χαλυβδοσωλήνων σε mm

DN	DIN	DIN	DIN	DIN
15	2,65	3,25	2,0	2,0
20	2,65	3,25	2,3	2,0
25	3,25	4,05	2,6	2,0
32	3,25	4,05	2,6	2,3
40	3,25	4,05	2,6	2,3
50	3,65	4,50	2,9	2,3
65	3,65	4,50	2,9	2,6
80	4,05	4,85	3,2	2,9
10	4,50	5,40	3,6	3,2
12	4,85	5,40	4,0	3,6
15	4,85	5,40	4,5	4,0

Ειδικά για τους χαλυβδοσωλήνες με σπείρωμα μέσου τύπου κατά ΕΛΟΤ 269. (DIN 2440 ή 18065) επιτρέπονται μόνον με συγκολλητές συνδέσεις ή συνδέσεις με κλέμμες (κατά DIN 3387). Οι κοχλιωτές συνδέσεις απαγορεύονται, επειδή το παραμένον πάχος τοιχώματος στην περιοχή του σπειρώματος είναι μικρό και ο σωλήνας μπορεί να παρουσιάσει ρήγματα λόγω αυξημένων εφελκυστικών και καμπτικών καταπονήσεων.

#### 5.2.2.2 Σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο και χαλκοσωλήνες

Ισχύουν οι απαιτήσεις για σωλήνες και στοιχεία μορφής και σύνδεσης όπως παρουσιάζονται στην παράγραφο

#### 5.2.2.3 Σωλήνες από πολυαιθυλένιο.

Επιτρέπεται η χρήση σωλήνων από πολυαιθυλένιο (π.χ κατά DVGW-Arbeitsblatt G 477) σε συνδυασμό μαζί με στοιχεία μορφής και σύνδεσης για σωλήνες από PE.

### 5.2.3 Εσωτερικές σωληνώσεις

Στις εσωτερικές σωληνώσεις επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται: α) χαλυβδοσωλήνες και β) χαλκοσωλήνες, με τα αντίστοιχα στοιχεία μορφής και σύνδεσης. Απαγορεύονται σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο. Αυτοί δεν

επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στις εσωτερικές εγκαταστάσεις σωληνώσεων, επειδή έχουν στεγανοποιήσεις από ελαστικό, οι οποίες σε περίπτωση πυρκαγιάς παύουν να είναι στεγανές.

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο prEN 1775 επιτρέπονται πλαστικοί σωλήνες μόνο με προστασία μεταλλικού σωλήνα.

#### *5.2.3.1 Χαλυβδοσωλήνες*

Ισχύουν οι απαιτήσεις για σωλήνες και στοιχεία μορφής και σύνδεσης όπως παρουσιάζονται στην παράγραφο 5.2.1.

Σύμφωνα με τους DVGW-TRGI επιτρέπεται επί πλέον να χρησιμοποιηθούν (χωρίς όμως να συνιστάται, λόγω της πιθανότητας να έχουν προβλήματα στεγανότητας): α) χαλυβδοσωλήνες ακριβείας χωρίς ραφή (κατά DIN 2391 Teil 1 και Teil 2), β) χαλυβδοσωλήνες ακριβείας με ραφή (κατά DIN 2393 Teil 1 και Teil 2) και γ) χαλυβδοσωλήνες ακριβείας με ραφή (κατά DIN 2394 Teil 1 και Teil 2), με ελάχιστο ονομαστικό πάχος τοιχώματος για εξωτερική διάμετρο έως 20 mm: 1,5 mm άνω των 20 mm: 2,0 mm Αν τελικό πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, η στεγανότητα των χαλυβδοσωλήνων ακριβείας πρέπει να αποδεικνύεται από τον κατασκευαστή με πιστοποιητικό (κατά DIN 50049). Οι χαλυβδοσωλήνες ακριβείας συνδυάζονται με στοιχεία σύνδεσης κατά DIN 3387.

#### *5.2.3.2 Χαλκοσωλήνες*

Ισχύουν οι απαιτήσεις για σωλήνες και στοιχεία μορφής και σύνδεσης όπως παρουσιάζονται στην παράγραφο 5.2.1

### **5.2.4 Αγωγοί σύνδεσης για συσκευές αερίου**

Για τη σύνδεση των συσκευών αερίου με το εσωτερικό δίκτυο μπορούν να χρησιμοποιηθούν α) άκαμπτοι αγωγοί σύνδεσης ή β) εύκαμπτοι αγωγοί σύνδεσης. Από την άποψη της προστασίας έναντι πυρκαγιάς και εκρήξεων οι άκαμπτοι αγωγοί σύνδεσης πρέπει, προφανώς, να προτιμώνται.

Ως άκαμπτοι αγωγοί σύνδεσης επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν σωλήνες και στοιχεία μορφής και σύνδεσης από χάλυβα ή χαλκό, τα οποία ικανοποιούν τις απαιτήσεις για τις εσωτερικές σωληνώσεις, όπως αυτές περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Ως εύκαμπτοι αγωγοί σύνδεσης επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν: Για πιέσεις λειτουργίας έως 100 mbar, α) εύκαμπτοι αγωγοί από ανοξείδωτο χάλυβα για αέρια (κατά DIN 3384), β) εύκαμπτοι αγωγοί αερίων ασφαλείας (κατά DIN 3383 Teil 1), εικόνα 5.1α και γ) εύκαμπτοι αγωγοί αερίων για σταθερή σύνδεση (κατά DIN 3383 Teil 2), εικόνα 5.1 β.

#### *5.2.4.1 Για πιέσεις λειτουργίας έως 1 bar*

δ) εύκαμπτοι αγωγοί από ανοξείδωτο χάλυβα για αέρια (κατά DIN 3384).



Οι εύκαμπτοι αγωγοί αερίων ασφαλείας με λυτή σύνδεση χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά για τη σύνδεση συσκευών αερίου χωρίς απαγωγή καυσαερίων (π.χ. μαγειρικές κουζίνες). Οι εύκαμπτοι αγωγοί καθιστούν δυνατή μια ταχεία και χωρίς τάσεις συναρμολόγηση.

Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι αγωγοί σύνδεσης από πλαστικό, ακόμη και με χαλύβδινο περίβλημα, για λόγους προστασίας έναντι πυρκαγιάς και εκρήξεων.



α) ασφαλείας

β) για σταθερή σύνδεση

γ) τομή

Εικόνα 5.1 Εύκαμπτοι αγωγοί αερίων

Για τις εγκαταστάσεις αερίων σε εργαστήρια και χώρους φυσικοτεχνικών μαθημάτων σύμφωνα με το Φύλλο Εργασίας DVGW-Arbeitsblatt G 621 επιτρέπονται, α) εύκαμπτοι αγωγοί για καυστήρες αερίου για εργαστήρια χωρίς περίβλημα (κατά DIN 30664 Teil 1) και υπό ειδικές προϋποθέσεις, β) εύκαμπτοι αγωγοί από ανοξείδωτο χάλυβα για αέρια (κατά DIN 3384).

Εδώ πρέπει να υπομνησθεί, ότι οι εύκαμπτοι αγωγοί αερίων πρέπει να μπορούν να αντέξουν στους 650°C τουλάχιστον για 30 λεπτά, για να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της πυροπροστασίας.

### 5.3 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

Οι σωλήνες μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους και με τα εξαρτήματά τους, ανάλογα με το υλικό τους, με μη λυτές (σταθερές) ή λυτές συνδέσεις.

Μη λυτές συνδέσεις μπορούν να είναι α) κοχλιωτές συνδέσεις, β) συγκολλητές συνδέσεις σε χαλύβδινες σωληνώσεις, γ) συνδέσεις με σκληρή κόλληση και συγκόλληση σε χάλκινους σωλήνες, δ) συγκολλητές συνδέσεις σε σωληνώσεις από PE και ε) συνδέσεις (μη λυτές) με κλέμμες σε σωληνώσεις από PE. Λυτές συνδέσεις μπορούν να είναι α) κοχλιωτές συνδέσεις, β) συνδέσεις με μακρά σπειρώματα από χάλυβα (κατά DIN 2981), γ) συνδέσεις με μακρά σπειρώματα από μαλακτικοποιημένο χυτοσίδηρο (κατά DIN 2981)

δ) φλαντζωτές συνδέσεις, ε) συνδέσεις (λυτές) με κλέμμες σε σωληνώσεις από ΡΕ. στ) Οι γερμανικοί κανόνες επιτρέπουν επίσης λυτές συνδέσεις με στοιχεία σύνδεσης για μεταλλικούς σωλήνες με λεία άκρα (κατά DIN 3387).

### 5.3.1 Χαλυβδοσωλήνες

Οι χαλυβδοσωλήνες μπορούν να συνδέονται με μη λυτές και λυτές συνδέσεις. Ως μη λυτές συνδέσεις μπορούν υπό προϋποθέσεις να χρησιμοποιηθούν, α) κοχλιωτές και β) συγκολλητές συνδέσεις. Ως λυτές συνδέσεις μπορούν υπό προϋποθέσεις να χρησιμοποιηθούν α) κοχλιωτές συνδέσεις, β) συνδέσεις με στοιχεία σύνδεσης για μεταλλικούς σωλήνες με λεία άκρα, γ) συνδέσεις με μακρά σπειρώματα από χάλυβα, δ) συνδέσεις με μακρά σπειρώματα από μαλακτικοποιημένο χυτοσίδηρο και ε) φλαντζωτές συνδέσεις.

#### 5.3.1.1 Κοχλιωτές συνδέσεις

Οι κοχλιωτές συνδέσεις είναι πολύ συνήθεις σε οικιακές εγκαταστάσεις αερίων. Χρησιμοποιούνται σε χαλυβδοσωλήνες α) με σπείρωμα μέσου τύπου κατά ΕΛΟΤ 269 (DIN 2440 ή ISO 65), β) με σπείρωμα βαρέως τύπου κατά ΕΛΟΤ 268 (DIN 2441 ή ISO 65), γ) με σπείρωμα με προδιαγραφή ποιότητας (DIN 2442), για πιέσεις λειτουργίας έως 1 bar για ονομαστική διάμετρο μέχρι DN 50, και για πιέσεις λειτουργίας έως 100 mbar για ονομαστική διάμετρο μέχρι DN 150.

Τα σπειρώματα ακολουθούν το ΕΛΟΤ 267.1 (ISO 7.1 ή DIN 2991 Teil1). Χρησιμοποιούνται χαλύβδινες μούφες (κατά ISO 50 ή DIN 2986) ή νίππελ σωλήνα. Η κοχλιωτή σύνδεση πρέπει γίνεται με κυλινδρικό εσωτερικό και κωνικό εξωτερικό σπείρωμα (Whitworth). Η στεγανοποίηση θεωρητικά μπορεί να είναι μεταλλική, αν μπορεί να αποφευχθεί η παραμόρφωση του εξωτερικού σπειρώματος. Πρακτικά αυτό είναι ανέφικτο και γι' αυτό χρησιμοποιούμε στεγανοποιητικά. Παλαιότερα συνήθως χρησιμοποιούσαν κάνναβη (ή λινάρι) ως στεγανοποιητικό, η οποία πρέπει να έχει μακρές ίνες και όχι κόμβους. Σήμερα δεν συνιστάται η χρήση της κάνναβης ως στεγανοποιητικό. Πρέπει να χρησιμοποιούνται συνθετικά στεγανοποιητικά κατά prEN 751-2 (μη σκληρυνόμενα). Τα συνθετικά στεγανοποιητικά είναι ιξωδοπλαστικά υλικά, τα οποία προσφύονται καλά επάνω στα σπειρώματα, κατά την κοχλίωση εξωθούνται μέχρι το τελευταίο βήμα και γεμίζουν τις τριχοειδείς κοιλότητες. Υπάρχουν μη σκληρυνόμενα και σκληρυνόμενα στεγανοποιητικά σπειρωμάτων. Τα μη σκληρυνόμενα στεγανοποιητικά σπειρωμάτων συνήθως παρασκευάζονται από ένα ιξώδες υγρό και ένα επί το πλείστον ανόργανο υλικό σε μορφή σκόνης πρέπει να μην διαλύονται από συμπυκνώματα υδρογονανθράκων. Επιτρέπουν εύκολη αποσυναρμολόγηση. Είναι τυποποιημένα (κατά DIN 30660 και prEN 751-2) και **τα μόνα** τα οποία επιτρέπουν οι ελληνικοί και γερμανικοί κανονισμοί, και μάλιστα πρέπει να είναι εγκεκριμένα (π.χ. με σήμα ελέγχου DIN-OVGW).

Τα σκληρυνόμενα στεγανοποιητικά σπειρωμάτων (τυποποιημένα κατά DIN 30661 και prEN 751-1) είναι υγρά ή παχύρρευστα προϊόντα, τα οποία σκληρύνονται μέσα στα διάκενα των σπειρωμάτων. Πρόκειται κατά κανόνα για κόλλες ενός συστατικού με βάση εστέρες του ακρυλικού ή μεθακρυλικού οξέος.

Κατά την επαφή με το μέταλλο υπό έλλειψη αέρα σκληρύνονται προς ένα πλαστικό υλικό. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες αντοχής: α) χαμηλή αντοχή, β) μέση αντοχή και γ) υψηλή αντοχή. Η μέση κατηγορία είναι η συνήθης και λυτή. Η χαμηλή κατηγορία χρησιμοποιείται σε σπειρώματα ακριβείας και είναι επίσης λυτή. Η κατηγορία υψηλής αντοχής χρησιμοποιείται όπου θέλουμε να αποφύγουμε μη σκόπιμες αποσυναρμολογήσεις, (π.χ. ανεπίτρεπτες αποσυναρμολογήσεις) κάποιων οργάνων και μπορεί να λυθεί χωρίς βλάβη των σπειρωμάτων μετά από θέρμανση της σύνδεσης.

#### 5.3.1.2 Συγκολλητές συνδέσεις

Οι συγκολλητές συνδέσεις είναι επίσης πολύ συνήθεις σε οικιακές εγκαταστάσεις αερίων. Χρησιμοποιούνται σε όλα τα είδη χαλυβδοσωλήνων. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν σε μεγάλες διαμέτρους, ενώ σήμερα έχει διευρυνθεί το πεδίο εφαρμογής τους, λόγω της ασφάλειας την οποία παρέχουν έναντι διαρροών και για οικονομικούς λόγους. Μάλιστα ο γερμανικός κανονισμός (περί ατμολεβήτων) TRD 412 επιβάλλει τις συγκολλήσεις για διαμέτρους DN 50 και μεγαλύτερες, επειδή σε τέτοιες εγκαταστάσεις υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης διαρροών λόγω κραδασμών και υψηλών θερμοκινών φορτίσεων.

Οι συγκολλήσεις πρέπει να γίνονται με βάση προδιαγραφές (π.χ. κατά DIN 8564 Teil 1). Πρέπει να εκτελούνται μόνον από αναγνωρισμένους (κατά ΕΛΟΤ EN 287-1) συγκολλητές. (Στη Γερμανία Π.χ. η αναγνώριση γίνεται μετά από επιτυχή εξέταση συγκόλλησης σωλήνων κατά DIN 8560 ή σύμφωνα με τη οδηγία DVS-Richtlinie 1114).

#### 5.3.4 Λοιπές συνδέσεις χαλυβδοσωλήνων

Για τις λοιπές συνδέσεις πρέπει να δοθεί προσοχή στα ακόλουθα σημεία:

α) οι λυτές συνδέσεις με μη μεταλλική στεγανοποίηση πρέπει στις εσωτερικές σωληνώσεις να είναι ευκόλως προσιτές, β) Στις θαμμένες εξωτερικές σωληνώσεις δεν επιτρέπονται συνδέσεις με μακρά σπειρώματα, γ) Οι συνδέσεις με κλέμμες με μαλακή στεγανοποίηση (κατά DIN 3387) δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ως συνδέσεις συνεχείας σε αγωγούς αερίων, δ) Οι συνδέσεις με μακρά σπειρώματα δεν επιτρέπονται για εγκατάσταση σωληνώσεων κάτω από σουβά, ε) Φλαντζωτές συνδέσεις πρέπει να χρησιμοποιούνται κυρίως σε εγκατάσταση οργάνων.

#### 5.3.5 Χαλκοσωλήνες

Οι χαλκοσωλήνες μπορούν να συνδέονται με μη λυτές και λυτές συνδέσεις. Ως μη λυτές συνδέσεις σε χαλκοσωλήνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν α) συνδέσεις με σκληρή κόλληση και β) συγκολλητές συνδέσεις.

Ως λυτές συνδέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο φλαντζωτές συνδέσεις. Οι γερμανικοί κανονισμοί επιτρέπουν συνδέσεις με στοιχεία

σύνδεσης για μεταλλικούς σωλήνες με λεία άκρα (κατά DIN 3387). Οι εργασίες συγκολλήσεων επιτρέπεται να εκτελούνται μόνο από αναγνωρισμένους αδειούχους συγκολλητές. (Στη Γερμανία π.χ. η αναγνώριση γίνεται μετά από επιτυχή εξέταση συγκόλλησης χαλκοσωλήνων κατά DIN 8561). Επειδή η καλή στεγανότητα των συγκολλήσεων είναι δύσκολη, δεν συνιστώνται.

Συνιστάται να προτιμώνται οι συνδέσεις με σκληρή κόλληση. Ειδικά οι χαλκοσωλήνες με εξωτερική διάμετρο έως 22 mm και ελάχιστο ονομαστικό πάχος τοιχώματος 1,0 mm επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο σε συνδυασμό με εξαρτήματα τριχοειδούς κόλλησης κατά ΕΛΟΤ 617 (ISO R 2014 ή DIN 2856) ή με χειροποίητες μούφες (κατά DVGW-Arbeitsblatt GW 2).

### **5.3.6 Σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο**

Οι σωλήνες από όλκιμο χυτοσίδηρο μπορούν να συνδέονται μόνο με λυτές συνδέσεις. Οι χρησιμοποιούμενες λυτές συνδέσεις είναι α) οι κοχλιωτές συνδέσεις και β) οι φλαντζωτές συνδέσεις. Για τις κοχλιωτές συνδέσεις ισχύουν κατ' αναλογία όσα αναφέρθηκαν για τις κοχλιωτές συνδέσεις χαλυβδοσωλήνων.

### **5.3.7 Σωλήνες από πολυαιθυλένιο**

Οι σωλήνες από πολυαιθυλένιο (οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς προστασία μόνο σε θαμμένες εξωτερικές σωληνώσεις) μπορούν να συνδέονται με μη λυτές ή λυτές συνδέσεις. Ως μη λυτές συνδέσεις μπορούν υπό προϋποθέσεις να χρησιμοποιηθούν α) συγκολλητές συνδέσεις και β) συνδέσεις (μη λυτές) με κλέμμες. Ως λυτές συνδέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν γ) φλαντζωτές συνδέσεις (κατά DIN 16963) και δ) συνδέσεις (λυτές) με κλέμμες.

Συνιστάται να προτιμώνται οι συγκολλητές συνδέσεις. Οι φλαντζωτές συνδέσεις χρησιμοποιούνται σε συνδέσεις οργάνων. Οι συνδέσεις με κλέμμες πρέπει να έχουν αντίστοιχο σήμα ελέγχου καταλληλότητας (π.χ. του OVGW).

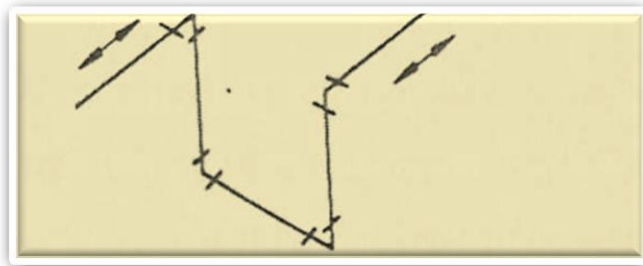
Οι συνδέσεις πρέπει να γίνονται από εκπαιδευμένο ειδικά για την τοποθέτηση σωλήνων από PE (π.χ. σύμφωνα με το Φύλλο Εργασίας OVGW-Arbeitsblatt GW 326).

## **5.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ**

### **5.4.1 Γενικά**

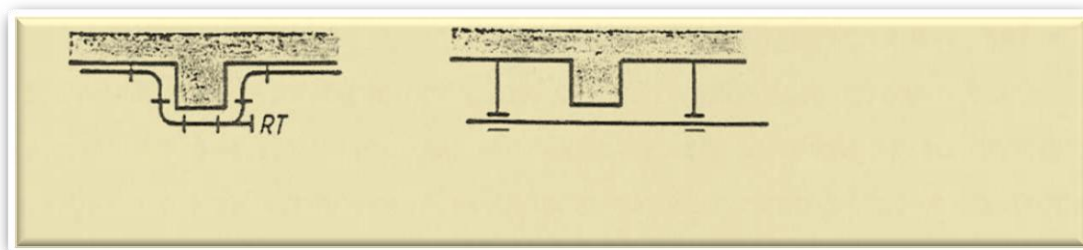
Η εγκατάσταση των σωληνώσεων ακολουθεί την προσεκτική επιλογή του είδους των σωλήνων, των λοιπών στοιχείων των σωληνώσεων και των οργάνων, με στόχο την ασφαλή λειτουργία.

Γίνεται βάσει κατασκευαστικών σχεδίων, στα οποία φαίνονται οι διαστάσεις (μήκη, διάμετροι) των στοιχείων, όπως έχουν προκύψει από τη μελέτη διαστασιολόγησης. Οι αρχές και απαιτήσεις στις οποίες βασίζεται η διαστασιολόγηση παρουσιάζονται σε επόμενη παράγραφο.



**Εικόνα. 5.2** Οδήγηση σωλήνων

Οι σωλήνες πρέπει κατά το δυνατόν να έχουν ευθύγραμμες οδηγήσεις, εικόνα 5.2, με ορθογώνιες αλλαγές πορείας, εικόνα 5.3. Πρέπει να οδεύουν παράλληλα προς τοίχους και οροφές. Επίσης πρέπει να αποφεύγονται μη αναγκαίες διασταυρώσεις με άλλες σωληνώσεις. Δεν πρέπει να υπάρχουν συνδέσεις σωλήνων μέσα σε διελεύσεις τοίχων ή σε οροφές.



**Εικόνα. 5.3** Αλλαγές πορείας σωλήνων

Αν η αλλαγή της πορείας των σωληνώσεων γίνει με κάμψη εν ψυχρώ, τότε οι ακτίνες καμπυλότητας δεν πρέπει να είναι μικρότερες από τις προβλεπόμενες στα αντίστοιχα πρότυπα. Έτσι για χαλυβδοσωλήνες  $< DN 25$  η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας  $r_{min}$  είναι  $3 \times Da$  ( $Da$ —εξ. διάμετρος), ενώ για χαλυβδοσωλήνες  $> DN 25$  έως  $DN 50$   $r_{min}=3,5 \times Da$ . Οι σωληνώσεις γενικά πρέπει να τοποθετούνται (εγκαθίστανται) σύμφωνα με τους ανεγνωρισμένους κανόνες της τεχνικής των εγκαταστάσεων, υπό την επίβλεψη κατάλληλου προσωπικού. Διαφορετικοί είναι, προφανώς, οι τρόποι εγκατάστασης των εσωτερικών και εξωτερικών σωληνώσεων, οι οποίοι θα αναλυθούν στη συνέχεια.

#### 5.4.2 Εγκατάσταση των εξωτερικών σωληνώσεων

Οι εξωτερικές σωληνώσεις, μπορούν να είναι είτε υπέργειες, είτε θαμμένες. Οι θαμμένες σωληνώσεις πρέπει επιμετρώνται και να διατηρούνται σε σχέδια. Τούτο έχει ιδιαίτερη σημασία, για να αποφευχθούν πιθανές μελλοντικές καταστροφές, π.χ λόγω εκσκαπτικών εργασιών.

Οι εξωτερικές σωληνώσεις πρέπει να προστατεύονται έναντι διάβρωσης σύμφωνα με τις ανάλογες προδιαγραφές. Οι ακάλυπτες εξωτερικές σωληνώσεις πρέπει επίπλέον να προστατεύονται έναντι μηχανικών φθορών και έναντι καιρικών επιδράσεων. Αν τα αέρια είναι υγρά, πρέπει επί πλέον να προστατεύονται έναντι του κινδύνου σχηματισμού πάγου.

Συνήθως οι εξωτερικές σωληνώσεις είναι θαμμένες. Τα ορύγματα σκάβονται είτε με μικρούς εκσκαφείς, είτε με το χέρι. Κανονικά οι σωληνώσεις καλύπτονται κατά 0,6 m έως 1,0 m, με δυνατότητα κατ' εξαίρεση η κάλυψη να μειωθεί μέχρι 0,5 m ή να αυξηθεί μέχρι 2,0 m. Συνιστάται η τοποθέτηση προειδοποιητικού πλέγματος (καλύτερα κίτρινου χρώματος), από πλαστικό για να μην διαβρώνεται, πλάτους 20-40 cm, 20 cm επάνω από τη σωλήνωση. Οι θαμμένες σωληνώσεις δεν επιτρέπεται να καλύπτονται με κτίσματα. Αν πρόκειται να ανεγερθεί νέο κτίριο, τότε η απαγόρευση πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό. Επίσης πρέπει η χάραξη του αγωγού να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη πιθανή μεταγενέστερη ανέγερση ή επέκταση κτιρίου.

Εφ' όσον σε εξαιρετικές περιπτώσεις οι σωληνώσεις οδηγούνται κάτω από τμήματα ενός κτιρίου χωρίς υπόγειο, τότε η εγκατάστασή τους σε αυτήν την περιοχή πρέπει να γίνεται μέσα σε προστατευτικούς σωλήνες, εικόνα 5.4. Οι προστατευτικοί σωλήνες πρέπει να είναι ανοικτοί στην πλευρά την ευρισκόμενη μέσα στο κτίριο, για να γίνεται άμεσα αντιληπτή λόγω οσμής μια πιθανή διαρροή του τμήματος αγωγού κάτω από το κτίριο. Γενικά οι θαμμένες σωληνώσεις, όταν διαπερνούν μη προσπελάσιμους χώρους, φρεάτια ή κανάλια, πρέπει να οδηγούνται μέσα από προστατευτικούς σωλήνες και πρέπει να προστατεύονται έναντι βλαβών διάβρωσης. Οι προστατευτικοί σωλήνες πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από υλικό ανθεκτικό σε διάβρωση ή να είναι προστατευμένοι έναντι διάβρωσης.

Η είσοδος των σωληνώσεων αερίου σε κτίρια μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Κάθε εξωτερική σωλήνωση πρέπει κοντά στην είσοδο στο κτίριο (και πριν από την έξοδο από το κτίριο, αν προβλέπεται έξοδος π.χ. για τροφοδοσία άλλου κτιρίου) να είναι εφοδιασμένη με μια αποφρακτική διάταξη και με μια λυτή σύνδεση. Η αποφρακτική διάταξη πρέπει να είναι ευκόλως προσιτή.

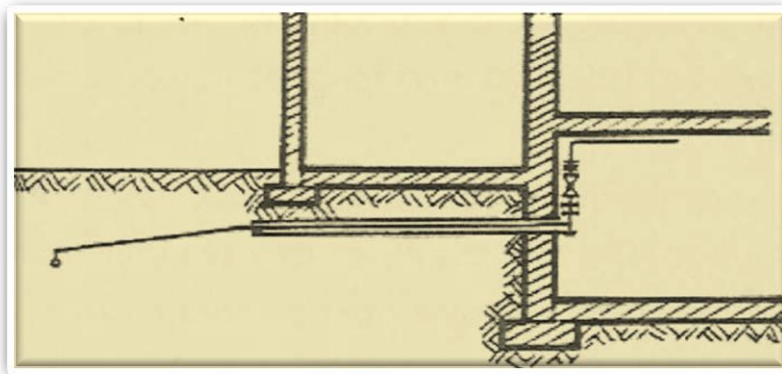
Γενικά πρέπει να προτιμάται ένα κτίριο να τροφοδοτείται από ένα μόνον αγωγό σύνδεσης και ένας αγωγός να τροφοδοτεί μόνον ένα κτίριο. Αν σε ειδική περίπτωση τροφοδοτούνται περισσότερα κτίρια από έναν αγωγό σύνδεσης, τότε η εγκατάσταση αερίου κάθε κτιρίου πρέπει να μπορεί να φραγεί μέσα σ' αυτό, ανεξάρτητα από την τροφοδοσία με αέριο των άλλων κτιρίων. Όπως προβλέπουν οι γερμανικοί κανονισμοί, αυτό ισχύει αντίστοιχα και για τα μέρη κτιρίου, τα οποία διαχωρίζονται με πυράντοχα τοιχώματα, για λόγους πυροπροστασίας.

Η θέση των αποφρακτικών διατάξεων στο έδαφος πρέπει να μπορεί να αναγνωρισθεί εύκολα με τη βοήθεια μονίμων ενδεικτικών πινακίδων. Στις

μόνιμες ενδεικτικές πινακίδες πρέπει να καταγράφεται, αν μέσω του αγωγού τροφοδοτούνται και άλλα κτίρια και πια. Φυσικά υπεύθυνη για την τοποθέτηση των ενδεικτικών πινακίδων είναι η Εταιρία Αερίου.

Οι ενδεικτικές πινακίδες πρέπει να στερεώνονται σε τοίχους ή περιφράξεις έτσι, ώστε να μην μπορούν να αφαιρεθούν εύκολα από τη θέση τους. Πρέπει να παραμένουν στη θέση τους ακόμη και σε περίπτωση εργασιών. Συνιστάται ο τακτικός έλεγχος τους.

Η κύρια αποφρακτική διάταξη (ΚΑΔ) και η ενδεικτική πινακίδα της έχουν ιδιαίτερη σημασία σε περίπτωση πυρκαγιάς, επειδή τότε το πρώτο μέτρο είναι η διακοπή της



**Εικόνα 5.4** Θαμμένη σωλήνωση σε προστατευτικό σωλήνα

παροχής αερίου μέσω της ΚΑΔ. Έτσι όποιος χειρίζεται μια ΚΑΔ πρέπει για λόγους ασφαλείας να γνωρίζει ποιού αγωγοί (και κτίρια) αποκόπτονται. Αν ο αγωγός είναι μεταλλικός σε όλο το μήκος του, τότε πρέπει μέσα στο κτίριο κοντά στην αποφρακτική διάταξη να ενσωματωθεί ένα μονωτικό στοιχείο. Αν το μονωτικό στοιχείο βρίσκεται μέσα στο κτίριο, τότε πρέπει να μπορεί να υποστεί υψηλή θερμική φόρτιση (650°C για 30 min).

Το μονωτικό στοιχείο πρέπει να εγκαθίσταται κοντά στην είσοδο στην οικία. Οι δυνατότητες εγκατάστασης του μονωτικού στοιχείου είναι: α) αμέσως πριν την είσοδο στο κτίριο στο έδαφος, β) σε συνδυασμό με μια πλήρη διάταξη ενσωμάτωσης για τη διέλευση του τοίχου γ) πριν την Αποφρακτική Διάταξη (ΑΔ), δ) σε συνδυασμό με την ΑΔ ως ενιαίο δομικό στοιχείο, ε) αμέσως μετά την ΑΔ. Φυσικά θα πρέπει να ληφθεί φροντίδα, να μην μπορεί να προκύψει τυχαία γεφύρωση των τμημάτων τα οποία διαχωρίζονται ηλεκτρικά μέσω του μονωτικού στοιχείου. Οι θαμμένες σωληνώσεις οι οποίες συνδέουν διαφορετικά κτίρια, πρέπει να είναι εξοπλισμένες με μονωτικά στοιχεία τόσο πριν από την έξοδο από ένα κτίριο, όσο και μετά την είσοδο σε ένα κτίριο. Οι εσωτερικές σωληνώσεις αερίου κάθε κτιρίου πρέπει να συνδέονται ξεχωριστά επάνω στις μπάρες αντιστάθμισης δυναμικού. Αν εγκατασταθούν ηλεκτρικά μέσα

λειτουργίας σε τέτοιες σωληνώσεις (π.χ. ηλεκτροκίνητα αποφρακτικά), τότε απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα, Π.χ. προστατευτικός διαχωρισμός).

#### **5.4.3 Σύνδεση μεταξύ του αγωγού σύνδεσης με τον καταναλωτή ή της εξωτερικής σωλήνωσης και της εσωτερικής σωλήνωσης**

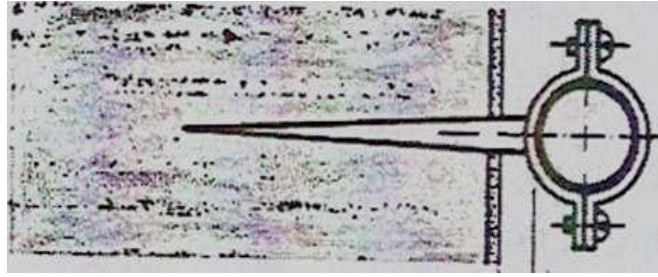
Η εσωτερική σωλήνωση πρέπει να επιτρέπει περιορισμένες αξονικές κινήσεις του αγωγού σύνδεσης της οικίας ή της εξωτερικής σωλήνωσης, χωρίς να εμφανίζονται μηχανικές βλάβες της εσωτερικής σωλήνωσης ή να επηρεάζεται η στεγανότητα της κατά τρόπο που επηρεάζει τη δυνατότητα απεριόριστης χρήσης της. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στη στερέωση της συσκευής ρύθμισης της πίεσης, σε συνάρτηση με την ανωτέρω απαίτηση. Αυτή η απαίτηση θεωρείται ότι πληρούται π.χ. με: α) μια οδήγηση του αγωγού, η οποία στην περιοχή των πρώτων 2 m της εσωτερικής σωλήνωσης δεν παρουσιάζει σταθερά σημεία και έχει τουλάχιστον μια μεταβολή διεύθυνσης κατά 90°, β) διάταξη κοχλιωτών συνδέσεων με μορφή Z, γ) χαλύβδινα διαστολικά κατά DIN 30681, δ) ευκίνητες συνδέσεις (κατά DIN 30663), ε) ευκίνητες κοχλιώσεις αντιστάθμισης κατά DIN 3387.

Συνιστάται η χρήση διαστολικών, εάν σ' αυτήν την περιοχή έχουν ενσωματωθεί στοιχεία ευαίσθητα σε θλιπτικά, εφελκυστικά και καμπτικά φορτία, όπως ρυθμιστές πίεσης, μετρητές, φίλτρα. Σε σεισμοπαθείς περιοχές, περιοχές κατολισθήσεων και σε περιοχές όπου μπορούν να εμφανισθούν γεωλογικές μετακινήσεις, πρέπει να ελεγχθεί, αν απαιτούνται μέτρα επί ηλίων από τα ανωτέρω.

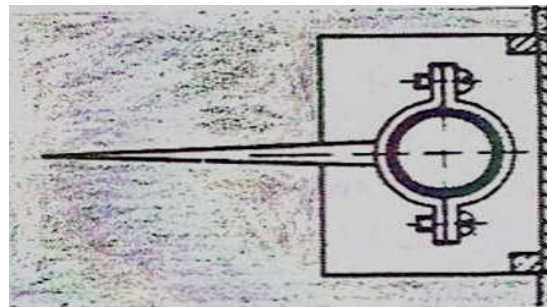
#### **5.4.4 Εγκατάσταση των εσωτερικών σωληνώσεων**

Ο μηχανικός πρέπει κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης των εσωτερικών σωληνώσεων να επιλύσει τα προβλήματα της διέλευσης, τοποθέτησης και στερέωσης των σωλήνων. Φυσικά ο όλος σχεδιασμός πρέπει, εκτός από τη λειτουργικότητα της εγκατάστασης, να λαμβάνει υπ' όψη την πυροπροστασία. Έτσι καθοριστικές για το σχεδιασμό είναι και οι κτιριοδομικές διατάξεις περί πυροπροστασίας. Βασική αρχή για την πυροπροστασία είναι, οι κτιριακές εγκαταστάσεις να είναι έτσι κατασκευασμένες, ώστε να παρεμποδίζεται η δημιουργία και εξάπλωση φωτιάς και καπνού και να διευκολύνονται η διαφυγή των ανθρώπων (και ζώων) και οι εργασίες πυρόσβεσης.

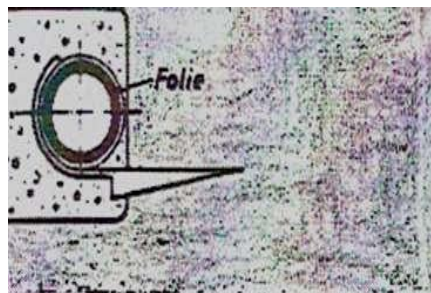




α) ακάλυπτος αγωγός



β) καλυμμένος αγωγός σε φρεάτιο ή κανάλι



γ) αγωγός κάτω από σοβά

### Εικόνα. 5.5 Δυνατότητες εγκατάστασης των σωληνώσεων

Έτσι, εκτός από τη διαμόρφωση των κτιρίων (βλέπε το Π.Δ. 71/88 "Κανονισμός πυροπροστασίας κτιρίων"), βασική απαίτηση για την πυροπροστασία είναι όλα τα στοιχεία της εγκατάστασης αερίου (σωληνώσεις, όργανα, συσκευές κλπ.) να μπορούν να αντέξουν στους 650°C για 30 min. Αυτό όμως δεν ισχύει (σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις) για τα όργανα και τις

συσκευές. Η απαίτηση, λοιπόν, μπορεί να τηρηθεί με την εγκατάσταση μιας βαλβίδας πυροπροστασίας.

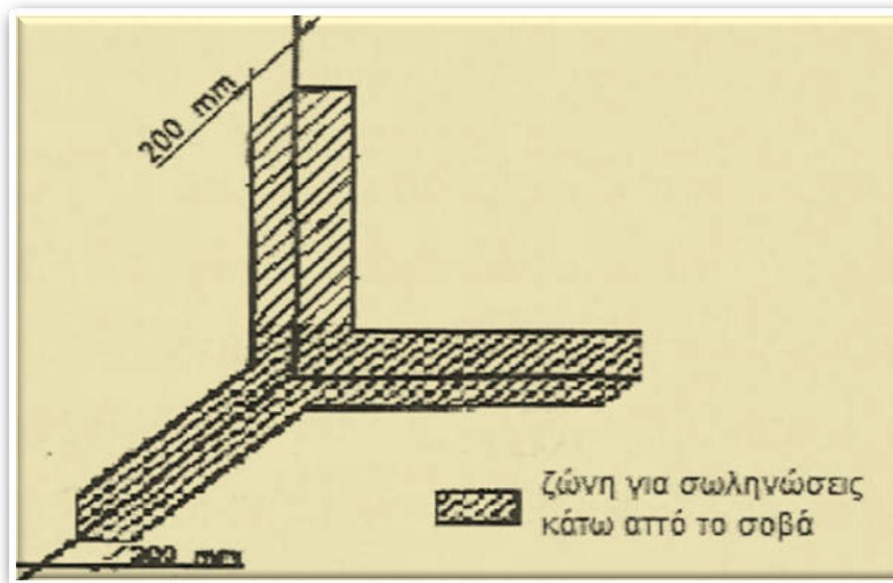
Οι αγωγοί αερίου δεν πρέπει να στερεώνονται επάνω σε άλλους αγωγούς και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ως φορείς για άλλους αγωγούς και φορτία, για να αποκλεισθούν φορτίσεις, οι οποίες πιθανώς να οδηγήσουν σε βλάβες με αποτέλεσμα επικίνδυνες διαρροές. Ακόμη και σε ακραίες περιπτώσεις υπάρχουν για τον μηχανικό επαρκείς άλλες λύσεις για να αποφύγει τη φόρτιση των αγωγών αερίου.

Οι αγωγοί αερίου πρέπει να διατάσσονται έτσι, ώστε να μην μπορεί να επιδράσει επάνω σ'αυτές νερό συμπύκνωσης από άλλους αγωγούς. Το νερό συμπύκνωσης μπορεί να εμφανισθεί σε απροστάτευτους σωλήνες νερού. (Απλό περιτύλιγμα με πλαστικό δεν αποτελεί θερμομόνωση). Αν διατάσσονται σωλήνες αερίου και νερού ο ένας επάνω από τον άλλο, τότε απαιτείται ο σωλήνας αερίου να μπαίνει επάνω από το σωλήνα νερού. Έτσι αποφεύγεται ο κίνδυνος διάβρωσης του αγωγού αερίου εξαιτίας των συμπυκνωμάτων, ο οποίος υφίσταται ακόμη και αν ο σωλήνας είναι επιψευδαργυρωμένος. Οι αγωγοί γενικά μπορούν να εγκαθίστανται (βλέπε την εικόνα 5.5), α) ακάλυπτοι σε απόσταση από το τοίχωμα, β) σε φρεάτια και κανάλια (βλέπε και την εικόνα 5.7), γ) κάτω από το σοβά χωρίς κοίλο χώρο.

Οι αγωγοί μπορούν να εγκαθίστανται κάτω από το σοβά, μόνον αν γίνουν οι προβλεπόμενες δοκιμές πριν ο αγωγός σοβατισθεί. Οι αγωγοί με πιέσεις λειτουργίας άνω των 100 mbar δεν πρέπει να εγκαθίστανται κάτω από το σοβά.

Σύμφωνα με τους ιταλικούς κανονισμούς οι αγωγοί κάτω από το σοβά πρέπει να οδεύουν παράλληλα προς το πάτωμα και τους τοίχους σε βάθος τουλάχιστον 20 mm, σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες από 200 mm, εικόνα 5.6, ώστε να μπορούν να ανιχνευθούν εύκολα. Επειδή στη χώρα μας δεν υπάρχει εμπειρία εγκαταστάσεων αερίου και δυστυχώς, δεν μπορούμε να καυχηθούμε για τον επαγγελματισμό των εγκαταστατών τεχνιτών, θα πρέπει μάλλον να αποφεύγεται η εγκατάσταση των σωληνώσεων κάτω από σοβά.

Οι ακάλυπτοι αγωγοί πρέπει σε εξάρτηση από τη μηχανική αντοχή των συνδέσεων τους (δυνατότητα μετάδοσης δια μήκων δυνάμεων) να στερεώνονται με τη βοήθεια καταλλήλων στηριγμάτων (π.χ. άγκιστρα), εικόνα 5.5α, - ενδεχομένως με χρήση συνηθισμένων στο εμπόριο μέσων στερέωσης (π.χ. τάκοι στερέωσης) – σε επαρκή απόσταση από το τοίχωμα, ανάλογη προς τη διάμετρο του σωλήνα, έτσι ώστε να είναι δυνατές μεταγενέστερες εργασίες στη σωληνώση, χωρίς ζημιές στους σοβάδες. Οι στερεώσεις των σωληνώσεων πρέπει να είναι ανθεκτικές έναντι πυρκαγιάς, ενώ τα φέροντα μέρη τους πρέπει να είναι κατασκευασμένα από άκαυστα υλικά. Έτσι δεν επιτρέπεται η χρήση στερεωτικών από πλαστικά. Οι χαλκοσωλήνες πρέπει π.χ. να στερεώνονται με μεταλλικά κολλάρα, τουλάχιστον M6. Τα κολλάρα τότε δεν πρέπει να φορτίζονται με περισσότερο από 100N και να διατάσσονται με τέτοιες αποστάσεις μεταξύ τους, ώστε να παραμένει ασφαλής η στερέωση των σωλη-



**Εικόνα 5.6** Εγκατάσταση των σωληνώσεων κάτω από το σοβά

νώσεων ακόμη και στη περίπτωση πυρκαγιάς, όταν έχει καταστραφεί (τήκει) η σύνδεση με κόλληση. Οι τιμές για τις αποστάσεις στηρίξεων οριζόντιων σωληνών δίνονται στον πίνακα 5.2.

Σήμερα επιλέγεται συχνά η οδήγηση αγωγών αερίου, μέσα ή ανάμεσα σε κτίρια, μέσα σε φρεάτια ή κανάλια μεμονωμένα ή από κοινού με άλλους αγωγούς. Έτσι οι αγωγοί δεν είναι ορατοί και τούτο είναι επιθυμητό από αισθητικής άποψης.

Για λόγους ασφαλείας και ελέγχου τα φρεάτια ή κανάλια πρέπει να εφοδιάζονται με ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής αέρα, εικόνα 5.7, στην αρχή και στο τέλος, είτε ανά όροφο ή τμηματικά, είτε ως σύνολο. Τα ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής αέρα πρέπει να έχουν μέγεθος περίπου  $10 \text{ cm}^2$ . Δεν επιτρέπεται να υπάρχουν άλλα ανοίγματα.

Τα φρεάτια ή κανάλια μπορούν να πληρωθούν με κατάλληλα υλικά πλήρως (να μην υπάρχουν κοιλότητες) και στεγανά. Τότε δεν είναι αναγκαία ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής αέρα. Η λύση αυτή πρέπει να προτιμάται. Άλλωστε τα ανοίγματα εμβαδού  $10 \text{ cm}^2$  (αντιστοιχεί σε διάμετρο 36 mm) μπορούν πολύ εύκολα να κλεισθούν κατά λάθος. Η εγκατάσταση κάτω από το σοβά (επαναλαμβάνουμε ότι συνιστάται να αποφεύγεται) είναι τρόπος εγκατάσταση αισθητικά ικανοποιητικός, ενώ έχει μικρότερο κόστος από την εγκατάσταση σε φρεάτια και κανάλια. Αν, εν τέλει, η εγκατάσταση γίνει κάτω από το σοβά, τότε δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται κοχλιωτές συνδέσεις.

Οι αγωγοί κάτω από το σοβά μπορούν να στερεώνονται με άγκιστρα, εικόνα 5.5γ. Τα άγκιστρα πρέπει να στερεώνονται προσεκτικά για να μην καταστραφεί η αντιδιαβρωτική προστασία του σωλήνα. Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση γύψου σε επιψευδαργυρωμένους σωλήνες. Επιτρέπεται τοπική στερέωση των αγωγών με γύψο, μόνον αν οι σωλήνες στα σημεία στερέωσης περιτυλιχτούν με φύλλα πλαστικού. Γενικά οι σωληνώσεις για λόγους πυρασφαλείας (δυνατότητα

διαφυγής και επέμβασης) δεν θα πρέπει να εγκαταστήθεται σε κλιμακοστάσια. Οι σωληνώσεις πάντως επιτρέπεται να εγκατασταθούν σε κλιμακοστάσια και

**Πινάκας 2.**Απόσταση Στερέωσης οριζόντιων σωλήνων

χαλυβδοσωλήνες				χαλκοσωλήνες			
ονομαστική διάμετρος DN	απόσταση στερέωσης m	ονομαστική διάμετρος DN	απόσταση στερέωσης m	εξωτερική διάμετρος mm	απόσταση στερέωσης m	εξωτερική διάμετρος mm	απόσταση στερέωσης m
10	2,2 5	50	4,75	12	1,25	54	3,50
—	—	—	—	15	1,25	64	4,00
15	2,7 5	65	5,50	18	1,50	76,1	4,25
20	3,0 0	80	6,00	22	2,00	88,9	4,75
25	3,5 0	100	6,00	28	2,25	108	5,00
32	3,7 5	125	6,00	35	2,75	133	5,00
40	4,2 5	150	6,00	42	3,00	159	5.00

στις εξόδους τους στο ύπαιθρο καθώς και σε διαδρόμους με γενική πρόσβαση, οι οποίοι χρησιμεύουν ως οδεύσεις διαφυγής μόνο σε κτίρια κατοικιών περιορισμένου ύψους (δάπεδο του υψηλότερου ορόφου όχι επάνω από τα 7 m) με όχι περισσότερα από δύο διαμερίσματα ή όταν πληρούνται οι ακόλουθες δομικές απαιτήσεις:

α) Οι εγκαταστάσεις σωληνώσεων συμπεριλαμβανομένων των μονωτικών τους αποτελούνται από άκαυστα υλικά. Αυτό δεν ισχύει για το μέσο στεγανοποίησης και σύνδεσης, ούτε για επιστρώσεις σωλήνων πάχους μέχρι 0,5 mm

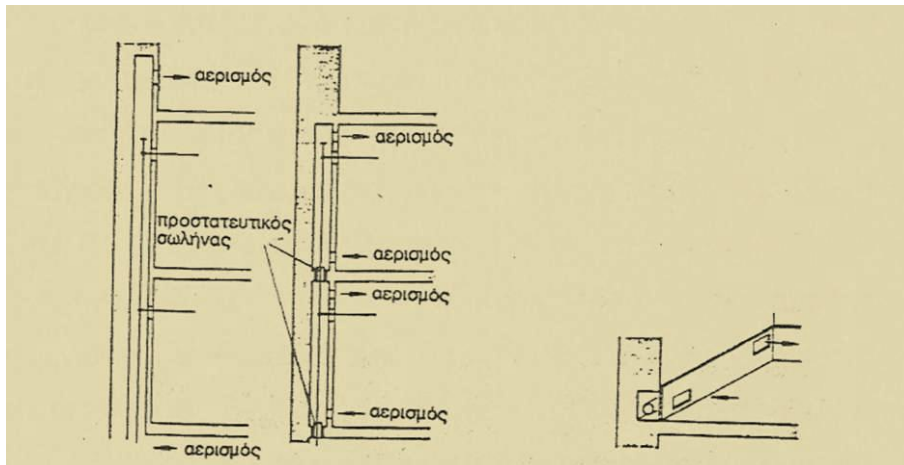
β) Σε κλιμακοστάσια και στις εξόδους τους στο ύπαιθρο οι εγκαταστάσεις σωληνώσεων πρέπει να τοποθετούνται σε φρεάτια ή κανάλια εγκατάστασης. Οι σωληνώσεις επιτρέπεται να εγκαθίστανται κάτω από το σοβά χωρίς κούλο χώρο με κάλυψη σοβά τουλάχιστον 15 mm από άκαυστο φορέα. Σε διαδρόμους με γενική πρόσβαση οι εγκαταστάσεις σωληνώσεων επιτρέπεται να τοποθετούνται ακόμη και ακάλυπτες.

γ) Τα φρεάτια και κανάλια εγκατάστασης συμπεριλαμβανομένων των κλειστών των ανοιγμάτων πρέπει να έχουν ένα δείκτη πυραντίστασης τουλάχιστον 90 λεπτών και να αποτελούνται από άκαυστα υλικά.

δ) Τα φρεάτια εγκατάστασης πρέπει να αερίζονται επάνω από την οροφή. Τα ανοίγματα εισροής αέρα πρέπει να βρίσκονται στο πόδι του φρεατίου. Δεν

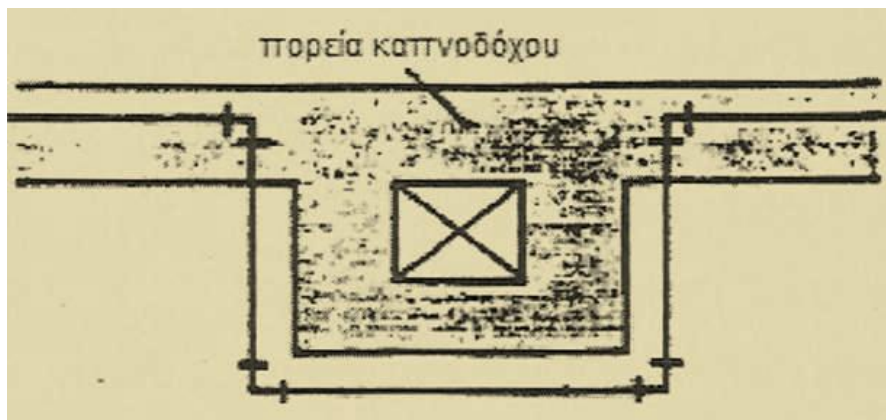
επιτρέπονται περαιτέρω ανοίγματα. Στα κανάλια εγκατάστασης πρέπει να προσάγεται και να απάγεται αέρας είτε τμηματικά, είτε στο σύνολο. Τα ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής αέρα πρέπει να έχουν μέγεθος τουλάχιστον  $10 \text{ cm}^2$ . Αυτά δεν επιτρέπεται να διατάσσονται σε κλιμακοστάσια και στις εξόδους τους στο ύπαιθρο ή σε διαδρόμους με γενική πρόσβαση. Δεν απαιτούνται ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής αέρα, αν τα φρεάτια ή κανάλια εγκατάστασης πληρούνται στεγανά και μη παραμορφώσιμα με άκαυστα υλικά (π.χ. με άμμο).

Δεν επιτρέπονται εγκαταστάσεις σωληνώσεων σε πυροπροστατευμένα κλιμακοστάσια.



**Εικόνα 5.7** Εγκατάσταση σωληνώσεων σε φρεάτια κανάλια

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ανάγκη οι αγωγοί να διέλθουν μέσα από μη αεριζόμενους χώρους (π.χ. υπόγεια, τυφλές αποθήκες κλπ.).

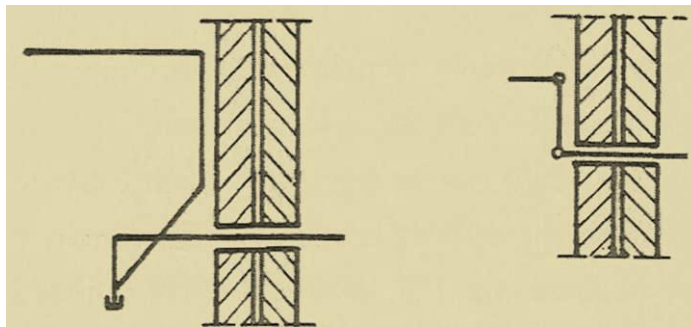


**Εικόνα 5.8** Οδήγηση σωληνώσεων αερίου σε σχέση με καπνοδόχου

Οι αγωγοί, οι οποίοι διέρχονται από μη αεριζόμενους χώρους, πρέπει να περιβάλλονται από προστατευτικούς σωλήνες. Οι προστατευτικοί σωλήνες πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από υλικό ανθεκτικό στη διάβρωση ή να προστατεύονται έναντι διάβρωσης. Θα πρέπει κατά το δυνατόν να αποφεύγονται συνδέσεις και αλλαγές πορείας των αγωγών μέσα στους προστατευτικούς σωλήνες. Τα άκρα των προστατευτικών σωλήνων έξω από τους μη αεριζόμενους χώρους δεν πρέπει να κλείνονται. Δεν πρέπει μέσα στους προστατευτικούς σωλήνες να δημιουργείται ή να συγκεντρώνεται υγρασία (και γι' αυτό δεν είναι κατάλληλοι π.χ. οι ρικνοί σωλήνες).

Αν οι αγωγοί διέρχονται μέσα από ψευδοροφές, τότε ο κενός χώρος πρέπει προς αποφυγή συγκεντρώσεων αερίου να αερίζεται, π.χ. με περιφερειακά ανοίγματα μικρού ύψους (εγκοπές) στην περιβάλλουσα τοιχοποιία, δύο διαγωνίως διατεταγμένα ανοίγματα αερισμού (έκαστο εμβαδού περίπου 10 cm<sup>2</sup>).

Οι σωληνώσεις αερίου δεν πρέπει να εγκαθίστανται σε φρεάτια ανελκυστήρων, σε αγωγούς αερισμού, σε αποθήκες στερεών καυσίμων και σε εγκαταστάσεις απόρριψης απορριμμάτων, επειδή εκεί υπάρχει περίπτωση να εκτεθούν σε ανεξέλεγκτες μηχανικές και διαβρωτικές επιδράσεις. Επίσης δεν πρέπει να διέρχονται μέσα από καπνοδόχους ή να εισέρχονται στις παρειές των καπνοδόχων (εικόνα 5.8). Αν οι αγωγοί διέρχονται μέσα από κινητούς αρμούς ή αρμούς διαστολής, οι οποίοι διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο μέρη του κτιρίου, πρέπει να ληφθεί μέριμνα οι σχετικές κινήσεις να μην μπορούν να επιδράσουν βλαπτικά επί του αγωγού. Αυτό μπορεί να γίνει με ένα προστατευτικό σωλήνα κατάλληλης διατομής, μέσα στον οποίο ο αγωγός εδράζεται ελαστικά, εικόνα 5.9. Ο προστατευτικός σωλήνας, για λόγους μη εξάπλωσης πυρκαγιάς και καπνού, πρέπει να είναι κατασκευασμένος από πυράντοχο υλικό και τα ανοίγματα να είναι στεγανοποιημένα επίσης με πυράντοχο υλικό.



**Εικόνα 5.9** Οδήγηση σωληνώσεων αερίου σε αρμούς διαστολής.

## 5.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

### 5.5.1 Βασικές αρχές της διαστασιολόγησης

Ο προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων και κατ' αναλογία των ονομαστικών διαμέτρων τους σε μια εγκατάσταση σωληνώσεων βασίζεται

γενικά στην επίτευξη μιας πτώσης πίεσης μικρότερης από κάποιο δεδομένο όριο για καθορισμένη παροχή αερίου στην εγκατάσταση.

Στην περιοχή χαμηλών πιέσεων (πίεση λειτουργίας μέχρι 100 mbar) η πτώση πίεσης υπολογίζεται με επαρκή ακρίβεια με τις σχέσεις για ασυμπίεστη ροή (σταθερής πυκνότητας και άρα σταθερού όγκου), επειδή η επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης είναι μικρή και το προκύπτον σφάλμα είναι αμελητέο (βλέπε και το κεφάλαιο 4).

Για τον υπολογισμό της πτώσης πίεσης στην περιοχή μεσαίων πιέσεων, δηλαδή πιέσεις λειτουργίας άνω των 100 mbar μέχρι 1 bar, πρέπει να ακολουθηθούν τα καθοριζόμενα στο κεφάλαιο 5. Εδώ η επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5% της ελάχιστης πίεσης λειτουργίας (π.χ.  $\Delta P_{\text{συν}}=50$  mbar για 1 bar).

Η επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης στην περιοχή χαμηλών πιέσεων δεν μπορεί για λόγους λειτουργίας να υπερβαίνει τα 3,0 mbar. Από αυτά πρέπει σε κάθε περίπτωση να αφαιρεθεί 1,0 mbar για την πτώση στον μετρητή αερίου. Επίσης πρέπει να ληφθούν υπ' όψη: α) ανοχές στις τιμές βάσης του υπολογισμού (τραχύτητες, τοπικές αντιστάσεις), β) η πιθανότητα μελλοντικής χρήσης αερίου χαμηλότερης θερμογόνου δύναμης.

Η εμπειρία σε υπολογισμούς πτώσης σε σωληνώσεις δείχνει ότι οι ανοχές είναι της τάξης του 20% (με 30% ακραία τιμή). Επίσης ο λόγος θερμογόνου δύναμης των δύο ομάδων στην 2 οικογένεια είναι περίπου 1,2 (15 kWh/12,4 kWh) και άρα απαιτείται αυξημένη παροχή αερίου (και πτώση πίεσης). Για τους λόγους αυτούς η διαθέσιμη συνολική πτώση πίεσης στους εθνικούς κανονισμούς των διαφόρων κρατών γενικά καθορίζεται μικρότερη από 2,0 mbar. Έτσι ο ελληνικός κανονισμός ορίζει επιτρεπόμενη πτώση πίεσης μετά το μετρητή  $\Delta p_{\text{επιτρ}}=1,3$  mbar

Αντίστοιχα ορίζουν

α) ο γερμανικός κανονισμός  $\Delta p_{\text{επιτρ}}=1,3$  mbar

β) ο ελβετικός κανονισμός  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 1,0$  mbar ή 0,6 ή 0,8 mbar (αναλόγως εφαρμογής)

γ) ο ιταλικός και βρετανικός  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 1,0$  mbar δ) ο γαλλικός κανονισμός  $\Delta p^{\text{τρ}} = 1,5$  mbar ή 2,0 mbar (αναλόγως κτιρίου).

Μάλιστα ο γερμανικός κανονισμός συνιστά διαστασιολόγηση των σωληνώσεων για τη ομάδα Η (δηλαδή για αυξημένη παροχή αερίου, που ουσιαστικά μειώνει την τιμή των 1,3 mbar).

Από την ονομαστική τιμή της πίεσης σύνδεσης των συσκευών αερίου στην περιοχή εφαρμογών νοικοκυριού και οικιακής χρήσης α) 8,0 mbar για την 1η οικογένεια αερίων, β) 20,0 mbar για τη 2η οικογένεια αερίων, γ) 15,0 mbar για την 4η οικογένεια αερίων και την επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης προκύπτει η απαιτούμενη πίεση ροής στην Κύρια Αποφρακτική Διάταξη ή η πίεση εξόδου της συσκευής ρύθμισης της πίεσης. Έτσι για το αέριο της 2ης οικογένειας η απαιτούμενη πίεση ροής πρέπει να είναι τουλάχιστον 22,3 mbar. Επειδή οι κανονισμοί ορίζουν για τη 2η οικογένεια ως ελάχιστη επιτρεπόμενη πίεση του αερίου στη συσκευή τα 18,0 mbar (με μελλοντική μείωση στα 17,5 mbar), ορισμένοι ζητούν την αύξηση της επιτρεπόμενης συνολικής πτώσης πίεσης, ώστε να προκύπτουν μικρότεροι διάμετροι σωλήνων (και άρα φθηνότεροι σωλήνες). Αν όμως σε περιόδους αυξημένης κατανάλωσης πέσει η πίεση στο αστικό δίκτυο διανομής, το εσωτερικό δίκτυο έχει διαστασιολογηθεί για αυξημένη επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης και κάποιες συσκευές

ρυθμισθούν σε πολύ χαμηλό μερικό φορτίο, τότε σ' αυτές είναι πιθανό η πίεση σύνδεσης να πέσει κάτω από τα 17,5 mbar, ίσως μέχρι 15 mbar, με αποτέλεσμα κινδύνους σβέσης της φλόγας και εκροής αερίου καθώς και σχηματισμού CO και αιθάλης. Φυσικά ένας τέτοιος κίνδυνος θα μπορούσε να αντιμετωπισθεί με την εγκατάσταση μιας ασφάλειας έλλειψης αερίου.

Με τη ρευστομηχανική και τους υπολογισμούς πτώσης πίεσης ασχοληθήκαμε διεξοδικά στο κεφάλαιο 4. Εκεί αναλύσαμε ότι η πτώση πίεσης στα επί μέρους τμήματα της εγκατάστασης σωληνώσεων προκαλείται από α) αντιστάσεις τριβής σε ευθύγραμμους σωλήνες, β) τοπικές (επί μέρους) αντιστάσεις καθώς και γ) υψομετρικές διαφορές (επίδραση της άνωσης).

Η πτώση πίεσης εξαρτάται από τη διαμόρφωση, τη διάμετρο, το μήκος και το υλικό του αγωγού και από την παροχή του αερίου. Η χρησιμοποιούμενη για τη διαστασιολόγηση παροχή προφανώς πρέπει να είναι η μεγαλύτερη, δηλαδή η παροχή όγκου αιχμής  $V_s$ . Η παροχή όγκου αιχμής  $V_s$  εξαρτάται από α) το είδος των συσκευών, β) τον αριθμό των συσκευών, γ) την τιμή σύνδεσης  $V_A$  κάθε συσκευής καθώς και δ) τον ταυτοχρονισμό στη χρήση των συσκευών αερίου.

### 5.5.2 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής

Η παροχή όγκου αιχμής  $V_s$  για τις εφαρμογές της οικιακής χρήσης και για συσκευές αερίου χρησιμοποιούμενες στη βιοτεχνία ή τη βιομηχανία προκύπτει σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση

$$V_s = \sum V_{AME} * f_{TME} + \sum V_{AOP} * f_{TOP} + \sum V_{AOX} * f_{TOX} + \sum V_{AOA} * f_{TOA} + \sum V_{ABX} * f_{TBX} \quad (5.1)$$

όπου

$V_A$  οι τιμές σύνδεσης των συσκευών,

$f_{Tu}$  οι συντελεστές ταυτοχρονισμού των συσκευών,

ενώ οι επί μέρους δείκτες σημαίνουν

ME: μαγειρική εστία (κουζίνες, βραστήρες, χύτρες, φούρνοι αερίου).  
 OP: θερμαντήρας νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες). OX: θερμαντήρας χώρου ή θερμαντήρες νερού αποθήκευσης. OA: θερμαντήρας ανακυκλοφορίας, θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας ή λέβητας αερίου με  $Q_{NL} \leq 30 \text{ kW}$ .

BX: συσκευές αερίου χρησιμοποιούμενες στη βιοτεχνία ή τη βιομηχανία καθώς και σε κεντρικές εγκαταστάσεις παρασκευής θερμού νερού και θέρμανσης σε συνδυασμό με λέβητες αερίου με  $Q_{NL} \geq 30 \text{ kW}$ .

Οι τιμές σύνδεσης  $V_A$  των διαφόρων συσκευών δίνονται σε εξάρτηση από την κατώτερη θερμογόνο δύναμη των αερίων στον πίνακα 6.2 σε  $\text{m}^3/\text{h}$ . Η τιμή σύνδεσης προσδιορίζεται από την ονομαστική θερμική φόρτιση της συσκευής, η οποία δίνεται επάνω στην πινακίδα της συσκευής. Καθώς και στις οδηγίες εγκατάστασης της. Η διάκριση των συσκευών αερίου για τις εφαρμογές της οικιακής χρήσης σε τέσσερα είδη έγινε με βάση τις μεγάλες διαφορές σε σχέση με τον ταυτοχρονισμό στη χρήση τους.

Η ΤΟΤΕΕ 2471/86. αν και συνιστά τη χρήση συντελεστών ταυτοχρονισμού, δεν δίνει κάποια σχετική βοήθεια. Αντίθετα ο γερμανικός κανονισμός δίνει για αυτούς τον πίνακα 6.3. Οι συντελεστές ταυτοχρονισμού για το κάθε είδος των συσκευών έχουν προσδιορισθεί με βάση τη μέθοδο των χαρακτηριστικών αριθμών κατά Ufer και Brandt. Το Σχέδιο Τεχνικού Κανονισμού "Εσωτερικές εγκαταστάσεις φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 50



mbar" υιοθετεί τις τιμές του πίνακα 6.3, ορίζει όμως ότι οι θερμαντήρες ανακυκλοφορίας, θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας και λέβητες αερίου με  $Q_{NL} \leq 30 \text{ kW}$  πρέπει να αντιμετωπίζονται με συντελεστή ταυτοχρονισμού  $f_{T\theta A} = 1,0$ .

Ο εκάστοτε συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TBX}$  για συσκευές χρησιμοποιούμενες στη βιοτεχνία ή βιομηχανία καθώς και σε κεντρικές εγκαταστάσεις παρασκευής θερμού νερού χρήσης και θέρμανσης (λέβητες αερίου με  $Q_{NL} > 30 \text{ kW}$ ) πρέπει να προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες χρήσης. Σε περίπτωση αμφιβολίας λαμβάνεται 1,0.

### 5.5.3 Γενική διαδικασία υπολογισμού

Για τη διαστασιολόγηση του δικτύου σωληνώσεων κατ' αρχή πρέπει αυτό να σχεδιασθεί σε κάτοψη και κατακόρυφη διάταξη. Επιθυμητό θα ήταν και ένα αξονομετρικό σχέδιο. Στα σχέδια σημειώνονται τα μήκη των τμημάτων του δικτύου.

Από τα σχέδια πρέπει να αναγνωρίζεται η θέση και το είδος των οργάνων εξοπλισμού και των λοιπών στοιχείων μορφής καθώς και να δίνεται η θέση, το είδος και η ισχύς των συσκευών. Αυτό γίνεται με τη χρήση τυποποιημένων συμβόλων, τα οποία καθορίζονται από τους κανονισμούς.

Στη συνέχεια το δίκτυο διαιρείται σε επί μέρους τμήματα. Η διαίρεση γίνεται με βάση σημεία όπου μεταβάλλεται η παροχή όγκου αιχμής ή η ονομαστική διάμετρος του σωλήνα. Σ' αυτές τις θέσεις συναντάται κάποιο στοιχείο μορφής. Το στοιχείο μορφής στην αρχή προσμετράτε στο θεωρούμενο τμήμα, ενώ το τελευταίο στοιχείο μορφής προσμετράτε ήδη στο επόμενο επί μέρους τμήμα, με εξαίρεση τα στοιχεία  $T 90^\circ$  - αντιρροής και διπλά τόξα  $T 90^\circ$  - αντιρροής (βλέπε παρακάτω το τυποποιημένο φύλλο 2, αρ. 7 και 11).

Για κάθε επί μέρους τμήμα προσδιορίζεται στη συνέχεια η παροχή όγκου αιχμής  $V_s$ , ξεκινώντας (βολικότερα) από τα σημεία σύνδεσης των συσκευών. Ο προσδιορισμός γίνεται σύμφωνα με τα εκτεθέντα στην προηγούμενη παράγραφο.

Η διαστασιολόγηση του δικτύου θα γίνει με την παραδοχή διαθέσιμης συνολικής πτώσης πίεσης  $\Delta P_{\text{επιτρ}} = 1,3 \text{ mbar}$ . Η διαφορά πίεσης κατανέμεται α)  $0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και β)  $0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών. Αν πρόκειται για απλό δίκτυο σωληνώσεων (τροφοδοσία μέχρι 4 συσκευές) ή για δίκτυο με αναλογικά μικρού μήκους κεντρικό κλάδο διανομής, τότε δεν απαιτείται η κατανομή της διαθέσιμης συνολικής πτώσης πίεσης στον κεντρικό κλάδο τροφοδοσίας και στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών και

**Πίνακας 6.3** τιμές σύνδεσης συσκευών αερίου

Συσκευή αερίου	ονομαστική θερμική ισχύς $Q_{NL}$ (kW)	τιμή σύνδεσης $V_A$ (nrVh) σε εξάρτηση από την κατώτερη θερμογόνο δύναμη λειτουργίας $H_u, B$ (kWh/m)			
		1 <sup>η</sup> οικογένεια $H_u, B=4,2$ kWh/m <sup>3</sup>	2 <sup>η</sup> οικογένεια ομάδα L $H_u, B=8,6$ kWh/m <sup>3</sup>	Ομάδα αερίων H $H_u, B=$ 10,6 kWh/ m <sup>3</sup>	4 <sup>η</sup> οικογένεια $H_u, B=6,3$ kWh/m <sup>3</sup>
κουζίνα αερίου	4,0	3,0	1,5	1,2	2,0
θερμαντήρες νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες)	8,7	2,5	1,2	1,0	1,6
	17,5	5,0	2,4	2,0	3,3
	22,7	6,5	3,2	2,6	4,3
	27,9	8,0	3,9	3,2	5,3
80 L	6,9	1,9	0,9	0,7	1,3
θερμαντήρες νερού 120 L	7,6	2,1	1,0	0,8	1,5
αποθήκευσης. 150 L	8,3	2,3	1,1	0,9	1,6
περιεχομένο σε νερό 190L	8,7	2,4	1,2	1,0	1,7
200 L	10,5	2,9	1,4	1,2	1,9
θερμαντήρες χώρου	3,5	1,0	0,5	0,4	0,7
	4,7	1,3	0,6	0,5	0,9
	7,0	2,0	1,0	0,8	1,3
	9,3	2,7	1,3	1,1	1,8
	11,6	3,3	1,6	1,3	2,2
θερμαντήρες νερού ανακυκλοφορίας	5,0	1,4	0,7	0,6	1,0
	6,0	1,7	0,8	0,7	1,1
	7,0	2,0	1,0	0,8	1,3
θερμαντήρες νερού συνδυασμένης λειτουργίας	8,0	2,3	1,1	0,9	1,5
	9,0	2,6	1,3	1,0	1,7
	9,3	2,7	1,3	1,1	1,8
	10,0	2,9	1,4	1,1	1,9
λέβητες αερίου	11,0	3,1	1,5	1,2	2,1
	14,0	4,0	1,9	1,6	2,6
	17,5	5,0	2,4	2,0	3,3
	18,6	5,3	2,6	2,1	3,5
	20,9	6,0	2,9	2,4	4,0
	23,3	6,7	3,2	2,6	4,4
	30,0	8,6	4,2	3,4	5,7

αριθμός των συσκευών	Συντελεστές ταυτοχρονισμού ανοιγμένοι στις συσκευές			
	$f_{TME}$	$f_{TEP}$	$f_{TOX}$	$f_{TEA}$
1	0,621	1,000	1,000	1,000
2	0,448	0,607	0,800	0,883
3	0,371	0,456	0,703	0,822
4	0,325	0,373	0,641	0,782
5	0,294	0,320	0,597	0,752
6	0,271	0,283	0,564	0,729
7	0,253	0,255	0,537	0,710
8	0,239	0,234	0,515	0,694
9	0,227	0,217	0,496	0,680
10	0,217	0,202	0,480	0,668
11	0,208	0,191	0,466	0,657
12	0,201	0,180	0,454	0,648
13	0,194	0,172	0,443	0,639
14	0,188	0,164	0,432	0,631
15	0,183	0,157	0,423	0,624
16	0,178	0,151	0,415	0,617
17	0,173	0,146	0,407	0,611
18	0,169	0,141	0,400	0,605
19	0,166	0,137	0,394	0,599
20	0,162	0,133	0,387	0,594
21	0,159	0,129	0,382	0,590
22	0,156	0,125	0,376	0,585
23	0,153	0,122	0,371	0,581
24	0,151	0,119	0,366	0,577
25	0,148	0,117	0,362	0,573
26	0,146	0,114	0,357	0,569
27	0,144	0,112	0,353	0,566
28	0,142	0,110	0,349	0,562
29	0,140	0,108	0,346	0,559
30	0,138	0,106	0,342	0,556
31	0,136	0,104	0,339	0,553
32	0,134	0,102	0,336	0,550
33	0,133	0,100	0,332	0,547
34	0,131	0,099	0,329	0,545
35	0,130	0,097	0,327	0,542
36	0,128	0,096	0,324	0,540
37	0,127	0,095	0,321	0,537
38	0,126	0,093	0,319	0,535
39	0,125	0,092	0,316	0,533
40	0,123	0,091	0,314	0,530

**Πίνακας 5.4** Συντελεστές ταυτοχρονισμού ανοιγμένοι στις συσκευές  $f_T$  είδος των συσκευών

ως μόνο κριτήριο χρησιμοποιείται η μη υπέρβαση των 1,3 mbar.  
(Ο γερμανικός κανονισμός ορίζει ότι στους ανερχόμενους κλάδους δεν θα πρέπει να προκύπτει απώλεια πίεσης, δηλαδή η πτώση πίεσης στο σωλήνα,

στα όργανα και τα στοιχεία μορφής πρέπει να αντισταθμίζεται από το κέρδος λόγω άνωσης).

Ο απομένων προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων στη γενική περίπτωση μπορεί να γίνει με την επαναληπτική (θαμιστική) μέθοδο: α) Εκτιμούμε μια διάμετρο σωλήνα για κάθε τμήμα σωλήνωσης, β) υπολογίζουμε γι' αυτό την ταχύτητα ροής, γ) Για το δεδομένο τμήμα υπολογίζουμε την πτώση πίεσης στο σωλήνα (με τη βοήθεια του διαγράμματος Moody κλπ), την πτώση πίεσης στα όργανα και τα στοιχεία μορφής και την απώλεια ή το κέρδος πίεσης λόγω άνωσης. Αθροίζουμε τις επί μέρους απώλειες πίεσης και ελέγχουμε αν τηρούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού για αυτές:  $\Sigma \Delta p \leq \Delta p$

Αν οι απαιτήσεις τηρούνται, τότε ο υπολογισμός έχει τελειώσει. Σε διαφορετική περίπτωση πρέπει να μεταβληθούν διάμετροι κάποιων τμημάτων και να επαναληφθεί ο υπολογισμός. Η ταχύτητα του αερίου στους σωλήνες δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 6 m/s (για να μην "σφυρίζουν" οι σωλήνες). Γενικά η ταχύτητα του αερίου στους σωλήνες είναι 2 + 3 m/s.

Ο υπολογισμός με τον ανωτέρω περιγραφόμενο τρόπο είναι προφανώς χρονοβόρος και επίπονος, αν πρόκειται για εκτεταμένο δίκτυο. Ο μηχανικός, φυσικά, θα επιθυμούσε να του δοθούν βοηθητικά υπολογιστικά εργαλεία, ανάλογα με εκείνα που του διατίθενται Π.χ. για τους υπολογισμούς στα δίκτυα κεντρικής θέρμανσης (πίνακες ή και διαγράμματα της ανοιγμένης πτώσης πίεσης R σε mbar ανά m σωλήνα συναρτήσε της παροχής ή της θερμικής ισχύος για δεδομένη θερμοκρασιακή διαφορά). Δυστυχώς η TOTEE 2471/86 δεν διαθέτει τέτοια βοηθητικά υπολογιστικά εργαλεία. Αντίθετα ο γερμανικός κανονισμός προσφέρει δύο τυποποιημένες διαδικασίες υπολογισμού, μια ακριβή και μια προσεγγιστική, υποστηριζόμενες από φύλλα υπολογισμών, πίνακες και διαγράμματα. Για να βοηθήσουμε τον μελετητή θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια την ακριβή τυποποιημένη διαδικασία υπολογισμού. Η μέθοδος αυτή, διευρυμένη μάλιστα από την άποψη πινάκων, υιοθετείται από το Σχέδιο Τεχνικού Κανονισμού.

#### 5.5.4 Τυποποιημένη διαδικασία υπολογισμού

Η διαδικασία υπολογισμού αυτή χρησιμοποιεί τα δύο τυποποιημένα φύλλα υπολογισμού, τα οποία δίνονται κατωτέρω. Στο τυποποιημένο φύλλο 1 (Τ.Φ.1) γίνονται οι βασικοί υπολογισμοί, ενώ το τυποποιημένο φύλλο 2 (Τ.Φ.2) χρησιμεύει στον υπολογισμό του αθροίσματος των τοπικών αντιστάσεων.

Για να διευκολυνθεί ο μελετητής στους υπολογισμούς, του δίνονται για τα αέρια της 2ης οικογένειας αφ' ενός πίνακες και αφ' ετέρου διαγράμματα (τα διαγράμματα στο παράρτημα) αντίστοιχα για χαλυβδοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ 269 και ΕΛΟΤ 268 και χαλκοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ EN 1057, με τη βοήθεια των οποίων προσδιορίζει σε συνάρτηση της παροχής όγκου αιχμής Vs σε m<sup>3</sup>/h για τις αντίστοιχες ονομαστικές διαμέτρους DN α )την ταχύτητα ροής u σε m/s και β) την ανηγμένη πτώση πίεσης R σε mbar/m.

Οι τιμές των πινάκων και διαγραμμάτων βασίζονται σε τραχύτητες σωλήνων, α) για χαλυβδοσωλήνες k=0,5 mm και β) για χαλκοσωλήνες k=0,015 mm.

Επίσης δίνονται στο μελετητή πίνακας και διάγραμμα για τον υπολογισμό των τοπικών απωλειών πίεσης από την ταχύτητα ροής u (που προσδιορίσθηκε

προηγούμενως από πίνακα ή διάγραμμα) και το άθροισμα των τοπικών συντελεστών αντίστασης (που προσδιορίζεται, όπως θα δούμε με τη βοήθεια του τυποποιημένου φύλλου 2).

Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Ο τυποποιημένος υπολογισμός προχωρεί σε καθορισμένα βήματα. Αυτά θα αναλυθούν παρακάτω.

**1° βήμα:** Το δίκτυο σωληνώσεων διαιρείται σε τμήματα αγωγού TA, όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Τα τμήματα διακρίνονται μεταξύ τους με γράμματα (π.χ. τμήματα AB, ΒΓ κλπ.), κεφαλαία και μικρά, ή συνδυασμούς γραμμάτων και αριθμών ή και μόνο αριθμών (αν είναι ανάγκη για να αντιμετωπισθεί ένα πολύ εκτεταμένο δίκτυο). Σε κάθε τμήμα, που καταγράφονται στη στήλη 1 του τυποποιημένου φύλλου 1 (Τ.Φ.1), αντιστοιχίζεται μια στήλη του τυποποιημένου φύλλου 2 (Τ.Φ.2) και ένα πεδίο (πέντε) γραμμών του Τ.Φ.

**2° βήμα:** Από τα σχέδια για κάθε τμήμα TA αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Οι αριθμοί καταχωρίζονται στο Τ.Φ.2, και για κάθε TA υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών Σζ. Το άθροισμα αυτό Σζ μεταφέρεται στη συνέχεια στην στήλη 12 του Τ.Φ.1 στην αντίστοιχη γραμμή του τμήματος TA.

**3° βήμα:** Από τα σχέδια για κάθε τμήμα TA αναγνωρίζεται και καταχωρίζεται στο Τ.Φ. 1 στην αντίστοιχη γραμμή του τμήματος TA, α) το συνολικό μήκος του l σε m στην στήλη 7, β) η υψομετρική διαφορά ΔH σε m στην στήλη 14 (με πρόσημο "+" οι ανερχόμενοι αγωγοί)

**4° βήμα:** Από τα σχέδια για κάθε τμήμα TA αναγνωρίζεται και καταχωρίζεται στο Τ.Φ.1 στην αντίστοιχη γραμμή του τμήματος TA στη στήλη 2 για κάθε είδος συσκευής ο αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα TA συσκευών.

**5° βήμα:** Στην στήλη 3 του Τ.Φ.1 στην αντίστοιχη γραμμή καταχωρίζεται το άθροισμα των τιμών σύνδεσης VA (σε m<sup>3</sup>/h) για κάθε είδος συσκευής (II=ME, ΘΡ κλπ).

**6° βήμα:** Στην στήλη 4 του Τ.Φ.1 στην αντίστοιχη γραμμή καταχωρίζεται ο συντελεστής ταυτοχρονισμού f<sub>TU</sub> για κάθε είδος συσκευής σε εξάρτηση από τον αριθμό των συσκευών (της στήλης 2).

**7° βήμα:** Δημιουργούμε για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα v<sub>A</sub>f<sub>TU</sub> των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης V<sub>A</sub>) επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού f<sub>Tn</sub>, (δηλαδή για κάθε γραμμή πολλαπλασιάζουμε τις τιμές της στήλης 3 επί τις τιμές της στήλης 4) και τις καταχωρίζουμε στη στήλη 5.

**8° βήμα:** Για κάθε τμήμα TA στο αντίστοιχο πεδίο (5) γραμμών αθροίζουμε τις αντίστοιχες τιμές της στήλης 5, δηλαδή τα γινόμενα v<sub>A</sub>f<sub>TU</sub>, και έτσι υπολογίζουμε για το θεωρούμενο τμήμα TA την εξυπηρετούμενη από αυτό παροχή όγκου αιχμής V<sub>s</sub> και την καταχωρίζουμε στη στήλη 6.

**9° βήμα:** Για κάθε τμήμα TA προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής V<sub>s</sub> και για ταχύτητα περίπου 3 m/s, με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων και διαγραμμάτων. Την DN καταχωρίζουμε στη στήλη 8. Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε: α) την αντίστοιχη ταχύτητα u [m/s] και την καταχωρίζουμε στη στήλη 9 και β) την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης R [mbar/m] και την καταχωρίζουμε στη στήλη 10.

**10° βήμα:** Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο RI (για κάθε γραμμή πολλαπλασιάζουμε την τιμή της στήλης 7 επί την τιμή της στήλης 10), δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες και την τιμή καταχωρίζουμε στη στήλη 11.

**11° βήμα:** Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 6.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα) τις τοπικές απώλειες πίεσης Z συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας u (στήλη 9) και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών Σζ (στήλη 12) και την τιμή καταχωρίζουμε στη στήλη 13.

**12° βήμα:** Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το κέρδος ή την απώλεια πίεσης  $\Delta\rho_H$  συναρτήσει της υψομετρικής διαφοράς  $\Delta H$  (στήλη 14, όπου η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  σε m τίθεται για ανερχόμενους αγωγούς με θετικό πρόσημο και για κατερχόμενους αγωγούς με αρνητικό πρόσημο)

α) για την 1 η οικογένεια αερίων ( $d < 1,0$ )

$$\Delta\rho_H = \Delta H(-0,04) \text{ σε mbar} \quad (5.2)$$

β) για τη 2η οικογένεια αερίων ( $d < 1,0$ )

$$\Delta\rho_H = \Delta H(-0.04) \text{ σε mbar} \quad (5.3)$$

γ) για την 4η οικογένεια αερίων ( $d > 1,0$ ) (υγραέριο/αέρας)

$$\Delta\rho_H = \Delta H \cdot 0.02 \quad (5.4)$$

σε mbar και την τιμή καταχωρίζουμε στη στήλη 15.

**13° βήμα:** Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$  (αθροίζοντας τις τιμές των στηλών 11, 13 και 15)

$$\Delta\rho_{TA} = RI + Z + \Delta\rho_H \quad (5.5)$$

**14° βήμα:** Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε κατ' αρχή αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta\rho_{TA} \leq \Delta\rho_{\text{επιτρ}}$  όπου

α)  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και β)  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

Αν για κάποιο τμήμα TA η  $\Delta\rho_{TA}$  είναι μεγαλύτερη από την  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}}$ , τότε πρέπει να μεγαλώσει αναλόγως η ονομαστική διάμετρος DN, για να μειωθεί η  $\Delta\rho_{TA}$  κάτω από το επιτρεπόμενο όριο.

**15° βήμα:** Εφ' όσον για κάθε τμήμα TA η  $\Delta\rho_{TA}$  είναι μικρότερη από την  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}}$ , τότε αντίστοιχα για: α) τους κεντρικούς κλάδους διανομής και β) τους κλάδους σύνδεσης των συσκευών υπολογίζουμε τις συνολικές απώλειες πίεσης των κλάδων  $\Delta\rho_{KL}$ . δηλαδή δημιουργούμε τα αθροίσματα  $\Delta\rho_{KL} = \Sigma\Delta\rho_{TA}$

**16° βήμα:** Για κάθε κλάδο ελέγχουμε, αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$  σ' αυτόν είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση αντίστοιχη μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta\rho_{KL} \leq \Delta\rho_{\text{επιτρ}}$  (0,8 ή 0,5 mbar) όπου οι μέγιστες επιτρεπόμενες απώλειες πίεσης είναι οι ίδιες (του βήματος 14).

Αν για κάποιο κλάδο η  $\Delta\rho_{KL}$  είναι μεγαλύτερη από την  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}}$  τότε πρέπει να μεγαλώσουν αναλόγως οι ονομαστικές διαμέτροι DN σε κάποιο ή όλα τα τμήματα TA, για να μειωθεί η αντίστοιχη  $\Delta\rho_{KL}$  κάτω από το επιτρεπόμενο όριο.

Αν για κάποιο κλάδο η  $\Delta\rho_{KL}$  είναι πολύ μικρότερη από την  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}}$ , τότε ο μελετητής μπορεί να μειώσει τις ονομαστικές διαμέτρους DN σε κάποιο ή όλα τα τμήματα TA, για να πλησιάσει την  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}}$  καθιστώντας έτσι οικονομικότερη την κατασκευή. Επειδή συνήθως αυτή η μείωση συνήθως αφορά μετάβαση στην

αμέσως μικρότερη τυποποιημένη DN, η οικονομία δεν θα είναι σημαντική, ακόμη και όταν πρόκειται για συνολική οικονομική θεώρηση μιας πολυκατοικίας. Συνιστούμε στο μελετητή, να μην παρασύρεται από οίστρο οικονομίας και να αφήνει κάποια περιθώρια, ιδίως στους κεντρικούς κλάδους διανομής, ώστε να είναι δυνατή πιθανή μεταγενέστερη εγκατάσταση μιας επί πλέον συσκευής. Σε απλά δίκτυα με το πολύ 4 συσκευές κατανάλωσης αερίου και ή πολύ μικρό κεντρικό κλάδο διανομής θεωρούμε περιττό τον έλεγχο ξεχωριστά για τους κλάδους, δηλαδή επαρκεί ο έλεγχος  $\Delta p_{\Sigma YN} < \Delta p_{\epsilon\pi\iota\tau\rho} = 1,3 \text{ mbar}$ , όπου  $\Delta p_{\Sigma YN}$  η συνολική πτώση πίεσης για τη δυσμενέστερη περίπτωση τροφοδοσίας συσκευής (συνήθως πλέον απομακρυσμένη).

Ήδη από την περιγραφή της εφαρμογής της τυποποιημένης διαδικασίας υπολογισμού έγινε καταληπτή η απλότητά της και το κέρδος χρόνου που προσφέρει. Η ακρίβειά της είναι μέσα στα πλαίσια κάθε υπολογισμού δικτύου σωληνώσεων. Έτσι καθίσταται περιττός ο αναλυτικός υπολογισμός, πχ. με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή, ιδίως για τα περιορισμένα δίκτυα αερίου των κατοικιών της ελληνικής πραγματικότητας.

Τυποποιημένο φύλλο 1																	
Προσδιορισμός των διαμέτρων σωλήνων																	
είδος σωλήνων																	
αγωγός τροφοδοσίας:		$\Delta p_{επιτ} \leq 0,8 \text{ mbar}$										<input type="checkbox"/> 1 <sup>η</sup> οικογένεια <input type="checkbox"/> ΕΛΟΤ 269 <input type="checkbox"/> 2 <sup>η</sup> οικογένεια <input type="checkbox"/> ΕΛΟΤ 268 <input type="checkbox"/> 4 <sup>η</sup> οικογένεια <input type="checkbox"/> ΕΛΟΤ EN 1057					
αγωγοί ανόδου:		$\Delta p_{επιτ} \leq 0,0 \text{ mbar}$ (1η κ.2η οικογ.)															
κλάδοι σύνδεσης		$\Delta p_{επιτ} \leq 0,5 \text{ mbar}$															
συσκευών:																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
				3x4						7x10							
Α γ ω γ οί	TA	Είδος αρ. συσκ.	ΣV <sub>A</sub> ειδ.σ.	f <sub>III</sub> ειδ.σ	-	V <sub>s</sub>	I	DN	u	R	R I	Σζ	Z	ΔH (1)	Δp <sub>H</sub>	Δp <sub>TA</sub>	έλεγχος ΣΔp <sub>TA</sub> ≤ Δp <sub>επιτ</sub>
	-	-	$\frac{m^3}{h}$	-	$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m^3}{h}$	m	-	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	mbar	-	mbar	m	mbar	mbar	
	ME:																
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:																
	BX:																
	ME:																
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:																
	BX:																
	ME:																
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:																
	BX:																
	ME:																
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:																
	BX:																

(1) ανερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "+", κατερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "-"

ME: μαγειρική εστία, ΘP: θερμαντ/ρας ροής, ΘX: θερμαντ/ρας χώρου, ΘA: θερμαντ. ανακυκλοφορίας, BX: βιοτ. χρήση





**Πίνακας 5.5** Ταχύτητα ροής  $v$  και ανηγμένη πτώση πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες R σε εξάρτηση από την παροχή όγκου αιχμής  $V_s$  και τη διάμετρο του σωλήνα D N (για αέρια της 2ης οικογένειας αερίων και χαλυβδοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ 269 μεσαίου τύπου)

$V_s$ $\frac{m^3}{h}$	DN 15 (1/2")		DN 20 (3/4")		DN 25 (1")		DN 32 (1 1/4")		DN 40 (1 1/2")		DN 50 (2")		DN 60 (2 1/2")		DN 80 (3")	
	v $\frac{m}{s}$	R mbar m	v $\frac{m}{s}$	R mbar m	v $\frac{m}{s}$	R mbar m	v $\frac{m}{s}$	R mbar m	v $\frac{m}{s}$	R mbar m	v $\frac{m}{s}$	R mbar m	v $\frac{m}{s}$	R* mbar m	v $\frac{m}{s}$	R mbar m
1,0	1,4	0,0192														
1,5	2,1	0,0732														
2,0	2,8	0,1236														
2,5	3,5	0,1916														
3,0	4,1	0,2716			1,2	0,0126										
3,5	4,8	0,3651			1,4	0,0176										
4,0	5,5	0,4723			1,7	0,0234										
4,5					1,9	0,0298										
5,0					2,2	0,0373	1,1	0,0074								
5,5					2,4	0,0454	1,2	0,0091								
6,0					2,6	0,0543	1,4	0,0111	1,0	0,0052						
6,5					2,9	0,0640	1,5	0,0132	1,1	0,0061						
7,0					3,1	0,0745	1,6	0,0155	1,2	0,0072						
7,5					3,3	0,0857	1,8	0,0180	1,3	0,0083						
8,0					3,6	0,0978	1,9	0,0206	1,4	0,0095						
8,5					3,8	0,1108	2,1	0,0235	1,5	0,0108						
9,0					4,1	0,1244	2,2	0,0265	1,6	0,0122	1,0	0,0037				
9,5					4,3	0,1388	2,3	0,0296	1,7	0,0137	1,1	0,0041				
10,0					4,5	0,1540	2,6	0,0365	1,9	0,0168	1,2	0,0046				
10,5					4,8	0,1709	2,7	0,0402	2,0	0,0185	1,3	0,0056				
11,0					5,0	0,1867	2,9	0,0441	2,1	0,0202	1,3	0,0061				
11,5					5,3	0,2042	3,0	0,0482	2,2	0,0221	1,4	0,0066				
12,0					5,5	0,2225	3,2	0,0524	2,3	0,0240	1,4	0,0072				
12,5					5,7	0,2416	3,3	0,0568	2,4	0,0260	1,5	0,0078				
13,0					6,0	0,2614	3,4	0,0614	2,5	0,0281	1,6	0,0084				
13,5							3,6	0,0663	2,6	0,0302	1,6	0,0090				
14,0							3,7	0,0713	2,7	0,0325	1,7	0,0097	1,0	0,0026		
14,5							3,8	0,0764	2,8	0,0348	1,8	0,0104	1,0	0,0038		
15,0							4,0	0,0817	2,9	0,0372	1,8	0,0111	1,1	0,0030		
15,5							4,1	0,0872	3,0	0,0396	1,9	0,0118	1,1	0,0032		
16,0							4,3	0,0926	3,1	0,0422	2,0	0,0125	1,2	0,0034		
16,5							4,4	0,0987	3,2	0,0448	2,0	0,0133	1,2	0,0036		
17,0							4,5	0,1047	3,3	0,0475	2,1	0,0141	1,2	0,0038		
17,5							4,7	0,1109	3,4	0,0504	2,1	0,0149	1,3	0,0040		
18,0							4,8	0,1172	3,5	0,0532	2,2	0,0157	1,3	0,0042		
18,5							4,9	0,1238	3,6	0,0562	2,3	0,0166	1,3	0,0044		
19,0							5,1	0,1305	3,7	0,0592	2,3	0,0175	1,4	0,0047	1,0	0,0021
19,5							5,4	0,1444	3,9	0,0653	2,4	0,0184	1,4	0,0049	1,0	0,0022
20,0							5,4	0,1444	3,9	0,0655	2,5	0,0193	1,5	0,0051	1,1	0,0023
20,5							5,5	0,1517	4,0	0,0687	2,5	0,0202	1,5	0,0054	1,1	0,0024
21,0							5,8	0,1667	4,3	0,0754	2,6	0,0222	1,6	0,0059	1,1	0,0026
22,0							5,8	0,1667	4,3	0,0754	2,6	0,0222	1,6	0,0059	1,1	0,0026
23,0									4,5	0,0825	2,8	0,0242	1,6	0,0064	1,2	0,0029
24,0									4,7	0,0896	2,8	0,0263	1,7	0,0070	1,2	0,0031
25,0									4,9	0,0975	3,0	0,0285	1,8	0,0076	1,3	0,0034
26,0									5,1	0,1055	3,1	0,0308	1,9	0,0082	1,4	0,0038
27,0									5,3	0,1136	3,3	0,0333	1,9	0,0088	1,4	0,0039
28,0									5,5	0,1224	3,4	0,0358	2,0	0,0094	1,5	0,0042
29,0									5,7	0,1313	3,5	0,0383	2,1	0,0101	1,5	0,0045
30,0									5,9	0,1405	3,7	0,0410	2,2	0,0108	1,6	0,0048
31,0											3,8	0,0437	2,2	0,0115	1,6	0,0051
											3,9	0,0466	2,3	0,0122	1,7	0,0054

**Πίνακας 5.6** Ταχύτητα ροής  $u$  και ανηγμένη πτώση πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες  $R$  σε εξάρτηση από την παροχή όγκου αιχμής  $V_s$  και τη διάμετρο του σωλήνα  $DN$  (για αέρια της 2ης οικογένειας αερίων και χαλυβδοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ 268, βαρέος τύπου)

$V_s$ $m^3/h$	DN 15 (1/2")		DN 20 (3/4")		DN 25 (1")		DN 32 (1 1/4")		DN 40 (1 1/2")		DN 50 (2")		DN 60 (2 1/2")		DN 80 (3")	
	$u$ $m/s$	$R$ $mbar/m$	$u$ $m/s$	$R$ $mbar/m$	$u$ $m/s$	$R$ $mbar/m$	$u$ $m/s$	$R$ $mbar/m$	$u$ $m/s$	$R$ $mbar/m$	$u$ $m/s$	$R$ $mbar/m$	$u$ $m/s$	$R$ $mbar/m$	$u$ $m/s$	$R$ $mbar/m$
1.0	1.6	0.0254														
1.5	2.4	0.1102														
2.0	3.2	0.1684														
2.5	4.0	0.2870														
3.0	4.8	0.4060														
3.5	5.6	0.5453														
4.0																
4.5																
5.0																
5.5																
6.0																
6.5																
7.0																
7.5																
8.0																
8.5																
9.0																
9.5																
10.0																
10.5																
11.0																
11.5																
12.0																
12.5																
13.0																
13.5																
14.0																
14.5																
15.0																
15.5																
16.0																
16.5																
17.0																
17.5																
18.0																
18.5																
19.0																
19.5																
20.0																
21.0																
22.0																
23.0																
24.0																
25.0																
26.0																
27.0																
28.0																
29.0																
30.0																
31.0																

**Πίνακας 5.7** Ταχύτητα ροής  $u$  και ανηγμένη πτώση πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες R σε εξάρτηση από την περιοχή όγκου αιχμής  $V_s$  και την διάμετρο του σωλήνα DN(για τα αέρια της 2<sup>ης</sup> οικογένειας αερίων και χαλκοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ EN)

$V_s$	15x1,0		18x1,0		22x1,0		28x1,5		35x1,5		42x1,5		54x2,0		64x2,0		76x2,0		
	$u$	R	$u$	R	$u$	R	$u$	R	$u$	R	$u$	R	$u$	R	$u$	R	$u$	R	
$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	
1,0	2,1	0,0438	1,4	0,0235															
1,5	3,1	0,1289	2,1	0,0353	1,3	0,0181													
2,0	4,2	0,2133	2,8	0,0838	1,8	0,0241	1,1	0,0123											
2,5	5,2	0,3152	3,5	0,1238	2,2	0,0301	1,3	0,0154											
3,0			4,1	0,1704	2,7	0,0624	1,7	0,0185											
3,5			4,8	0,2231	3,1	0,0817	2,0	0,0216	1,2	0,0103									
4,0			5,5	0,2818	3,5	0,1033	2,3	0,0246	1,4	0,0118									
4,5					4,0	0,1269	2,5	0,0465	1,6	0,0132									
5,0					4,4	0,1526	2,8	0,0559	1,7	0,0147	1,2	0,0081							
5,5					4,9	0,1803	3,1	0,0660	1,9	0,0182	1,3	0,0089							
6,0					5,3	0,2099	3,4	0,0789	2,1	0,0176	1,4	0,0097							
6,5					5,7	0,2415	3,7	0,0885	2,2	0,0191	1,5	0,0106							
7,0							4,0	0,1007	2,4	0,0208	1,6	0,0114							
7,5							4,2	0,1137	2,6	0,0374	1,7	0,0122							
8,0							4,5	0,1272	2,8	0,0416	1,9	0,0130	1,1	0,0062					
8,5							4,8	0,1415	2,9	0,0466	2,0	0,0138	1,2	0,0065					
9,0							5,1	0,1564	3,1	0,0515	2,1	0,0146	1,3	0,0069					
9,5							5,4	0,1719	3,3	0,0566	2,2	0,0154	1,3	0,0073					
10,0							5,7	0,1880	3,5	0,0619	2,3	0,0162	1,4	0,0077					
10,5							5,9	0,2048	3,6	0,0674	2,4	0,0170	1,5	0,0081					
11,0									3,8	0,0731	2,6	0,0300	1,6	0,0085					
11,5									4,0	0,0791	2,7	0,0325	1,6	0,0089					
12,0									4,1	0,0852	2,8	0,0350	1,7	0,0092	1,2	0,0053			
12,5									4,3	0,0915	2,9	0,0376	1,8	0,0096	1,2	0,0056			
13,0									4,5	0,0980	3,0	0,0402	1,8	0,0100	1,3	0,0058			
13,5									4,7	0,1047	3,1	0,0430	1,9	0,0104	1,3	0,0060			
14,0									4,8	0,1116	3,3	0,0458	2,0	0,0108	1,4	0,0062			
14,5									5,0	0,1186	3,4	0,0487	2,1	0,0112	1,4	0,0065			
15,0									5,2	0,1259	3,5	0,0517	2,1	0,0116	1,5	0,0067			
15,5									5,4	0,1333	3,6	0,0547	2,2	0,0119	1,5	0,0069			
16,0									5,5	0,1409	3,7	0,0579	2,3	0,0123	1,6	0,0071			
16,5									5,7	0,1487	3,8	0,0611	2,3	0,0127	1,6	0,0074			
17,0									5,9	0,1567	4,0	0,0643	2,4	0,0131	1,7	0,0076	1,2	0,0044	
17,5									6,0	0,1648	4,1	0,0677	2,5	0,0135	1,7	0,0078	1,2	0,0045	
18,0												4,2	0,0711	2,5	0,0232	1,8	0,0080	1,2	0,0046
18,5												4,3	0,0746	2,6	0,0244	1,8	0,0082	1,3	0,0048
19,0												4,4	0,0782	2,7	0,0256	1,9	0,0085	1,3	0,0049
19,5												4,5	0,0818	2,8	0,0267	1,9	0,0087	1,3	0,0050
20,0												4,7	0,0855	2,8	0,0279	2,0	0,0089	1,4	0,0052
21,0												4,9	0,0931	3,0	0,0304	2,1	0,0094	1,4	0,0054
22,0												5,1	0,1010	3,1	0,0330	2,2	0,0098	1,5	0,0057
23,0												5,3	0,1092	3,3	0,0357	2,3	0,0103	1,6	0,0059
24,0												5,6	0,1176	3,4	0,0385	2,4	0,0107	1,6	0,0062
25,0												5,8	0,1263	3,5	0,0413	2,5	0,0111	1,7	0,0064
26,0												6,0	0,1353	3,7	0,0442	2,6	0,0195	1,8	0,0067
27,0														3,8	0,0473	2,7	0,0208	1,8	0,0070
28,0														4,0	0,0504	2,8	0,0222	1,9	0,0072
29,0														4,1	0,0536	2,8	0,0236	2,0	0,0075
30,0														4,2	0,0568	2,9	0,0250	2,0	0,0077

**Πίνακας 5.8** Πτώση πίεσης Z σε εξαρτήματα από την ταχύτητα ροής u και το άθροισμα των τοπικών συντελεστών Σζ (για αέρια 2<sup>ης</sup> οικογένειας)

Σζ		Πτώση πίεσης Z (mbar) σε τοπικές αντιστάσεις																	Σζ								
$V_s$ (m/s)		0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	$V_s$ (m/s)
1,0	0,0012	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030	0,032	0,034	0,036	0,038	0,040	0,042	0,044	0,046	0,048	0,052	1,0
1,1	0,0014	0,002	0,005	0,007	0,010	0,012	0,014	0,017	0,019	0,022	0,024	0,026	0,029	0,031	0,034	0,036	0,038	0,041	0,043	0,046	0,048	0,050	0,053	0,055	0,058	0,062	1,1
1,2	0,0017	0,003	0,006	0,009	0,011	0,014	0,017	0,020	0,023	0,026	0,029	0,031	0,034	0,037	0,040	0,043	0,046	0,049	0,052	0,054	0,057	0,060	0,063	0,066	0,069	0,074	1,2
1,3	0,0020	0,003	0,007	0,010	0,013	0,017	0,020	0,024	0,027	0,030	0,034	0,037	0,040	0,044	0,047	0,050	0,054	0,057	0,060	0,064	0,067	0,070	0,074	0,077	0,081	0,087	1,3
1,4	0,0023	0,004	0,008	0,012	0,016	0,020	0,023	0,027	0,031	0,035	0,038	0,043	0,047	0,051	0,055	0,058	0,062	0,066	0,070	0,074	0,078	0,082	0,086	0,090	0,095	0,101	1,4
1,5	0,0027	0,005	0,009	0,013	0,018	0,022	0,027	0,031	0,036	0,040	0,045	0,049	0,054	0,059	0,063	0,067	0,072	0,076	0,080	0,085	0,089	0,094	0,098	0,103	0,107	0,116	1,5
1,6	0,0031	0,006	0,010	0,015	0,020	0,025	0,031	0,036	0,041	0,046	0,051	0,056	0,061	0,066	0,071	0,076	0,081	0,086	0,092	0,097	0,102	0,107	0,112	0,117	0,122	0,132	1,6
1,7	0,0034	0,006	0,012	0,017	0,023	0,029	0,034	0,040	0,046	0,052	0,058	0,063	0,069	0,075	0,080	0,086	0,092	0,098	0,103	0,109	0,115	0,121	0,126	0,132	0,138	0,149	1,7
1,8	0,0038	0,006	0,013	0,019	0,026	0,032	0,038	0,045	0,052	0,058	0,064	0,071	0,077	0,084	0,090	0,096	0,103	0,109	0,116	0,122	0,129	0,135	0,142	0,148	0,154	0,167	1,8
1,9	0,0043	0,007	0,014	0,022	0,029	0,036	0,043	0,050	0,057	0,065	0,072	0,079	0,086	0,093	0,100	0,108	0,115	0,122	0,129	0,136	0,143	0,151	0,158	0,165	0,172	0,186	1,9
2,0	0,0048	0,008	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072	0,079	0,087	0,095	0,103	0,111	0,119	0,127	0,135	0,143	0,151	0,159	0,167	0,175	0,183	0,191	0,207	2,0
2,1	0,0053	0,009	0,018	0,026	0,035	0,044	0,053	0,061	0,070	0,079	0,088	0,096	0,105	0,114	0,123	0,131	0,140	0,149	0,158	0,166	0,175	0,184	0,193	0,201	0,210	0,228	2,1
2,2	0,0058	0,010	0,019	0,029	0,038	0,048	0,058	0,067	0,077	0,087	0,096	0,106	0,115	0,125	0,135	0,144	0,154	0,163	0,173	0,183	0,192	0,202	0,211	0,221	0,231	0,250	2,2
2,3	0,0063	0,011	0,021	0,032	0,042	0,053	0,063	0,074	0,084	0,095	0,105	0,116	0,126	0,137	0,147	0,158	0,168	0,178	0,189	0,200	0,210	0,221	0,231	0,242	0,252	0,273	2,3
2,4	0,0069	0,011	0,023	0,034	0,046	0,057	0,069	0,080	0,092	0,103	0,114	0,126	0,137	0,149	0,160	0,172	0,183	0,194	0,206	0,217	0,229	0,240	0,252	0,263	0,274	0,297	2,4
2,5	0,0074	0,012	0,025	0,037	0,050	0,062	0,074	0,087	0,099	0,112	0,124	0,137	0,149	0,161	0,174	0,186	0,199	0,211	0,223	0,235	0,248	0,261	0,273	0,285	0,298	0,323	2,5
2,6	0,0081	0,013	0,027	0,040	0,054	0,067	0,081	0,094	0,107	0,121	0,134	0,148	0,161	0,174	0,188	0,201	0,215	0,228	0,242	0,255	0,268	0,282	0,295	0,309	0,322	0,349	2,6
2,7	0,0087	0,015	0,029	0,043	0,058	0,072	0,087	0,101	0,116	0,130	0,145	0,159	0,174	0,188	0,203	0,217	0,232	0,246	0,260	0,275	0,289	0,304	0,318	0,333	0,347	0,376	2,7
2,8	0,0093	0,016	0,031	0,047	0,062	0,078	0,093	0,109	0,125	0,140	0,156	0,171	0,187	0,202	0,218	0,233	0,249	0,265	0,280	0,296	0,311	0,327	0,342	0,358	0,374	0,405	2,8
2,9	0,0100	0,017	0,033	0,050	0,067	0,084	0,100	0,117	0,134	0,150	0,167	0,184	0,200	0,217	0,234	0,250	0,267	0,284	0,301	0,317	0,334	0,351	0,367	0,384	0,401	0,434	2,9
3,0	0,0107	0,018	0,036	0,054	0,072	0,089	0,107	0,125	0,143	0,161	0,179	0,197	0,214	0,232	0,250	0,268	0,286	0,304	0,322	0,339	0,357	0,375	0,393	0,411	0,429	0,465	3,0
3,1	0,0115	0,019	0,038	0,057	0,076	0,095	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210	0,229	0,248	0,267	0,286	0,305	0,324	0,343	0,362	0,382	0,401	0,420	0,439	0,458	0,496	3,1
3,2	0,0122	0,020	0,041	0,061	0,081	0,102	0,122	0,142	0,163	0,183	0,203	0,224	0,244	0,264	0,284	0,305	0,325	0,346	0,366	0,386	0,407	0,427	0,447	0,468	0,488	0,529	3,2
3,3	0,0130	0,022	0,043	0,065	0,086	0,108	0,130	0,151	0,173	0,195	0,216	0,238	0,259	0,281	0,303	0,324	0,346	0,368	0,389	0,411	0,432	0,454	0,476	0,497	0,519	0,562	3,3
3,4	0,0138	0,023	0,046	0,069	0,092	0,115	0,138	0,161	0,184	0,207	0,230	0,252	0,275	0,298	0,321	0,344	0,367	0,390	0,413	0,436	0,459	0,482	0,505	0,528	0,551	0,597	3,4
3,5	0,0146	0,024	0,049	0,073	0,097	0,122	0,146	0,170	0,195	0,219	0,243	0,268	0,292	0,316	0,340	0,365	0,389	0,413	0,438	0,462	0,485	0,511	0,535	0,559	0,584	0,632	3,5
3,6	0,0154	0,026	0,052	0,077	0,103	0,129	0,154	0,180	0,206	0,232	0,257	0,283	0,309	0,334	0,360	0,386	0,412	0,437	0,463	0,489	0,515	0,540	0,566	0,592	0,617	0,669	3,6
3,7	0,0163	0,027	0,054	0,082	0,109	0,136	0,163	0,190	0,217	0,245	0,272	0,299	0,326	0,353	0,380	0,408	0,435	0,462	0,489	0,516	0,544	0,571	0,598	0,625	0,652	0,707	3,7
3,8	0,0172	0,029	0,057	0,086	0,115	0,143	0,172	0,201	0,229	0,258	0,287	0,315	0,344	0,373	0,401	0,430	0,459	0,487	0,516	0,545	0,573	0,602	0,631	0,659	0,688	0,745	3,8
3,9	0,0181	0,030	0,060	0,091	0,121	0,151	0,181	0,211	0,242	0,272	0,302	0,332	0,362	0,393	0,423	0,453	0,483	0,513	0,544	0,574	0,604	0,634	0,664	0,694	0,725	0,785	3,9
4,0	0,0191	0,032	0,064	0,095	0,127	0,159	0,191	0,222	0,254	0,286	0,318	0,349	0,381	0,413	0,445	0,476	0,508	0,540	0,572	0,603	0,635	0,667	0,699	0,731	0,762	0,826	4,0
4,1	0,0200	0,033	0,067	0,100	0,134	0,167	0,200	0,234	0,267	0,300	0,334	0,367	0,400	0,434	0,467	0,501	0,534	0,567	0,601	0,634	0,667	0,701	0,734	0,768	0,801	0,868	4,1
4,2	0,0210	0,035	0,070	0,105	0,140	0,175	0,210	0,245	0,280	0,315	0,350	0,385	0,420	0,455	0,490	0,525	0,560	0,595	0,630	0,665	0,700	0,735	0,770	0,805	0,840	0,910	4,2
4,3	0,0220	0,037	0,073	0,110	0,147	0,184	0,220	0,257	0,294	0,330	0,367	0,404	0,440	0,477	0,514	0,551	0,587	0,624	0,660	0,697	0,734	0,771	0,808	0,844	0,881	0,954	4,3
4,4	0,0231	0,038	0,077	0,115	0,154	0,192	0,231	0,269	0,307	0,346	0,384	0,423	0,461	0,500	0,538	0,576	0,615	0,653	0,692	0,730	0,769	0,807	0,846	0,884	0,922	0,999	4,4
4,5	0,0241	0,040	0,080	0,121	0,161	0,201	0,241	0,281	0,321	0,362	0,402	0,442	0,482	0,523	0,563	0,603	0,643	0,683	0,724	0,764	0,804	0,844	0,884	0,925	0,965	1,045	4,5
4,6	0,0252	0,042	0,084	0,126	0,168	0,210	0,252	0,294	0,336	0,378	0,420	0,462	0,504	0,546	0,588	0,630	0,672	0,714	0,756	0,798	0,840	0,882	0,924	0,966	1,008	1,092	4,6
4,7	0,0263	0,044	0,088	0,132	0,175	0,219	0,263	0,307	0,351	0,395	0,439	0,482	0,526	0,570	0,614	0,658	0,702	0,745	0,789	0,833	0,877	0,921	0,965	1,009	1,052	1,140	4,7
4,8	0,0274	0,046	0,092	0,137	0,183	0,229	0,274	0,320	0,366	0,412	0,457	0,503	0,549	0,595	0,640	0,686	0,732	0,778	0,823	0,869	0,915	0,960	1,006	1,052	1,098	1,189	4,8
4,9	0,0285	0,048	0,095	0,143	0,191	0,238	0,286	0,334	0,381	0,429	0,477	0,524	0,572	0,620	0,667	0,715	0,763	0,810	0,858	0,906	0,953	1,001	1,049	1,096	1,144	1,239	4,9
5,0	0,0298	0,050	0,099	0,149	0,199	0,248	0,298	0,347	0,397	0,447	0,496	0,546	0,595	0,645	0,695	0,744	0,794	0,844	0,893	0,943	0,993	1,042	1,092	1,141	1,191	1,290	5,0



## 6.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

### 6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με τον όρο επαγγελματικές συσκευές εννοούνται εδώ συσκευές καύσης αερίου, οι οποίες παρουσιάσθηκαν στα κεφάλαια 3 και 4. Πρόκειται βασικά για α) συσκευές μαγειρέματος σε επαγγελματικά μαγειρεία, β) εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος και καπνίσματος, γ) εγκαταστάσεις ψησίματος, δ) εγκαταστάσεις πλυντηρίων και ε) εγκαταστάσεις φούρνων και ζαχαροπλαστειών. Ήδη σήμερα πολλές αντίστοιχες επιχειρήσεις λειτουργούν με υγραέριο, οπότε η μετατροπές για χρήση φυσικού αερίου είναι απλούστατες.

Υπάρχουν βέβαια και άλλες επαγγελματικές συσκευές κατανάλωσης αερίου οι οποίες δεν αντιμετωπίζονται ιδιαίτερω στο παρόν κεφάλαιο. Για την εγκατάσταση αυτών των συσκευών μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναλογικά οι κανόνες αυτού του κεφαλαίου ή να καταφύγουμε σε αντίστοιχους κανόνες άλλων χωρών (π.χ. Φύλλα Εργασίας του DVGW). Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες εγκατάστασης και λειτουργίας του κατασκευαστή.

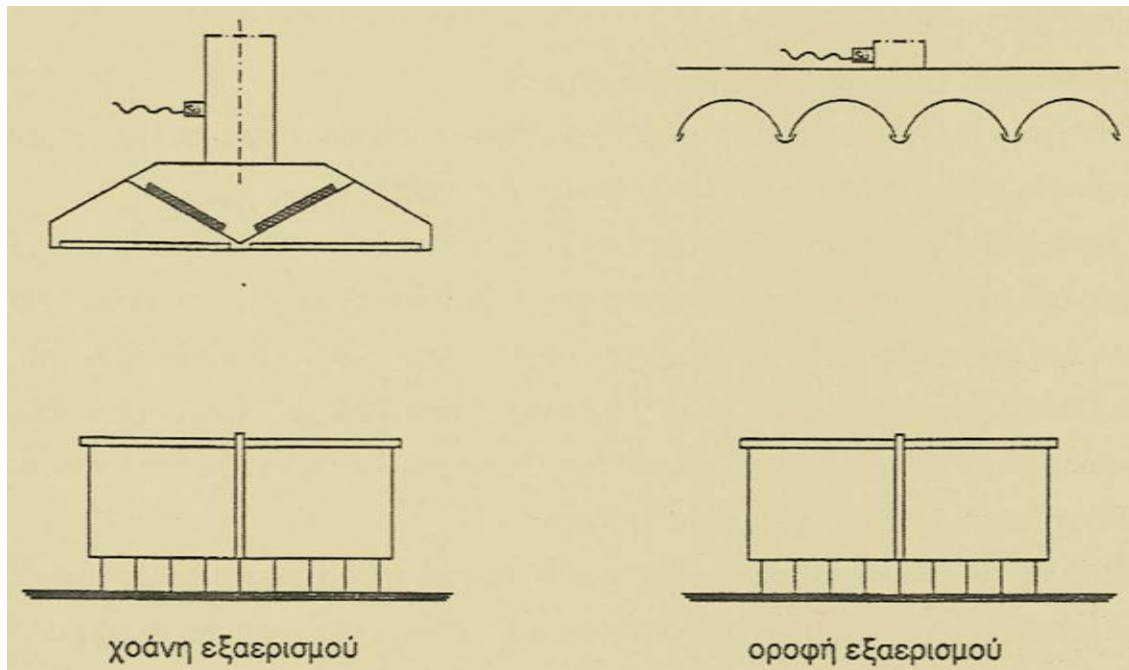
Από τις σχετικές συσκευές καύσης αερίου σχεδόν όλες οι συσκευές μαγειρέματος σε επαγγελματικά μαγειρεία αλλά και λοιπές συσκευές λειτουργούν με πιέσεις αερίου μέχρι 100 mbar. Έτσι τα εσωτερικά δίκτυα μπορούν να σχεδιασθούν, να διαστασιολογηθούν και να κατασκευασθούν σύμφωνα με όσα ισχύουν για τις οικιακές εγκαταστάσεις αερίου (κεφάλαιο 5). Αν κάποιες συσκευές λειτουργούν με πιέσεις αερίου μεγαλύτερες από 100 mbar, τότε θα πρέπει να ακολουθηθούν οι κανόνες για εγκαταστάσεις μέσης πίεσης (συμπιεστή ροή). Οι διαφορές στις απαιτήσεις για την εγκατάσταση επαγγελματικών συσκευών σε σχέση με τις οικιακές εγκαταστάσεις έγκεινται βασικά στις προδιαγραφές για την προσαγωγή αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων. Αυτές θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Την έλλειψη ελληνικών Κανονισμών για επαγγελματικές εγκαταστάσεις κατανάλωσης αερίου προσπαθούν να καλύψουν τα Σχέδια Τεχνικών Κανονισμών. Για καλύτερη παρουσίαση θα εξετασθούν χωριστά οι εγκαταστάσεις κατανάλωσης αερίου σε επαγγελματικά μαγειρεία και χωριστά οι λοιπές.

## 6.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΜΑΓΕΙΡΕΙΑ

### 6.2.1 Γενικά

Οι συσκευές αερίου σε επαγγελματικά μαγειρεία χρησιμοποιούνται για το μαγείρεμα (π.χ. βράσιμο, ψήσιμο, τηγάνισμα, γκριλ) και τη διατήρηση σε θερμοκρασία (π.χ. φαγητών, σκευών), (βλέπε αυτές κεφάλαιο 2)



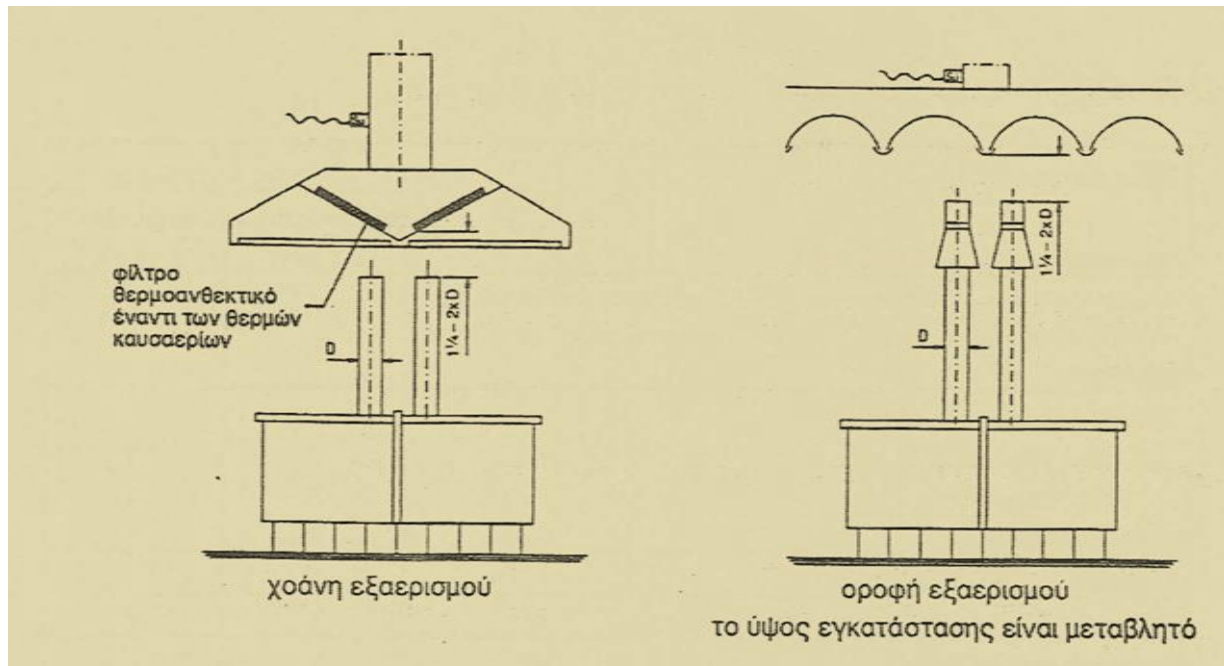
**Εικόνα 6.1** Απαγωγή καυσαερίων συσκευών τύπου A μέσω εγκαταστάσεων απορροφητήρων

Οι συσκευές αερίου πρέπει να είναι κατάλληλες. Η καταλληλότητα είναι δεδομένη αν ικανοποιούν τα πρότυπα DIN 3363, DIN 3363 Teil 2 και DIN 3363 Teil 3 ή ΕΛΟΤ EN 203 "Συσκευές μεγάλων μαγειρείων για αέρια καύσιμα" και να φέρουν το σήμα CE ή ανάλογο Σήμα Ελέγχου (π.χ. το Σήμα Ελέγχου DIN-DVGW ή DVGW).

Οι συσκευές αερίου διακρίνονται ανάλογα με τις απαιτήσεις απαγωγής καυσαερίων σε α) συσκευές αερίου του τύπου A, χωρίς θάλαμο καύσης, και β) συσκευές αερίου του τύπου B με θάλαμο καύσης.

Η διάκριση αυτή, η οποία δίνεται στον πίνακα 6.1, λαμβάνει υπ' όψη, α) το είδος της συσκευής και (κατά δεύτερο λόγο), β) τη συνολική ονομαστική θερμική ισχύ της συσκευής. Έτσι ίδιες συσκευές μπορούν να ανήκουν σε





**Εικόνα 6.2** Απαγωγή καυσαερίων συσκευών τύπου **B** μέσω εγκαταστάσεων απορροφητήρων

διαφορετικούς τύπους, αν η μια έχει ισχύ  $< 14$  kW και η άλλη έχει ισχύ  $> 14$  kW. Η διάκριση απαιτεί διαφορετική διαμόρφωση της συσκευής όσον αφορά την ύπαρξη αγωγού οδήγησης των καυσαερίων από τη συσκευή μέχρι ένα ορισμένο ύψος κάτω από την εγκατάσταση εξαερισμού, εικόνες 6.1 και 6.2 ή τη σύνδεση με καπνοδόχο ή άλλη εγκατάσταση μηχανικής απαγωγής των καυσαερίων, εικόνα 6.3.

Οι εγκαταστάσεις εξαερισμού είναι εγκαταστάσεις για τη μηχανική απορρόφηση των αερίων του μαγειρείου. Μπορούν να είναι χοάνες εξαερισμού και οροφές εξαερισμού.

Για τον καθορισμό της συνολικής ονομαστικής θερμικής φόρτισης, η οποία είναι απαραίτητη για τη διάκριση των συσκευών, πρέπει το άθροισμα των θερμικών φορτίσεων των συσκευών αερίου των εγκαταστημένων σε ένα χώρο να πολλαπλασιασθεί με ένα συντελεστή ταυτοχρονισμού. Οι συντελεστές ταυτοχρονισμού δίνονται στον πίνακα 6.2 και δεν επιτρέπεται να παραβιασθούν συντελεστές αυτοί χρησιμοποιούνται και στη διαστασιολόγηση των σωληνώσεων. Για τη σύνδεση των συσκευών αερίου επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι σωλήνες αερίου κατά DIN 3383 Teil 1 και Teil 2 μόνον του τύπου κατασκευής "M" (μεταλλική) ή κατά DIN 3384. Αυτοί πρέπει να είναι όσο το δυνατόν κοντοί και να προστατεύονται έναντι φθορών. Τα όργανα σύνδεσης των συσκευών (αποφρακτικές διατάξεις) πρέπει να έχουν εύκολη πρόσβαση.

**Πίνακα 6.1** Συσσκευές αερίου σε επαγγελματικά μαγειρεία

Είδη κατασκευής (Συσσκευές αερίου κατά DIN 3363)	Τύπος συσκευής	
	ονομαστική θερμική φόρτιση > 14 kW	≤ 14 kW
Ανοικτές θέσεις μαγειρέματος και θέσεις με τοποθετούμενες πλάκες θέρμανσης τηγανίσματος και ψησίματος καθώς και βραστήρες	A	A
Κλειστές θέσεις μαγειρέματος		
— Πλάκες μαγειρέματος	B	B
— Πλάκες θέρμανσης	A	A
— Κεραμικές πλάκες	B	A
Πλάκες τηγανίσματος, ψησίματος	B	A
Τηγάνια	B	A
Ανατρεπόμενα τηγάνια	A	A
Φούρνοι ως μεμονωμένες συσκευές με ένα θάλαμο	B	A
Φούρνοι με περισσότερους από ένα θάλαμο	B	B
Φούρνοι σε κουζίνες με κλειστές θέσεις μαγειρέματος	B	B
Φούρνοι σε κουζίνες με ανοικτές θέσεις μαγειρέματος	B	A
Λουτρά νερού	A	A
Συσσκευές μαγειρέματος ζυμαρικών	B	A
Χύτρες και χύτρες ταχύτητας και ομάδες χυτρών ταχύτητας	B	B
Συσσκευές γκριλ και ψησταριές σουβλακιών	B	A
Φριτέζες	B	A
Θάλαμοι θέρμανσης	A	A
Συσσκευές με ανακυκλοφορία θερμού αέρα, συσκευές με ατμό και θερμό αέρα	B	A
Σημείωση: Για συνδυασμούς των προαναφερομένων συσκευών αερίου μέσα σε ένα κέλυφος, με κατασκευή όπως αυτή υπέστη δοκιμή τύπου, η οριακή τιμή των 14 kW αναφέρεται στο άθροισμα των ονομαστικών θερμικών φορτίσεων, όπου πάντως οι ανοικτές θέσεις μαγειρέματος και οι κεραμικές εστίες δεν συνυπολογίζονται.		



## 6.2.2 Τροφοδοσία των συσκευών αερίου με αέρα καύσης

Η τροφοδοσία με αέρα καύσης των συσκευών αερίου σε επαγγελματικά μαγειρεία μπορεί να γίνεται, κατ' αναλογία προς την τροφοδοσία με αέρα των οικιακών συσκευών, α) μέσω εξωτερικών αρμών, β) μέσω ανοιγμάτων προς το ύπαιθρο, όπως στόμιο παραθύρου, φρεάτιο ή άνοιγμα με επίθεμα οροφής, είτε γ) μέσω μιας τεχνικής εγκατάστασης αερισμού.

Η προσαγωγή και η απαγωγή αέρα δεν επιτρέπεται να επηρεάζουν την ασφαλή λειτουργία των συσκευών αερίου. Για το λόγο αυτό πρέπει να δίνεται προσοχή στις υποδείξεις του κατασκευαστή της συσκευής.

### 6.2.2.1 Τροφοδοσία αέρα μέσω εξωτερικών αρμών ή μέσω ανοιγμάτων προς το ύπαιθρο

Η τροφοδοσία αέρα καύσης μέσω εξωτερικών αρμών ή μέσω ανοιγμάτων προς το ύπαιθρο επιτρέπεται μόνον για μικρά μαγειρεία με συνολική ονομαστική θερμική φόρτιση (λαμβάνομένου υπ' όψη του συντελεστή ταυτοχρονισμού, πίνακας 6.2) μέχρι 50 kW.

Για την τροφοδοσία αέρα καύσης μέσω παραθύρων, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, ή θυρών προς το ύπαιθρο απαιτείται (όπως και για τις οικιακές συσκευές) όγκος του χώρου εγκατάστασης τουλάχιστον 4 m<sup>3</sup> ανά kW συνολικής ονομαστικής θερμικής φόρτισης. **Δεν επιτρέπεται** σύνδεση χώρων αέρα καύσης.

Αν τροφοδοσία αέρα καύσης γίνεται μέσω ανοιγμάτων, τότε πρέπει να διαταχθούν δύο ανοίγματα αερισμού προς το ύπαιθρο, ένα κοντά στη οροφή και ένα κοντά στο πάτωμα, έκαστο με ελεύθερη διατομή 150 cm<sup>2</sup>. Στην περίπτωση αυτή αρκεί όγκος του χώρου εγκατάστασης 2 m<sup>3</sup> ανά kW. Τα ανοίγματα αερισμού επιτρέπεται να είναι εφοδιασμένα με κλαπέτα κλεισίματος, αν μέσω διατάξεων ασφαλείας εξασφαλίζεται, ότι οι συσκευές αερίου μπορούν να τεθούν σε λειτουργία μόνον αν τα κλαπέτα είναι ανοικτά.

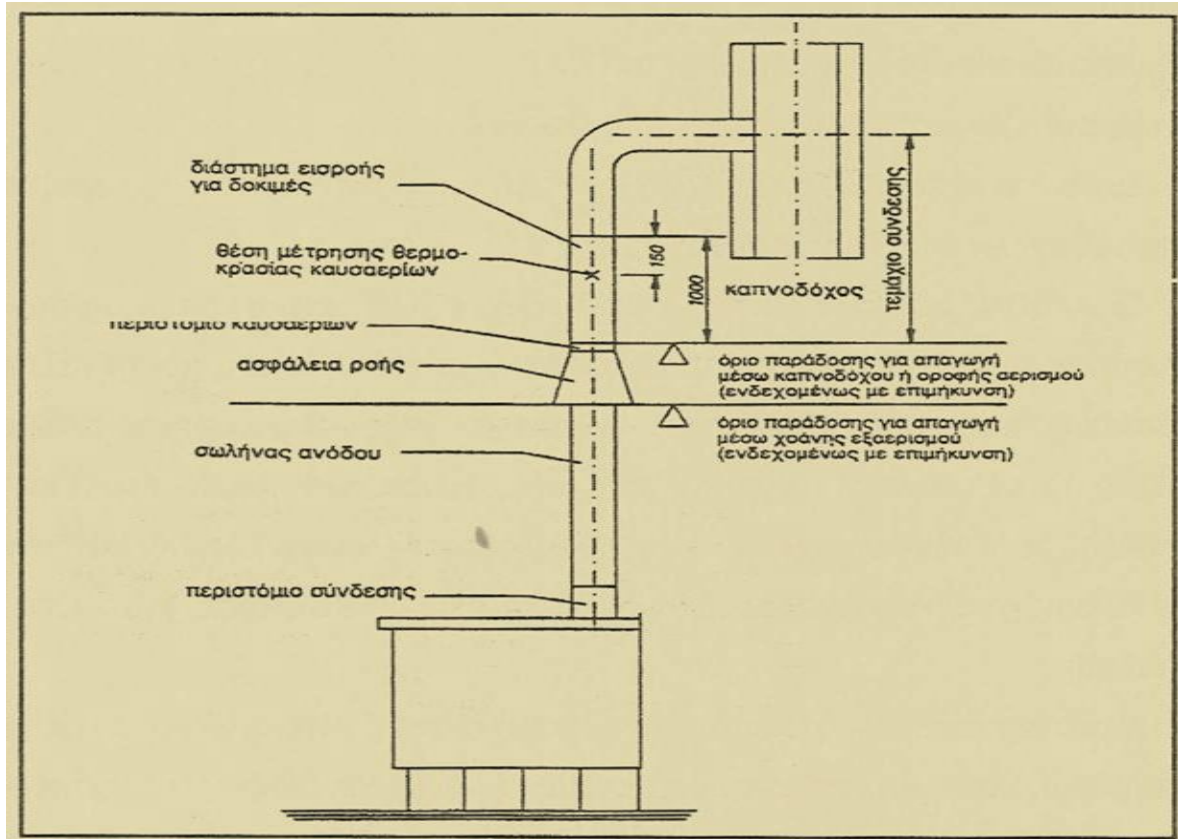
Η τροφοδοσία αέρα καύσης μέσω ανοιγμάτων αερισμού μπορεί να υποστηρίζεται από ένα πρόσθετο μηχανικό ανεμιστήρα. Και για αυτήν την περίπτωση τροφοδοσίας αέρα καύσης πρέπει να εξασφαλίζεται μέσω μιας διάταξης ασφαλείας, ότι οι συσκευές αερίου μπορούν να τεθούν σε λειτουργία, μόνον αν ο ανεμιστήρας είναι σε λειτουργία. Οι γερμανικοί κανόνες προβλέπουν ιδιαίτερο σχεδιασμό των ανοιγμάτων αερισμού.

### 6.2.2.2 Τροφοδοσία αέρα καύσης μέσω τεχνικών εγκαταστάσεων εξαερισμού

Αν η συνολική ονομαστική θερμική φόρτιση των συσκευών των μαγειριών είναι μεγαλύτερη από 50 kW, τότε πρέπει να προβλεφθεί μια τεχνική εγκατάσταση εξαερισμού. Η τεχνική εγκατάσταση εξαερισμού πρέπει να εξασφαλίζει αφ' ενός την τροφοδοσία αέρα καύσης και αφ' ετέρου την ανανέωση του αέρα του χώρου.

### 6.2.3 Απαγωγή καυσαερίων

Ο τρόπος απαγωγής των καυσαερίων εξαρτάται από το είδος των συσκευών.



**Εικόνα 6.3** Έννοιες και όρια μεταφοράς στην απαγωγή καυσαερίων (εδώ μέσω καπνοδόχου)

#### 6.2.3.1. Συσκευές του τύπου Α

Η απαγωγή των καυσαερίων των συσκευών αερίου του τύπου Α με συνολική ονομαστική θερμική φόρτιση μεγαλύτερη από 50 kW πρέπει να γίνεται μέσω εγκαταστάσεων απορροφητήρων, δηλαδή χοάνης εξαερισμού ή οροφή εξαερισμού, εικόνα 6.1. Οι εγκαταστάσεις εξαερισμού πρέπει να διατάσσονται σε ορθή θέση, ώστε τα καυσαέρια να απάγονται πλήρως μέσω αυτών.

Μέσω διατάξεων ασφαλείας πρέπει να εξασφαλίζεται, ότι η προσαγωγή αερίου στους καυστήρες ελευθερώνεται μόνον όταν είναι εξασφαλισμένη η αναρρόφηση απαγωγής καυσαερίων. Η διάταξη ασφαλείας μπορεί να παραλειφθεί, αν η φόρτιση δεν υπερβαίνει τα 14 kW.

### 6.2.3.2. Συσσκευές του τύπου Β

Τα καυσαέρια συσκευών με θάλαμο καύσης (συσσκευές αερίου του τύπου Β) πρέπει να απάγονται μέσω α) καπνοδόχων, εικόνα 6.3, β) εγκαταστάσεων απορροφητήρων, εικόνα 6.2 ή γ) εγκαταστάσεων με μηχανική απαγωγή καυσαερίων.

Συνιστάται να αποφεύγεται η κοινή απαγωγή αέρα (ανανέωση αέρα χώρου) και καυσαερίων των συσκευών αερίου του τύπου Β. Οι συσκευές αερίου του τύπου Β με καυστήρες χωρίς ανεμιστήρα, η απαγωγή καυσαερίων των οποίων γίνεται μέσω καπνοδόχου με φυσική άνωση, πρέπει να είναι εξοπλισμένες με μια ασφάλεια ροής. Η ασφάλεια ροής και ο σωλήνας ανόδου, δηλαδή το κατακόρυφο τμήμα της απαγωγής καυσαερίων μεταξύ περιστομίου σύνδεσης με τη συσκευή καύσης και της ασφάλειας ροής, εικόνα 6.3, είναι συστατικά της καύσης, η συσκευή πιστοποιείται μαζί με αυτά, και δεν επιτρέπεται να υποστούν μεταβολή.

Αν σε ένα μαγειρείο, στο οποίο μια συσκευή τύπου Β είναι συνδεδεμένη με μια καπνοδόχο, υπάρχει εγκατάσταση εξαερισμού (ανανέωσης αέρα), τότε πρέπει να εξασφαλίζεται, ότι κατά τη λειτουργία της μπορεί να εισρέει τόσος αέρας, ώστε να μην μπορεί να παρενοχλείται η απαγωγή των καυσαερίων της συσκευής λόγω υποπίεσης. Αυτό πρέπει να αποδεικνύεται είτε: υπολογιστικά, είτε με μια δοκιμή λειτουργίας.

Οι συσκευές αερίου του τύπου Β, τα καυσαέρια των οποίων απάγονται μέσω χοανών εξαερισμού, δεν χρειάζονται καμιά ασφάλεια ροής. Δεν επιτρέπεται να μειωθεί το μήκος του σωλήνα ανόδου του παραδιδόμενου από τον κατασκευαστή. Αυτός πρέπει να τελειώνει μεταξύ 1 1/4 έως 2 φορές τη διάμετρο του σωλήνα κάτω από το φίλτρο λίπους και επιτρέπεται γι' αυτό να επιμηκυνθεί κατακόρυφα. Αυτή η απόσταση πρέπει να τηρείται ακόμη και τότε, όταν σε συνεννόηση με τον κατασκευαστή της συσκευής διατάσσονται πρόσθετα ελάσματα οδήγησης μεταξύ του στομίου του σωλήνα ανόδου και του φίλτρου λίπους (βλέπε και την εικόνα 6.2). Αν η διατομή του σωλήνα δεν είναι κυκλική, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως βάση διαστασιολόγησης για αυτό το μήκος η υδραυλική διάμετρος  $D_h$ , η οποία Π.χ. για ορθογωνική διατομή υπολογίζεται

$$D_h = \frac{2 * \text{μήκος} * \text{πλάτος}}{\text{μήκος} + \text{πλάτος}} \quad (6.1)$$

Οι συσκευές αερίου του τύπου Β, τα καυσαέρια των οποίων απάγονται μέσω οροφών εξαερισμού, όπως τονίσαμε, πρέπει να είναι εξοπλισμένες με σωλήνες ανόδου και ασφάλειες ροής, τα οποία πρέπει να είναι συστατικά των συσκευών καύσης και δεν επιτρέπεται να μεταβάλλονται. Προπάντων δεν επιτρέπεται να μειωθεί το μήκος των σωλήνων ανόδου. Ο καπναγωγός μετά την ασφάλεια σύνδεσης πρέπει να έχει την ίδια διατομή με το περιστόμιο καυσαερίων αυτής της ασφάλειας ροής και να οδηγείται 1 1/4 έως 2 διαμέτρους σωλήνα κάτω από τα ανοίγματα απαγωγής αέρα της οροφής εξαερισμού (βλέπε και τις εικόνες 6.2 και 6.3). Αν η απαγωγή των καυσαερίων των συσκευών του τύπου Β γίνεται μέσω χοανών εξαερισμού, τότε πρέπει να εξασφαλίζεται μέσω διατάξεων ασφαλείας, ότι η προσαγωγή αερίου στους καυστήρες θα ελευθερώνεται μόνον όταν είναι εξασφαλισμένη η αναρρόφηση απαγωγής των καυσαερίων. Το σημείο απόζευξης πρέπει να επιλέγεται έτσι, ώστε τα καυσαέρια να απάγονται με ασφάλεια για όλες τις καταστάσεις λειτουργίας.

### 6.2.3.3 Διατάξεις ασφαλείας

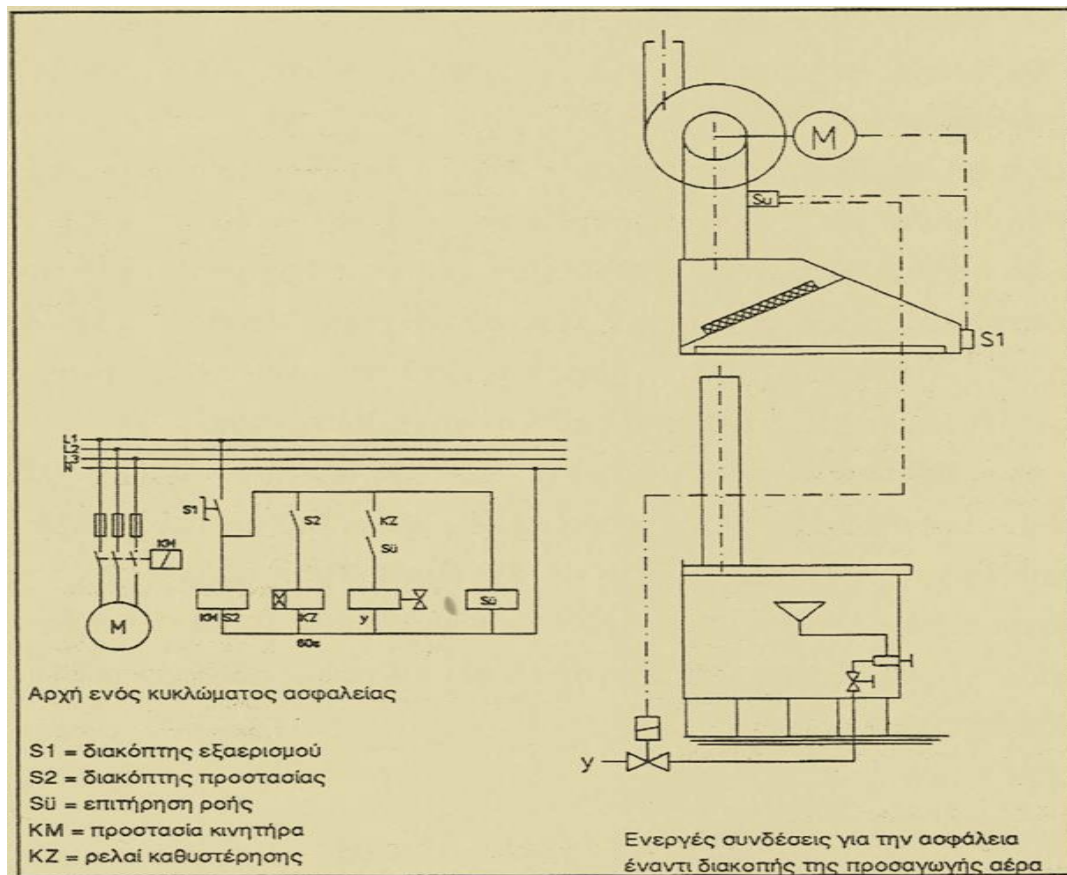
Όπως είδαμε στις δύο προηγούμενες παραγράφους, αν η απαγωγή των καυσαερίων των συσκευών και των δύο τύπων γίνεται μέσω εγκαταστάσεων απορροφητήρων, τότε πρέπει να είναι εξασφαλίζεται μέσω διατάξεων ασφαλείας, ότι η προσαγωγή αερίου στους καυστήρες θα ελευθερώνεται μόνον όταν είναι εξασφαλισμένη η αναρρόφηση απαγωγής των καυσαερίων. Μια τέτοια διάταξη μαζί με το αντίστοιχο κύκλωμα ασφαλείας δίνονται στην εικόνα 6.4.

Οι διατάξεις ασφαλείας μπορούν είναι π.χ. διακόπτες διαφορικής πίεσης ή διατάξεις μέτρησης παροχής όγκου. Αυτές πρέπει να μην είναι ευαίσθητες έναντι της ρύπανσης. Τα ρελαί ανεμοδείκτη δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις. Η ανωτέρω αναφερόμενη διάταξη ασφάλειας, η οποία εξαρτάται από την παροχή όγκου, δρα επί μιας αυτόματης αποφρακτικής βαλβίδας στο δρόμο του αερίου. Πρέπει να υπάρχει μια διάταξη, η οποία μανταλώνει την παροχή της βοηθητικής ενέργειας προς την αυτόματη αποφρακτική βαλβίδα. Αυτή μπορεί να απασφαλίζεται με το χέρι. Η απομανδάλωση επιτρέπεται να είναι δυνατή μόνο μετά την παρέλευση του χρόνου φραγής της διάταξης (ή των διατάξεων) επιτήρησης της φλόγας (π.χ. μέσω ρελαί χρονικής καθυστέρησης).

Αν υπάρχει τεχνική εγκατάσταση αερισμού, τότε μέσα στο μαγειρείο πρέπει να υπάρχει μια καλώς ορατή λυχνία ελέγχου, η οποία υποδεικνύει τη λειτουργία της τεχνικής εγκατάστασης αερισμού. Κάτω από τη λυχνία ελέγχου πρέπει να τοποθετηθεί μια καλώς ορατή πινακίδα με την ακόλουθη επιγραφή:

**“Οι συσκευές αερίου να λειτουργούν, μόνον  
όταν η εγκατάσταση αερίου λειτουργεί”**

Αν υπάρχει κοινή απαγωγή αέρα και καυσαερίων συσκευών αερίου με θάλαμο καύσης, τότε πρέπει να προβλεφθεί μια διάταξη ασφαλείας, η οποία διακόπτει τη λειτουργία των συσκευών αερίου σε περίπτωση διακοπής της λειτουργίας της τεχνικής εγκατάστασης αερισμού.



**Εικόνα 6.4** Αρχή ενός κυκλώματος για την ασφάλεια έναντι διακοπής της παροχής αέρα

### 6.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΜΑΓΕΙΡΕΙΩΝ

#### 6.3.1 Γενικά

Με τον όρο αερισμός εννοείται η ανανέωση του αέρα του χώρου με άμεση ή έμμεση προσαγωγή εξωτερικού αέρα. Ο αερισμός μπορεί να γίνεται α) με φυσικό αερισμό ή β) με τεχνικές εγκαταστάσεις αερισμού

Ο φυσικός αερισμός επιτυγχάνεται με παροχή αέρα λόγω διαφοράς πίεσης εξ αιτίας ανέμου καύση θερμοκρασιακών διαφορών, π.χ. αερισμός παραθύρων, φρεατίων, επιθεμάτων οροφής ή ανοιγμάτων.

Στις τεχνικές εγκαταστάσεις αερισμού ο αερισμός επιτυγχάνεται με μηχανική προσαγωγή αέρα. Μπορούν να είναι εγκαταστάσεις με ή χωρίς πρόσθετη επεξεργασία αέρα, εγκαταστάσεις μερικού κλιματισμού, εγκαταστάσεις κλιματισμού.



Ο αναπνεόμενος αέρας είναι επαρκώς αποδεκτός από άποψη υγιεινής, αν η ποιότητα του αέρα αντιστοιχεί ουσιαστικά στην ποιότητα του εξωτερικού αέρα, εκτός εάν εξαιρετικές περιστάσεις (εξαιρετική γεωγραφική θέση, άμεση γειτνίαση προς εγκαταστάσεις παραγωγής με έντονη επιβάρυνση οσμών) επηρεάζουν την ποιότητα του εξωτερικού αέρα.

### 6.3.2 Φυσικός αερισμός

Η επιλογή του συστήματος εξαρτάται φυσικού αερισμού εξαρτάται από την ένταση της δραστηριότητας των εργαζομένων μέσα στο χώρο εργασίας (μαγειρείο). Για το σκοπό αυτό οι χώροι εργασίας διακρίνονται στις ακόλουθες ομάδες χώρων: **Ομάδα χώρου Α:** Χώροι εργασίας με θέσεις εργασίας για δραστηριότητα κυρίως καθημένων. **Ομάδα χώρου Β:** Χώροι εργασίας με θέσεις εργασίας για δραστηριότητα κυρίως μη καθημένων

**Ομάδα χώρου Γ:** Χώροι εργασίας με θέσεις εργασίας όπου λόγω της δραστηριότητας αναμένεται έντονη ενόχληση λόγω οσμών, π.χ. λόγω πραγμάτων με έντονη οσμή, ή με βαριά σωματική εργασία.

Για το φυσικό αερισμό υπάρχουν διάφορες δυνατότητες σχεδιασμού του συστήματος. Διακρίνονται τα ακόλουθα συστήματα φυσικού αερισμού (με εμβαδό αναφοράς 6 m<sup>2</sup> ανά εργαζόμενο):

**Σύστημα I:** Μονόπλευρος αερισμός με ανοίγματα (προσαγωγής και απαγωγής αέρα) στον εξωτερικό τοίχο. Επιτρέπονται κοινά ανοίγματα οι διατομές των ανοιγμάτων προσαγωγής και απαγωγής αέρα πρέπει να προστίθενται. Παραδοχή ταχύτητας αέρα στη διατομή 0,08 m/s.

**Σύστημα II:** Εγκάρσιος αερισμός με ανοίγματα σε εξωτερικούς τοίχους ευρισκόμενους ο ένας απέναντι από τον άλλο ή σε ένα εξωτερικό τοίχο και στη στέγη. Παραδοχή ταχύτητας αέρα στη διατομή 0,14 m/s.

**Σύστημα III:** Εγκάρσιος αερισμός με ανοίγματα σε εξωτερικό τοίχο και φρεάτιο ευρισκόμενο απέναντι. Οι διδόμενες διατομές βασίζονται σε φρεάτιο ελεύθερης διατομής 80 cm<sup>2</sup> και ύψος 4 m. Παραδοχή ταχύτητας αέρα στη διατομή 0,21 m/s.

**Σύστημα IV:** Εγκάρσιος αερισμός με επιθέματα οροφής και ανοίγματα σε εξωτερικό τοίχο ή σε εξωτερικούς τοίχους ευρισκόμενους ο ένας απέναντι από τον άλλο. Παραδοχή ταχύτητας αέρα στη διατομή 0,21 m/s.

Τα ανοίγματα αερισμού για το φυσικό αερισμό διαστασιολογούνται ανάλογα προς την ένταση της δραστηριότητας των εργαζομένων μέσα στο χώρο εργασίας (ομάδα χώρων) και το σύστημα φυσικού αερισμού. Οι ελάχιστες διατομές των ανοιγμάτων λαμβάνονται από τον πίνακα 6.3, ανοιγμένες στο εμβαδόν δαπέδου.

Τα ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής αέρα πρέπει να διατάσσονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφος αερισμός των χώρων εργασίας.

Το μέγεθος των ανοιγμάτων αερισμού πρέπει να μπορεί να ρυθμίζεται μέσω καταλλήλων διατάξεων (π.χ. ρυθμιζόμενες περσίδες). Ο φυσικός αερισμός είναι δυνατόν να υποστηρίζεται μηχανικά με την εγκατάσταση ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής αέρα με διατάξεις ρύθμισης. Σε τέτοια περίπτωση επιτρέπεται μείωση των διατομών αερισμού μέχρι και κατά 50%, αντίστοιχη προς την ισχύ των ανεμιστήρων.

## 6.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

### 6.4.1 Γενικά

Οι τεχνικές εγκαταστάσεις αερισμού είναι αναγκαίες, όταν δεν είναι δυνατός ο φυσικός αερισμός, ιδιαίτερα όταν α) δεν το επιτρέπει το μέγεθος του χώρου (πίνακας 6.3), β) δεν το επιτρέπει η θέση του χώρου, Π.χ. περικλείουσα δόμηση, γ) υφίσταται ιδιαίτερη χρήση (π.χ. χώροι εργασίας χωρίς παράθυρα ή φεγγίτες, υψηλό εσωτερικό θερμικό φορτίο, κίνδυνος υπέρβασης μέγιστης συγκέντρωσης).

**Πίνακας 6.3** Διατομές ανοιγμάτων για φυσικό αέριο

σύστημα	καθαρό ύψος χώρου (H)	Μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος χώρου ανηγμένο στο καθαρό ύψος χώρου (H) [m] <sup>1)</sup>	διατομή προσαγωγής αέρα και ισοδύναμη διατομή απαγωγής αέρα ανηγμένη στο εμβαδόν δαπέδου [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ] <sup>2)</sup>		
			ομάδα χώρων Α	ομάδα χώρων Β	ομάδα χώρων Γ
I	εως 4 m	2,5 x H	200	300	500
II		5,0 x H <sup>3)</sup>	120	200	300
III			80	140	200
IV	άνω των 4 m		80	140	200

1) Αυτή η στήλη δίνει μέχρι ποιο βάθος χώρου μπορούν να χρησιμοποιούνται ακόμη τα διάφορα συστήματα φυσικού αερισμού σε εξάρτηση από το ύψος του χώρου  
 2) Οι διδόμενες τιμές ισχύουν για τις διατομές των ανοιγμάτων προσαγωγής και απαγωγής αέρα.  
 3) Στα συστήματα II, III και IV το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος χώρου ισχύει για την απόσταση μεταξύ των εξωτερικών τοίχων και των ανοιγμάτων αερισμού στο φρεάτιο ή στη στέγη

Ως βάση για το σχεδιασμό των τεχνικών εγκαταστάσεων αερισμού λαμβάνεται η θερμοκρασία των 28°C. Η σχετική υγρασία του αέρα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 70% (16,5 g/kg στους 28°C). Η ταχύτητα του αέρα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,55 m/s κοντά στις συσκευές (απόσταση 1 m) και τα 0,35 m/s σε λοιπές περιοχές του μαγειρείου. Ο προσαγόμενος αέρας πρέπει πάντοτε να φιλτράρεται. Η επιλογή των φίλτρων εξαρτάται από το είδος, τη συγκέντρωση και την κατανομή των κατακρατούμενων ουσιών.

Σε περίπτωση υψηλών θερμικών φορτίων μπορεί να απαιτείται ψύξη του αέρα. Δεν είναι αναγκαία ύγρανση του αέρα. Δεν επιτρέπεται ανακυκλοφορία αέρα.

#### 6.4.2 Περιορισμοί και συστάσεις

Οι τεχνικές εγκαταστάσεις αερισμού πρέπει να σχεδιάζονται έτσι, ώστε να διατηρούνται η θερμοκρασία και η υγρασία του χώρου κατά τη διάρκειά του μαγειρέματος. Μπορούν να παρεμποδίσουν το σχηματισμό δρόσου στα δομικά στοιχεία του μαγειρείου, μόνον αν αυτά είναι επαρκώς μονωμένα.

Με την εγκατάσταση πάρα πολλών συσκευών που αποδίδουν θερμότητα σε ένα χώρο ανεπαρκή για αυτές, μπορεί να μην πληρούνται οι απαιτήσεις (θερμοκρασία, υγρασία, ρεύματα) που καλείται να καλύψει η τεχνική εγκατάσταση αερισμού. Αν λόγω του θερμικού φορτίου προκύπτουν παροχές αέρα με περισσότερες από 40 αλλαγές ανά ώρα του αέρα του χώρου, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σχηματισμό ρευμάτων. Οι μαγειρικές συσκευές θα πρέπει να είναι κατάλληλα διαμορφωμένες και επαρκώς μονωμένες, ώστε να περιορίζεται η αποβολή θερμότητας με ακτινοβολία. Συνιστάται η άμεση αναρρόφηση καυσαερίων, ατμών και οσμών επάνω από τις συσκευές. Με δομικά μέτρα πρέπει να παρεμποδίζεται η μεταφορά οσμών σε άλλους χώρους. Οι συσκευές οι οποίες αποβάλλουν καυσαέρια στο χώρο δεν θα πρέπει να εγκαθίστανται κοντά στα παράθυρα, προς αποφυγή συμπύκνωσης κατά το χειμώνα.

#### 6.4.3 Βάσεις σχεδιασμού

Για το σχεδιασμό των τεχνικών εγκαταστάσεων αερισμού απαιτούνται τα ακόλουθα στοιχεία: **Λειτουργικά και δομικά στοιχεία:** α) είδος μαγειρείου και τύπος με βάση τη διάκριση του πίνακα 6.2, β) αριθμός των γευμάτων που παρασκευάζονται στη μονάδα του χρόνου, γ) χρόνος λειτουργίας του μαγειρείου, δ) κατασκευαστικά σχέδια, ε) φυσικά δεδομένα των δομικών στοιχείων, όπως παράθυρα, στέγη, οροφή, τοίχοι, στ) είδος και ισχύς φωτισμού, ζ) είδος της θέρμανσης.

##### 6.4.3.1 Στοιχεία περί συσκευών και τρόπου λειτουργίας:

Τα στοιχεία αυτά είναι α) σχέδιο εγκατάστασης, με υπόδειξη των θέσεων των συσκευών με υψηλή θερμοκρασία επιφάνειας, β) τιμές σύνδεσης, γ) μέσο θέρμανσης, δ) αποβολή θερμότητας, ε) αποβολή υγρασίας, στ) θέση, διαστάσεις και ισχύς της διάταξης απαγωγής καυσαερίων, ζ) είδος της διάταξης απαγωγής (καυσαερίων και αέρα), η) χρόνος λειτουργίας, θ) συντελεστής ταυτοχρονισμού σύμφωνα με τον πίνακα 6.2.

#### 6.4.4 Υπολογισμοί παροχών

Με βάση τις απαιτήσεις για τη θερμοκρασία και την υγρασία του χώρου προσδιορίζονται ανεξάρτητα η μία από την άλλη οι αντίστοιχες παροχές όγκου. Για το σχεδιασμό της εγκατάστασης καθοριστική είναι η μεγαλύτερη παροχή. Η παροχή αέρα  $V_{\theta}$  για τη αποβολή αισθητής θερμότητας υπολογίζεται

$$V_{\theta} = f_{tu} \cdot \sum_j (P_j \cdot \psi_j \cdot \eta_j) \cdot 3600 / \rho c_L (t_x - t_{\pi\alpha}) \quad m^3/h \quad (6.2)$$

όπου

$f_{tu}$	συντελεστής ταυτοχρονισμού σύμφωνα με τον πίνακα 6.2
$P_j$	τιμή σύνδεσης της συσκευής $j$ σε kW
$\psi_j$	αποβολή αισθητής θερμότητας, ανηγμένη σε 1 kW
$\eta_j$	συντελεστής φόρτισης χώρου της χοάνης για τη συσκευή $j$
$\rho$	πυκνότητα του προσαγόμενου αέρα σε kg/m <sup>3</sup>
$c_L$	ειδική θερμοχωρητικότητα αέρα $c_L = 1$ kJ/kgK
$t_x$	θερμοκρασία αέρα χώρου σε °C
$t_{\pi\alpha}$	θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα σε °C
$\sum_j$	το σύνολο των αθροισμάτων $P_j, \psi_j, \eta_j$

Η παροχή αέρα  $V_u$  από το ισοζύγιο υγρασίας υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V_u = f_{tu} \cdot \sum_j (P_j \cdot D_j \cdot \eta_j) / (\chi_x - \chi_{\pi\alpha}) \quad m^3/h \quad (6.3)$$

$D_j$  αποβολή υδρατμού, ανηγμένη σε 1 kW της τιμής σύνδεσης της συσκευής  $j$  σε g/h

$\chi_x$  υγρασία αέρα χώρου σε g/kg

$\chi_{\pi\alpha}$  υγρασία προσαγόμενου αέρα σε g/kg

$\sum_j$  το σύνολο των αθροισμάτων  $P_j, D_j, \eta_j$

Για το συντελεστή φόρτισης χώρου της χοάνης μπορεί για το ισοζύγιο αισθητής θερμότητας να ληφθεί τιμή  $\eta_j = 0,8$ , αν απάγεται τουλάχιστον το 80% του αέρα μέσω χοανών. Για το ισοζύγιο υγρασίας να ληφθεί τιμή  $\eta_j = 0,7$ , ενώ για τις οροφές εξαερισμού συνιστάται  $\eta_j = 1,0$ .

Τιμές της αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας καθώς και της αποβολής υγρασίας διαφόρων συσκευών μαγειρείου δίνονται στους πίνακες 6.4 και 6.7.

Θα πρέπει να δοθεί προσοχή στις πρόσθετες απαγόμενες ποσότητες αέρα των πλυντηρίων πιάτων με άμεση αναρρόφηση. Οι τιμές του πίνακα 6.7 μπορούν να μειωθούν με τη λήψη καταλλήλων μέτρων με βάση τις υποδείξεις του πίνακα 6.6.

Ο πίνακας 6.8 δίνει κατευθυντήριες τιμές για την ανανέωση αέρα σε μαγειρεία για χονδρικούς υπολογισμούς, ιδιαίτερα για την περίπτωση που δεν υπάρχει σχέδιο εγκατάστασης των συσκευών) και για σύγκριση για θερμοκρασιακή διαφορά 8 K μεταξύ θερμοκρασίας προσαγόμενου αέρα και θερμοκρασίας χώρου.

#### 6.4.5 Τεχνικές απαιτήσεις

Εφ' όσον απαιτείται τεχνική εγκατάσταση αερισμού, αυτή θα περιλαμβάνει α) εγκατάσταση προσαγωγής αέρα και β) εγκατάσταση απαγωγής (αέρα και καυσαερίων).

Η εγκατάσταση απαγωγής του μαγειρείου δεν επιτρέπεται να συνδυασθεί με άλλες εγκαταστάσεις απαγωγής. Σε μεγάλα μαγειρεία συνιστάται ξεχωριστή εγκατάσταση απαγωγής για το πλυντήριο πιάτων. Ο αέρας πρέπει να προσάγεται στην περιοχή παραμονής του προσωπικού. Πρέπει να αναρροφείται το δυνατόν πλησιέστερα προς τις συσκευές μέσω των χοανών ή οροφών εξαερισμού.

Οι χώροι εγκατάστασης των ανεμιστήρων και οι κεντρικές μονάδες πρέπει να έχουν εισόδους επαρκείς στον αριθμό και το μέγεθος για χειρισμούς και συντήρηση. Αν είναι απαραίτητο σύστημα αποχέτευσης για την απαγωγή συμπυκνωμάτων, τότε αυτό πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της ΤΟΤΕΕ 2412/86.

Οι ανεμιστήρες πρέπει κατά κανόνα να είναι εξοπλισμένοι με κινητήρες μεταβλητών στροφών για να μπορούν να λειτουργούν με περιορισμένη παροχή αέρα για μερικό φορτίο. Οι ανεμιστήρες απαγωγής πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από υλικό ανθεκτικό ή προστατευμένο έναντι διάβρωσης. Θα πρέπει να έχουν ανοίγματα καθαρισμού στο κέλυφος. Οι ανεμιστήρες απαγωγής με αναρρόφηση σε δύο πλευρές (ακόμη και εκείνοι που βρίσκονται μέσα σε κιβώτιο) θα πρέπει κατά το δυνατό να αποφεύγονται, λόγω συλλογής λίπους. Οι κινητήρες θα πρέπει να διατάσσονται εκτός της ροής του αέρα, εκτός εάν είναι ειδικής κατασκευής. Οι αγωγοί απαγωγής πρέπει να εκβάλλουν στο ύπαιθρο σκόπιμα στην υψηλότερη θέση του κτιρίου.

Σε πολύ δυσμενείς περιπτώσεις είναι αναγκαία η κατακράτηση οσμών (π.χ. με τη βοήθεια φίλτρου ενεργού άνθρακα). Οι αγωγοί θα πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από λεία υλικά. Πρέπει να είναι στεγανοί στα λίπη. Για αυτό συνιστάται η χρήση επιψευδαργυρωμένου χαλυβδοελάσματος. Οι συνδέσεις με δίπλωση συνιστάται να κολλιούνται, αν ο αγωγός είναι οριζόντιος και η δίπλωση στο κάτω μέρος.

Όλα τα τμήματα των αγωγών πρέπει να έχουν ανοίγματα καθαρισμού. Δεν επιτρέπονται εντοιχισμένα κανάλια ή αγωγοί από πλαστικό ύφασμα. Πρέπει να δίνεται προσοχή στη διαβρωτική δράση απορρυπαντικού του πλυντηρίου. Οι οριζόντιοι αγωγοί απαγωγής πρέπει να έχουν το μικρότερο δυνατό μήκος. Στη χαμηλότερη θέση πρέπει να προβλέπονται δοχεία συλλογής συμπυκνωμάτων. Θα πρέπει να οδηγούνται κατά το δυνατόν σε ευθεία πορεία. Θα πρέπει να μονώνονται, όπου υφίσταται κίνδυνος σχηματισμού συμπυκνωμάτων. Πριν τα καυσαέρια (μαζί με τον αέρα) εισέλθουν στους αγωγούς απαγωγής, πρέπει να

**Πίνακας 6.4** Αποβολής της αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας συσκευών μαγειρείου

τμήμα μαγειρείου	μαγειρική συσκευή	αποβολή συνολικής θερμότητας Qσj	αποβολή αισθητής θερμότητας Qθj	αποβολή λανθάνουσας θερμότητας Qλj	αποβολή υγρασίας Dj
		W/kW	W/kW	W/kW	g/h kW
1.1 μαγείρεμα	χότρα	228	145	83	122
1.2 (βράσιμο)	θάλαμος με αέρα	190	80	110	161
2.1 ψήσιμο	ανατρεπόμενο τηγάνι	845	420	425	626
2.2 γκριλ	πλάκα ψησίματος	725	300	425	626
2.3 τηγάνισμα	συσκευή γκριλ	920	720	200	295
2.4	φούρνος	615	385	230	340
2.5	φούρνος ανακυκλοφορίας	350	150	200	295
2.6	αυτόματη συσκευή για μικρά τεμάχια	520	260	260	384
2.7	αυτόματη συσκευή για μεγάλα τεμάχια	280	240	40	59
2.8		810	95	715	1054
3.1 διάφορα	εστίες	600	400	200	295
3.2	πλάκα	600	400	200	295
3.3	μπάνιο νερού	495	105	390	575
3.4	τράπεζα θέρμανσης	735	550	185	273
3.5	θάλαμος θέρμανσης	600	500	100	147

**Πίνακας 6.5** Ταξινόμηση πλυντηρίων πιάτων και σκευών

είδος αποβολής θερμότητας	μέτρα μείωσης	ποσοστό μείωσης της θερμότητας της αποδιδόμενης στο χώρο %
θερμότητα πιάτων	άμεση απομάκρυνση των πιάτων από το χώρο του πλυντηρίου	μέχρι 50
υπόλοιπη θερμότητα	σχηματισμός δρόσου ανάκτηση θερμότητας αντλία θερμότητα	2 έως 3 20 έως 30 μέχρι 50

**Πίνακας 6.6** Μέτρα μείωσης της αποβολής θερμότητας σε πλυντήρια πιάτων

κωδικός	χαρακτηρισμός	ικανότητα πιάτα/h
K	μηχανή τροφοδοτούμενη με το χέρι προγραμματιζόμενη	250 έως 1250
D	μονού κάδου διπλού κάδου	1000 έως 2500
KT	μηχανή με μεταφορέα	1600 έως
BT	ταινία	12500
1) τυποποιημένο πιάτο Φ260, επίπεδο		

καθαρισθούν κατά το δυνατόν καλά με τη βοήθεια φίλτρου λίπους. Τα φίλτρα λίπους πρέπει να είναι σταθερά, εύχρηστα και να παρέχουν δυνατότητα εύκολης αλλαγής. Ως υλικά του πλαισίου τους συνιστώνται το αλουμίνιο και οι ανοξείδωτοι χάλ-

**Πίνακας 6.7** Αποβολή θερμότητας και υδρατμών πλυντηρίων πιάτων και συσκευών στο χώρο με άμεση αναρρόφηση.

τύπος μηχανής	απόδοση	συνολική παρεχόμενη θερμότητα	αποβολή θερμότητας με από νερα	αποβολή θερμότητας σκευών στο χώρο				Αποβολή θερμότητα με άμεση αναρρόφηση	αποβολή υπόλοιπης θερμότητας στο χώρο				
				συνολική	αισθητή	λανθόνουσα	αποβολή υδρατμών		συνολική	συνολική	αισθητή	λανθόνουσα	αποβολή υδρατμών
				Q <sub>συν</sub>	Q <sub>ν</sub>	Q <sub>σθ</sub>	Q <sub>σα</sub>		Q <sub>σλ</sub>	Q <sub>σ</sub>	Q <sub>σα</sub>	Q <sub>σ</sub>	Q <sub>σα</sub>
	πίατα/h	kW	kW	kW	kW	kW	ka/h	kW	kW	kW	kW	ka/h	
K	250	3,5	2,1	1,1	0,7	0,4	0,6	δεν προβλέπεται παραγωγή σε σειρά	0,3	0,2	0,1	0,15	
K	400	5,8	3,3	1,7	1,0	0,7	1,0		0,8	0,6	0,2	0,3	
K	630	9,3	5,1	2,7	1,6	1,1	1,6		1,5	1,2	0,3	0,4	
K,D	1000	15	8,1	4,3	2,5	1,8	2,6		2,6	2,1	0,5	0,7	
K,D	1250	18,5	10,2	5,3	3,1	2,2	3,3		3,0	2,4	0,6	0,9	
D	1600	24	13,0	6,8	4,0	2,8	4,1		4,2	3,5	0,7	1,0	
D	2000	30	16,3	8,5	5,0	3,5	5,1		5,2	4,3	0,9	1,3	
BT,KT	1600	55	14	9	6	3	4,4		9	32	17,	14,5	21
BT,KT	2000	65	15	11	7,5	3,5	5,1	11	37	20	17	25	
BT,KT	2500	73	16	14	9,5	4,5	6,6	13	43	24	19	28	
BT,KT	3150	83	17	17,5	12	5,5	8	15	48,5	27	21,5	32	
BT,KT	4000	94	18,5	22	15	7	10	17	53,5	30	23,5	35	
BT,KT	5000	105	20	27,5	19	8,5	12,5	18	57,5	32,	25	37	
BT,KT	6300	118	22	35	24	11	16	20	61	35	26	38	
BT,KT	8000	138	26	44	30	14	21	23	68	40	28	41	
BT,KT	10000	162	30	55	37,	17,5	26	27	77	46	31	46	

ανοξείδωτοι χάλυβες.

Οι διαστάσεις τους δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τα 500mm x 500 mm για ευκολία καθαρισμού. Πρέπει να διατάσσονται υπό γωνία ως προς την οριζόντιο τουλάχιστον 35°, καλύτερα υπό γωνία 45°. Πρέπει να είναι εφοδιασμένα με κανάλια συλλογής λίπους.

Οι χοάνες εξαερισμού πρέπει να έχουν επαρκή προβολή επί της συσκευής (προεξοχή τουλάχιστον 0,1 m σε σχέση με ένα ύψος 2,1 m της κάτω ακμής της χοάνης από το έδαφος). Πρέπει να κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα, αλουμίνιο ή λακαριστό χαλυβδοέλασμα, συγκολλητές και να έχουν περιμετρικά κανάλια συλλογής λίπους, με δύο τουλάχιστον βαλβίδες εκροής.

Αν οι ανεμιστήρες εγκατασταθούν άμεσα μέσα στη χοάνη, τότε πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από υλικό ανθεκτικό ή προστατευμένο έναντι διάβρωσης. Επιτρέπεται η χρήση ηλεκτροκινητήρων με προστασία τουλάχιστον IP 54. Οι κινητήρες πρέπει να εξοπλίζονται με θερμικές επαφές για απόζευξη σε περίπτωση υπερθέρμανσης. Μετά τον ανεμιστήρα πρέπει να εγκατασταθεί αισθητήρας θερμοκρασίας, ο οποίος θα διακόψει τη λειτουργία του ανεμιστήρα σε περίπτωση πυρκαγιάς.

**Πίνακας 6.8** Κατευθυντήριες τιμές για την ανανέωση αέρα σε μαγειρεία για Δί=8 Κ

είδος μαγειρείου	ανηγμένη ανανέωση αέρα για ενιαίο μαγειρείο m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	ανηγμένη ανανέωση αέρα για χωριστές ζώνες			
		μαγείρεμα m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	ψήσιμο m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	πλυντήριο m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	Βοηθ. χώροι m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h
γαστρονομικές επιχειρήσεις (γρήγορου φαγητού, εστιατόρια, μαγειρεία ξενοδοχείων)	80	-	120	-	-
μαγειρεία σε εστιατόρια	60	105	120	120	45
μαγειρεία σε καντίνες, λέσχες φοιτητικά εστιατόρια	90	105	120	120	45
μαγειρεία σε κύριες κουζίνες	90	105	120	150	45
νοσοκομεία και κουζίνες διανομής	60	-	-	-	-
μαγειρεία σε φοιτητικές εστίες	60	105	120	120	45
μαγειρεία προετοιμασίας, μικτά μαγειρεία	80	105	120	120	60
βιομηχανική προετοιμασία εδεσμάτων (μαγειρεία τροφοδοσίας, μαγειρεία κατεψυγμένων, μαγειρεία εξυπηρέτησης σκαφών, κεντρικά μαγειρεία)	90	120	120	-	60

Οι οροφές εξαερισμού πρέπει σε εφαρμογές με έντονη επιβάρυνση (βράσιμο, τηγάνισμα) να έχουν ανοίγματα διέλευσης με αποστάσεις μικρότερες από 1,2 m. Πρέπει να διαμορφώνονται έτσι, ώστε τα ανοίγματα διέλευσης να αποτελούν δραστικά φίλτρα λίπους. Η ελεγχόμενη συμπύκνωση λίπους είναι ευνοϊκή για την πρόσθετη διήθηση. Ο κενός χώρος της οροφής εξαερισμού πρέπει να είναι διαμορφωμένος ως ένας στεγανός, κλειστός θάλαμος απαγωγής με λεία τοιχώματα. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται εύκολη πρόσβαση, συντήρηση και καθαρισμός. Αυτό ισχύει και για τις πιθανώς ενσωματωμένες διατάξεις φωτισμού. Οι οροφές εξαερισμού πρέπει να συντίθενται από τμήματα τα οποία μπορούν να αφαιρεθούν και να καθαρισθούν.



#### **6.4.6 Ρύθμιση και έλεγχος**

Οι τεχνικές εγκαταστάσεις αερισμού πρέπει να έχουν διατάξεις για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Πρέπει να μπορούν να κινηθούν, να μεταβληθεί και να διακοπεί η λειτουργία τους από ένα κεντρικό σημείο. Συνιστώνται χρονοδιακόπτες. Αν υπάρχει κεντρικό σύστημα ελέγχου για όλο το κτίριο, τότε θα πρέπει να υπάρχει ένα δεύτερο σημείο ελέγχου για το μαγειρείο. Για να αποφευχθεί εσφαλμένη λειτουργία, συνιστάται να είναι συνδυασμένες η εγκατάσταση προσαγωγής και η εγκατάσταση απαγωγής

#### **6.5 ΘΕΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**

Οι συσκευές αερίου πρέπει να τίθενται σε λειτουργία σύμφωνα με τους κανόνες. Θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες λειτουργίας του κατασκευαστή, τις οποίες αυτός πρέπει να παραδίνει στον χρήστη.

Οι τεχνικές εγκαταστάσεις εξαερισμού του χώρου πρέπει να δοκιμάζονται ως προς την ορθή λειτουργία τους. Κατά τη δοκιμή παραλαβής πρέπει να ελεγχθεί η στεγανότητα των αγωγών απαγωγής αέρα και καυσαερίων. Επίσης πρέπει να ελεγχθεί η λειτουργικότητα της διάταξης ασφαλείας και της λυχνίας ελέγχου.

Κατά τη δοκιμή λειτουργίας των συσκευών πρέπει να διαπιστώνεται ότι η μορφή της φλόγας και η ασφάλεια καύσης δεν επηρεάζονται αρνητικά από την τεχνική εγκατάσταση εξαερισμού. Ο χρήστης πρέπει να φροντίζει να συντηρούνται όλες οι συσκευές αερίου κατά τα χρονικά διαστήματα, τα οποία ορίζονται από τον κατασκευαστή της συσκευής.

Κατά τη συντήρηση των τεχνικών εγκαταστάσεων αερισμού πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στον καθαρισμό των φίλτρων λίπους. Αυτό ισχύει και για οροφές εξαερισμού, οι οποίες πρέπει να διαμορφώνονται έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η συντήρηση και ο καθαρισμός του κενού χώρου της οροφής. Οι αγωγοί απαγωγής πρέπει να ελέγχονται τακτικά (τουλάχιστον μια φορά το χρόνο) και να καθαρίζονται σε περίπτωση που απαιτείται. Πρέπει να ελέγχεται η λειτουργικότητα της διάταξης ασφαλείας και της λυχνίας ελέγχου.

#### **6.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΕΡΙΟΥ**

##### **6.6.1 Γενικά**

Οι επαγγελματικές διατάξεις κατανάλωσης αερίου, οι οποίες αντιμετωπίζονται εδώ, χρησιμοποιούνται σε α) εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος και καπνίσματος, β) εγκαταστάσεις ψησίματος, γ) εγκαταστάσεις πλυντηρίων, και δ) εγκαταστάσεις φούρνων και ζαχαροπλαστικής.

Πρόκειται για συσκευές με ή χωρίς θάλαμο καύσης.

Οι συσκευές αερίου πρέπει να είναι κατάλληλες. Η καταλληλότητα είναι δεδομένη αν ικανοποιούν τα πρότυπα

- α) για εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος και καπνίσματος το DIN 3378
- β) για εγκαταστάσεις ψησίματος το DIN 3382
- γ) για εγκαταστάσεις πλυντηρίων το DIN 30682
- δ) για εγκαταστάσεις φούρνων και ζαχαροπλαστέϊων το DIN 30683.

Οι συσκευές αερίου με θάλαμο καύσης πρέπει να συνδέονται με σταθερή σύνδεση, ενώ οι συσκευές αερίου χωρίς θάλαμο καύσης μπορούν να συνδέονται και με λυόμενη σύνδεση. Αν ο συσκευές συνδέονται μέσω εύκαμπτων αγωγών σύνδεσης συσκευών, τότε για το σκοπό αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται: α) εύκαμπτοι σωλήνες αερίου ασφαλείας από χάλυβα κατά DIN 3383 Teil 1 ή Teil 2 (κατασκευής "M"), β) εύκαμπτοι σωλήνες αερίου ασφαλείας από ανοξείδωτους χάλυβες κατά DIN 3384.

Τα όργανα σύνδεσης των συσκευών (αποφρακτικές διατάξεις) πρέπει να έχουν εύκολη πρόσβαση. Η εγκατάσταση, η μετατροπή και η συντήρηση επαγγελματικών διατάξεων κατανάλωσης αερίου καθώς και η επισκευή βλαβών σε τέτοιες εγκαταστάσεις επιτρέπεται να γίνονται μόνον από εξειδικευμένες εταιρίες, σύμφωνα με τις κατασκευαστικές οδηγίες του κατασκευαστή.

## 6.6.2 Αερισμός του χώρου εγκατάστασης

Η προσαγωγή του αναγκαίου αέρα (1,6 m<sup>3</sup> ανά 1 kW συνολικής θερμικής ισχύος των συσκευών) γενικά μπορεί να γίνει α) μέσω εξωτερικών αρμών ή β) μέσω ανοιγμάτων εξαερισμού, γ) μέσω εξαναγκασμένου αερισμού (μηχανική τροφοδοσία).

Αν η αναγκαία για τη λειτουργία των συσκευών αερίου ωριαία ποσότητα αέρα υπερβαίνει το 1/10 του όγκου αέρα του χώρου εγκατάστασης, ο χώρος εγκατάστασης πρέπει να είναι εφοδιασμένος με ανοίγματα αερισμού, τα οποία δεν πρέπει να μπορούν να κλεισθούν, ακόμη και αν προβλέπεται μηχανική τροφοδοσία. Για τις εγκαταστάσεις καπνίσματος ο εφοδιασμένος με ανοίγματα είναι υποχρεωτικός σε κάθε περίπτωση.

Η ενεργή διατομή A των αναγκαίων (μη κλεισμένων) ανοιγμάτων αερισμού υπολογίζεται με την εξίσωση

$$V = 10 \cdot A \quad (6.4)$$

Όπου V η αναγκαία παροχή αέρα σε m<sup>3</sup>/h η ελάχιστη διατομή των ανοιγμάτων πρέπει πάντως να είναι 150cm<sup>2</sup>.

Για τον υπολογισμό της συνολικής θερμικής ισχύος των συσκευών, από την οποία προσδιορίζεται η αναγκαία για τη λειτουργία των συσκευών αερίου ωριαία ποσότητα αέρα, οι ονομαστικές θερμικές φορτίσεις επιτρέπεται πάντως να πολλαπλασιασθούν με το συντελεστή ταυτοχρονισμού 0,7 για 2 έως 6 θέσεις καύσης, 0,5 για επάνω από 6 θέσεις καύσης. Με τον όρο θέση καύσης εννοείται κάθε καυστήρας, ο οποίος έχει ένα στοιχείο ρύθμισης.

Αν για το χώρο υπάρχει εξαναγκασμένος αερισμός, τα ανοίγματα αερισμού μπορούν να είναι έτσι διατεταγμένα, ώστε να είναι κλειστά κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της εγκατάστασης εξαερισμού. Οι χώροι, στους οποίους είναι εγκατεστημένες συσκευές με θάλαμο καύσης, πρέπει να έχουν επαρκή τροφοδοσία αέρα, ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες για αέρα καύσης και να μην μπορεί να εμφανισθεί ενοχλητική υποπίεση.

Ο αερισμός του χώρου είναι άψογος, όταν για λειτουργία υπό πλήρες φορτίο όλων των συσκευών με ή χωρίς θάλαμο καύσης, ακόμη και όταν τα καυσαέρια τους αναρροφούνται μηχανικά, επιτυγχάνεται άψογη καύση του αερίου στις συσκευές με θάλαμο καύσης (επαρκής προσαγωγή αέρα καύσης και πλήρης απαγωγή των καυσαερίων). Τα στεγνωτήρια, τα οποία λειτουργούν από κοινού με αυτόματες εγκαταστάσεις καθαρισμού, δεν επιτρέπεται να λαμβάνουν τον αέρα ξήρανσης από το χώρο εγκατάστασης εξ αιτίας της διαβρωτικής δράσης του μέσου καθαρισμού.

### **6.6.3 Απαγωγή καυσαερίων**

#### *6.6.3.1 Γενικές απαιτήσεις*

Οι διατάξεις κατανάλωσης αερίου με ονομαστική θερμική φόρτιση μεγαλύτερη από 14 kW (ανηγμένη στην  $H_u$ ) πρέπει να συνδέονται με μια εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων.

Τα καυσαέρια των συσκευών με θάλαμο καύσης μπορούν να απάγονται, α) μέσω μιας καπνοδόχου προς στο ύπαιθρο, β) άμεσα προς το ύπαιθρο για συσκευές με θάλαμο καύσης εξωτερικού τοίχου, και γ) σε εξαιρετική περίπτωση, με μηχανική απαγωγή μέσω ενός φρεατίου (καπνοδόχου) προς στο ύπαιθρο ή άμεσα προς το ύπαιθρο.

Αν υπάρχουν χοάνες για τον εξαερισμό του χώρου, τότε επιτρέπεται να απάγονται μέσω αυτών τα καυσαέρια των συσκευών με θάλαμο καύσης, αν υπάρχει επί πλέον μια διάταξη ασφαλείας, η οποία διακόπτει αυτόματα την προσαγωγή αερίου στον καυστήρα σε περίπτωση αστοχίας της αναρρόφησης απαγωγής (βλέπε την εικόνα 6.4). Αν τα καυσαέρια απάγονται μηχανικά μέσω ενός φρεατίου (καπνοδόχου), τότε δεν επιτρέπεται να συνδεθούν στην ίδια καπνοδόχο λοιπές συσκευές με θάλαμο καύσης.

#### *6.6.3.2 Εγκαταστάσεις καπνίσματος*

Οι εγκαταστάσεις καπνού και καυσαερίων των εγκαταστάσεων καπνίσματος πρέπει να απάγονται προς το ύπαιθρο μέσω καπνοδόχου. Δεν επιτρέπεται να ενσωματωθούν στους καπναγωγούς (τεμάχια σύνδεσης μεταξύ ερμαρίου ή θαλάμου καπνίσματος και καπνοδόχου) αυτόματα κλαπέτα καυσαερίων και ασφάλειες ροής. Οι καπναγωγοί πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από άκαυστα, μη παραμορφωμένα και ανθεκτικά στη θερμότητα υλικά και να έχουν επαρκείς αποστάσεις από δομικά στοιχεία από καύσιμα ή εύφλεκτα δομικά υλικά ή έτσι προστατευμένοι, ώστε να μην δημιουργείται κανένας κίνδυνος πυρκαγιάς. Οι καπναγωγοί πρέπει να εισάγονται στην καπνοδόχο μέσα στο ίδιο όροφο, στον οποίο είναι εγκατεστημένη η συσκευή καπνίσματος. Αν για λειτουργικούς λόγους απαιτούνται διατάξεις στραγγαλισμού της ροής των καυσαερίων, τότε πρέπει στο ανώτερο μέρος της διάταξης στραγγαλισμού να παραμένει μια ελεύθερη διατομή τουλάχιστον 25% της συνολικής διατομής του καπναγωγού, πάντως όχι μικρότερη από 20 cm<sup>2</sup>. Η ρύθμιση θέσης του κλαπέτου στραγγαλισμού πρέπει

να είναι αναγνωρίσιμη από έξω. Κάθε εγκατάσταση καπνίσματος πρέπει να έχει δική της καπνοδόχο. Επιτρέπεται κατ' εξαίρεση η σύνδεση στην καπνοδόχο της εγκατάστασης καπνίσματος μιας επί πλέον εγκατάστασης καπνίσματος ή μιας άλλης συσκευής με θάλαμο καύσης της ίδιας επιχείρησης, αν δεν επηρεάζεται κατ' αυτόν τον τρόπο η απαγωγή των καυσαερίων.

#### 6.6.3.3 Φούρνοι και ζαχαροπλαστεία

Συνιστάται σε φούρνους ψησίματος, τα καυσαέρια των οποίων απάγονται συγχρόνως με τα παραγόμενα αέρια μέσω ενός κοινού αγωγού καυσαερίων και έτσι πιθανώς παραβιάζεται το σημείο δρόσου, η καπνοδόχος να κατασκευάζεται από στοιχεία μορφής κατάλληλα για συμπύκνωση .

#### 6.6.3.4 Στεγνωτήρια για πλυντήρια

Τα καυσαέρια πρέπει να αναρροφούνται μηχανικά μαζί με τον αέρα ξήρανσης και να απάγονται ξεχωριστά από κάθε στεγνωτήριο.

Αν σε εξαιρετικές περιπτώσεις δεν μπορεί να γίνει ξεχωριστή απαγωγή καυσαερίων, τότε πρέπει να ληφθεί φροντίδα με κατάλληλα μέτρα (π.χ. ελάσματα οδήγησης, ρευστομηχανικά ευνοϊκή κοινή οδήγηση, όπου πρέπει να εξασφαλίζεται, ότι δεν μπορεί να προκύψει υπερπίεση στην πλευρά που δεν λειτουργεί), ώστε κατά τη λειτουργία μόνον ενός στεγνωτηρίου τα καυσαέρια δεν μπορούν να εξέλθουν στον χώρο εγκατάστασης μέσα από τον αγωγό καυσαερίων του άλλου στεγνωτηρίου.

Αν στο χώρο εγκατάστασης του στεγνωτηρίου βρίσκονται και άλλες συσκευές αερίου με θάλαμο καύσης, τότε πρέπει με κατάλληλα μέτρα, (π.χ. ιδιαίτερες διατάξεις για την προαγωγή φρέσκου αέρα) να λαμβάνεται μέριμνα, ώστε να μην προκύπτει ανεπίτρεπτα μεγάλη υποπίεση στον χώρο εγκατάστασης, για να μην εξέρχονται τα καυσαέρια αυτών των συσκευών με θάλαμο καύσης στο χώρο εγκατάστασης.

#### 6.6.3.5 Απαιτήσεις για τα ανοίγματα τροφοδοσίας αέρα καύσης

Οι συσκευές αερίου του τύπου B με συνολική ονομαστική θερμική ισχύ  $\Sigma Q_{NL}$  μεγαλύτερη από 50 kW επιτρέπεται να εγκατασταθίστανται σε χώρους, οι οποίοι έχουν ένα όνοι τροφοδοσίας αέρα προς το ύπαιθρο, η διατομή του οποίου υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$A=150+2 (\Sigma Q_{XL} \cdot 50) \text{ σε } cm^2 \quad (6.5)$$

Η διατομή του ανοίγματος τροφοδοσίας αέρα πρέπει να είναι τουλάχιστον 150 cm<sup>2</sup>.

Τα ανοίγματα τροφοδοσίας αέρα καύσης επιτρέπεται να μπορούν να κλειστούν, όταν μέσω των διατάξεων ασφαλείας εξασφαλίζεται ότι οι καυστήρες μπορούν να λειτουργήσουν όταν τα κλείστρα είναι ανοικτά. Επιτρέπεται να τοποθετηθεί συρμάτινο πλέγμα ή σχάρα (με άνοιγμα πλέγματος κάτω από 10

mm και πάχος σύρματος όχι κάτω από 0,5 mm), αν διατηρείται ή απαιτούμε ελεύθερη διατομή.

Αν στα ανοίγματα τροφοδοσίας αέρα καύσης συνδεθούν αγωγοί, τότε δεν επιτρέπεται να μειωθεί λόγω αυτών ο εισρέων όγκος αέρα. Αυτή η απαίτηση πληρείται, αν ο αγωγός έχει αμετάβλητη εσωτερική διατομή και διαστασιολογηθεί με τη βοήθεια του διαγράμματος Δ1 (παραρτημα 3) συναρτήσει της μορφής της εσωτερικής διατομής, του μήκους του αγωγού, του αθροίσματος των ισοδύναμων προς τις αλλαγές διεύθυνσης μηκών, της ύπαρξης πλέγματος, καθώς και της συνολικής ονομαστικής θερμικής ισχύος. Η τιμή η λαμβανόμενη από το διάγραμμα Δ1 (παραρτημα 3) ισχύει για κυκλικές διατομές καθώς και για ορθογώνιες διατομές με λόγο πλευρών μικρότερο από 1,5. Η τιμή πρέπει να πολλαπλασιασθεί επί ένα συντελεστή διόρθωσης -1,1 για ορθογώνιες διατομές με λόγο πλευρών > 1,5 έως 5 - 1,25 για ορθογώνιες διατομές με λόγο πλευρών > 5 έως 10. Ο αγωγός τροφοδοσίας αέρα καύσης μπορεί να διέρχεται τόσο μέσα από τον χώρο εγκατάστασης, όσο και μέσα από λοιπούς χώρους.

#### **6.6.4 Εγκαταστάσεις μηχανικής απαγωγής καυσαερίων για συσκευές αερίου με καυστήρα χωρίς ανεμιστήρα**

##### *6.6.4.1 Γενικά*

Σε υφιστάμενα κτίρια είναι πιθανόν να μην είναι δυνατή η εγκατάσταση καπνοδόχου ή συστήματος αέρα καυσαερίων, π.χ. λόγω στενότητας χώρου ή και μεγάλου κόστους, ώστε να καταστεί επιτρεπτή η εγκατάσταση συσκευών αερίου. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι δυνατή η εγκατάσταση συσκευών αερίου χωρίς ανεμιστήρα, με μηχανική απαγωγή καυσαερίων. Επίσης η συσκευή του τύπου B14 απαιτεί αυτό το είδος απαγωγής καυσαερίων.

Οι συσκευές αερίου, οι οποίες συνδέονται με εγκαταστάσεις μηχανικής απαγωγής καυσαερίων, πρέπει να είναι κατάλληλες για το σκοπό αυτό.

Τα καυσαέρια πρέπει γενικά να απάγονται μέσω εγκατάστασης απαγωγής καυσαερίων αποτελούμενη από καπναγωγούς και καπνοδόχο. Η συσκευή αερίου συνδέεται με τον ανεμιστήρα μέσω του σωλήνα (καπναγωγού) αναρρόφησης, ενώ τον ανεμιστήρα ακολουθεί ο σωλήνας (καπναγωγός) απόρριψης.

Τα καυσαέρια πρέπει κατά το δυνατόν να οδηγούνται επάνω από τη στέγη. Δεν επιτρέπεται τα απάγονται σε στοές και διαδρόμους καθώς και σε αίθρια ή αεραγωγούς.

##### *6.6.4.2 Σωλήνες αναρρόφησης και απόρριψης*

Οι σωλήνες αναρρόφησης και απόρριψης πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις για τους καπναγωγούς και τις καπνοδόχους.

Στον αγωγό αναρρόφησης πρέπει μετά από κάθε ασφάλεια ροής να εγκαθίσταται μια στραγγαλιστική διάταξη για τη ρύθμιση της παροχής όγκου των καυσαερίων. Οι στραγγαλιστικές διατάξεις πρέπει να είναι ανθεκτικές ή

προστατευμένες έναντι διάβρωσης, να είναι ανθεκτικές έναντι θερμότητας και παραμόρφωσης και να μην είναι ευαίσθητες έναντι της ρύπανσης. Αν σε εξαιρετική περίπτωση οι συσκευές δεν έχουν ασφάλεια ροής, τότε η στραγγαλιστική διάταξη πρέπει να εγκατασταθεί στο περιστόμιο καυσαερίων. Οι στραγγαλιστικές διατάξεις επιτρέπεται να διατάσσονται μόνον σε θέσεις με πρόσβαση για καθαρισμό.

Για τη ρύθμιση της σχεδιαζόμενης παροχής όγκου καυσαερίων μπορεί να εγκατασταθεί στην είσοδο της ροής των καυσαερίων στην εγκατάσταση αναρρόφησης και μια διάταξη δευτερεύοντος αέρα.

Επιτρέπεται να εγκαθίστανται μόνον μηχανικά διευθυνόμενα κλαπέτα καυσαερίων, κατάλληλα για την συσκευή αερίου. Αυτά πρέπει να εγκαθίστανται πριν από την ασφάλεια ροής.

#### 6.6.4.3 *Ανεμιστήρας*

Στην περίπτωση που δεν δίνονται στις οδηγίες εγκατάστασης τιμές για τη διαστασιολόγηση της καπνοδόχου (ροή μάζας καυσαερίων, θερμοκρασία καυσαερίων και ανάγκη ελκυσμού), ο ανεμιστήρας διαστασιολογείται έτσι, ώστε για κάθε 1 kW ονομαστικής θερμικής ισχύος των συνδεδεμένων συσκευών αερίου να μπορεί να μεταφέρει σταθερά 3,5 έως 4,4 m<sup>3</sup>/h. Αυτές οι τιμές βασίζονται σε θερμοκρασίες καυσαερίων/αέρα μεταξύ 60 και 150°C για μια περίσσεια αέρα περίπου 150% ( $\lambda=2,5$ ).

Το μανομετρικό ύψος πρέπει να επιλέγεται για την προσδιορισθείσα παροχή όγκου και την αντίστοιχη θερμοκρασία καυσαερίων αέρα έτσι, ώστε να υπερνικά τις απώλειες πίεσης μεταξύ του περιστομίου καυσαερίων της συσκευής αερίου και της εξόδου στο ύπαιθρο. Σε κτίρια με μέχρι πέντε ορόφους πρέπει να προστεθεί για οριζόντια έξοδο στο ύπαιθρο μια προσαύξηση 0,5 mbar, ενώ για κατακόρυφη έξοδο επάνω από τη στέγη μια προσαύξηση 0,3 mbar. Για περισσότερους από πέντε ορόφους οι αντίστοιχες προσαυξήσεις είναι 0,8 και 0,5 mbar.

Οι λειτουργία του ανεμιστήρα δεν πρέπει να επιβαρύνει τους ενοίκους με θόρυβο. Για τον σκοπό αυτό συνιστάται: α) εγκατάσταση ενός ανεμιστήρα με λίγες στροφές (λιγότερες από 1000 ανά λεπτό), β) ηχοαποσβεστική έδραση του ανεμιστήρα, γ) ελαστική σύνδεση των σωλήνων αναρρόφησης και απόρριψης από μη καύσιμα υλικά, ή δ) σε περίπτωση που απαιτείται, ηχοαπορροφητικό περίβλημα στον ανεμιστήρα.

#### 6.6.4.4 *Διατάξεις ασφαλείας*

Η εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων πρέπει για προστασία έναντι κινδύνων λόγω μη πλήρους απαγωγής των καυσαερίων να εξασφαλίζεται μέσω μιας διάταξης επιτήρησης καυσαερίων. Αυτή η διάταξη πρέπει να διακόπτει αμέσως την προσαγωγή αερίου προς τις συνδεδεμένες συσκευές και να μανταλώνει έναντι αυτόματης επανεκκίνησης, αν η παροχή της εγκατάστασης απαγωγής καυσαερίων μειωθεί περισσότερο από 20% της σχεδιασμένης παροχής όγκου. Η διάταξη επιτήρησης καυσαερίων πρέπει να επενεργεί αναλόγως, αν διακοπεί η βοηθητική της ενέργεια. Η διάταξη επιτήρησης καυσαερίων πρέπει να αισθάνεται την παροχή της εγκατάστασης απαγωγής

καυσαερίων τουλάχιστον με δύο αισθητήρες ενσωματωμένους στην εγκατάσταση. Τουλάχιστον ένας από αυτούς πρέπει να αισθάνεται την παροχή όγκου των καυσαερίων στο περιτόμιο των καυσαερίων των συσκευών αερίου ή πολύ κοντά σ' αυτό. Οι αισθητήρες πρέπει να επενεργούν σε ένα ξεχωριστό ή κοινό αυτόματο όργανο ρύθμισης (αποφρακτικό).

Η διάταξη επιτήρησης καυσαερίων επιτρέπεται να εγκαθίσταται και με ένα μόνο αισθητήρα, αν είναι λόγω κατασκευής και τρόπου λειτουργίας ιδιοασφαλής. Η διάταξη επιτήρησης καυσαερίων θεωρείται ιδιοασφαλής, αν π.χ. πληρούνται οι πρόσθετες απαιτήσεις για την κατασκευή διατάξεων ασφαλείας κατά DIN 57116. Αν ως αισθητήρες χρησιμοποιηθούν επιτηρητές πίεσης, τότε αυτοί πρέπει να είναι κατάλληλοι, π.χ. να ικανοποιούν το DIN 3398 Teil 2. Τα αυτόματα όργανα ρύθμισης (αποφρακτικά) πρέπει να ικανοποιούν το DIN 3394 Teil 1.

#### 6.6.4.5 Διαστασιολόγησης εγκατάστασης μηχανικής απαγωγής καυσαερίων βάση υπολογισμού

Ο ανεμιστήρας πρέπει να επιλέγεται έτσι, ώστε να απάγει με σταθερότητα την υπολογιζόμενη παροχή όγκου καυσαερίων, καλύπτοντας τις απώλειες πίεσης μεταξύ περιτομίου της συσκευής και της εξόδου στο ύπαιθρο. Σε κάθε 1 kW ονομαστικής θερμικής ισχύος των συσκευών αντιστοιχεί παροχή όγκου 4 m<sup>3</sup>/h. Για τη διαστασιολόγηση των σωλήνων αναρρόφησης και απόρριψης λαμβάνεται ταχύτητα καυσαερίων περίπου 4 m/s.

Η διατομή των σωλήνων  $A_{\sigma}$  υπολογίζεται από την παροχή όγκου καυσαερίων  $V_K$  σε m<sup>3</sup>/h.

$$A_{\sigma} = 2,78 \frac{V_K}{u} \text{ σε cm}^2 \quad (6.6)$$

Όπου

u: η ταχύτητα καυσαερίων σε m/s

Μετά την εκτίμηση της διαμέτρου του σωλήνα d και την επιλογή μιας τυποποιημένης διαμέτρου d από το εμπόριο, υπολογίζονται εκ νέου η διατομή

$$d = 1,13 \sqrt{A_{\sigma}} \text{ σε cm} \quad (6.7)$$

και η ταχύτητα

$$u = 2,78 \frac{V_K}{A_{\sigma}} \text{ σε m/s} \quad (6.8)$$

**Πίνακας 6.9** Παράγων απωλειών πίεσης K

διάμετρος d ή dh σε cm	παράγων K		διάμετρος d ή dh σε cm	Παράγων K	
	λείοι σωλήνες/ κανάλια	τραχείς σωλήνες/ κανάλια		λείοι σωλήνες/ κανάλια	τραχείς σωλήνες/ κανάλια
10	0,0210	0,0304	22	0,0161	0,0221
13	0,0191	0,0272	25	0,0154	0,0210
15	0,0182	0,0257	30	0,0146	0,0197
18	0,0171	0,0238	40	0,0134	0,0178
20	0,0166	0,0229	50	0,0126	0,0166

Για τους αγωγούς ορθογώνιας μορφής χρησιμοποιείται η υδραυλική διάμετρος  $d_h$

$$d_h = \frac{4 \cdot A_{\sigma}}{U} \text{ σε cm}$$

(6.9)

όπου  $u$  η εσωτερική περίμετρος του σωλήνα σε cm.

$$\Delta p_{\sigma} = K \frac{l \cdot u^2}{d} \text{ σε mbar}$$

(6.10)

όπου  $\Delta p_{\sigma}$  η απώλεια πίεσης σε mbar

$l$  το ευθύγραμμο μήκος σωλήνων σε m

$K$  παράγων εξαρτώμενος από το συντελεστή τριβής και την πυκνότητα των καυσαερίων.

Ο  $K$  λαμβάνεται από τον πίνακα 6.9. Η απώλεια πίεσης  $Z$  στα στοιχεία μορφής σε mbar πρέπει να λαμβάνεται από τον πίνακα 6.11 σε εξάρτηση από την ταχύτητα ροής  $u$  και το άθροισμα των συντελεστών αντιστάσεων  $\zeta$ . Οι συντελεστές αντίστασης  $\zeta$  δίνονται στον πίνακα 6.10.

### 6.6.5 Θέση σε λειτουργία, οδηγίες λειτουργίας και συντήρηση

Οι συσκευές καύσης αερίου με θάλαμο καύσης με ονομαστική θερμική φόρτιση μεγαλύτερη από 50 kW ή με μηχανική απαγωγή καυσαερίων πρέπει να



τεθούν σε λειτουργία για πρώτη φορά από μια εξειδικευμένη εταιρία, από κοινού με ένα εξειδικευμένο τεχνικό του κατασκευαστή. Ο χρήστης της εγκατάστασης πρέπει να εξοικειωθεί με το χειρισμό των συσκευών.

Κοντά σε κάθε διάταξη κατανάλωσης αερίων πρέπει να τοποθετηθούν σε καλώς ορατή θέση οι οδηγίες λειτουργίας που παραδίνονται από τον κατασκευαστή με μόνιμο τρόπο. Σ' αυτές τις οδηγίες λειτουργίας πρέπει, εκτός από τις οδηγίες για τη θέση σε λειτουργία, να περιέχονται επίσης υποδείξεις για την τρέχουσα προληπτική συντήρηση, ιδιαίτερα των καυστήρων, των διατάξεων έναυσης, ρύθμισης και ασφαλείας, και ένα τακτικό έλεγχο της εγκατάστασης. Οι οδηγίες λειτουργίας περιέχουν επίσης οδηγίες για τις ενέργειες σε περίπτωση βλάβης. Ο χρήστης πρέπει να φροντίζει για την προληπτική συντήρηση των διατάξεων κατανάλωσης αερίου.

**Πίνακας 6.10** Τιμές συντελεστών τοπικών αντιστάσεων

στοιχείο	Z
συστολή/διστολή	0,5
γωνία 90°	1,5
γωνία 45°	0,7
τόξο 90°	0,4
τόξο 45°	0,3
ταυ 90°/διαχωρισμός ροής - διακλάδωση	1,5

**Πίνακας 6.11** Τιμές τοπικών απωλειών πίεσης Z

ταχύτητα σε m/s	Τοπικές αντιστάσεις Z σε mbar για το Σζ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17
2,5	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,17	0,20	0,23	0,26
3	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38
3,5	0,06	0,11	0,17	0,23	0,29	0,34	0,40	0,46	0,51
4	0,08	0,15	0,23	0,30	0,38	0,45	0,53	0,60	0,68
4,5	0,09	0,19	0,28	0,38	0,47	0,56	0,66	0,75	0,85
5	0,12	0,23	0,35	0,47	0,59	0,70	0,82	0,94	1,05
6	0,17	0,34	0,50	0,67	0,84	1,01	1,18	1,34	1,51

## 7.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Σ'αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα υπολογισμών των διαμέτρων και της πτώσης πίεσης σε σωλήνες του δικτύου φυσικού αερίου 2<sup>ης</sup> οικογένειας αερίων με την βοήθεια πινάκων και διαγραμμάτων, επίσης και τα ανοίγματα αερισμού, προσαγωγής αέρα και την απαγωγή καυσαερίων. Για τον υπολογισμό των διαμέτρων και της πτώσης πίεσης σε σωλήνες του δικτύου το δίκτυο θα χωριστεί σε τμήματα αγωγού (ΤΑ) όπως έχει αναφερθεί στην § 5.5.3. Ο χώρος που μελετάται είναι η κουζίνα του εστιατορίου.

Οι συσκευές αερίου που θα τοποθετηθούν στο εστιατόριο είναι: (Οι ονομαστικές τιμές των συσκευών αερίου, δίνονται από τον κατασκευαστή στον πελάτη κατά την αγορά).

### 7.1 ΚΛΑΔΟΙ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

#### 7.1.1 Κλάδος 1.2

##### 7.1.1.1 Αγωγός.

Μήκος αγωγού  $l = 2,5$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

##### 7.1.1.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

Ισχύς		Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας x3	24 x 3 Kw	2,3 x 3 m <sup>3</sup> /h	ΘΑ
Φούρνος	12 Kw	1,3 m <sup>3</sup> /h	ΜΕ
Σχαριέρα x2	14x2 Kw	1,51x2 m <sup>3</sup> /h	ΜΕ
Κουζίνα x2	32x2 Kw	4,02x2 m <sup>3</sup> /h	ΜΕ
Φριτέζα x2	27x2 Kw	3,39x2 m <sup>3</sup> /h	ΜΕ
Θερμάστρα	17 Kw	2,14 m <sup>3</sup> /h	ΘΧ
Σύνολο	245 Kw	28,18 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	245 Kw	28,18 m <sup>3</sup> /h	

### 7.1.1.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάται από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

$$\begin{array}{ll} ME = 5 & f_{TU} = 0,294 \\ \Theta X = 1 & f_{TU} = 1 \\ \Theta A = 3 & f_{TU} = 0,822 \end{array}$$

### 7.1.1.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$\begin{array}{llll} f_{TME} = 0,294 & \Sigma V_{AME} = 16,12 \text{ m}^3/\text{h} & V_s = 4,739 \text{ m}^3/\text{h} & f_{T\Theta X} = 1 & \Sigma V_{A\Theta X} = 2,14 \text{ m}^3/\text{h} \\ V_s = 2,14 \text{ m}^3/\text{h} & & & & \\ f_{T\Theta A} = 0,822 & \Sigma V_{A\Theta A} = 6,9 \text{ m}^3/\text{h} & V_s = 5,672 \text{ m}^3/\text{h} & & \end{array}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 12,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 7.1.1.5 Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

$$\begin{array}{l} \text{Στοιχείο συστολή } \zeta = 0,4 \\ \text{Βαλβίδα σφαιρικής μορφής διέλευσης } \zeta = 0,5 \\ \text{Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο } \zeta = 0,7 \\ \text{Σύνολο } \Sigma \zeta = 0,4 + 0,5 + 0,7 = 1,6 \end{array}$$

### 7.1.1.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προ εκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο  $DN$  συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων. Επιλέγουμε  $DN 50-2''$

#### 7.1.1.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,6$  m/s

#### 7.1.1.8 ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,0084$  mbar/m

#### 7.1.1.9 απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.  $RI = 0,0084 \cdot 2,5 = 0,021$  mbar

#### 7.1.1.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .  
Για ταχύτητα  $u = 1,6$  m/s και  $\Sigma\zeta = 1,6$ , επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  $Z = 0,016$  mbar

#### 7.1.1.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  Ανερχόμενου αγωγού  $2,5$  m =  $2,5$  m (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 5.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta\rho_H = 2,5 \cdot (-0,04) = -0,1 \text{ mbar}$$

#### 7.1.1.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta\rho_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$   
 $\Delta\rho_{TA} = RI + Z + \Delta\rho_H = 0,021 + 0,016 + (-0,1) = -0,063$  mbar

Για κάθε τμήμα ΤΑ ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta\rho_{TA} \leq \Delta\rho_{επιτρ}$  όπου

$\Delta\rho_{επιτρ} = 0,8$  mbar στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

$\Delta\rho_{επιτρ} = 0,5$  mbar στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$\Delta\rho_{1,2} = -0,063 < 0,8$

### 7.1.2 Κλάδος 2.3

#### 7.1.2.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 3,0$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)  
Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

#### 7.1.2.2 Αριθμός συσκευών

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TII}$
Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας x2	24 x 2 Kw	2,3 x 2 m <sup>3</sup> /h	ΘΑ
Σύνολο	48 Kw	4,6 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	48 Kw	4,6 m <sup>3</sup> /h	

#### 7.1.2.3 Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{Tu}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{Tu}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{Tu}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το ΤΑ είναι:

$$\Theta A = 2 \quad f_{TII} = 0,882$$

#### 7.1.2.4 Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{Tu}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού

$$f_{T\Theta A} = 0,882 \quad \Sigma V_{A\Theta A} = 4,6 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 4,062 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 4,062 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 7.1.2.5 Συντελεστών των τοπικών απωλειών ζ

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών ζ (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια(κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών Σζ.

Βαλβίδα σφαιρικής μορφής διέλευσης ζ=0,5. Άρα Σζ=0,5

#### 7.1.2.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 25 – 1

#### 7.1.2.7 Επιλογή ταχύτητας ροής u

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,95$  m/

#### 7.1.2.8 ανηγμένη πτώση πίεσης R

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης R [mbar/m].

Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,0031$  mbar

#### 7.1.2.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,0031 \cdot 3,0 = 0,093 \text{ mbar}$$

#### 7.1.2.10 Τοπικές απώλειες πίεσης Z

Για κάθε τμήμα ΤΑ προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης Z συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών Σζ.

Για ταχύτητας  $u = 1,95$  m/s και Σζ = 0,5 επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  
 $Z = 0,0075$  mbar

#### 7.1.2.11 Η υψομετρική διαφορά ΔΗ

Η υψομετρική διαφορά ΔΗ Ανερχόμενου αγωγού 0 m = 0 m (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta\rho_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.2.12 Έλεγχος συνολικής πτώσης πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub>

Τέλος για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub>

$$\Delta\rho_{TA} = Rl + Z + \Delta\rho_H = 0,093 + 0,0075 + 0 = 0,1005 \text{ mbar}$$

Για κάθε τμήμα ΤΑ ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub> σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη Δρ<sub>ΤΑ</sub> ≤ Δρ<sub>επιτρ</sub>

όπου

Δρ<sub>επιτρ</sub> = 0,8 mbar στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

Δρ<sub>επιτρ</sub> = 0,5 mbar στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta\rho_{2,3} = 0,1005 < 0,5$$

### 7.1.3 Κλάδος 3.4

#### 7.1.3.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού l = 0,5 (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.3.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή V <sub>A</sub>	f <sub>Tu</sub>
Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας	24 Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	ΘΑ
Σύνολο	24 Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	24 Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	

#### 7.1.3.3 Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού f<sub>Tu</sub>

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού f<sub>Tu</sub> για κάθε είδος συσκευής εξαρτάται από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους



συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{Tu}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το ΤΑ είναι:

$$\Theta A = 21 \quad f_{Tu} = 1$$

#### 7.1.3.4 Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_{Au} f_{Tu}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού

$$f_{T\Theta A} = 1 \quad \Sigma V_{A\Theta A} = 2,3 \quad m^3/h \quad V_s = 2,3 \quad m^3/h$$

$$\text{Σύνολο} \quad V_s = 2,3 \quad m^3/h$$

#### 7.1.3.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Στοιχείο συστολής	$\zeta = 0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης x2	$\zeta = 0,5 * 2 = 1,0$
Τόξο Τ διαχωρισμός, διέλευση	$\zeta = 0,3$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta = 0,7$
	$\Sigma \zeta = 0,4 + 1,0 + 0,3 + 0,7 = 2,$

#### 7.1.3.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"

#### 7.1.3.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,75$  m/s

#### 7.1.3.8 ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,034$  mbar/m

### 7.1.3.9 Ανοιγμένη πτώση πίεσης R

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,034 \cdot 0,5 = 0,017 \text{ mbar}$$

### 7.1.3.10 Τοπικές απώλειες πίεσης Z

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2<sup>η</sup> οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης Z συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,75 \text{ m/s}$  και  $\Sigma \zeta = 2,4$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8

$$Z = 0,0295 \text{ mbar}$$

### 7.1.3.11 Η υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  Ανερχόμενου αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου.

Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων

$$\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$$

$$\Delta p_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

### 7.1.3.12 Έλεγχος συνολικής πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = Rl + Z + \Delta p_H = 0,017 + 0,0295 + 0 = 0,0465 \text{ mbar}$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{\text{επιτρ}}$  όπου

α)  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

β)  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{3,4} = 0,0465 \leq 0,5$$

## 7.1.4 Κλάδος 3.5

### 7.1.4.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 2,0$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.4.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας	24 Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	ΘΑ
Σύνολο	24 Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	24 Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	

#### 7.1.4.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το ΤΑ είναι:

$$\Theta A = 1 \quad f_{TU} = 1$$

#### 7.1.4.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $v_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_{All}$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{T\Theta A} = 1 \quad \Sigma V_{A\Theta A} = 2,3 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 2,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Σύνολο  $V_s = 2,3 \text{ m}^3/\text{h}$

#### 7.1.4.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχειών μορφής και σύνδεσης.

Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Στοιχείο συστολής	$\zeta = 0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης x2	$\zeta = 0,5 * 2 = 1,0$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta = 0,7$
αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο	$\zeta = 0,7$
	$\Sigma \zeta = 0,4 + 1,0 + 0,7 + 0,7 = 2,8$

#### 7.1.4.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"

#### 7.1.4.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,75$  m/s

#### 7.1.4.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,034$  mbar/m

#### 7.1.4.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,034 \cdot 2,0 = 0,068 \text{ mbar}$$

#### 7.1.4.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2<sup>η</sup> οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,75$  m/s και  $\Sigma \zeta = 2,8$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8

$$Z = 0,0335 \text{ mbar}$$

#### 7.1.4.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  Ανερχόμενου αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο (κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην 4.2.4

για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου.

Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta p_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.4.12 Έλεγχος συνολική πτώση πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = Rl + Z + \Delta p_H = 0,068 + 0,0335 + 0 = 0,1015 \text{ mbar}$

Για κάθε τμήμα ΤΑ ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι

μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη

$$\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{επιτρ} \text{ όπου}$$

$\Delta p_{επιτρ} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

$\Delta p_{επιτρ} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{3,5} = 0,0935 < 0,5$$

Για κάθε τμήμα ΤΑ ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι

μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη

$$\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{επιτρ} \text{ όπου}$$

$\Delta p_{επιτρ} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

$\Delta p_{επιτρ} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{3,5} = 0,0935 < 0,5$$

## 7.1.5 Κλάδος 2.6

### 7.1.5.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,2$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

### 7.1.5.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς		Παροχή $V_A$		
Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας	24	Kw	2,3	$m^3/h$	ΘΑ
Φούρνος	12	Kw	1,3	$m^3/h$	ΜΕ
Σχαριέρα x2	14 x 2	Kw	1,51 x 2	$m^3/h$	ΜΕ
Κουζίνα x2	32 x 2	Kw	4,02 x 2	$m^3/h$	ΜΕ
Φριτέζα x2	27 x 2	Kw	3,39 x 2	$m^3/h$	ΜΕ
Θερμάστρα	17	Kw	2,14	$m^3/h$	ΘΧ
Σύνολο	197	Kw	23,58	$m^3/h$	
Γενικό σύνολο	197	Kw	23,58	$m^3/h$	

### 7.1.5.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές

ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

ME = 5	$f_{TU} = 0,294$
ΘΧ = 1	$f_{TU} = 1$
ΘΑ = 1	$f_{TU} = 1$

#### 7.1.5.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_{Af_{TU}}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{tme} = 0,294 \quad \Sigma V_{AME} = 16,12 \text{ M}^3/\text{h} \quad V_s = 4,739 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_{T\Theta X} = 1 \quad \Sigma V_{A\Theta X} = 2,14 \text{ M}^3/\text{h} \quad V_s = 2,14 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$f_{T\Theta A} = 1 \quad \Sigma V_{A\Theta A} = 2,3 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 2,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 9,179 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 7.1.5.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια(κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

$$\begin{aligned} \text{Τόξο } T \text{ διαχωρισμός, διέλευση} \quad \zeta &= 0,3 \\ \Sigma \zeta &= 0,3 \end{aligned}$$

#### 7.1.5.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 50-2"

#### 7.1.5.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,150 \text{ m/s}$

#### 7.1.5.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,048 \text{ mbar/m}$

#### 7.1.5.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot I$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot I = 0,048 \cdot 0,2 = 0,001 \text{ mbar}$$

#### 7.1.5.10 Τοπικές απώλειες πίεσης Z

Για κάθε τμήμα ΤΑ προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης Z συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών. Για ταχύτητα  $u = 1,150 \text{ m/s}$  και  $\Sigma \zeta = 0,3$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8:

$$Z = 0,0016 \text{ mbar}$$

#### 7.1.5.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  Ανερχόμενου αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην §4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta p_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.5.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$

$$\Delta p_{TA} = RI + Z + \Delta p_H = 0,001 + 0,0016 + 0 = 0,0026 \text{ mbar}$$

Για κάθε τμήμα ΤΑ ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι

μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{\text{επιτρ}}$  όπου

$\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

$\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{2,6} = 0,0026 \leq 0,8$$

### 7.1.6 Κλάδος 6.7

#### 7.1.6.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 1,5$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

### 7.1.6.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς		Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Θερμάστρα	17	Kw	2,14 m <sup>3</sup> /h	ΘΧ
Σύνολο	17	Kw	2,14 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	17	Kw	2,14 m <sup>3</sup> /h	

### 7.1.6.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάται από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το ΤΑ είναι:

$$\Theta X = 1 \quad f_{TU} = 1$$

### 7.1.6.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_{All}f_{TII}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_{All}$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TII}$

$$f_{T\Theta X} = 1 \quad \Sigma V_{A\Theta X} = 2,14 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 2,14 \text{ m}^3/\text{h}$$
$$\text{Σύνολο } V_s = 2,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 7.1.6.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Στοιχείο συστολής	$\zeta=0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική)μορφή διέλευσης	$\zeta=0,5$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta=0,7$

$$\text{Σύνολο } \Sigma \zeta = 0,4 + 0,5 + 0,7 = 1,6$$

### 7.1.6.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"



#### 7.1.6.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,63$  m/s

#### 7.1.6.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,031$  mbar/m

#### 7.1.6.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$  δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,031 \times 1,5 = 0,0465 \text{ mbar}$$

#### 7.1.6.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,63$  m/s και  $\Sigma \zeta = 1,6$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8

$$Z = 0,016 \text{ mbar}$$

#### 7.1.6.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  Ανερχόμενου αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta p_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.6.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$

$$\Delta p_{TA} = R \cdot l + Z + \Delta p_H = 0,0465 + 0,016 + 0 = 0,0625 \text{ mbar}$$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{\text{επιτρ}}$  όπου

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,8$  mbar στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5$  mbar στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{6,7} = 0,0625 < 0,5$$

## 7.1.7 Κλάδος 6.8

### 7.1.7.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 10,5$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

### 7.1.7.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς		Παροχή $V_A$		
Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας	24	Kw	2,3	$m^3/h$	ΘΑ
Φούρνος	12	Kw	1,3	$m^3/h$	ΜΕ
Σχαριέρα x2	14x2	Kw	1,51x2	$m^3/h$	ΜΕ
Κουζίνα x2	32x2	Kw	4,02x2	$m^3/h$	ΜΕ
Φριτέζα x2	27x2	Kw	3,39x2	$m^3/h$	ΜΕ
Σύνολο	180	Kw	21,44	$m^3/h$	
Γενικό σύνολο	180	Kw	21,44	$m^3/h$	

### 7.1.7.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το ΤΑ είναι:

$$\begin{aligned} ME = 5 & & f_{TU} = 0,294 \\ \Theta A = 1 & & f_{TU} = 1 \end{aligned}$$

### 7.1.7.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$\begin{aligned} f_{TME} = 0,294 & \quad \Sigma V_{AME} = 16,12 \text{ m}^3/h & \quad V_s = 4,739 \text{ m}^3/h \\ f_{T\Theta A} = 1 & \quad \Sigma V_{A\Theta A} = 2,3 \text{ m}^3/h & \quad V_s = 2,3 \text{ m}^3/h \\ \text{Σύνολο } V_s & = 7,039 \text{ m}^3/h \end{aligned}$$

### 7.1.7.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ

αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .

Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης x2	$\zeta=0,5 \times 2 = 1,0$
Τόξο Τ διαχωρισμός, διέλευση	$\zeta=0,3$
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο x2	$\zeta=0,7 \times 2 = 1,4$

$$\Sigma\zeta=1,0+0,3+1,4 = 2,7$$

#### 7.1.7.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 50 - 2"

#### 7.1.7.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 0,85$  m/s

#### 7.1.7.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,0029$  mbar/m

#### 7.1.7.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.  
 $R \cdot l = 0,0029 \cdot 10,5 = 0,03045$  mbar

#### 7.1.7.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα ΤΑ προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .  
Για ταχύτητα  $u = 0,85$  m/s και  $\Sigma\zeta = 2,7$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  
 $Z=0,0078$  mbar

### 7.1.7.11 Υψομετρική διαφορά ΔΗ

Η υψομετρική διαφορά ΔΗ Ανερχόμενου αγωγού  $0\text{ m} = 0\text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην §4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta\rho_H = 0 \cdot (-0,04) = 0\text{ mbar}$$

### 7.1.7.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub>

Τέλος για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub>  
 $\Delta\rho_{ΤΑ} = Rl + Z + \Delta\rho_H = 0,03045 + 0,0078 + 0 = 0,03825\text{ mbar}$

Για κάθε τμήμα ΤΑ ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub> σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη

$$\Delta\rho_{ΤΑ} \leq \Delta\rho_{\text{επιτρ}} \text{ όπου}$$

- $\Delta\rho_{\text{επιτρ}} = 0,8\text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και
- $\Delta\rho_{\text{επιτρ}} = 0,5\text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta\rho_{6,8} = 0,03825 < 0,8$$

## 7.1.8 Κλάδος 8.9

### 7.1.8.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l=2,5$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

### 7.1.8.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή V <sub>A</sub>	f <sub>TU</sub>
Φούρνος	12 Kw	1,3 m <sup>3</sup> /h	ME
Σχαριέρα x2	14 x 2 Kw	1,51 x 2 m <sup>3</sup> /h	ME
Κουζίνα x2	32 x 2 Kw	4,02 x 2 m <sup>3</sup> /h	ME
Φριτέζα x2	27 x 2 Kw	3,39 x 2 m <sup>3</sup> /h	ME
Σύνολο	156 Kw	19,14 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	156 Kw	19,14 m <sup>3</sup> /h	

### 7.1.8.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού f<sub>TU</sub>

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το ΤΑ είναι:

$$ME = 5 \quad f_{TU} = 0,294$$

#### 7.1.8.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,294 \quad \Sigma V_{AME} = 16,12 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 4,739 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 4,739 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 7.1.8.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης  $\zeta = 0,5$

Τόξο Τ διαχωρισμός, διέλευση  $\zeta = 0,3$

αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο  $\times 2 \quad \zeta = 0,7 \times 2 = 1,4$

$$\Sigma \zeta = 0,5 + 0,3 + 1,4 = 2,2$$

#### 7.1.8.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 32 - 1 ¼

#### 7.1.8.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,3 \text{ m/s}$

#### 7.1.8.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,01 \text{ mbar/m}$

#### 7.1.8.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$  δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,01 \times 2,5 = 0,025 \text{ mbar}$$

#### 7.1.8.10 Τοπικές απώλειες πίεσης Z

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης Z συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma Z$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,3 \text{ m/s}$  και  $\Sigma Z = 2,2$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  $Z = 0,0146 \text{ mbar}$

#### 7.1.8.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  καθοδικού αγωγού  $2,5 \text{ m} = -2,5 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8), Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta p_H = -2,5 \cdot (-0,04) = 0,1 \text{ mbar}$$

#### 7.1.8.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = R \cdot l + Z + \Delta p_H = 0,025 + 0,0146 + 0,1 = 0,1396 \text{ mbar}$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{επιτρ}$  όπου

- $\Delta p_{επιτρ} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και
  - $\Delta p_{επιτρ} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.
- $$\Delta p_{8,9} = 0,1396 < 0,5$$

### 7.1.9 Κλάδος 9.10

#### 7.1.9.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,2 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.9.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Φούρνος	12 Kw	1,3 $m^3/h$	ME
Σχαριέρα x2	14x2 Kw	1,51x2 $m^3/h$	ME
Σύνολο	40 Kw	4,32 $m^3/h$	
Γενικό σύνολο	40 Kw	4,32 $m^3/h$	

#### 7.1.9.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

$$ME = 3 \quad f_{TU} = 0,621$$

#### 7.1.9.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,621 \quad \Sigma V_{AME} = 1,3 \quad m^3/h \quad V_s = 0,807 \quad m^3/h$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 0,807 \quad m^3/h$$

#### 7.1.9.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια(κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .

Βαλβίδα (σφαιρική)μορφή διέλευσης  $\zeta=0,5$  άρα  $\Sigma\zeta=0,5$

#### 7.1.9.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20-3/4"

#### 7.1.9.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 0,6$  m/s

#### 7.1.9.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,005$  mbar/m

#### 7.1.9.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,005 \cdot 0,2 = 0,001 \text{ mbar}$$

#### 7.1.9.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 0,6$  m/s και  $\Sigma \zeta = 0,5$  επιλέγουμε από τον πίνακα 6.8  $Z = 0,001$  mbar

#### 7.1.9.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  καθοδικού αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta p_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.9.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = R \cdot l + Z + \Delta p_H = 0,001 + 0,001 + 0 = 0,002$  mbar

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{\text{επιτρ}}$  όπου

- $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,8$  mbar στους κεντρικούς κλάδους διανομής και
- $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5$  mbar στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{9,10} = 0,002 < 0,5$$



## 7.1.10 Κλάδος 10.11

### 7.1.10.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,1$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

### 7.1.10.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Φούρνος	12 Kw	$1,3 \text{ m}^3/\text{h}$	ME
Σύνολο	12 Kw	$1,3 \text{ m}^3/\text{h}$	
Γενικό σύνολο	12 Kw	$1,3 \text{ m}^3/\text{h}$	

### 7.1.10.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάται από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

$$ME = 1 \quad f_{TU} = 0,621$$

### 7.1.10.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,621 \quad \Sigma V_A ME = 1,3 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 0,807 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 0,807 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 7.1.10.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

$$\begin{aligned} \text{Στοιχείο συστολής} & \quad \zeta = 0,4 \\ \text{Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης} & \quad \zeta = 0,5 \end{aligned}$$

Τόξο T διαχωρισμός, διέλευση  $\zeta=0,3$   
 εύκαμπτος σύνδεσμος  $\zeta=0,7$   
 Τόξο T διαχωρισμός, διέλευση  $\zeta=0,3$   
 αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο  $\zeta=0,7$   
 $\Sigma\zeta=0,4+0,5+0,3+0,7+0,7+0,3= 1,9$

#### 7.1.10.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα TA προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"

#### 7.1.10.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 0,6$  m/s

#### 7.1.10.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m].

Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,005$  mbar/m

#### 7.1.10.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $RI$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R I = 0,005 \times 0,1 = 0,0005 \text{ mbar}$$

#### 7.1.10.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2<sup>η</sup> οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 0,6$  m/s και  $\Sigma\zeta = 1,9$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8

$$Z = 0,0015 \text{ mbar}$$

#### 7.1.10.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  καθοδικού αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνοση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta p_H = 0 - (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.10.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = Rl + Z + \Delta p_H = 0,0005 + 0,0015 + 0 = 0,002 \text{ mbar}$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{TA}$  όπου

- $\Delta p_{επιτρ} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και
- $\Delta p_{επιτρ} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{10,11} = 0,002 < 0,5$$

### 7.1.11 Κλάδος 12.13

#### 7.1.11.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,1$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.11.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα TA συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Σχαριέρα	14 Kw	1,51 m <sup>3</sup> /h	ME
Σύνολο	14 Kw	1,51 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	14 Kw	1,51 m <sup>3</sup> /h	

#### 7.1.11.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα TA. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το TA είναι:

$$ME = 1 \quad f_{TU} = 0,621$$

#### 7.1.11.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $v_A f_{tu}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_{All}$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{tu}$

$$f_{TME} = 0,621 \quad \Sigma V_{AME} = 1,51 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 0,938 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 0,938 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 7.1.11.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια(κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Στοιχείο συστολής

$$\zeta = 0,4$$

Βαλβίδα (σφαιρική)μορφή διέλευσης

$$\zeta = 0,5$$

εύκαμπτος σύνδεσμος

$$\zeta = 0,7$$

$$\Sigma \zeta = 0,4 + 0,5 + 0,7 = 1,6$$

#### 7.1.11.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"

#### 7.1.11.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 0,72 \text{ m/s}$

#### 7.1.11.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,008 \text{ mbar/m}$

#### 7.1.11.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε το γινόμενο  $R l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R l = 0,008 \times 0,1 = 0,0008 \text{ mbar}$$

#### 7.1.11.10 Τοπικές απώλειες πίεσης Z

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης Z συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .  
Για ταχύτητας  $u = 0,72 \text{ m/s}$  και  $\Sigma\zeta = 1,6$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  
 $Z = 0,0015 \text{ mbar}$

#### 7.1.11.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  καθοδικού αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 5.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta\rho_H = \Delta H (-0,04)$

$$\Delta\rho_H = 0 (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.11.12 Έλεγχος συνολική πτώση πίεσης $\Delta\rho_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$

$$\Delta\rho_{TA} = Rl + Z + \Delta\rho_H = 0,0008 + 0,0015 + 0 = 0,002 \text{ mbar}$$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη

$$\Delta\rho_{TA} \leq \Delta\rho_{\text{επιτρ}}$$

όπου

-  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

-  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta\rho_{12,13} = 0,0023 < 0,5$$

### 7.1.12 Κλάδος 12.14

#### 7.1.12.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,1$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.12.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα TA συσκευών είναι

Σχαριέρα	Ισχύς 14 Kw	Παροχή $V_A$ 1,51 m <sup>3</sup> /h	$f_{TII}$ ME
----------	----------------	--	-----------------

Σύνολο	14 Kw	1,51 m <sup>3</sup> /h
Γενικό σύνολο	14 Kw	1,51 m <sup>3</sup> /h

### 7.1.12.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάται από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

$$ME = 1 \quad f_{TU} = 0,621$$

### 7.1.12.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_{All}$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,621 \quad ZV_{AME} = 1,51 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 0,938 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 0,938 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 7.1.12.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια(κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .

Στοιχείο συστολής	$\zeta=0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική)μορφή διέλευσης	$\zeta=0,5$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta=0,7$
Τόξο Τ διαχωρισμός, διέλευση	$\zeta=0,3$
αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο	$\zeta=0,7$

$$\Sigma\zeta=0,4+0,5+0,7+0,3+0,7= 2,6$$

### 7.1.12.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"

### 7.1.12.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 0,72$  m/s

#### 7.1.12.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,008$  mbar/m

#### 7.1.12.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $RI$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.  
 $RI = 0,008 \times 0,1 = 0,0008$  mbar

#### 7.1.12.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2<sup>η</sup> οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .  
Για ταχύτητας  $u = 0,72$  m/s και  $\Sigma\zeta = 2,3$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  
 $Z = 0,0045$  mbar

#### 7.1.12.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  καθοδικού αγωγού  $0$  m =  $0$  m (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου.  
Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta\rho_H = \Delta H (-0,04)$   
 $\Delta\rho_H = 0 - (-0,04) = 0$  mbar

#### 7.1.12.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta\rho_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$   
 $\Delta\rho_{TA} = RI + Z + \Delta\rho_H = 0,0008 + 0,0045 + 0 = 0,0053$  mbar  
Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta\rho_{TA} \leq \Delta\rho_{\text{επιτρ}}$  όπου  
-  $\Delta\rho_{\text{επιτρ}} = 0,8$  mbar στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.  
 $\Delta p_{12.14} = 0,0053 < 0,5$

### 7.1.13 κλάδος 9.15

#### 7.1.13.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 2,5$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.13.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα TA συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Κουζίνα x2	32x2 Kw	4,02x2 m <sup>3</sup> /h	ME
Φριτέζα x2	27x2 Kw	3,39x2 m <sup>3</sup> /h	ME
Σύνολο	118 Kw	14,82 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	118 Kw	14,82 m <sup>3</sup> /h	

#### 7.1.13.3 συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα TA. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το TA είναι:

$$ME = 4 \quad f_{TU} = 0,325.$$

#### 7.1.13.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,325 \quad \Sigma V_{AME} = 14,82 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 4,816 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 4,816 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 7.1.13.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2 ) γίνεται με βάση τα σχέδια(κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα TA αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχειών μορφής και σύνδεσης. Για κάθε TA υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .



Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης  $\zeta=0,5$   
 $\Sigma\zeta=0,5$

#### 7.1.13.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 25 - 1"

#### 7.1.13.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 2,3$  m/s

#### 7.1.13.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,042$  mbar/m

#### 7.1.13.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε το γινόμενο  $R l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.  
 $R l = 0,042 \times 2,5 = 0,105$  mbar

#### 7.1.13.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα ΤΑ προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .  
Για ταχύτητας  $u = 2,3$  m/s και  $\Sigma\zeta = 0,5$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  
 $Z = 0,011$  mbar

#### 7.1.13.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  Ανερχόμενου αγωγού  $0$  m =  $0$  m (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta\rho_H = \Delta H \cdot (-0,04)$   
 $\Delta\rho_H = 0 \cdot (-0,04) = 0$  mbar

#### 7.1.13.12 Συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = Rl + Z + \Delta p_H = 0,105 + 0,011 + 0 = 0,116 \text{ mbar}$

#### 7.1.13.13 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{επιτρ}$  όπου

- $\Delta p_{επιτρ} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και
- $\Delta p_{επιτρ} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.  
 $\Delta p_{9.15} = 0,116 < 0,5$

### 7.1.14 Κλάδος 15.16

#### 7.1.14.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,6$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.14.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα TA συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Κουζίνα	32 Kw	4,02 $\text{m}^3/\text{h}$	ME
Σύνολο	32 Kw	4,02 $\text{m}^3/\text{h}$	
Γενικό σύνολο	32 Kw	4,02 $\text{m}^3/\text{h}$	

#### 7.1.14.3 συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα TA. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το TA είναι:

$$ME = 1 \quad f_{TU} = 0,621$$

#### 7.1.14.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_{ΑΓΤΥ}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,621 \quad \Sigma V_{AME} = 4,002 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 2,496 \text{ m}^3/\text{h}$$

Σύνολο  $V_s = 2,496 \text{ m}^3/\text{h}$

#### 7.1.14.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών ζ

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών ζ (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών Σζ.

Στοιχείο συστολής	$\zeta=0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική)μορφή διέλευσης	$\zeta=0,5$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta=0,7$
Τόξο Τ διαχωρισμός, διέλευση	$\zeta=0,3$
$\Sigma \zeta=0,4+0,5+0,7+0,3=$	$1,9$

#### 7.1.14.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20-3/4"

#### 7.1.14.7 Επιλογή ταχύτητας ροής u

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα u [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,9 \text{ m/s}$

#### 7.1.14.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης R

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης R [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,0405 \text{ mbar/m}$

#### 7.1.14.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε το γινόμενο R l, δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R l = 0,0405 \cdot 0,6 = 0,0243 \text{ mbar}$$

#### 7.1.14.10 Τοπικές απώλειες πίεσης Z

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης Z συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma Z$ .  
Για ταχύτητας  $u = 1,9 \text{ m/s}$  και  $\Sigma Z = 1,9$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  
 $Z = 0,0276 \text{ mbar}$

#### 7.1.14.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  καθοδικού αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου.  
Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H (-0,04)$   
 $\Delta p_H = 0 - (-0,04) = 0 \text{ mbar}$

#### 7.1.14.11 Έλεγχος συνολική πτώση πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = Rl + Z + \Delta p_H = 0,0243 + 0,0276 + 0 = 0,0519 \text{ mbar}$   
Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{\text{επιτρ}}$   
όπου  
-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και  
-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.  
 $\Delta p_{15.16} = 0,0519 \leq 0,5$

### 7.1.15 Κλάδος 15.17

#### 7.1.15.1.Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,7$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.15.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα TA συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Κουζίνα	32 Kw	4,02 $\text{m}^3/\text{h}$	ME
Σύνολο	32 Kw	4,02 $\text{m}^3/\text{h}$	
Γενικό σύνολο	32 Kw	4,02 $\text{m}^3/\text{h}$	

### 7.1.15.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

$$ME = 1 \quad f_{TU} = 0,621$$

### 7.1.15.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,621 \quad \Sigma V_{AME} = 4,002 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 2,496 \text{ m}^3/\text{h}$$

Σύνολο  $V_s = 2,496 \text{ m}^3/\text{h}$

### 7.1.15.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια( κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Στοιχείο συστολής	$\zeta=0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης	$\zeta=0,5$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta=0,7$
Τόξο Τ διαχωρισμός, διέλευση	$\zeta=0,3$
$\Sigma \zeta=0,4+0,5+0,7+0,3=$	$1,9$

### 7.1.15.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20-3/4"

### 7.1.15.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,6 \text{ m/s}$

### 7.1.15.8 Ανηγγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m].

Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,0405 \text{ mbar/m}$

#### 7.1.15.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,0405 \times 0,7 = 0,02835 \text{ mbar}$$

#### 7.1.15.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2<sup>η</sup> οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,9 \text{ m/s}$  και  $\Sigma \zeta = 2,3$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8

$$Z = 0,0332 \text{ mbar}$$

#### 7.1.15.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  καθοδικού αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου.

Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H (-0,04)$

$$\Delta p_H = 0 - (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.15.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$

$$\Delta p_{TA} = R \cdot l + Z + \Delta p_H = 0,02835 + 0,0332 + 0 = 0,06155 \text{ mbar}$$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{\text{επιτρ}}$  όπου

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{15.17} = 0,06155 < 0,5$$

### 7.1.16 Κλάδος 15.18

#### 7.1.16.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 1,5$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.16.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Φριτέζα x2	27x2 Kw	3,39x2 m <sup>3</sup> /h	ME
Σύνολο	54 Kw	6,78 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	54 Kw	6,78 m <sup>3</sup> /h	

#### 7.1.16.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

$$ME = 2 \quad f_{TU} = 0,448$$

#### 7.1.16.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,448 \quad \Sigma V_{AME} = 6,78 \quad m^3/h \quad V_s = 3,037 \quad m^3/h$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 3,037 \quad m^3/h$$

#### 7.1.16.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

$$\text{Τόξο } T \text{ διαχωρισμός, διέλευση} \quad \zeta = 0,3$$

$$\text{Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο} \quad \zeta = 0,7$$

$$\text{Σύνολο} \quad \Sigma \zeta = 0,3 + 0,7 = 1,0$$

#### 7.1.16.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα TA προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 25 - 1"

#### 7.1.16.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,45$  m/s.

#### 7.1.16.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,018$  mbar/m

#### 7.1.16.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R l = 0,018 \times 1,5 = 0,027 \text{ mbar}$$

#### 7.1.16.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2η οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,45$  m/s και  $\Sigma \zeta = 1,0$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8

$$Z = 0,0085 \text{ mbar}$$

#### 7.1.16.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  Ανερχόμενου αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπόψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta p_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.16.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = R l + Z + \Delta p_H = 0,027 + 0,0085 + 0 = 0,0355 \text{ mbar}$ .



Για κάθε τμήμα ΤΑ ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{επιτρ}$  όπου

- $\Delta p_{επιτρ} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και
  - $\Delta p_{επιτρ} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.
- $\Delta p_{15,18} = 0,0355 \leq 0,5$

### 7.1.17 κλάδος 18.19

#### 7.1.17.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,1$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.17.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Φριτέζα	27 Kw	3,39 m <sup>3</sup> /h	ME
Σύνολο	32 Kw	3,39 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	32 Kw	3,39 m <sup>3</sup> /h	

#### 7.1.17.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ' αυτό το ΤΑ είναι:

$$ME = 1 \quad f_{TU} = 0,621$$

#### 7.1.17.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_A f_{TU}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_A$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$F_{TME} = 0,621 \quad \Sigma V_{Ame} = 3,39 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 2,105 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 2,105 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 7.1.17.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα

ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .

Στοιχείο συστολής	$\zeta=0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική)μορφή διέλευσης	$\zeta=0,5$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta=0,7$
Τόξο Τ διαχωρισμός, διέλευση	$\zeta=0,3$
$\Sigma\zeta=0,4+0,5+0,7+0,3=$	$1,9$

#### 7.1.17.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"

#### 7.1.17.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,6$  m/s

#### 7.1.17.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,03$  mbar/m

#### 7.1.17.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε το γινόμενο  $R l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$Rl = 0,03 \times 0,1 = 0,003 \text{ mbar}$$

#### 7.1.17.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα ΤΑ προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2<sup>η</sup> οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,6$  m/s και  $\Sigma\zeta = 1,9$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8  $Z = 0,019$  mbar

#### 7.1.17.11 Υψομετρική διαφορά ΔΗ

Η υψομετρική διαφορά ΔΗ καθοδικού αγωγού  $0\text{ m} = 0\text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπόψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίων.

Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων

$$\Delta\rho_H = \Delta H - (-0,04)$$

$$\Delta\rho_H = 0 - (-0,04) = 0\text{ mbar}$$

#### 7.1.17.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub>

Τέλος για κάθε τμήμα ΤΑ υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub>  
 $\Delta\rho_{ΤΑ} = Rl + Z + \Delta\rho_H = 0,003 + 0,019 + 0 = 0,021\text{ mbar}$

Για κάθε τμήμα ΤΑ ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης Δρ<sub>ΤΑ</sub> σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη

$$\Delta\rho_{ΤΑ} \leq \Delta\rho_{επιτρ}$$

όπου

-  $\Delta\rho_{επιτρ} = 0,8\text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

-  $\Delta\rho_{επιτρ} = 0,5\text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta\rho_{18.19} = 0,021 \leq 0,5$$

### 7.1.18 Κλάδος 18.20

#### 7.1.18.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 0,1$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

#### 7.1.18.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Φριτέζα	27 Kw	3,39 m <sup>3</sup> /h	ME
Σύνολο	32 Kw	3,39 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	32 Kw	3,39 m <sup>3</sup> /h	

#### 7.1.18.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TII}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές

ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

$$ME = 1 \quad f_{TU} = 0,621$$

#### 7.1.18.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_{Af_{TU}}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_{Aii}$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{TME} = 0,621 \quad \Sigma V_{Ame} = 3,39 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 2,105 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Σύνολο } V_s = 2,105 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 7.1.18.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια(κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma\zeta$ .

Στοιχείο συστολής	$\zeta=0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική)μορφή διέλευσης	$\zeta=0,5$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta=0,7$
αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο	$\zeta=0,7$
$\Sigma\zeta=0,4+0,5+0,7+0,7= 2,3$	

#### 7.1.18.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 5.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"

#### 7.1.18.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,6 \text{ m/s}$

#### 7.1.18.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,03 \text{ mbar/m}$

#### 7.1.18.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,03 \cdot 0,1 = 0,003 \text{ mbar}$$

#### 7.1.18.10 Τοπικές απώλειες πίεσης Z

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2<sup>η</sup> οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης Z συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,6 \text{ m/s}$  και  $\Sigma \zeta = 2,3$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8

$$Z = 0,023 \text{ mbar}$$

#### 7.1.18.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  καθοδικού αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου.

Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων

$$\Delta p_H = \Delta H^* (-0,04)$$

$$\Delta p_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.18.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$

$$\Delta p_{TA} = Rl + Z + \Delta p_H = 0,003 + 0,023 + 0 = 0,026 \text{ mbar}$$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη  $\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{\text{επιτρ}}$

όπου

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

$$\Delta p_{18.20} = 0,026 \leq 0,5$$

### 7.1.19 Κλάδος 8.21

#### 7.1.19.1 Αγωγός

Μήκος αγωγού  $l = 9,0$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8)

### 7.1.19.2 Αριθμός συσκευών

Αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα ΤΑ συσκευών είναι

	Ισχύς	Παροχή $V_A$	$f_{TU}$
Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας	24Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	ΘΑ
Σύνολο	24 Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	
Γενικό σύνολο	24 Kw	2,3 m <sup>3</sup> /h	

### 7.1.19.3 Συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{TU}$

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  για κάθε είδος συσκευής εξαρτάτε από τον αριθμό των εξυπηρετούμενων συσκευών από το τμήμα ΤΑ. Τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$  τους παίρνουμε από τον πίνακα 5.4 του κεφαλαίου 5.0 αριθμός των εξυπηρετούμενων συσκευών σ'αυτό το ΤΑ είναι:

$$\Theta A = 21 \quad f_{TU} = 1$$

### 7.1.19.4 Υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής $V_s$

Ο υπολογισμός της παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  υπολογίζεται δημιουργώντας για κάθε είδος συσκευής τα γινόμενα  $V_{Af_{TU}}$  των αθροισμάτων των τιμών σύνδεσης  $V_{All}$  επί τους συντελεστές ταυτοχρονισμού  $f_{TU}$

$$f_{T\Theta A} = 1 \quad \Sigma V_{A\Theta A} = 2,3 \text{ m}^3/\text{h} \quad V_s = 2,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Σύνολο  $V_s = 2,3 \text{ m}^3/\text{h}$

### 7.1.19.5 Συντελεστής των τοπικών απωλειών $\zeta$

Η επιλογή των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\zeta$  (§ 5.5.2 Τυποποιημένο Φύλλο 2) γίνεται με βάση τα σχέδια (κεφάλαιο 8) για κάθε τμήμα ΤΑ αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός των οργάνων και στοιχείων μορφής και σύνδεσης. Για κάθε ΤΑ υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών των τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Στοιχείο συστολής	$\zeta = 0,4$
Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης x2	$\zeta = 0,5 * 2 = 1,0$
Τόξο Τ διαχωρισμός, διέλευση	$\zeta = 0,3$
εύκαμπτος σύνδεσμος	$\zeta = 0,7$
αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο	$\zeta = 0,7$
$\Sigma \zeta = 0,4 + 1,0 + 0,3 + 0,7 + 0,7 = 3,1$	

### 7.1.19.6 Επιλογή διαμέτρων

Για κάθε τμήμα ΤΑ προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής  $V_s$  με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων 6.5 και διαγραμμάτων (του παραρτήματος 1). Επιλέγουμε DN 20 - 3/4"

#### 7.1.19.7 Επιλογή ταχύτητας ροής $u$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα  $u$  [m/s]. Επιλέγουμε ταχύτητα  $u = 1,75$  m/s

#### 7.1.19.8 Ανηγμένη πτώση πίεσης $R$

Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα (όπως παραπάνω) για την προεκτιμημένη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ανηγμένη πτώση πίεσης  $R$  [mbar/m]. Επιλέγουμε ανηγμένη πτώση πίεσης  $R = 0,035$  mbar/m

#### 7.1.19.9 Απώλειες πίεσης λόγω τριβών

Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το γινόμενο  $R \cdot l$ , δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες.

$$R \cdot l = 0,035 \cdot 9,0 = 0,315 \text{ mbar}$$

#### 7.1.19.10 Τοπικές απώλειες πίεσης $Z$

Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια του πίνακα 5.8 (για τη 2<sup>η</sup> οικογένεια) ή του αντίστοιχου διαγράμματος (στο παράρτημα 1) τις τοπικές απώλειες πίεσης  $Z$  συναρτήσει της εκτιμηθείσας ταχύτητας  $u$  και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών  $\Sigma \zeta$ .

Για ταχύτητας  $u = 1,75$  m/s και  $\Sigma \zeta = 3,1$  επιλέγουμε από τον πίνακα 5.8

$$Z = 0,0295 \text{ mbar}$$

#### 7.1.19.11 Υψομετρική διαφορά $\Delta H$

Η υψομετρική διαφορά  $\Delta H$  Ανερχόμενου αγωγού  $0 \text{ m} = 0 \text{ m}$  (δείχνεται στα σχέδια στο κεφάλαιο 8). Η άνωση λαμβάνεται υπ' όψη με τις σχέσεις που δίνονται στην § 4.2.4 για κάθε μια από τις οικογένειες αερίου. Για 2<sup>η</sup> οικογένεια αερίων  $\Delta p_H = \Delta H \cdot (-0,04)$

$$\Delta p_H = 0 \cdot (-0,04) = 0 \text{ mbar}$$

#### 7.1.19.12 Έλεγχος συνολική πτώσης πίεσης $\Delta p_{TA}$

Τέλος για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$   
 $\Delta p_{TA} = Rl + Z + \Delta p_H = 0,315 + 0,0295 + 0 = 0,3445 \text{ mbar}$

Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε αν η συνολική πτώση πίεσης  $\Delta p_{TA}$  σ' αυτό είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση μέγιστη επιτρεπόμενη

$$\Delta p_{TA} \leq \Delta p_{\text{επιτρ}}$$

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,8 \text{ mbar}$  στους κεντρικούς κλάδους διανομής και

-  $\Delta p_{\text{επιτρ}} = 0,5 \text{ mbar}$  στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.  
 $\Delta p_{8.21} = 0,3445 < 0,5$

**Σημείωση:** όλα τα αποτελέσματα για κάθε ΤΑ καταγράφονται στο τυποποιημένο φύλλο 1 στο τέλος του κεφαλαίου.

## 7.2 ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΚΛΑΔΟΥΣ (ΣΤΑ)

### 7.2.1 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.4

$$\Delta p_{\Sigma \text{YN}} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.3} + \Delta p_{3.4} = -0,063 + 0,1005 + 0,0465 = 0,084 \text{ mbar}$$

### 7.2.2 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.4

$$\Delta p_{\Sigma \text{YN}} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.3} + \Delta p_{3.5} = -0,063 + 0,1005 + 0,0935 = 0,131 \text{ mbar}$$

### 7.2.3 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.7

$$\Delta p_{\Sigma \text{YN}} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.6} + \Delta p_{6.7} = -0,063 + 0,0026 + 0,09625 = 0,0021 \text{ mbar}$$

### 7.2.4 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.11

$$\Delta p_{\Sigma \text{YN}} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.6} + \Delta p_{6.8} + \Delta p_{8.9} + \Delta p_{9.10} + \Delta p_{10.11} = -0,063 + 0,0026 + 0,03825 + 0,1396 + 0,002 + 0,002 = 0,12145 \text{ mbar}$$

### 7.2.5 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.16

$$\Delta p_{\Sigma \text{YN}} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.6} + \Delta p_{6.8} + \Delta p_{8.9} + \Delta p_{9.15} + \Delta p_{15.16} = -0,063 + 0,0026 + 0,03825 + 0,1396 + 0,116 + 0,0519 = 0,28535 \text{ mbar}$$

### 7.2.6 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.17

$$\Delta p_{\Sigma \text{YN}} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.6} + \Delta p_{6.8} + \Delta p_{8.9} + \Delta p_{9.15} + \Delta p_{15.17} = -0,063 + 0,0026 + 0,03825 + 0,1396 + 0,116 + 0,06615 = 0,295 \text{ mbar}$$

### 7.2.7 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.19

$$\Delta p_{\Sigma \text{YN}} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.6} + \Delta p_{6.8} + \Delta p_{8.9} + \Delta p_{9.15} + \Delta p_{15.18} + \Delta p_{18.19} = -0,063 + 0,0026 + 0,03825 + 0,1396 + 0,116 + 0,0355 + 0,021 = 0,28995 \text{ mbar}$$

### 7.2.8 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.20

$$\Delta p_{\Sigma \text{YN}} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.6} + \Delta p_{6.8} + \Delta p_{8.9} + \Delta p_{9.15} + \Delta p_{15.18} + \Delta p_{18.20} = -0,063 + 0,0026 + 0,03825 + 0,1396 + 0,116 + 0,0355 + 0,026 = 0,29495 \text{ mbar}$$



### 7.2.9 Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.21

$$\Delta p_{\Sigma YN} = \Delta p_{1.2} + \Delta p_{2.6} + \Delta p_{6.8} + \Delta p_{8.21} = -0,063 + 0,0026 + 0,03825 + 0,3445 = 0,32235 \text{ mbar}$$

**Πίνακας 7.1** Πτώση πίεσης στους κλάδους (mbar)

Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.4	0,084
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.5	0,131
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.7	0,0021
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.11	0,12145
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.16	0,28535
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.17	0,295
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.19	0,28995
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.20	0,29495
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1.21	0,32235

### 7.3 ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΟΣ ΚΛΑΔΟΣ

Η συνολική πτώση πίεσης για τη δυσμενέστερη περίπτωση τροφοδοσίας συσκευής συνήθως πλέον απομακρυσμένη) είναι ο κλάδος 1.21 = 0,32235 mbar

$$\begin{aligned} \Delta p_{\Sigma YN} &\leq \Delta p_{\text{επιτρ}} = 1,3 \\ &\text{mbar} \\ 0,32235 \text{ mbar} &< 1,3 \\ &\text{mbar} \end{aligned}$$

οπότε είμαστε μέσα στους περιορισμούς που θέτει ο Ελληνικός κανονισμός εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar -ΦΕΚ 963/Β/15-7-03, για την πτώση πίεσης.

### 7.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ ΚΑΥΣΗΣ

Η τροφοδοσία με τον απαιτούμενο αέρα καύσης για τον λέβητα αερίου που βρίσκεται στο πατάρι (φαίνονται στα σχέδια) επάνω από την κουζίνα υπάρχει άνοιγμα διατομής  $100 \text{ cm}^2$  (10x10 απ). Από την § 6.6.3.5 και την σχέση (6.5) υπολογίζουμε το άνοιγμα προσαγωγής αέρα γνωρίζοντας πως στο πατάρι θα τοποθετηθεί θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας με ισχύ 24 Kw και παροχή  $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$  οπότε θα έχουμε

$$\text{ελάχιστο απαιτούμενο άνοιγμα} = 150 + (24 - 50) \cdot 2 = 98 \text{ cm}^2$$

Όσον αφορά τους λέβητες αερίου που βρίσκονται στην εξωτερική πλευρά του καταστήματος (φαίνονται στα σχέδια) η τροφοδοσία τους με αέρα καύσης γίνεται με ομοκεντρικές καμινάδες άμεσα από την ατμόσφαιρα.

Ο απαιτούμενος αέρας προς τις συσκευές της κουζίνας (φαίνονται στα σχέδια) γίνεται από τον αέρα του χώρου εγκατάστασης. Για τον αερισμό του Χώρου υπάρχει άνοιγμα διατομής  $600\text{cm}^2$  (20x30 εκ). Από την § 6.6.3.5 και την σχέση (6.5) υπολογίζουμε το άνοιγμα προσαγωγής αέρα γνωρίζοντας ότι στη κουζίνα θα τοποθετηθούν

	Ισχύς	Παροχή
Φούρνος	12 Kw	1,3 m <sup>3</sup> /h
Σχαριέρα x2	14x2 Kw	1,51x2 m <sup>3</sup> /h
Κουζίνα x2	32x2 Kw	4,02x2 m <sup>3</sup> /h
Φριτέζα x2	27x2 Kw	3,39x2 m <sup>3</sup> /h
Σύνολο	158 Kw	17,84 m <sup>3</sup> /h

$$\text{ελάχιστο απαιτούμενο άνοιγμα} = 150 + (158 - 50) \cdot 2 = 366\text{cm}^2$$

## 7.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Η απαγωγή των καυσαερίων για τους λέβητες κατανάλωσης αερίου που βρίσκονται στην εξωτερική πλευρά του καταστήματος γίνεται μέσω ομοκεντρικών καμινάδων των ίδιων των συσκευών.

### 7.5.1 Απαγωγής καυσαερίων στο χώρο της κουζίνας

Στο χώρο της κουζίνας του εστιατορίου θα εγκατασταθεί μηχανική απαγωγή καυσαερίων για συσκευές αερίου με καυστήρα χωρίς ανεμιστήρα (με βάση την (§ 6.6.4 και 6.6.4.5) αφού η συνολική ισχύς είναι 158 Kw .Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε την διατομή και την απαιτούμενη ισχύς του ανεμιστήρα. Το συνολικό μήκος της καπνοδόχου είναι 5m (φαίνονται στα σχέδια). Τα στοιχεία μορφής που θα τοποθετηθούν είναι: 2 συστολές , 1 γωνία 45° και 1 διαχωρισμός ροής.

$$\text{Η Παροχή όγκου καυσαερίων είναι } V_k = 158 \text{ Kw} \times 4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{Kw} = 632 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\begin{aligned} \text{Η Διατομή σωλήνα} \quad A\sigma &= 2,781 \cdot V_k / u = 2,781 \cdot 632 \text{ m}^3/\text{h} / 4 \text{ m/s} \\ A\sigma &= 439,24 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Η Διάμετρος σωλήνα} \quad d = 1,13 / \sqrt{A\sigma} = 1,13 / \sqrt{439,24\text{cm}^2} = 23,68 \text{ cm}$$

Επιλέγουμε από πίνακα 6.9 σωλήνα με  $d=25\text{cm}$  (Φ250) και  $K=0,0154$ . Ο σωλήνας θα είναι χαλύβδινος (λείος). Τότε θα υπολογίσουμε εκ νέου τη διατομή  $d = 1,13 / \sqrt{A\sigma}$  οπότε  $A\sigma = 463,72 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned} \text{Η ταχύτητα } u &= 2,78 \cdot V_k / A\sigma = 2,78 \cdot 632 \text{ m}^3/\text{h} / 463,72 \text{ cm}^2 \\ U &= 3,78 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Η απώλεια στον αγωγό υπολογίζεται

$$\Delta\rho_{\sigma} = 0,0154 \cdot ( 5 \cdot 3,78^2 / 25 ) = 0,050 \text{ mbar}$$

Οι συνολικές τοπικές απώλειες  $\Sigma z$  υπολογίζονται με βάση τον πίνακα 6.10 οπότε έχουμε:

2 συστολές  $0,5 \cdot 2 = 1$

1 γωνία  $45^{\circ}$   $0,7$

1 διαχωρισμός ροής  $1,5$

$\Sigma z = 1 + 0,7 + 1,5 = 3,2$  Από τον πίνακα 6.11 για  $u=3,78$  m/s και  $\Sigma z= 3,2$  λαμβάνεται με παρεμβολή  $Z = 0,196$  mbar

Η Συνολική πτώση πίεσης  $\Delta\rho_{\sigma} + Z +$  πίεση ανέμου οριζόντια προς ύπαιθρο (§ 6.6.4.3) =  $0,050 + 0,196 + 0,5 = 0,746$  mbar. Οπότε απαιτείται ένας ανεμιστήρας με παροχή  $VK = 632$  m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό 1 mbar. Τα καυσαέρια των συσκευών αερίου της κουζίνας θα συλλέγονται από χοάνη συλλογής και θα οδεύουν από καπνοδόχο διαμέτρου  $\Phi$  250 στο περιβάλλον με μηχανική απαγωγή καυσαερίων, στον ακάλυπτο της οικοδομής.

Όσον αφορά την έξοδο των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα λήφθηκαν υπόψη οι περιορισμοί της (§ 6.4.2) /ΦΕΚ963/15-6-2003.

Τυποποιημένο φύλλο 1

Προσδιορισμός των διαμέτρων σωλήνων

είδος σωλήνων

αγωγός τροφοδοσίας:

$\Delta p_{\text{εμπρ}} \leq 0,8$  mbar

1<sup>η</sup> οικογένεια

ΕΛΟΤ 269

αγωγοί ανόδου:

$\Delta p_{\text{εμπρ}} \leq 0,0$  mbar (1η κ.2η οικογ.)

2<sup>η</sup> οικογένεια

ΕΛΟΤ 268

κλάδοι σύνδεσης

$\Delta p_{\text{εμπρ}} \leq 0,5$  mbar

4<sup>η</sup> οικογένεια

ΕΛΟΤ EN 1057

συσκευών:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
				3x4						7x10							
Α Υ Ω Υ ΟΙ	ΤΑ	Είδος αρ. συσκ.	$\Sigma V_A$ Ειδ.σ.	$f_{\text{Π}}$ ειδ.σ	-	$V_s$	I	DN	U	R	R I	$\Sigma \zeta$	Z	$\Delta H$ (1)	$\Delta p_H$	$\Delta p_{TA}$	έλεγχος $\Sigma \Delta p_{TA}$ $\leq \Delta p_{\text{επ}}$
	-	-	$\frac{m^3}{h}$	-	$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m^3}{h}$	m	-	$\frac{M}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	mbar	-	mbar	m	mbar	mbar	
1.2	ME: 7 ΘP: ΘX: 1 ΘA: 3 BX:	16,12 2,14 6,9	0,294 1 0,822	4,739 2,14 5,672		12,55	2,5	50	1,6	0,0084	0,021	1,6	0,016	-2,5	-0,1	-0,063	$\Delta p_{1,2}$ -0,063 ≤ 0,8
2.3	ME: ΘP: ΘX: ΘA: 2 BX:					4,062	3	25	1,95	0,031	0,093	0,5	0,0075	-	-	0,1005	$\Delta p_{2,3}$ 0,1005 ≤ 0,5
3.4	ME: ΘP: ΘX: ΘA: 1 BX:					2,3	0,5	20	1,75	0,034	0,017	2,4	0,0295	-	-	0,0465	$\Delta p_{3,4}$ 0,0465 ≤ 0,5
3.5	ME: ΘP: ΘX: ΘA: 1 BX:					2,3	2	20	1,75	0,034	0,068	2,8	0,0335	-	-	0,1015	$\Delta p_{3,5}$ 0,0935 ≤ 0,5
2.6	ME: 7 ΘP: ΘX: 1 ΘA: 1 BX:	16,12 2,14 2,3	0,294 1 2,3	4,739 2,14 2,3		9,179	0,2	50	1,150	0,0048	0,001	0,3	0,0016	-	-	0,0026	$\Delta p_{2,6}$ 0,0026 ≤ 0,8
6.7	ME: ΘP: ΘX: 1 ΘA: BX:					2,14	1,5	20	1,63	0,031	0,0465	1,6	0,016	-	-	0,0625	$\Delta p_{6,7}$ 0,0625 ≤ 0,5
6.8	ME: 7 ΘP: ΘX: ΘA: 1 BX:	16,12 2,14 2,3	0,294 1 2,3	4,739 2,14 2,3		7,039	10,5	50	0,85	0,0029	0,03045	2,7	0,0078	-	-	0,03825	$\Delta p_{6,8}$ 0,03825 ≤ 0,8

(2) ανερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "+", κατερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "-"

ME: μαγειρική εστία, ΘP: θερμαντ/ρας ροής, ΘX: θερμαντ/ρας χώρου, ΘA: θερμαντ. ανακυκλοφορίας, BX: βιοτ. Χρήση

Τυποποιημένο φύλλο 1

Προσδιορισμός των διαμέτρων σωλήνων

είδος σωλήνων

Αγωγός τροφοδοσίας:  
αγωγοί ανόδου:  
κλάδοι σύνδεσης  
συσκευών:

$\Delta p_{\text{εμπρ}} \leq 0,8 \text{ mbar}$   
 $\Delta p_{\text{εμπρ}} \leq 0,0 \text{ mbar}$  (1η κ.2η οικογ.)  
 $\Delta p_{\text{εμπρ}} \leq 0,5 \text{ mbar}$

1<sup>η</sup> οικογένεια  
 2<sup>η</sup> οικογένεια  
 4<sup>η</sup> οικογένεια

ΕΛΟΤ 269  
 ΕΛΟΤ 268  
 ΕΛΟΤ EN 1057

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Α γ ω γ ο ί	ΤΑ	Είδος αρ. συσκ.	$\Sigma V_A$ ειδ.σ.	$f_{TII}$ ειδ.σ	-	Vs	I	DN	U	R	R I	$\Sigma \zeta$	Z	$\Delta H$ (1)	$\Delta p_H$	$\Delta p_{TA}$	έλεγχος $\Sigma \Delta p_{TA} \leq$ $\Delta p_{\text{επ}}$
	-	-	$\frac{m^3}{h}$	-	$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m^3}{h}$	m	-	$\frac{M}{S}$	$\frac{mbar}{m}$	mbar	-	mbar	m	mbar	Mbar	
8.9	ME: 7	16,12	0,294	4,739													$\Delta p_{8,9}$ $0,1396 \leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:				4,739	2,5	32	1,3	0,01	0,025	2,2	0,0146	2,5	0,10	0,1396		
	BX:																
9.10	ME: 3	1,3	0,621	0,807													$\Delta p_{9,10}$ $0,002 \leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:				0,807	0,2	20	0,6	0,005	0,001	0,5	0,001	-	-	0,002		
	BX:																
10.11	ME: 1	1,3	0,621	0,807													$\Delta p_{10,11}$ $0,002 \leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:				0,807	0,1	20	0,6	0,005	0,0005	1,9	0,0015	-	-	0,002		
	BX:																
12.13	ME: 1	1,51	0,621	0,938													$\Delta p_{12,13}$ $0,0023 \leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:				0,938	0,1	20	0,72	0,008	0,0008	1,6	0,0015	-	-	0,0023		
	BX:																
12.14	ME: 1	1,51	0,621	0,938													$\Delta p_{13,13}$ $0,0053 \leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:				0,938	0,1	20	0,72	0,008	0,0008	2,6	0,0045	-	-	0,0053		
	BX:																
9.15	ME: 4	14,82	0,325	4,816													$\Delta p_{9,15}$ $0,116 \leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:				4,816	2,5	20	2,3	0,042	0,105	0,5	0,011	-	-	0,116		
	BX:																
15.16	ME: 1	4,020	0,621	2,496													$\Delta p_{15,16}$ $0,0519 \leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:				2,496	0,6	20	1,9	0,0405	0,0243	1,9	0,0276	-	-	0,0519		
	BX:																

(3) ανερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "+", κατερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "-"

ME: μαγειρική εστία, ΘP: θερμαντ/ρας ροής, ΘX: θερμαντ/ρας χώρου, ΘA: θερμαντ. ανακυκλοφορίας, BX: βιοτ. Χρήση

Τυποποιημένο φύλλο 1

Προσδιορισμός των διαμέτρων σωλήνων

είδος σωλήνων

αγωγός τροφοδοσίας:

$\Delta p_{επιτ} \leq 0,8$  mbar

1<sup>η</sup> οικογένεια

ΕΛΟΤ 269

αγωγοί ανόδου:

$\Delta p_{επιτ} \leq 0,0$  mbar (1η κ.2η οικογ.)

2<sup>η</sup> οικογένεια

ΕΛΟΤ 268

κλάδοι σύνδεσης

$\Delta p_{επιτ} \leq 0,5$  mbar

4<sup>η</sup> οικογένεια

ΕΛΟΤ EN 1057

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Α γ ω γ οί					3x4						7x10						
	TA	Είδος αρ. συσκ.	$\Sigma V_A$ ειδ.σ.	$f_{TII}$ ειδ.σ	-	$V_s$	I	DN	U	R	R I	$\Sigma \zeta$	Z	$\Delta H$ (1)	$\Delta p_H$	$\Delta p_{TA}$	έλεγχος $\Sigma \Delta p_{TA} \leq$ $\Delta p_{επ}$
	-	-	$\frac{m^3}{h}$	-	$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m^3}{h}$	m	-	$\frac{M}{s}$	mbar m	mbar	-	Mbar	m	mbar	mbar	
15.17	ME: 1	4,020	0,621	2,496													$\Delta p_{14.17}$ 0,06155 $\leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:					2,496	0,7	20	1,9	0,0405	0,02835	2,3	0,0332	-	-	0,06155	
	BX:																
15.18	ME: 2	6,780	0,448	3,032													$\Delta p_{15.18}$ 0,0355 $\leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:					3,032	1,5	20	1,45	0,018	0,027	1,0	0,0085	-	-	0,0355	
	BX:																
18.19	ME: 1	3,390	0,621	2,105													$\Delta p_{18.19}$ 0,021 $\leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:					2,105	0,1	20	1,6	0,03	0,003	1,9	0,019	-	-	0,021	
	BX:																
18.20	ME: 1	3,390	0,621	2,105													$\Delta p_{18.20}$ 0,026 $\leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:					2,105	0,1	20	1,6	0,03	0,003	2,3	0,023	-	-	0,026	
	BX:																
8.21	ME: 1	2,3	1	2,3													$\Delta p_{8.21}$ 0,3445 $\leq 0,5$
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:					2,3	9	20	1,75	0,035	0,315	3,1	0,0295	-	-	0,3445	
	BX:																
	ME:																
	ΘP:																
	ΘX:																
	ΘA:																
	BX:																

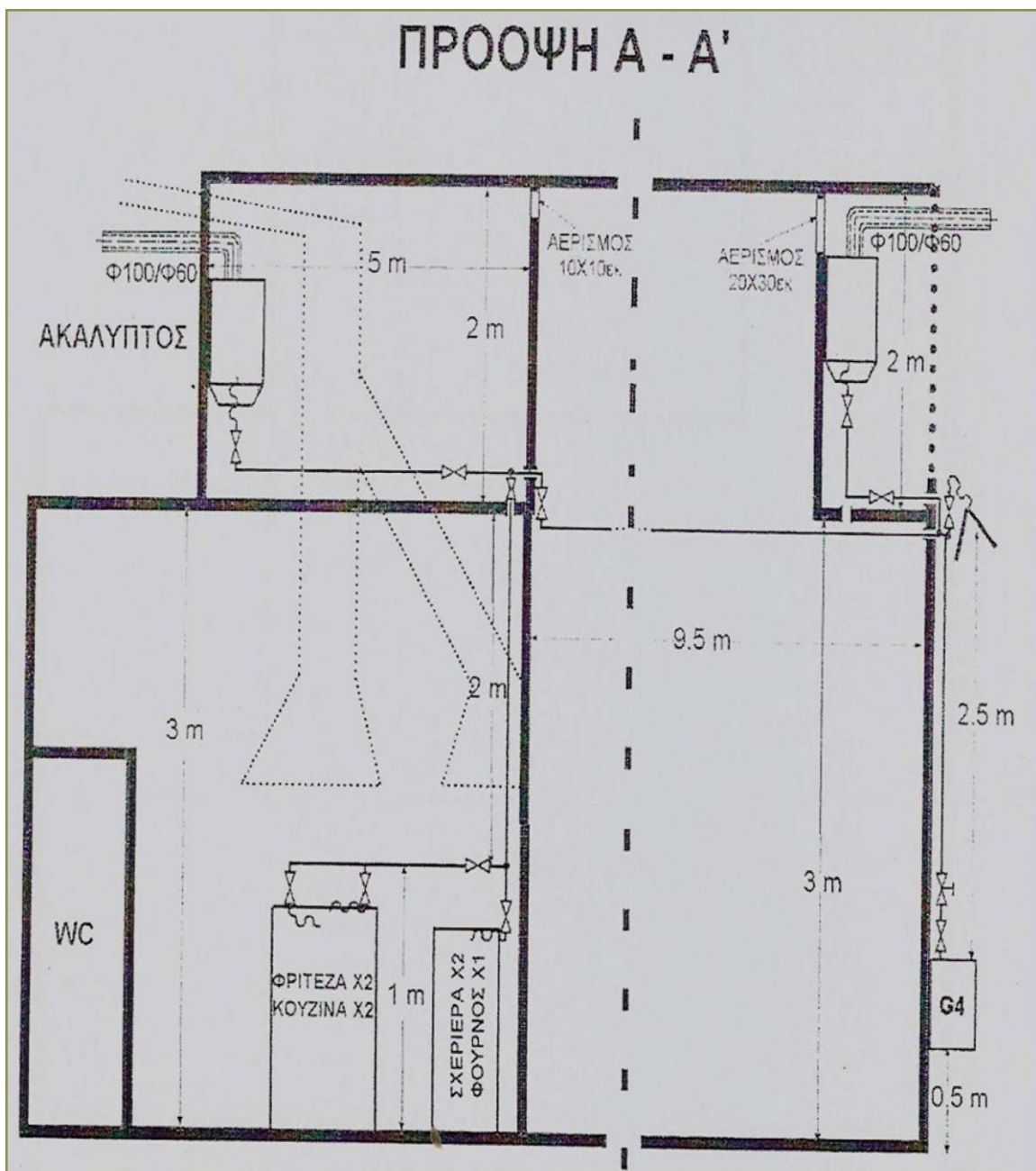
(4) ανερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "+", κατερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "-"

ME: μαγειρική εστία, ΘP: θερμαντ/ρας ροής, ΘX: θερμαντ/ρας χώρου, ΘA: θερμαντ. ανακυκλοφορίας, BX: βιοτ. Χρήση

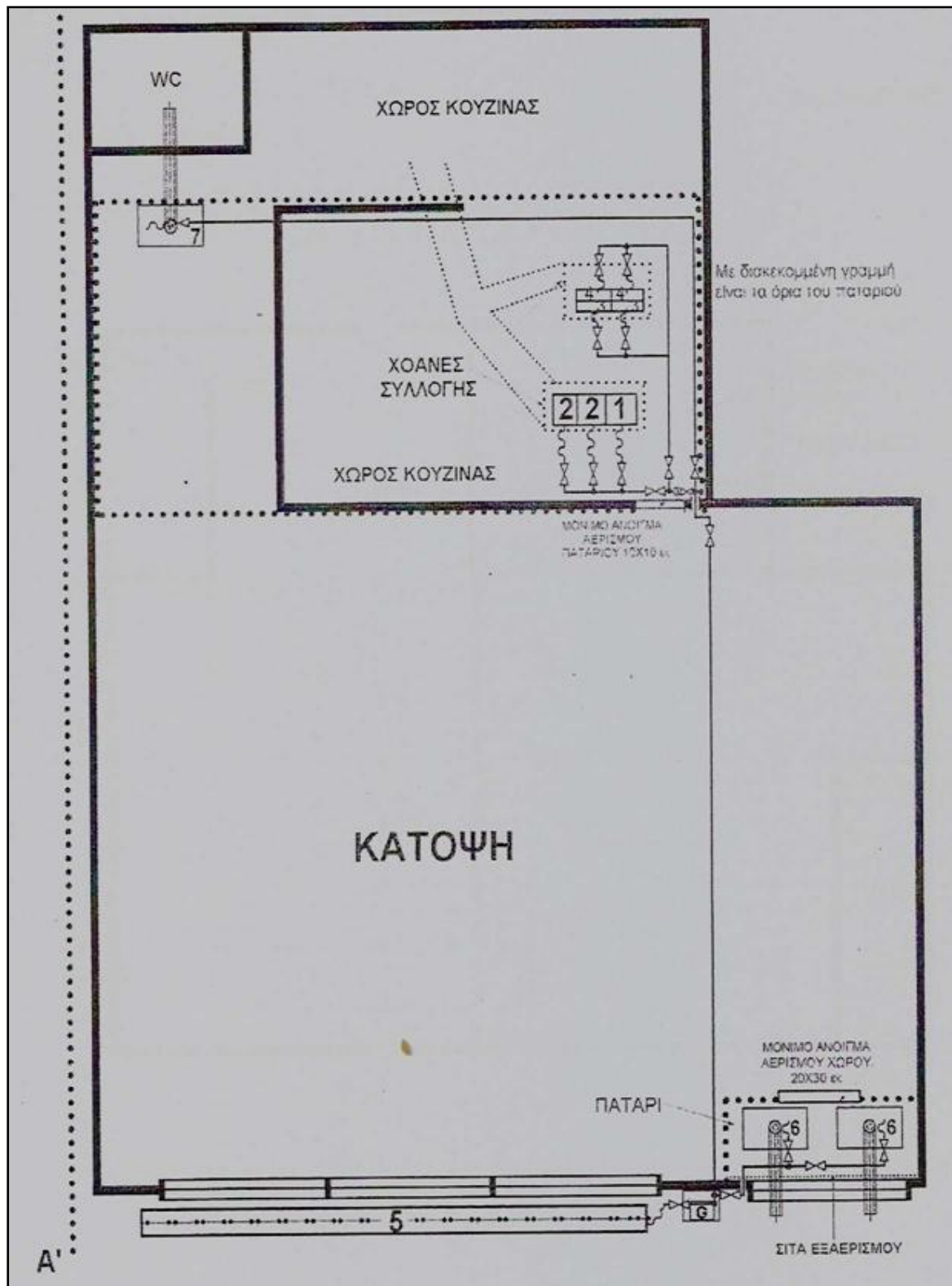
## 8. ΣΧΕΔΙΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο δίνονται τα σχέδια του χώρου εστίασης που πραγματοποιήθηκε, η μελέτη και εγκατάσταση φυσικού αερίου, σε πρόοψη, κάτοψη, το διάγραμμα συνδέσεων, και τα σημεία τοποθέτησης των συσκευών.

### 8.1 ΠΡΟΟΨΗ

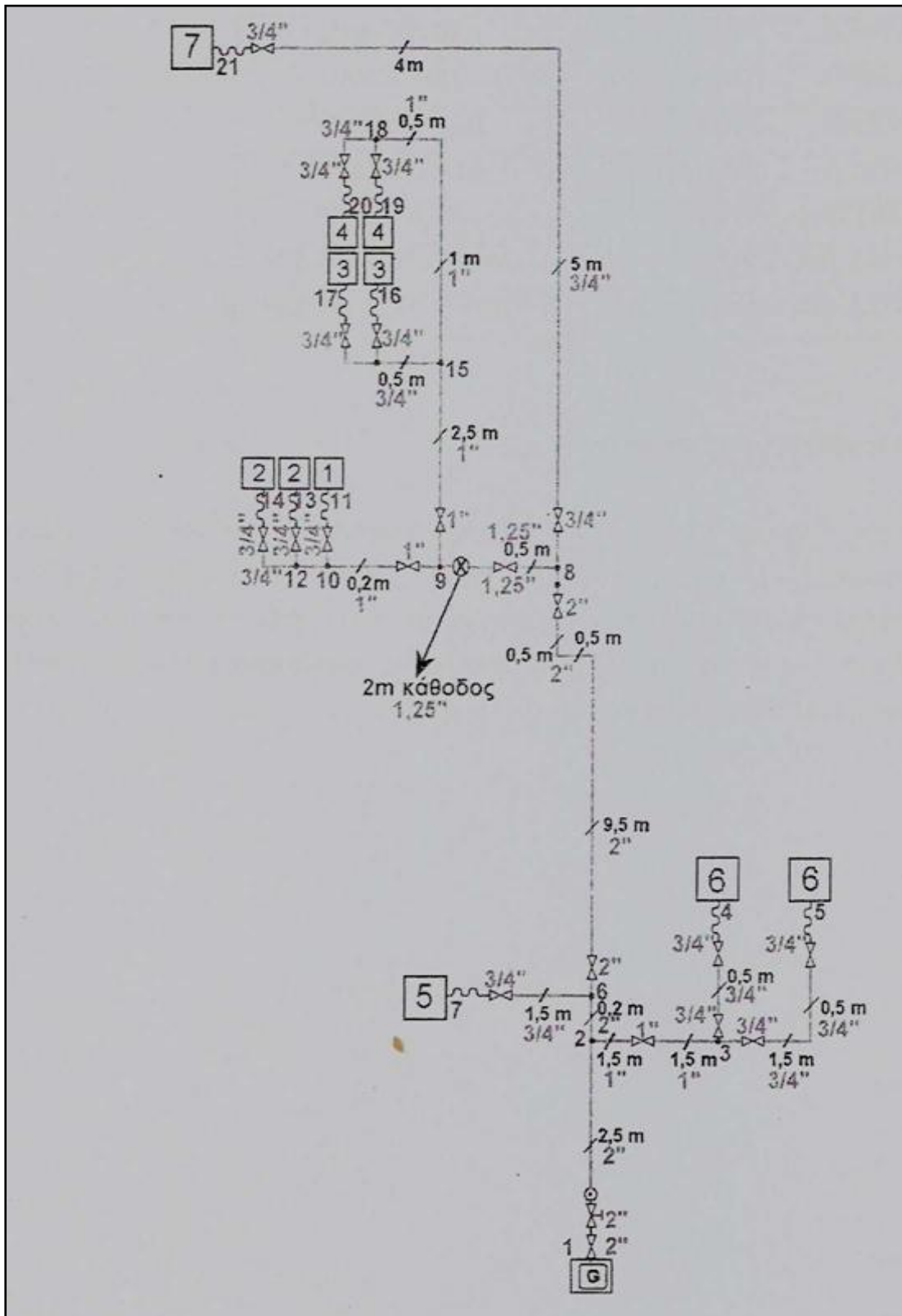


## 8.2 ΚΑΤΟΨΗ Α΄





### 8.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΜΕΤΡΗΤΗΣ G

A/A	ΣΥΣΚΕΥΗ	ΙΣΧΥΣ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ
1	ΦΟΥΡΝΟΣ	12KW	1	RATIONAL
2	ΣΧΑΡΙΕΡΑ	14KW	2	RATIONAL
3	ΚΟΥΖΙΝΑ	32KW	2	ELECTROLUX
4	ΦΡΙΤΕΖΑ	27KW	2	ELECTROLUX
5	ΘΕΡΜΑΣΤΡΑ	17KW	1	ADVANTICA
6	ΛΕΒΗΤΑΣ ΦΑ	24 KW	2	CHAFFOTEAUX & M
7	ΛΕΒΗΤΑΣ ΦΑ	24 KW	1	CHAFFOTEAUX & M

#### 8.4 ΣΗΜΕΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

Οι συσκευές 1, 2, 3 και 4 είναι τοποθετημένες στο χώρο της κουζίνας. Η συσκευή 6 είναι τοποθετημένη στην πρόσοψη του καταστήματος στο άνω μέρος δεξιά. Η συσκευή 5 είναι τοποθετημένη στην πρόσοψη του καταστήματος στο άνω μέρος αριστερά. Η συσκευή 7 είναι τοποθετημένη στο πατάρι του καταστήματος και ο μετρητής είναι τοποθετημένος στην πρόσοψη του καταστήματος.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Το σπουδαιότερο συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα εργασία, είναι ότι προκειμένου να υλοποιήσουμε, μια μελέτη και εγκατάσταση φυσικού αερίου, ώστε αυτή να είναι λειτουργική και ασφαλής, πρέπει ο μηχανικός και το εξειδικευμένο προσωπικό να ακολουθήσουν προσεκτικά τους κανονισμούς, (σωστές τοποθετήσεις σωληνώσεων, κατάλληλες συνδέσεις και υλικά, σωστούς υπολογισμούς) με κάθε λεπτομέρεια. Αν παραβλεφτούν κάποιοι κανόνες ή γίνει πρόχειρη δουλειά είναι σίγουρο ότι η εγκατάσταση δεν θα λειτουργήσει σωστά ή στο μέλλον θα παρουσιαστούν σοβαρά προβλήματα σε αυτή.

2. Το φυσικό αέριο δεν είναι επικίνδυνο και δεν θα παρουσιαστεί εύκολα κάποιο ατύχημα αν η εγκατάσταση του είναι ασφαλής και λειτουργική.

3. Η Προστασία του περιβάλλοντος έχει άμεση σχέση με τη χρησιμοποίηση λιγότερο ρυπογόνων καυσίμων για τις ανάγκες των ανθρώπων. Είναι απαραίτητη η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των πολιτών, αλλά και η προσπάθεια της πολιτείας να προωθήσει λιγότερο ρυπογόνες και πιο οικονομικές τεχνολογίες. Για αυτό συμπεραίνουμε πως στα επόμενα χρόνια, όλο και περισσότερα νοικοκυριά και επιχειρήσεις θα χρησιμοποιούν φυσικό αέριο για τις βασικές ανάγκες τους.

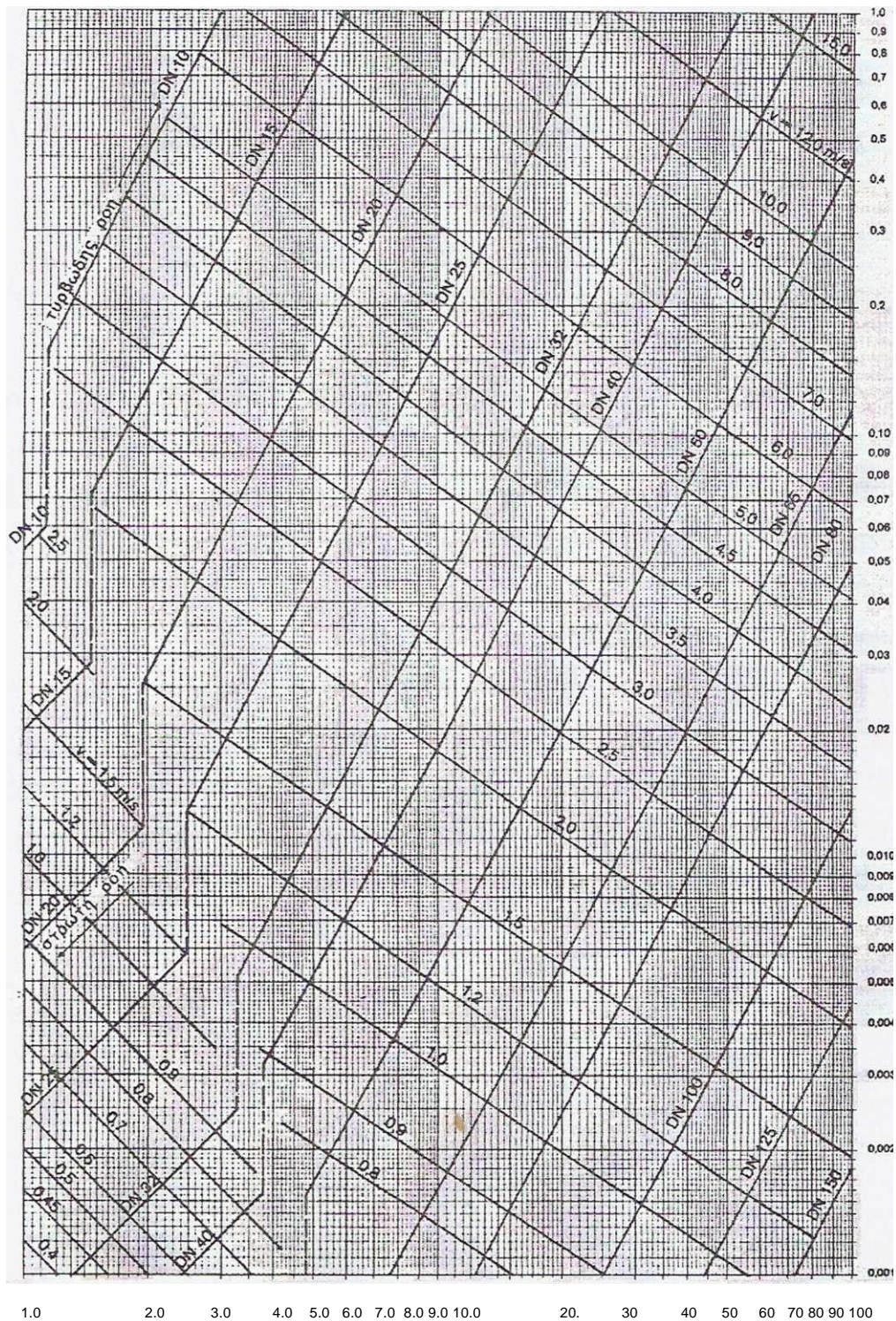
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Για τον προσδιορισμό της πτώσης πίεσης σε μια εγκατάσταση σωληνώσεων χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα διαγράμματα.

Η ανηγμένη πτώση πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες R σε εξάρτηση από την παροχή όγκου αιχμής Vs από τη διάμετρο των χαλυβδοσωλήνων κατά ΕΛΟΤ 269 (μεσαίου τύπου), ΕΛΟΤ 268 (βαρέος τύπου) και των χαλκοσωλήνων κατά ΕΛΟΤ EN 1057 καθώς και από την ταχύτητα ροής u παρουσιάζεται για αέρια της 2<sup>ης</sup> οικογένειας αερίων στο: α) διάγραμμα Δ.1 για χαλυβδοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ 269, β) διάγραμμα Δ.2 για χαλυβδοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ 268, γ) διάγραμμα Δ3 για χαλκοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ EN 1057

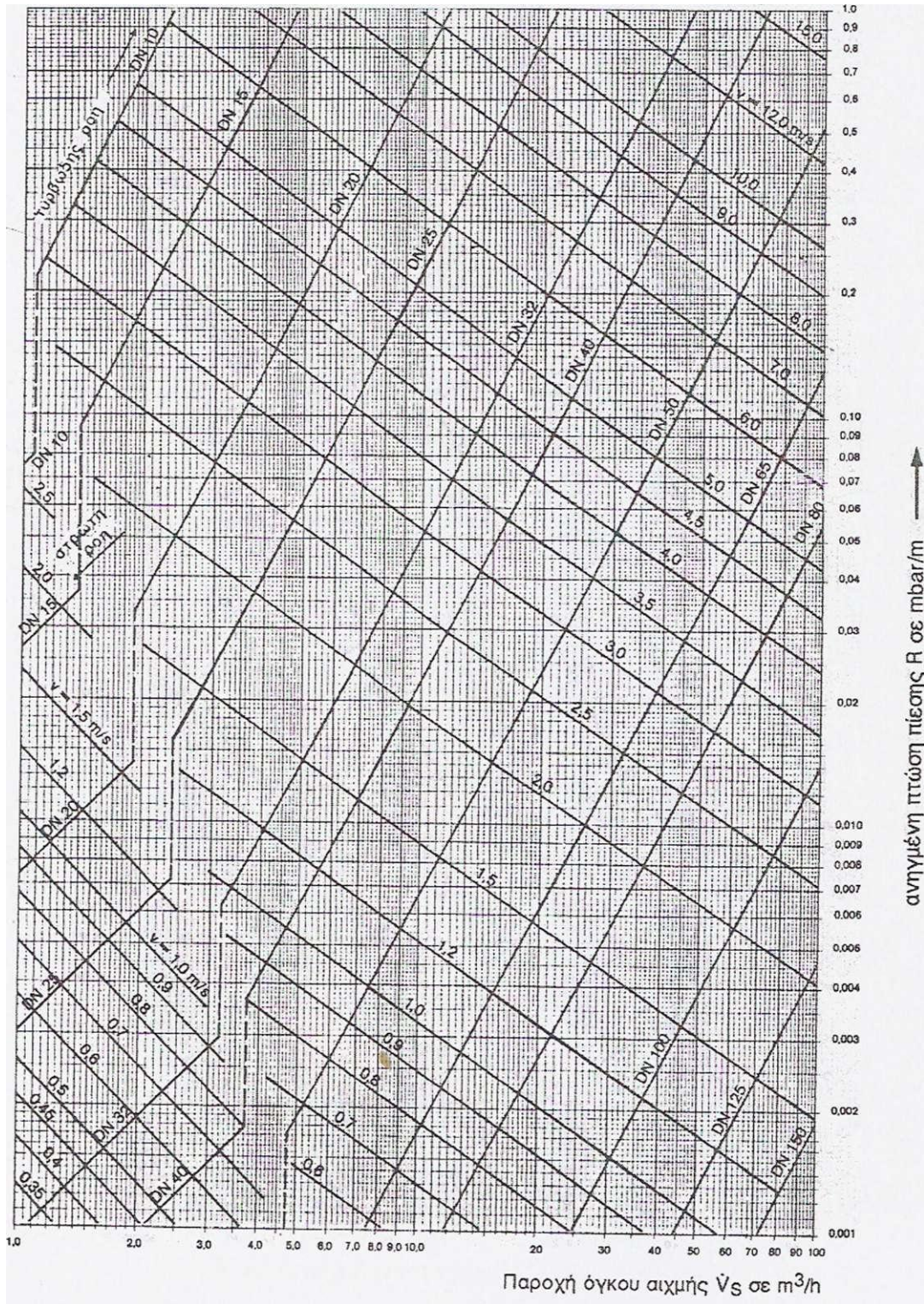
Η πτώση πίεσης Z για στοιχεία μορφής και σύνδεσης καθώς και για εξαρτήματα σε εξάρτηση από την ταχύτητα ροής u και το άθροισμα των συντελεστών πτώσης πίεσης Σζ παρουσιάζεται για αέρια της 2ης οικογένειας αερίων, δ) στο διάγραμμα Δ4

Ανηγμένη πτώση πίεσης R σε mbar/m

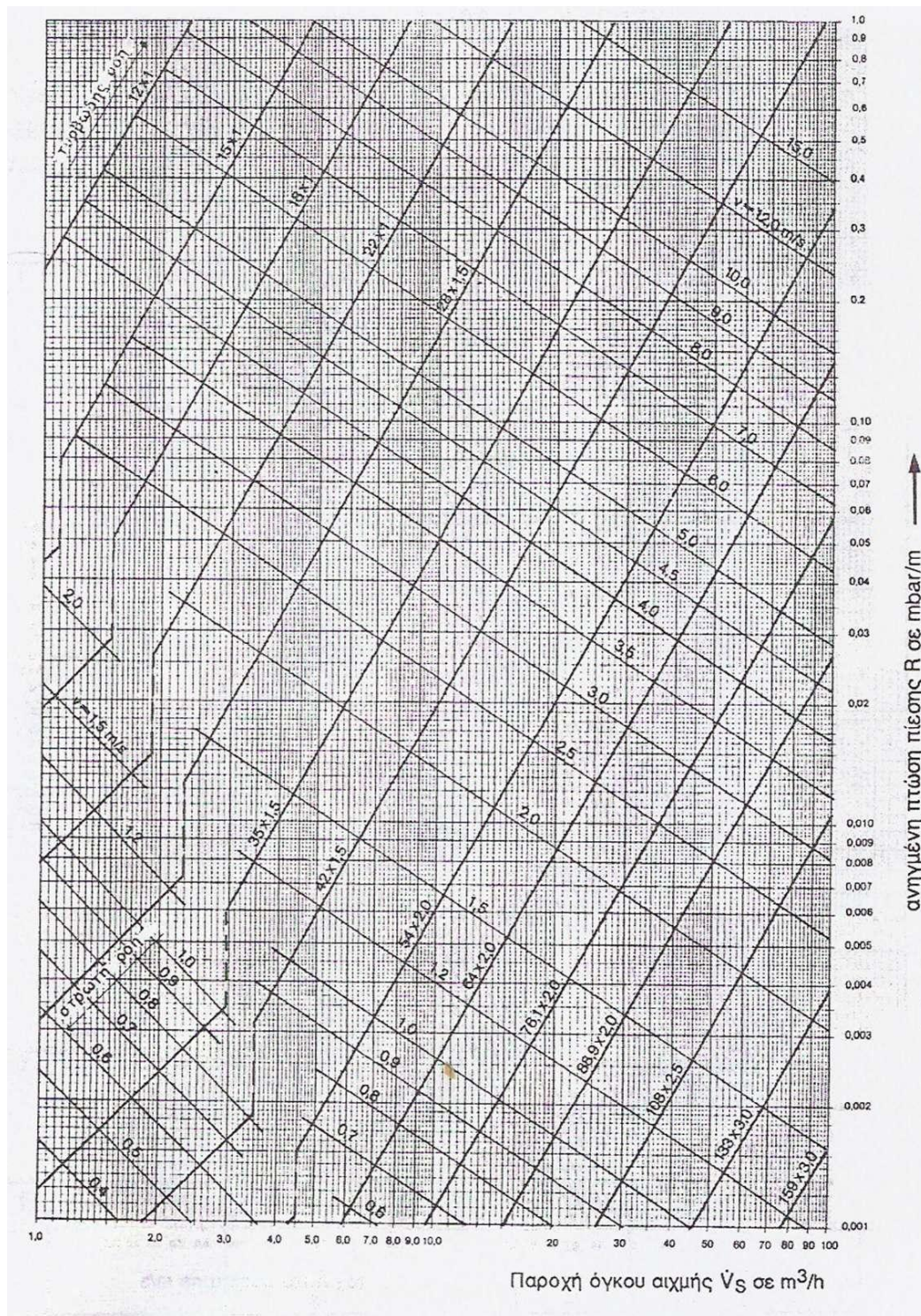


Παροχή όγκου αιχμής Vs σε m<sup>3</sup>/h

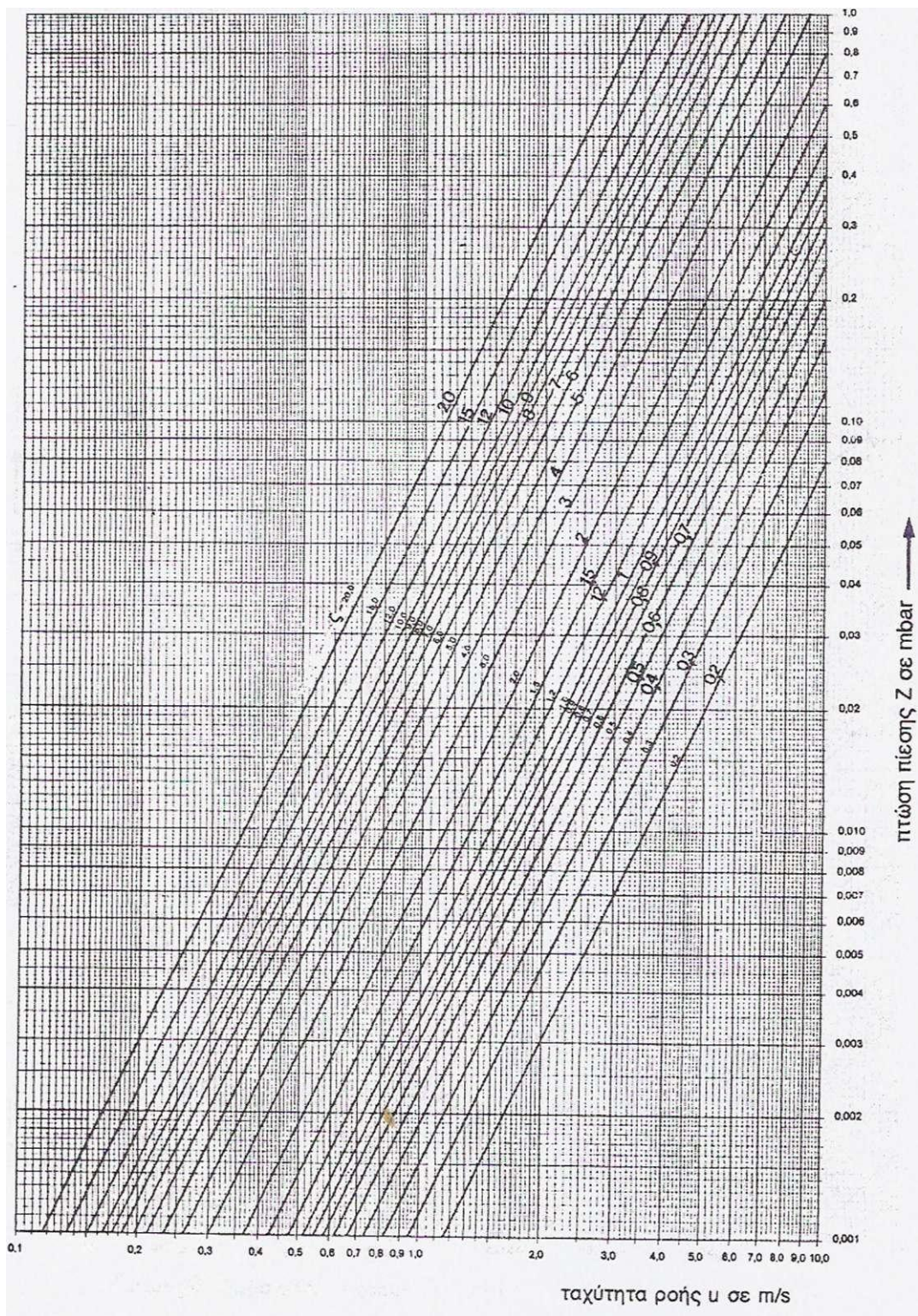
**Διάγραμμα 1.** Αέρια της 2ης οικογένειας, σωλήνες κατά ΕΛΟΤ 269



**Διάγραμμα 2.** Αέρια της 2<sup>ης</sup> οικογένειας, σωλήνες κατά ΕΛΟΤ 268



**Διάγραμμα 3.** Αέρια της 2ης οικογένειας, σωλήνες κατά ΕΛΟΤ EN 1057



**Διάγραμμα 4.** Αέρια της 2ης οικογένειας



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

### Α) Παράδειγμα.

Τεχνική Έκθεση Αερίου

που συντάχθηκε σύμφωνα με τον Τεχνικό Κανονισμό για τις  
Εσωτερικές Εγκαταστάσεις Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar  
από τον .....

(όνομα)

(ιδιότητα)

(πλήρης διεύθυνση)

(τηλ)

ορισθέντα ως Επιβλέποντα αερίου.

**Συνημμένα:** Έλεγχοι τροφοδοσίας αέρα και απαγωγής καυσαερίων,  
υπολογισμοί

σωληνώσεων κλπ, σχέδια κατόψεων, κατακόρυφα διαγράμματα,  
πιστοποιητικά

δοκιμών και υλικών, φύλλα ελέγχου λεβήτων.

1. Διεύθυνση πόλη: .....
- Οδός: ..... αριθμός ..... ΤΚ .....
2. Ιδιοκτήτης ακινήτου: .....
- Διεύθυνση: .....
3. τηλ .....
4. Χρήση ακινήτου: (δώστε αριθμούς)  
4.1 Κατοικίες: 4.2 Καταστήματα: 4.3 Βιοτεχνίες 4.4 Άλλες
5. Είδη βιοτεχνιών:  
5.1 Επαγγελματικά μαγειρεία  
5.2 Εργαστήριο θερμικών διεργασιών  
5.3 Φούρνος ή ζαχαροπλαστείο  
5.4 Άλλη.....
6. Κεντρική θέρμανση φυσικού αερίου: Ναι      kW      m<sup>3</sup>/h
7. Οδός προσπέλασης.....

## **B) Συσκευές αερίου (δείχνονται στα σχέδια)**

1<sup>ο</sup> κατάστημα (ισόγειο / όροφος, α.ρ.)

1. Θερμαντήρας νερού αποθήκευσης.	KW,	m <sup>3</sup> /h
2. Θερμαντήρας νερού ροής	kW,	m <sup>3</sup> /h
3. Θερμαντήρας νερού ανακυκλοφορίας	KW,	m <sup>3</sup> /h
4. Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας.	KW,	m <sup>3</sup> /h
5. Θερμαντήρας χώρου	kW,	m <sup>3</sup> /h
6.....	kW,	m <sup>3</sup> /h
<u>Σύνολο</u> _____	<u>kW.</u>	M <sup>3</sup> /h

2<sup>ο</sup> κατάστημα (ισόγειο/όροφος, αρ. )

1. Θερμαντήρας νερού αποθήκευσης	KW	m <sup>3</sup> /h
2. Θερμαντήρας νερού ροής	kW	m <sup>3</sup> /h
3. Θερμαντήρας νερού ανακυκλοφορίας	KW,	m <sup>3</sup> /h
4. Θερμαντήρας νερού συνδυασμένης λειτουργίας.	KW	m <sup>3</sup> /h
5. Θερμαντήρας χώρου	kW	m <sup>3</sup> /h
6.....	kW	m <sup>3</sup> /h
<u>Σύνολο</u> _____	<u>kW.</u>	m <sup>3</sup> /h

1<sup>η</sup> κατοικία (1ος όροφος, διαμέρισμα αρ.)

1. Μαγειρική συσκευή	kW,	m <sup>3</sup> /h
2. Θερμαντήρας νερού αποθ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
3. Θερμαντήρας νερού ροής	kW,	m <sup>3</sup> /h
4. Θερμαντήρας νερού ανακυκλ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
5. Θερμαντήρας νερού συνδ. λεπ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
6. Θερμαντήρας χώρου	kW,	m <sup>3</sup> /h
7.....	kW,	m <sup>3</sup> /h
<u>Σύνολο</u> _____	<u>kW.</u>	m <sup>3</sup> /h

2<sup>η</sup> κατοικία (1ος όροφος, διαμέρισμα αρ.)

1. Μαγειρική συσκευή	kW,	m <sup>3</sup> /h
2. Θερμαντήρας νερού αποθ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
3. Θερμαντήρας νερού ροής	kW,	m <sup>3</sup> /h
4. Θερμαντήρας νερού ανακυκλ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
5. Θερμαντήρας νερού συνδ. λεπ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
6. Θερμαντήρας χώρου	kW,	m <sup>3</sup> /h
7.....	kW,	m <sup>3</sup> /h
<u>Σύνολο</u> _____	<u>kW.</u>	m <sup>3</sup> /h

ν-η κατοικία (κ-ος όροφος, διαμέρισμα αρ.)

1.Μαγειρική συσκευή	kW,	m <sup>3</sup> /h
2.Θερμαντήρας νερού αποθ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
3.Θερμαντήρας νερού ροής	kW,	m <sup>3</sup> /h
4.Θερμαντήρας νερού ανακυκλ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
5.Θερμαντήρας νερού συνδ. λειτ.	kW,	m <sup>3</sup> /h
6.Θερμαντήρας χώρου	kW,	m <sup>3</sup> /h
7..... :.....	kW,	m <sup>3</sup> /h
Σύνολο _____	kW,	m <sup>3</sup> /h

### Γ) θέση Μετρητών

Οι μετρητές είναι εγκαταστημένοι (στην είσοδο του κτιρίου / σε ειδικό χώρο / στο ύπαιθρο).....μέσα σε (ειδικό ερμάριο / κιβώτιο/ ακάλυπτοι).....

### Δ) Περιγραφή εγκατάστασης σωληνώσεων

(Δίνεται το αντίστοιχο πρότυπο ή σχετική διάταξη του Κανονισμού)

#### Δ1 Υλικά

Η εγκατάσταση σωληνώσεων κατασκευάσθηκε όσον αφορά το τμήμα εκτός του κτιρίου από (χαλυβδοσωλήνες / χαλκοσωλήνες / σωλήνες Ρ Ε) ενώ όσον αφορά το τμήμα εντός του κτιρίου από (χαλυβδοσωλήνες / χαλκοσωλήνες)

#### Δ2 Συνδέσεις των σωλήνων και των εξαρτημάτων

Οι συνδέσεις των σωλήνων και των εξαρτημάτων έγιναν με.....

#### Δ3 Όδευση

Οι σωληνώσεις αερίου τοποθετήθηκαν .....  
Η στήριξη των σωλήνων έγινε με .....  
σε αποστάσεις .....

#### Δ4 Αντιδιαβρωτική προστασία\_\_Οι σωλήνες προστατεύονται έναντι διάβρωσης

οι μεν εξωτερικοί (υπόγειοι / ακάλυπτοι) με .....  
οι δε εσωτερικοί (ακάλυπτοι / κάτω από σοβά / σε φρεάτιο)  
με.....

### **Δ5 Σύνδεση των συσκευών**

Οι συσκευές αερίου συνδέθηκαν με τις σωληνώσεις αερίου με

### **Δ6 Εγκαταστάτες**

Η εγκατάσταση σωληνώσεων κατασκευάστηκε από τον  
(όνομα)

(ιδιότητα, αρ. αδείας)

(πλήρης διεύθυνση)

(τηλ)

Οι συσκευές αερίου εγκαταστάθηκαν από

ΤΟΝ .....

(όνομα)

(ιδιότητα, αρ. αδείας)

(πλήρης διεύθυνση)

(τηλ)

### **Ε) Περιγραφή εγκατάστασης προσαγωγής αέρα καύσης**

Η τροφοδοσία των συσκευών κατανάλωσης αερίου με αέρα καύσης γίνεται με.....

### **ΣΤ) Περιγραφή εγκατάστασης απαγωγής καυσαερίων**

Η απαγωγή των καυσαερίων των συσκευών κατανάλωσης αερίου γίνεται μέσω .....

### **Ζ) Δοκιμή της εγκατάστασης σωληνώσεων**

Η εγκατάσταση σωληνώσεων υπέστη επιτυχή δοκιμή φόρτισης με..... υπό πίεση ..... mbar.

Η εγκατάσταση σωληνώσεων υπέστη επιτυχή δοκιμή στεγανότητας με... υπό πίεση mbar.

### **Η) Μετρήσεις**

Έγιναν μετρήσεις στο λέβητα(στους λέβητες) οι οποίες απέδωσαν: 1<sup>ος</sup> λέβητας

θερμοκρασία καυσαερίων, λόγος αέρα λ =  
ή περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub> ----- (ή περιεκτικότητα σε O<sub>2</sub> ----- )

περιεκτικότητα σε CO

βαθμός απόδοσης εστίας καύσης η = — %

ν-ος λέβητας

θερμοκρασία καυσαερίων, λόγος αέρα λ =  
ή περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub> ----- (ή περιεκτικότητα σε O<sub>2</sub> ----- )

περιεκτικότητα σε CO

βαθμός απόδοσης εστίας καύσης η = — %

### Θ) Πιστοποιητικά

Όλα τα υλικά της εγκατάσταση σωληνώσεων είτε φέρουν σήμανση CE ή άλλη ανάλογη, είτε συνοδεύονται από αντίστοιχα πιστοποιητικά καταλληλότητας (συμμόρφωσης με τις διατάξεις του Κανονισμού).

Εκδόθηκαν πιστοποιητικά για την αντοχή, την στεγανότητα και την ορθή εγκατάσταση και ρύθμιση των συσκευών

..... -

-200

..... - -200

για την Εταιρία Αερίου

ο συντάξας

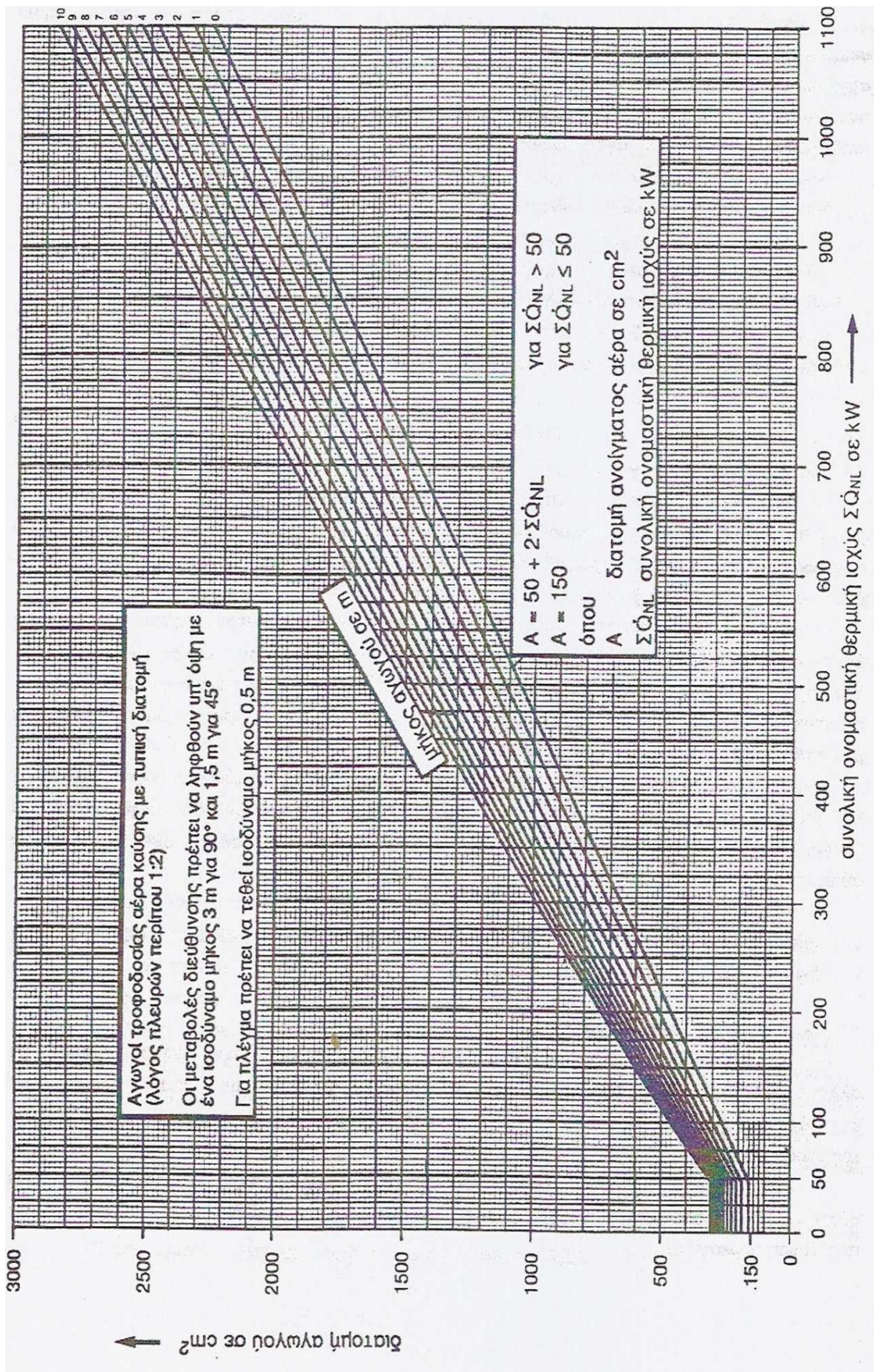
Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.  
Αθήνα, 30 Ιουνίου 2003

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΕΡΙΒΑΛΟΝΤΟΣ.  
ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3



Διάγραμμα 1 Διαστασιολόγηση ευθύγραμμων αγωγών αερισμού με τυπική διατομή





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1.Κ.Γ.Πασπαλάς(1999) "Τεχνολογία εγκαταστάσεων και χρήσεων φυσικού αερίου"
- 2.Technische Regeln fur Gas-Installationen DVGW-TRGI, 1986
- 3.ΤΟΤΕΕ 2471/86: Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Διανομή καυσίμων αερίων
- 4.Τεχνικός κανονισμός εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar-ΦΕΚ 963/Β/15-7-03
- 5.Τεχνικός κανονισμός εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας άνω των 50 mbar και μέγιστη πίεση λειτουργίας έως και 16 bar ΔΕΠΑ 1996