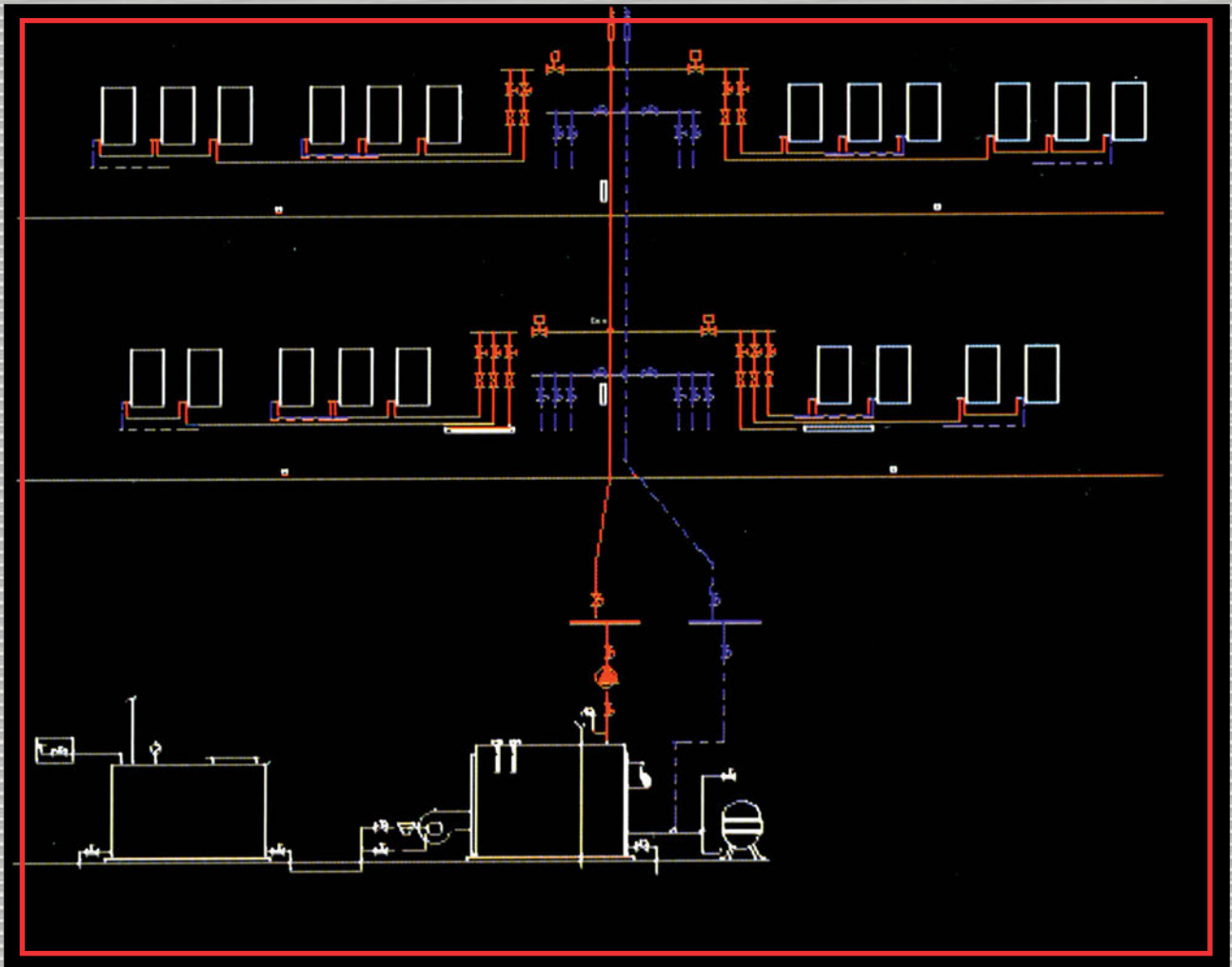


# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ



Γ΄ ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ.

ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΕΣ: -ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ -ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ  
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ





## **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ**

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

### ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ:

- Ηλίας Διαβάτης
- Ιωάννης Καρβέλης
- Γεώργιος Κοτζάμπασης

### ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ:

- Ιωάννης Καρβέλης

### ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ:

- Νικόλαος Ροζάκος
- Πέτρος Σπυρίδωνος
- Σταύρος Πάγκαλος

### ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

- Ευγενία Κουρουπάκη

### ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Επιστημονικός υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα  
Νικόλαος Ροζάκος

Σταμάτης Αλαχιώτης  
Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών  
Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

- Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:  
*Γεώργιος Βούτσινος*  
Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα  
*Ροζάκος Νικόλαος*

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

**Ηλίας Διαβάτης Ιωάννης Καρβέλης Γεώργιος Κοτζάμπασης**

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε  
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

# **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ**

Γ' ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ.

**Ειδικότητες:**

- Τεχνικός Μηχανολογικών Εγκαταστάσεων και Κατασκευών
- Τεχνικός Θερμικών και Υδραυλικών Εγκαταστάσεων και Τεχνολογίας Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου

**ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»





## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό προορίζεται για τους μαθητές της ειδικότητας “Συντηρητής Κεντρικής Θέρμανσης” του 2ου Κύκλου των Τ.Ε.Ε. ως βασικό βοήθημα για το ομότιτλο μάθημα.

Εξετάζει τα συστήματα Κ.Θ. που συνήθως χρησιμοποιούνται και τα στοιχεία από τα οποία αποτελούνται ως προς τα εξής σημεία :

- Σύντομη περιγραφή των βασικών συστημάτων Κ.Θ., συγκριτική παρουσίασή τους, καταλληλότητα και χρήσεις τους.
- Λειτουργικός ρόλος των βασικών στοιχείων της εγκατάστασης Κ.Θ., συνήθειες κατηγορίες και τύποι, συγκριτική παρουσίασή τους, καταλληλότητα και χρήσεις τους.
- Είδη συνηθισμένων καυσίμων, ιδιότητες, αποθήκευση, καύση και χρήσεις τους.
- Στοιχεία επιλογής και εκτίμησης μεγεθών των βασικών στοιχείων της εγκατάστασης Κ.Θ.
- Σχεδίαση (κανονική και σχηματική) της εγκατάστασης Κ.Θ.

Σκοπός του μαθήματος είναι να αποκτήσουν οι μαθητές τις γνώσεις εκείνες που κρίνονται απαραίτητες, ώστε να έχουν μια πλήρη εικόνα για τη λειτουργία μιας εγκατάστασης Κ.Θ. και τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η επιλογή των στοιχείων που την αποτελούν, η εκτίμηση των μεγεθών τους και ο συνολικός σχεδιασμός της.

Ο σκοπός αυτός απορρέει από το γεγονός ότι οι απόφοιτοι του 2ου Κύκλου θα μπο-



ρούν να αναπτύσσουν αυτόνομη επαγγελματική δραστηριότητα, καθώς και να αναλαμβάνουν καθήκοντα οργάνωσης και συντονισμού ομάδας τεχνιτών στο αντικείμενο της συντήρησης και της κατασκευής εγκαταστάσεων Κ.Θ. Επομένως αποτελούν τον ενδιάμεσο μεταξύ του μηχανικού-μελετητή και του τεχνίτη εφαρμογής και η εξοικείωση με τις σχετικές μελέτες είναι απαραίτητη για δύο λόγους:

α) για να έχουν την ευχέρεια ανάγνωσης-κατανόησης-εφαρμογής

β) για να έχουν επίγνωση του τρόπου με τον οποίο συντάχθηκαν, ώστε να μπορούν να εκτιμούν ποιες παρεμβάσεις είναι επιτρεπτές (αν υπάρχουν) και σε ποια όρια.

Άλλωστε θα υπάρξουν περιπτώσεις που θα πρέπει οι ίδιοι να αποφασίσουν για το είδος και το μέγεθος στοιχείων που πρέπει να αντικατασταθούν λόγω ανάγκης μετατροπών ή βλάβης.

Στο περιεχόμενο του βιβλίου υπάρχουν και τα ερεθίσματα εκείνα που θα ευαισθητοποιήσουν τους μαθητές σε σχέση με τα πολύ σημαντικά ζητήματα της εξοικονόμησης ενέργειας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Άλλωστε το αντικείμενο της μελλοντικής εργασίας τους συνδέεται στενά με τα ζητήματα αυτά.

Η εξέταση των βασικών στοιχείων της εγκατάστασης Κ.Θ. ολοκληρώνεται με τη διδασκαλία των δύο άλλων κύριων μαθημάτων της ειδικότητας, που είναι “Κατασκευή και λειτουργία εγκαταστάσεων Κ.Θ.” και “Συντήρηση και επισκευές εγκαταστάσεων Κ.Θ.”, τα οποία περιλαμβάνουν και σχετικές εργαστηριακές ασκήσεις. Και στα τρία μαθήματα ακολουθείται η ίδια σειρά εξέτασης, που είναι η εξής:

α. Δίκτυα καυσίμου (αποθήκευση και παροχή).

β. Καύση και καυστήρες.

γ. Λέβητες και απαγωγή καυσαερίων.

δ. Δίκτυα διανομής.

ε. Διατάξεις ασφάλειας, ελέγχου και ρύθμισης.

Δεδομένου ότι οι μαθητές προέρχονται στην πλειοψηφία τους από σχετική ειδικότητα του 1ου Κύκλου και έχουν διδαχθεί αντίστοιχο μάθημα, οι στοιχειώδεις έννοιες θεωρούνται γνωστές και γίνεται εδώ μόνο μια συνοπτική αναφορά τους για λόγους επανάληψης-σύνδεσης αλλά και ολοκληρωμένης παρουσίασης των διαφόρων θεμάτων.

Οι πίνακες που περιλαμβάνονται είναι ενδεικτικοί, γιατί σκοπός είναι η γνωριμία και η εξοικείωση με αυτούς. Η κύρια χρήση τους θα είναι για τις ασκήσεις του μαθήματος, αφού το βιβλίο δεν είναι σε καμιά περίπτωση εγχειρίδιο μελετητή Κ.Θ. Ο σωστός σχεδιασμός και η μελέτη της Κ.Θ. είναι αντικείμενο άλλων τεχνικών, απαιτούν δε όχι μόνο γνώσεις αλλά και πείρα και ταλέντο.

Σεπτέμβριος 1999

Οι συγγραφείς

*Οι αναγνώστες οι οποίοι θα διαπιστώσουν πιθανές παραλείψεις, αναγκαίες προσθήκες ή επιθυμούν να διατυπώσουν γενικότερες παρατηρήσεις, που θα βελτιώσουν το βιβλίο στην επόμενη έκδοσή του, παρακαλούμε να απευθύνονται προς το: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Τομέας Μηχανολογικός, Μεσογείων 396, Αγία Παρασκευή 153 41, Αθήνα.*



# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Κατάταξη και περιγραφή .....	3
1.2 Συγκρίσεις και χρήσεις .....	19
Περίληψη - Ερωτήσεις .....	25
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΚΑΥΣΗ.....</b>	<b>27</b>
2.1 Το φαινόμενο της καύσης .....	29
2.2 Τα προϊόντα της καύσης.....	33
2.3 Η απόδοση της καύσης .....	34
2.4 Η ποιότητα της καύσης.....	35
Περίληψη - Ερωτήσεις .....	36
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ .....</b>	<b>39</b>
3.1 Κατασκευαστικές προδιαγραφές .....	41
3.2 Λειτουργίες εξυπηρέτησης λεβητοστασίου .....	44

3.3	Ηχορύπανση .....	46
3.4	Σχεδιασμός λεβητοστασίου .....	47
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	49
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ .....</b>		<b>51</b>
4.1	Εισαγωγικές έννοιες .....	53
4.2	Δίκτυα υγρών καυσίμων.....	54
4.3	Δίκτυα αέριων καυσίμων.....	55
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	58
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ .....</b>		<b>59</b>
5.1	Καυστήρες πετρελαίου .....	61
5.2	Καυστήρες αερίων .....	67
5.3	Καυστήρες διπλής και μικτής λειτουργίας .....	68
5.4	Επιλογή και σήμανση καυστήρων .....	69
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	72
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΛΕΒΗΤΕΣ .....</b>		<b>75</b>
6.1	Εισαγωγικά στοιχεία .....	77
6.2	Είδη των λεβήτων .....	79
6.3	Υπολογισμός του λέβητα.....	87
6.4	Απαγωγή καυσαερίων .....	88
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	91
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ .....</b>		<b>93</b>
7.1	Εισαγωγικές έννοιες .....	95
7.2	Σωληνώσεις .....	101
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	119
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ .....</b>		<b>121</b>
8.1	Εισαγωγικά στοιχεία .....	123
8.2	Σύνδεση κυκλοφορητών .....	124
8.3	Στοιχεία κυκλοφορητών.....	126
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	131
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ - BOILERS .....</b>		<b>133</b>
9.1	Είδη θερμαντικών σωμάτων .....	135
9.2	Κατασκευαστικά στοιχεία .....	137

9.3	Συγκρίσεις και χρήσεις .....	138
9.4	Επιλογή θερμαντικών σωμάτων .....	139
9.5	Θερμαντήρες νερού χρήσης .....	143
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	147
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ - ΕΛΕΓΧΩΝ - ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ .....</b>		<b>149</b>
10.1	Εισαγωγικά στοιχεία .....	152
10.2	Διατάξεις και όργανα .....	153
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	163
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ .....</b>		<b>165</b>
11.1	Εισαγωγικά στοιχεία .....	167
11.2	Στοιχεία υπολογισμού θερμικών απωλειών χώρου .....	169
11.3	Παράδειγμα υπολογισμού θερμικών απωλειών .....	171
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	179
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΑΠΑΝΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....</b>		<b>181</b>
12.1	Εισαγωγικά στοιχεία .....	183
	12.2 Βασικά μεγέθη για την κατανομή .....	184
12.3	Σχέσεις υπολογισμών .....	186
	Περίληψη - Ερωτήσεις .....	187



κεφάλαιο

1

## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ

1.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1.2. ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ





### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να αναφέρετε τα βασικά συστήματα Κ.Θ. που χρησιμοποιούνται σήμερα και να τα προσδιορίζετε με κριτήρια το είδος του καυσίμου, το μέσο και τον τρόπο μεταφοράς και διανομής της θερμότητας.
- Να αναφέρετε τα βασικά στοιχεία από τα οποία αποτελούνται και το λειτουργικό ρόλο του καθενός.
- Να τα αναγνωρίζετε και να τα περιγράφετε με τη βοήθεια σχηματικών διατάξεων, επισημαίνοντας τα βασικά τους στοιχεία.
- Να συγκρίνετε τα διάφορα συστήματα, επισημαίνοντας τα κύρια πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα του καθενός και να αναφέρετε περιπτώσεις εφαρμογής για τις οποίες είναι κατάλληλα.

## 1.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

### 1.1.1 Εισαγωγικά στοιχεία

#### Τοπικές και κεντρικές θερμάνσεις

Η πιο σημαντική συνθήκη “άνεσης” για την παραμονή ή τη δραστηριοποίηση των ανθρώπων σε ένα χώρο είναι η θερμοκρασία του. Για το χειμώνα, σε ένα δωμάτιο κατοικίας, για παράδειγμα, η τιμή της θερμοκρασίας του πρέπει να είναι 20° C περίπου.

Όπως όμως γνωρίζουμε, εξαιτίας της κατά κανόνα χαμηλότερης θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, έχουμε μια ροή θερμικών φορτίων του χώρου προς αυτό, με τους διάφορους τρόπους μετάδοσης της θερμότητας. Αποτέλεσμα της ροής αυτής είναι η συνεχής μείωση της θερμοκρασίας του χώρου με τάση να εξισωθεί με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η θέρμανση επιδιώκει την αντιμετώπιση αυτής της απώλειας θερμότητας με την απόδοση στο χώρο ισοδύναμων ποσοτήτων θερμότητας (μετρημένων πάντα σε κάποια μονάδα χρόνου), ώστε αρχικά να επιτυγχάνεται και στη συνέχεια να διατηρείται η τιμή της επιθυμητής θερμοκρασίας του χώρου.

Για τη θέρμανση χώρων κατοικίας, εργασίας, αποθήκευσης και πολλών άλλων δραστηριοτήτων, είναι απαραίτητη η **μετατροπή** ενέργειας, που διατίθεται σε κάποια άλλη μορφή, σε θερμότητα. Οι πιο συνηθισμένες τέτοιες μορφές είναι η χημική ενέργεια των διάφορων καυσίμων (στερεών, υγρών ή αέριων) και η ηλεκτρική ενέργεια.



Η μετατροπή γίνεται με τη βοήθεια κάποιων συσκευών ή διατάξεων, όπως είναι οι διάφορες θερμάστρες, τα τζάκια, οι διάφοροι καυστήρες, οι ηλεκτρικοί θερμοσυσσωρευτές κ.λπ.

Στη μεγάλη πλειοψηφία των εφαρμογών η μετατροπή αυτή γίνεται με την **καύση** κάποιου καυσίμου και ο χώρος της ονομάζεται **εστία** της εγκατάστασης. Στα “Στοιχεία Σχεδιασμού Κ.Θ.” θα ασχοληθούμε με τις εγκαταστάσεις καύσης.

Σημειώνουμε ότι υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης της θερμότητας του φυσικού περιβάλλοντος, που γίνεται με τη βοήθεια των “αντλιών θερμότητας ή heat pumps”, όπως και η δυνατότητα αξιοποίησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ήλιος, αέρας, βιομάζα). Για τις τελευταίες προβλέπεται μεγαλύτερη διάδοση τα επόμενα χρόνια στη χώρα μας, δεδομένου ότι υπάρχουν και σχετικές αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για προώθηση των Α.Π.Ε.

Όταν η μετατροπή που προαναφέραμε γίνεται στο χώρο που πρόκειται να θερμανθεί, η θέρμανση ονομάζεται “**τοπική**”. Όταν όμως γίνεται σε έναν ανεξάρτητο χώρο και θερμαίνονται διάφοροι άλλοι, η θέρμανση ονομάζεται “**κεντρική**”.

Σημειώνουμε την εξαίρεση των μικρής ισχύος μονάδων αέριων καυσίμων, όπου μπορούν να τοποθετηθούν και μέσα σε έναν από τους θερμαινόμενους χώρους, ακόμα και με επίτοιχη τοποθέτηση. Εδώ μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για κεντρική θέρμανση, αφού εξυπηρετεί πολλούς χώρους, η εστία της όμως βρίσκεται μέσα σε έναν από αυτούς.

Ο ανεξάρτητος χώρος της εστίας, κατά κανόνα, βρίσκεται μέσα στο κτίριο των χώρων που θα θερμανθούν (συνήθως στο υπόγειο). Μπορεί όμως να βρίσκεται και εκτός αυτού, ακόμα και σε μεγάλη απόσταση, όταν αξιοποιείται θερμότητα που “παράγεται” αρχικά για άλλους λόγους (και αξιοποιείται για θέρμανση) ή όταν πρόκειται για την κοινή θέρμανση πολλών κτιρίων. Τότε έχουμε την “**τηλεθέρμανση**”.

Τα κύρια πλεονεκτήματα των Κεντρικών Θερμάνσεων ως προς τις Τοπικές είναι τα εξής:

- Περιορίζεται ο αριθμός των εστιών και των καπνοδόχων τους και προκύπτουν οικονομικότερες κατασκευές.
- Γίνεται μεγάλη οικονομία στην κατανάλωση του καυσίμου και επιβαρύνεται λιγότερο το περιβάλλον με καυσαέρια.
- Η εγκατάσταση είναι πιο καθαρή και εξυπηρετική για τους θερμαινόμενους χώρους (μικροί όγκοι, καθαρό περιβάλλον από οσμές και καπνούς, απλούστατη χρήση).

Κάποια από τα πλεονεκτήματα αυτά είναι προφανές ότι μεγιστοποιούνται στην περίπτωση της τηλεθέρμανσης, ιδιαίτερα δε με τη χρήση των Α.Π.Ε.

### **Η γενική δομή της εγκατάστασης Κ.Θ.**

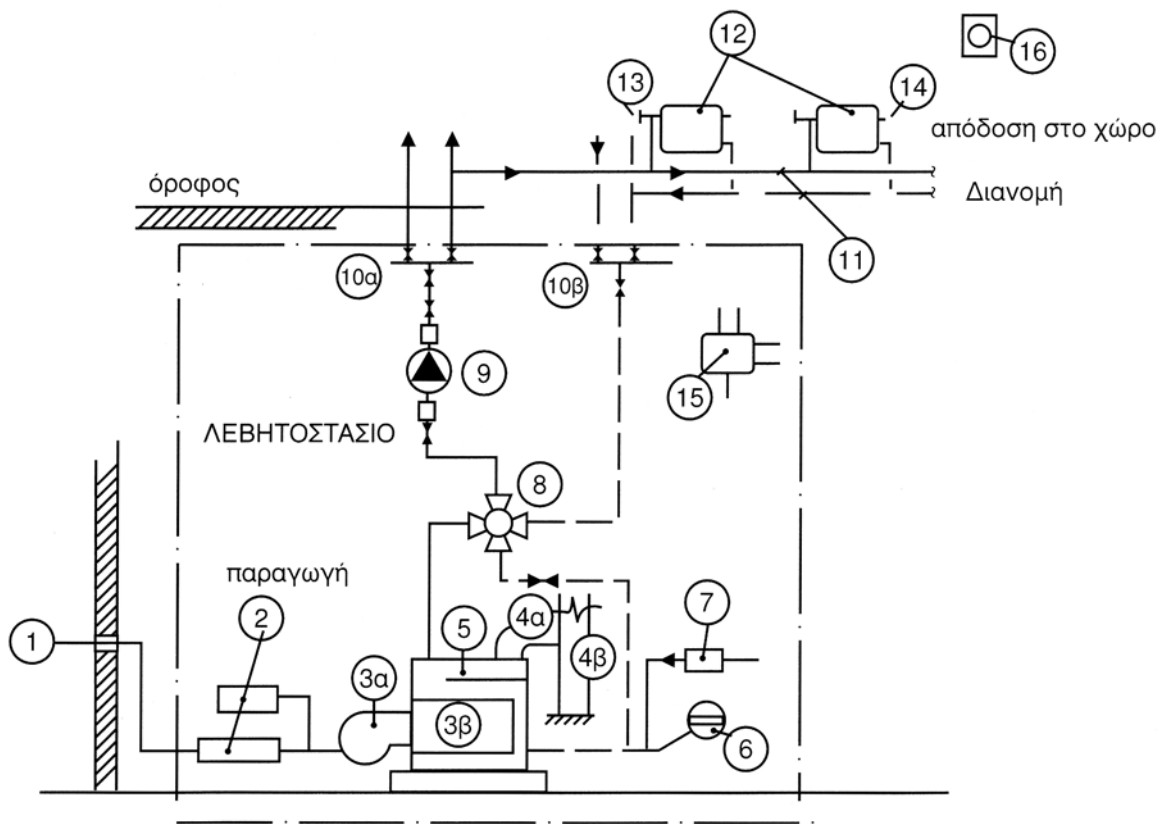
Όπως ήδη αναφέραμε, το βασικό χαρακτηριστικό της Κεντρικής Θέρμανσης είναι το ότι η θερμότητα “παράγεται” (δηλαδή προέρχεται από μετατροπή άλλης μορφής ενέργειας) σε διαφορετικό χώρο από αυτούς που πρόκειται να θερμανθούν. Υπάρχει λοιπόν ανάγκη μεταφοράς και διανομής από το σημείο “παραγωγής” της (εστία) στα σημεία χρήσης της. Δεδομένου όμως ότι η θερμότητα δεν έχει υλική υπόσταση, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός υλικού “**φορέα**” της, που συνήθως είναι κάποιο **ρευστό** (υγρό ή αέριο) και ενός κατάλληλου **δικτύου** για την κυκλοφορία του ρευστού αυτού.

Επομένως, για να κατασκευαστεί και να λειτουργήσει μια εγκατάσταση Κ.Θ., πρέπει να υπάρχουν τα εξής βασικά στοιχεία:

- Η **εστία** “παραγωγής” της θερμότητας και η διάταξη μετάδοσής της στο φορέα της θερμότητας.
- Το **δίκτυο κυκλοφορίας** του φορέα.
- Τα **μέσα απόδοσης** της θερμότητας από το φορέα στους χώρους που πρόκειται να θερμανθούν.

Βέβαια η εγκατάσταση ολοκληρώνεται με τις διατάξεις αποθήκευσης του καυσίμου - τροφοδοσίας της εστίας, απαγωγής των καυσαερίων, πλήρωσης του δικτύου με το ρευστό φορέα, ασφάλειας της λειτουργίας της και διάφορων αυτοματισμών ελέγχου και ρυθμίσεών της.

Είναι, λοιπόν, **Κεντρική Θέρμανση** ένα λειτουργικό σύστημα εγκατεστημένων μηχανημάτων, συσκευών, οργάνων και διατάξεων που διαμορφώνουν ένα σύνολο παραγωγής, μεταφοράς-διανομής και απόδοσης θερμικής ενέργειας σε χώρους ενός κτιρίου, με σκοπό την επίτευξη και διατήρηση-ρύθμιση της επιθυμητής θερμοκρασίας τους για ορισμένες χρονικές περιόδους.



1. Παροχή καυσίμου
2. Διάταξη τροφοδοσίας καυστήρα
- 3α. Καυστήρας
- 3β. Εστία λέβητα
- 4α. Καπνοαγωγός
- 4β. Καπνοδόχος
5. Υδροστάτης

6. Δοχείο διαστολής
7. Διάταξη πλήρωσης εγκατάστασης (από δίκτυο πόλης)
8. Τετράοδη βάνα
9. Κυκλοφορητής
- 10α. Διανομέας
- 10β. Συλλέκτης

11. Γραμμές Διανομής
12. Θερμαντικά σώματα
13. Ρυθμιστικός διακόπτης σώματος
14. Εξαεριστικό σώματος
15. Πίνακας ελέγχου
16. Θερμοστάτης χώρου

**Εικ. 1.1α** Σχηματική παράσταση εγκατάστασης Κ.Θ.

### 1.1.2 Τα βασικά συστήματα Κ.Θ.

Μπορούμε τώρα να ορίσουμε τα πιο σημαντικά γενικά κριτήρια κατάταξης των συστημάτων Κ.Θ. που είναι:

**το είδος του καυσίμου, το είδος του εργαζόμενου ρευστού και ο τρόπος της κυκλοφορίας και διανομής του.**



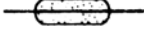






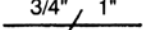
Βέβαια υπάρχουν και άλλα κριτήρια, όπως ο **τρόπος απόδοσης της θερμότητας** από το φορέα στο χώρο, **το είδος του ασφαλιστικού συστήματος** κ.λπ.

Παράλληλα με την κατάταξη θα γίνεται και σχηματική παρουσίαση των διάφορων συστημάτων με σύντομη αναφορά στη δομή τους και το λειτουργικό ρόλο των βασικών στοιχείων τους. Πιο αναλυτική αναφορά στο ρόλο και τους διάφορους τύπους των στοιχείων αυτών θα ακολουθήσει κατά την ιδιαίτερη εξέτασή τους στα επόμενα κεφάλαια.

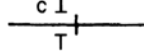

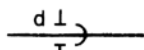
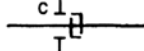

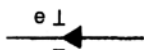

Για τη σχηματική παρουσίαση θα χρησιμοποιήσουμε κυρίως το “κατακόρυφο διάγραμμα” (διάγραμμα ροής), που είναι ένα λειτουργικό σχέδιο, με τη βοήθεια του οποίου μπορεί κανείς να αντιληφθεί εύκολα τον τρόπο σύνδεσης των στοιχείων της εγκατάστασης και την εσωτερική λειτουργία του συστήματος διανομής. Σε ορισμένες περιπτώσεις, βέβαια, θα χρησιμοποιήσουμε και σχέδια κατόψεων θερμαινόμενων χώρων, όπου παρουσιάζονται τρόποι διανομής του φορέα της θερμότητας στα στοιχεία απόδοσής της.

Για τη σχεδίαση θα χρησιμοποιήσουμε τα είδη σχεδίων και συμβόλων που διδάχθηκαν στο Σχέδιο Ειδικότητας της Β' τάξης. Παραθέτουμε, για υπενθύμιση, το σχετικό **πίνακα συμβόλων**, σύμφωνα με την 2421 / 86 Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε.

## 1. Σωληνώσεις

α/α	Ονομασία	Σύμβολο	Πάχος γραμμής
1.1	Προσαγωγή Ζεστού νερού		0.5 mm
1.2	Επιστροφή Ζεστού νερού		0.5 mm
1.3	Σωλήνας με Μόνωση		0.3 mm
1.4	Γραμμή εντολών		0.3 mm
1.5	Εύκαμπτος Σωλήνας		0.5 mm
1.6	Μελλοντικές επεκτάσεις		0.5 mm 0.3 mm
1.7	Διασταύρωση Σωλήνων χωρίς σύνδεση		0.5 mm
1.8	Διασταύρωση Σωλήνων με σύνδεση		0.5 mm
1.9	Διακλάδωση		0.5 mm
1.10	Αλλαγή διατομής σωληνώσης		0.3 mm

## 2. Συνδέσεις

α/α	Ονομασία	Σύμβολο	Διάσταση σχεδιάσεως
2.1	Σύνδεση γενικά		c = 4 mm
2.2	Σύνδεση με φλάντζα		c = 4 mm
2.3	Σύνδεση με μούφα		d = 4 mm
2.4	Σύνδεση με ταχέως λυόμενο σύνδεσμο (κόπλερ)		c = 4 mm
2.5	Σύνδεση με λυόμενο βιδωτό σύνδεσμο (ρακόρ)		c = 4 mm
2.6	Συγκόλληση		e = 4 mm
2.7	Δικλίδα συγκολλητή (ανάλογα συμβολίζονται άλλα συγκολλούμενα όργανα)		

## 3. Όργανα διακοπής και ρύθμισης

α/α	Ονομασία	Σύμβολο	Διάσταση σχεδιάσεως
3.1	Βαλβίδα διακοπής εν γένει		$l = 7, f = 3 \text{ mm}$
3.2	Βαλβίδα διακοπής με χειροτροχό		
3.3	Βαλβίδα διακοπής με στρόφαλο		
3.4	Βαλβίδα διακοπής με σύρτη (βάνα - Gate valve)		
3.5	Βαλβίδα διακοπής με έδρα θερμαντικού σώματος (διακόπτης - Globe valve)		
3.6	Βαλβίδα ρυθμιστική ή εκκένωσης (Cock valve)		$l_1 = l_2 = 3, d = 2 \text{ mm}$
3.7	Βαλβίδα γωνιακή		$l_1 = l_2 = 3, d = 2 \text{ mm}$
3.8	Βαλβίδα τρίστομη - τετράστομη		
3.9	Βαλβίδα σφαιρική		
3.10	Βαλβίδα διακοπής και ρύθμισης με πλωτήρα		
3.11	Βαλβίδα διακοπής και ρύθμισης με κινητήρα		$a = 4 \text{ mm}$
3.12	Βαλβίδα διακοπής και ρύθμισης μαγνητική		
3.13	Βαλβίδα διακοπής και ρύθμισης υδραυλική		$a = 3 \text{ mm}$
3.14	Βαλβίδα αντεπιστροφής		
3.15	Διάφραγμα αντεπιστροφής		
3.16	Ασφαλιστική Βαλβίδα ευθεία ή γωνιακή με αντίβαρο		
3.17	Ασφαλιστική Βαλβίδα ευθεία ή γωνιακή με ελατήριο		
3.18	Μειωτής πίεσεως		$l = 9, h = 5 \text{ mm}$ $p_1 > p_2$

## 4. Εξομοιωτές μηκών (διαστολικά)

α/α	Ονομασία	Σύμβολο	Διάσταση σχεδιάσεως
4.1	Διαστολικό εν γένει		$d = 8 \text{ mm}$
4.2	Διαστολικό u		$l_1 = l_2 = l_3 = 6 \text{ mm}$
4.3	Διαστολικό ωμέγα (λύρα)		
4.4	Διαστολικό φακοειδές		$\phi = 6 \text{ mm}$
4.5	Σπαστός σωλήνας		$l = 12, h = 5 \text{ mm}$
4.6	Διαστολικό με στυπιοθλίπτη		

5. Άλλα όργανα

α/α	Ονομασία	Σύμβολο	Διάσταση σχεδιάσεως
5.1	Θερμοστάτης		$l = 10, h = 5 \text{ mm}$
5.2	Θέση για όργανο μέτρησης χωρίς το όργανο		
5.3	Φίλτρο		$a_1 = a_2 = 6 \text{ mm}$
5.4	Μανόμετρο		$d = 5 \text{ mm}$
5.5	Θερμόμετρο εν γένει		$d = 2 \text{ mm}$
5.6	Θερμόμετρο εμβαπτίσεως		
5.7	Θερμόμετρο θερμοηλεκτρικό		
5.8	Θερμόμετρο διμεταλλικό		
5.9	Αισθητήριο όργανο θερμοκρασίας (T) υγρασίας (M) πίεσης (P)		$d = 2 \text{ mm}$

6. Συμβολισμοί χρησιμοποιούμενοι ειδικά στη θέρμανση

α/α	Ονομασία	Σύμβολο	Διάσταση σχεδιάσεως
6.1	Λέβητας νερού		
6.2	Θερμαντικό σώμα με φέτες		
6.3	Επίπεδο θερμαντικό σώμα		
6.4	Κονβέρτερ		
6.5	Φράκτης ρυθμίσεως ελκυσμού		
6.6	Θερμαντήρας με σερπαντίνα		
6.7	Βαλβίδα εξαερισμού		$6 \times 6 \text{ mm}$
6.8	Αερισμός, εξαερισμός		
6.9	Κυκλοφορητής		$d = 8 \text{ mm}$

Έχουμε λοιπόν τα εξής είδη εγκαταστάσεων Κ.Θ.:

### 1. Με κριτήριο το χρησιμοποιούμενο καύσιμο

Στις εγκαταστάσεις Κ.Θ. που η “παραγωγή” της θερμότητας γίνεται με καύση χρησιμοποιούνται στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα.

Μπορούμε λοιπόν να διακρίνουμε εγκαταστάσεις:

**1.1 Στερεών καυσίμων**, που είναι συνήθως ξύλα, διάφορα είδη άνθρακα ( κωκ, ανθρακίτης, λιγνίτης κ.λπ.), καθώς και παράγωγα διάφορων αποβλήτων και καταλοίπων (π.χ. ελαιοπυρήνες).

**1.2 Υγρών καυσίμων**, που είναι, κατά βάση, πετρελαιοειδή διάφορων ποιοτήτων. Το πιο συνηθισμένο σήμερα στις πόλεις είναι το πετρέλαιο θέρμανσης.

**1.3 Αέριων καυσίμων**, που είναι τα λεγόμενα αέρια πόλεων (προϊόντα εξαερίωσης υγρών και στερεών καυσίμων), τα φυσικά αέρια (κυρίως μεθάνιο) και τα υγραέρια (κυρίως βουτάνιο και προπάνιο). Ενδιαφέρον παρουσιάζει σήμερα στη χώρα μας η δεύτερη κατηγορία λόγω της αναμενόμενης ανάπτυξης του σχετικού δικτύου.

### 2. Με κριτήριο το φορέα της θερμότητας

2.1 Εγκαταστάσεις με φορέα **το νερό**.

2.2 Εγκαταστάσεις με φορέα **τον ατμό**.

2.3 Εγκαταστάσεις με φορέα **τον αέρα**.

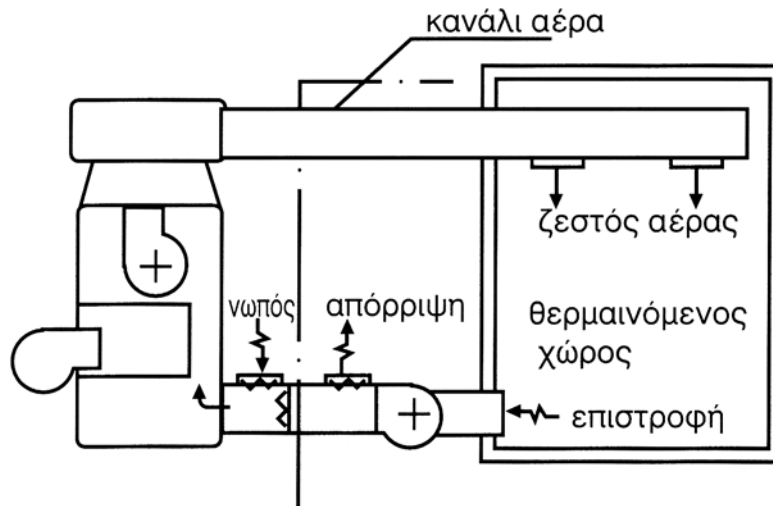
2.4 Εγκαταστάσεις **συνδυασμού των παραπάνω ρευστών**.

2.5 Εγκαταστάσεις με **φορέα υπέρυθρη ακτινοβολία**.

Οι 2.1 διακρίνονται ακόμα σε εγκαταστάσεις **ζεστού και υπέρθερμου νερού**. Οι πρώτες χρησιμοποιούν νερό που η θερμοκρασία του φθάνει πρακτικά μέχρι 90 °C. Οι δεύτερες νερό θερμοκρασίας από 120 °C έως και (σπάνια) 200 °C. Στη δεύτερη περίπτωση εξυπακούεται ότι, για να μην ατμοποιηθεί το νερό στις θερμοκρασίες αυτές, πρέπει οι αντίστοιχες πιέσεις να είναι τουλάχιστον 2 έως 16 bar (200 έως 1600 kPa).

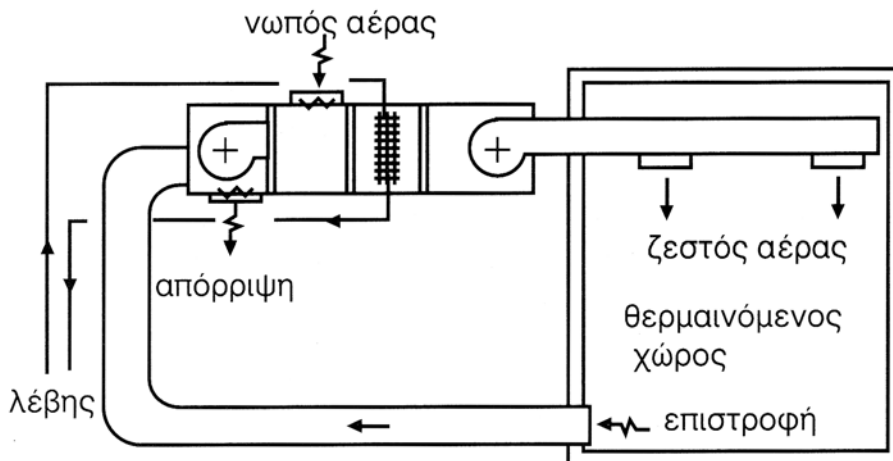
Οι 2.2 διακρίνονται, ανάλογα με την πίεση του ατμού, σε **χαμηλής πίεσης, μέσης πίεσης, υψηλής πίεσης** και **εγκαταστάσεις κενού**. Στα δύο πρώτα είδη η υπερπίεση λειτουργίας κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 5 bar, το δε όριο μεταξύ χαμηλής και μέσης πίεσης είναι περίπου το 1 bar (100 kPa). Σε περιπτώσεις δικτύων πολύ μεγάλου μήκους ή αξιοποίησης (για τη θέρμανση) ατμού που παράγεται για βιομηχανικές χρήσεις, η υπερπίεση μπορεί να φθάσει και τα 15 bar. Στις εγκαταστάσεις κενού, με τη βοήθεια αντλίας, δημιουργείται υποπίεση στους αγωγούς επιστροφής των συμπυκνωμάτων (υγροποιημένου ατμού).

Οι 2.3 διακρίνονται σε εγκαταστάσεις **άμεσης και έμμεσης θέρμανσης**. Στις πρώτες η θέρμανση του αέρα γίνεται σε ειδικούς αερολέβητες ( με καύση ή ηλεκτρικούς), ενώ στις δεύτερες γίνεται σε εναλλάκτες με τη βοήθεια συνήθως ζεστού νερού ή και ατμού.



Εικ. 1.1.β Σχηματική παράσταση εγκατάστασης Κ.Θ. με άμεση θέρμανση του αέρα

Οι 2.4 τέλος κατατάσσονται με βάση τα ρευστά που συνεργάζονται. Έτσι έχουμε συνήθως συστήματα **νερού - αέρα ή ατμού - αέρα, και ατμού - ζεστού νερού ή υπέρθερμου νερού - ζεστού νερού**. Το πρώτο μέσο παραλαμβάνει τη θερμότητα από την εστία και μέσω εναλλάκτη την αποδίδει στο δεύτερο το οποίο τη μεταφέρει στους χώρους που πρόκειται να θερμανθούν.



Εικ. 1.1.γ Σχηματική παράσταση εγκατάστασης Κ.Θ. νερού - αέρα



### 3. Με κριτήριο τον τρόπο κυκλοφορίας του φορέα

Οι διακρίσεις που ακολουθούν αναφέρονται σε εγκαταστάσεις με φορέα θερμότητας το ζεστό νερό.

#### 3.1 Ανάλογα με την αιτία της κυκλοφορίας σε:

##### 3.1.1 εγκαταστάσεις **φυσικής** και

##### 3.1.2 **εξαναγκασμένης κυκλοφορίας**

Στην πρώτη περίπτωση η κυκλοφορία του νερού είναι αποτέλεσμα της μείωσης του ειδικού βάρους του νερού με τη θέρμανσή του και κατά συνέπεια της τάσης του να προχωρήσει προς τα ψηλότερα σημεία του δικτύου, λόγω διαφοράς πίεσης.

Στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούνται φυγοκεντρικές αντλίες, που στις μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις έχουν τη μορφή των υδρολίπαντων κυκλοφορητών.

#### 3.2 Ανάλογα με τον τρόπο διανομής στα στοιχεία απόδοσης της θερμότητας στους χώρους σε:

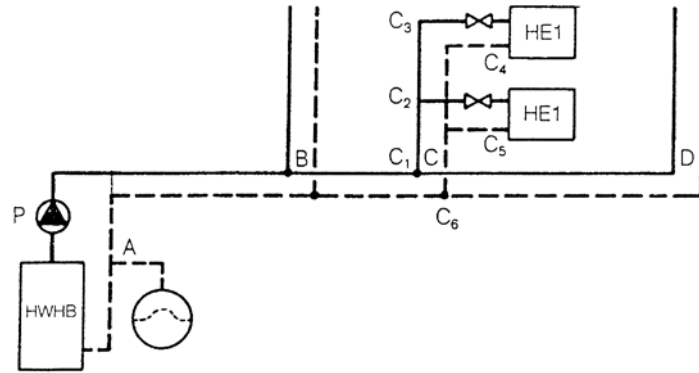
##### 3.2.1 εγκαταστάσεις με **δισωλήνιο** και

##### 3.2.2 με **μονοσωλήνιο σύστημα** διανομής.

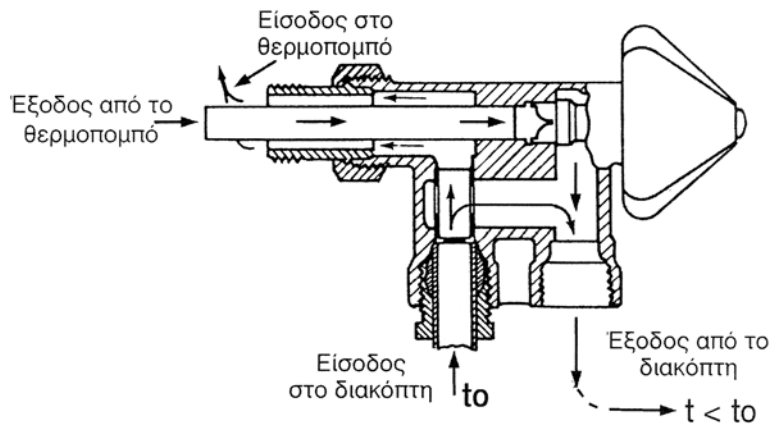
Στην πρώτη περίπτωση κάθε θερμοπομπός συνδέεται με ιδιαίτερο δίκτυο σωλήνων με τις κατακόρυφες στήλες προσαγωγής και επιστροφής. Μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για μια “παράλληλη” σύνδεση των θερμοπομπών, με κοινό στοιχείο την (περίπου) ισοδύναμη διαφορά πίεσης εισόδου - εξόδου, που προκαλεί και την κυκλοφορία του νερού.

Στη δεύτερη περίπτωση, ομάδες 2 έως 4 (συνήθως) θερμοπομπών αποτελούν κυκλώματα (βρόχους) ενός σωλήνα, με άκρα τις συνδέσεις του με τις κατακόρυφες στήλες ή κατάλληλους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής. Ο σωλήνας διακόπτεται τοπικά, για να συνδεθεί ο κάθε θερμοπομπός, και συνεχίζεται για τον επόμενο. Συνήθως, στην πράξη η σύνδεση αυτή γίνεται με τη βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων (τετράοδοι διακόπτες) που μπορούν να ρυθμιστούν, ώστε μέσα από το θερμοπομπό να μην περνάει όλη η ποσότητα του νερού αλλά ένα ποσοστό της. Η υπόλοιπη τον παρακάμπει και το σύνολο συνεχίζει για τον επόμενο θερμοπομπό.

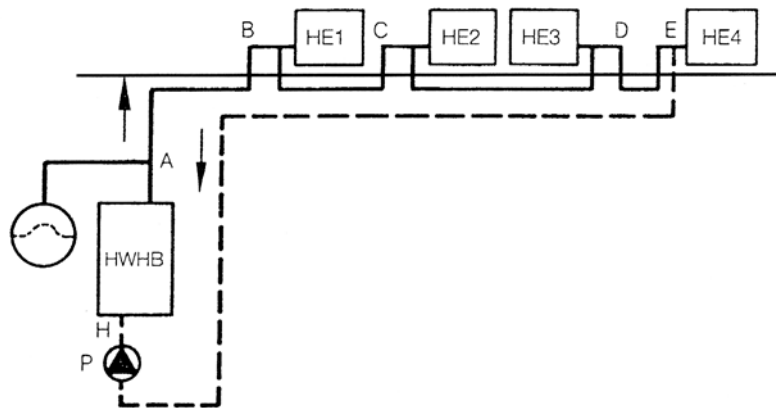
Θα μπορούσαμε να πούμε ότι εδώ πρόκειται για μια σύνδεση των θερμοπομπών “σε σειρά” και κοινό στοιχείο είναι η παροχή (ή τουλάχιστον ένα μέρος της).



Εικ. 1.1.δ Σχηματική παράσταση δισωλήνιας διανομής

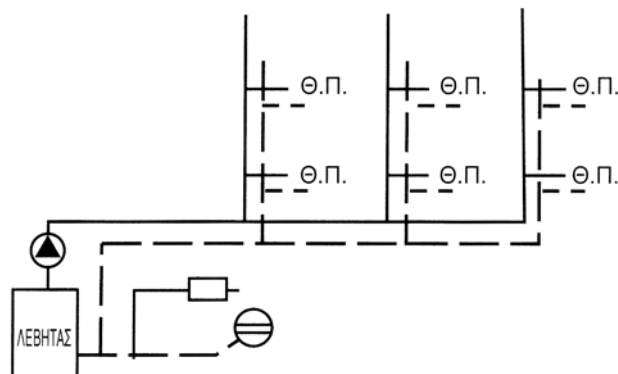


Εικ. 1.1.ε Τετράοδος διακόπτης μονοσωλήνιας διανομής

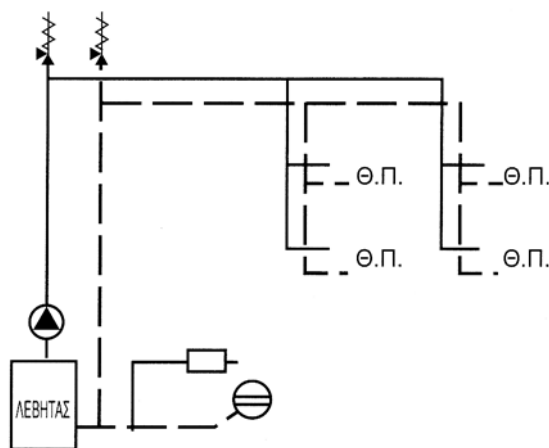


Εικ. 1.1.στ Σχηματική παράσταση μονοσωλήνιας διανομής

Ιδιαίτερα για τις 3.2.1 υπάρχει και η διάκριση σε εγκαταστάσεις με διανομή από κάτω (ανάπτυξη του οριζόντιου τμήματος του δικτύου στην οροφή του λεβητοστασίου) και διανομή από πάνω (ανάπτυξη του οριζόντιου τμήματος του δικτύου στην οροφή ή στο δάπεδο του τελευταίου ορόφου).



(α)

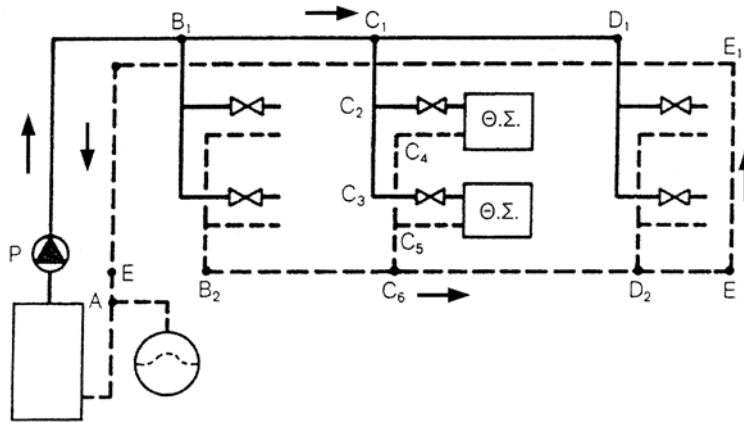


(β)

**Εικ. 1.1.ζ** Σχηματική παράσταση διανομής α) από κάτω β) από πάνω

Υπάρχει και η δυνατότητα συνδυασμού των δύο τελευταίων περιπτώσεων, δηλαδή οριζόντιο τμήμα δικτύου προσαγωγής πάνω και δικτύου επιστροφής κάτω (μικτό σύστημα).

Για χώρους μεγάλης έκτασης παρουσιάζει ενδιαφέρον η ανάπτυξη του οριζόντιου τμήματος στο επίπεδό τους, αλλά με τρόπο ώστε η σειρά σύνδεσης των σωμάτων με τον κεντρικό σωλήνα επιστροφής να είναι αντίστροφη από τη σειρά που τροφοδοτούνται (αντεστραμμένο σύστημα). Το πλεονέκτημα της ανάπτυξης αυτής περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.3.δ.



Εικ. 1.1.η Σχηματική παράσταση αντεστραμμένης διανομής

Όταν πρόκειται για εγκαταστάσεις με αέρα, η κυκλοφορία είναι εξαναγκασμένη (με ανεμιστήρες) και ο τρόπος διανομής ποικίλλει, ανάλογα με τους χώρους που εξυπηρετούνται.

#### 4. Με κριτήριο τον τρόπο απόδοσης της θερμότητας

Η μετάδοση της θερμότητας, όπως γνωρίζουμε, γίνεται με τους εξής τρεις βασικούς τρόπους:

- Με **αγωγή**, μέσα από τη μάζα υλικών που βρίσκονται σε (μακροσκοπική) ακινησία
- με **συναγωγή (ή μεταφορά)**, με τη βοήθεια ρευστών που βρίσκονται σε κίνηση
- με **ακτινοβολία**, που δεν προϋποθέτει απαραίτητα την ύπαρξη υλικού μέσου μεταξύ πομπού και δέκτη.

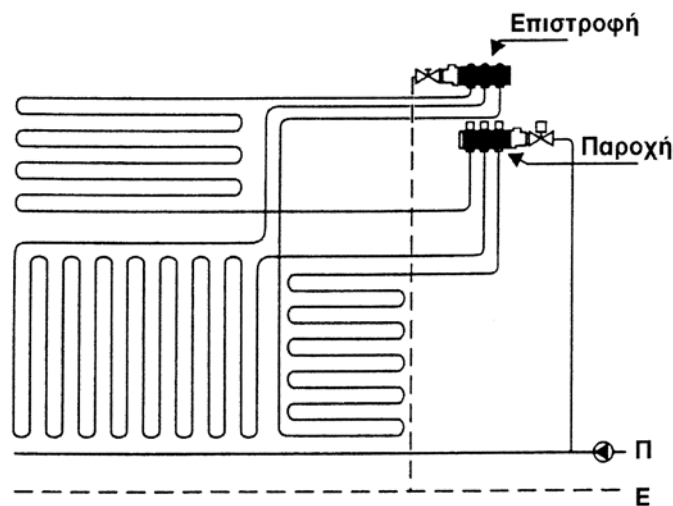
Στις περιπτώσεις που εργαζόμενο ρευστό είναι ο αέρας, η απόδοση της θερμότητας στο χώρο γίνεται άμεσα, με την είσοδο του θερμού αέρα και την ανάμιξή του με τον αέρα του χώρου (συναγωγή). Αυτό γίνεται με τη βοήθεια **δικτύου αεραγωγών** (εξαναγκασμένης κυκλοφορίας) και κατάλληλων **στομίων** εισόδου και εξόδου.

Στις περιπτώσεις **νερού ή ατμού**, η απόδοση γίνεται με τη βοήθεια διατάξεων ή συσκευών που ονομάζονται "**θερμοπομποί**". Εδώ λειτουργούν συνδυασμοί και των τριών τρόπων διάδοσης της θερμότητας (αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία). Ειδικά ο συνδυασμός αγωγής και συναγωγής, δηλαδή η συναλλαγή θερμότητας μεταξύ των δύο ρευστών (νερού - αέρα) που διαχωρίζονται από στερεό (τοιχώματα του σώματος), ονομάζεται **διάβαση** θερμότητας.

Έχουμε τα εξής βασικά συστήματα:

4.1 Με **ανάπτυξη των σωληνώσεων** μεταφοράς-διανομής, ώστε να έχουν μεγάλες επιφάνειες συναλλαγής με τον αέρα του χώρου (σερπαντίνες, σωληνωτά σώματα). Εδώ λειτουργεί κυρίως η διάβαση και συμπληρωματικά η ακτινοβολία. Η αύξηση της επιφάνειας συναλλαγής μπορεί να γίνει και με την προσθήκη κατάλληλων πτερυγίων (πτερυγιοφόροι σωλήνες).

Η ανάπτυξη των σωληνώσεων μπορεί να μην είναι εμφανής, αλλά εγκιβωτισμένη στις επιφάνειες του χώρου, συνήθως στο δάπεδο (ενδοδαπέδιο σύστημα). Τότε, βέβαια, δεν έχουμε ακτινοβολία από τις σωληνώσεις, στη διαμόρφωση δε του “θερμοπομπού” συμμετέχει και το δάπεδο.



**Εικ. 1.1.θ** Σχηματική ανάπτυξη εγκατάστασης Κ.Θ. με ενδοδαπέδιο σύστημα

4.2 Με σύνδεση στις σωληνώσεις **θερμοπομπών** (σωμάτων), που εμφανίζονται σε μια μεγάλη ποικιλία υλικών κατασκευής, μορφών και διαστάσεων, ώστε να καλύπτονται οι κάθε είδους λειτουργικές και αισθητικές ανάγκες των χώρων.

Ανάλογα με τη μορφή των επιφανειών συναλλαγής ποικίλλει και η κατανομή της συνολικής απόδοσης της θερμότητας στο χώρο, σε μετάδοση με συναγωγή (μέσω του αέρα που θερμαίνεται από την επαφή του με τους θερμοπομπούς) και με ακτινοβολία. Έτσι, στα κοινά θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας (**radiators**) με πολλές παράλληλες μικρές επιφάνειες (**στοιχεία ή φέτες**) το ποσοστό της μετάδοσης με ακτινοβολία είναι μικρότερο σε σύγκριση με εκείνο των σωμάτων με μεγάλες ενιαίες επιφάνειες (**άβακες - panels**).



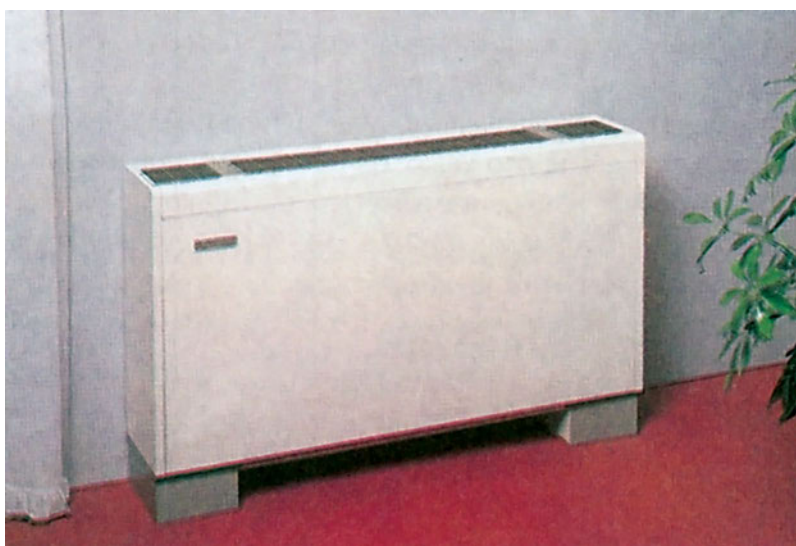
Εικ. 1.1.ι α) Σώμα ακτινοβολίας



β) Κοινά θερμαντικά σώματα

Η κυκλοφορία του αέρα γύρω από το θερμοπομπό συνήθως είναι φυσική και προκαλείται από τη διαφορά του ειδικού βάρους του εξαιτίας της θέρμανσής του. Υπάρχουν σώματα που η κατάλληλη διαμόρφωση των στοιχείων τους, με οδηγητικά πτερύγια, διευκολύνει τη φυσική κυκλοφορία (**convectors**). Τέλος η κυκλοφορία μπορεί να είναι εξαναγκασμένη, που προκαλείται από ανεμιστήρα. Στην τελευταία περίπτωση τα σώματα ονομάζονται **fan convectors**.

Όταν πρόκειται για μεγάλη ισχύ και απαίτηση και θερινής λειτουργίας (ψύξης), έχουμε σώματα με στοιχεία τύπου σερπαντίνας και ανεμιστήρα, τα λεγόμενα **fan coils**.



Εικ. 1.1.ια Fan coil

## 5. Με κριτήριο το είδος του ασφαλιστικού συστήματος

Για τις εγκαταστάσεις ζεστού νερού έχουμε

5.1 Με ανοιχτό δοχείο διαστολής και

5.2 Με κλειστό δοχείο διαστολής.

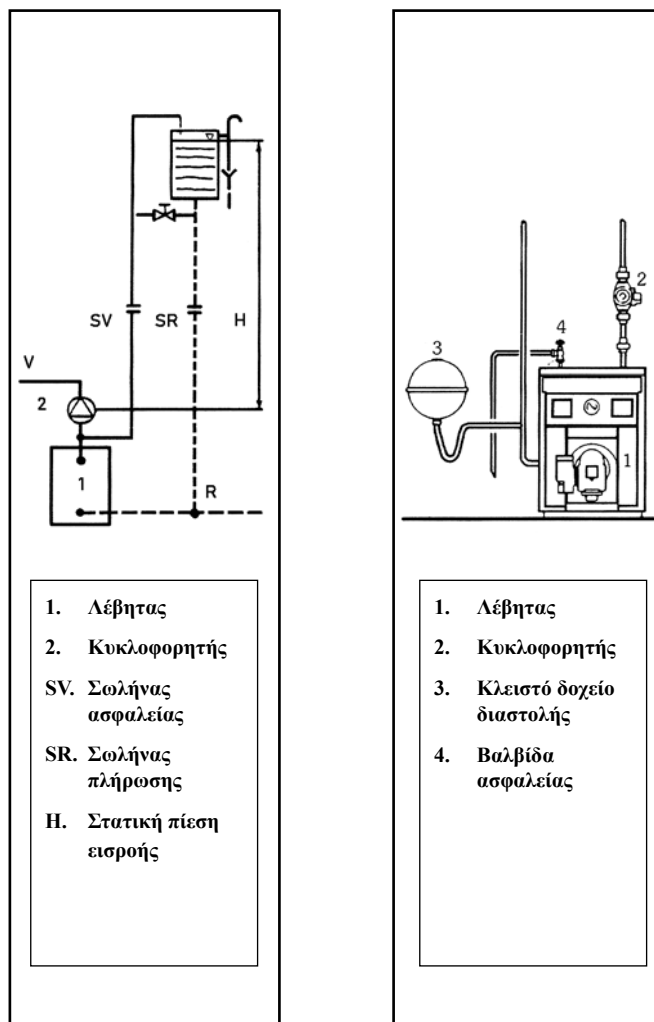
Η εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης είναι ουσιαστικά ένα κλειστό κύκλωμα. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της διαστολής του νερού κατά τη θέρμανσή του και των υπερπιέσεων που θα μπορούσαν να αναπτυχθούν, είναι απαραίτητο ένα σύστημα παραλαβής του επιπλέον όγκου. Αυτό είναι το ασφαλιστικό σύστημα και κύριο στοιχείο του είναι το δοχείο διαστολής.

Στην πρώτη περίπτωση πρόκειται για ένα δοχείο με διέξοδο προς την ατμόσφαιρα, που τοποθετείται στο ψηλότερο σημείο του δικτύου (συνήθως στην ταράτσα του κτιρίου). Συνδέεται με το δίκτυο

μέσω σωλήνα κατάλληλης διατομής (σωλήνας ασφάλειας), χωρίς την παρεμβολή διακοπών. Παράλληλα συνδέεται και σωλήνας συμπλήρωσης του δικτύου με νερό (σωλήνας πλήρωσης), προβλέπεται δε και διάταξη συμπλήρωσης του νερού του δοχείου από το δίκτυο ύδρευσης μέσω πλωτήρα.

Στη δεύτερη περίπτωση πρόκειται για ειδικής κατασκευής κλειστά δοχεία, που τοποθετούνται στο λεβητοστάσιο μαζί με ασφαλιστικά εξαρτήματα και διάταξη πλήρωσης του δικτύου.

Περισσότερα στοιχεία για τη λειτουργία και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ασφαλιστικών συστημάτων θα δοθούν στη συνέχεια και στο αντίστοιχο κεφάλαιο.



Εικ. 1.1.ιβ) α) Ανοιχτό και β) κλειστό δοχείο διαστολής

## 1.2 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ

Κατά την αρχική φάση του σχεδιασμού μιας εγκατάστασης Κ.Θ. πρέπει να γίνουν ορισμένες βασικές επιλογές όσον αφορά το είδος του φορέα της θερμότητας και τον τρόπο κυκλοφορίας του, το είδος του καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί και άλλα χαρακτηριστικά της. Οι σωστές επιλογές προϋποθέτουν τη σύγκριση των διάφορων δυνατοτήτων που υπάρχουν και την πρόκριση των πιο κατάλληλων για το είδος και το μέγεθος της εγκατάστασης που σχεδιάζεται.

Στη συνέχεια θα κάνουμε μια γενική παρουσίαση των κύριων πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των διάφορων δυνατών επιλογών, με άξονα τα κριτήρια κατάταξης των εγκαταστάσεων.

### 1.2.1 Ως προς το είδος του καυσίμου

#### α) Υγρά καύσιμα

Τα υγρά καύσιμα (εδώ μας ενδιαφέρει κυρίως το πετρέλαιο θέρμανσης) έχουν θερμογόνο δύναμη πολύ ανώτερη από τα στερεά. Η σύγκριση με τα αέρια δίνει διάφορα αποτελέσματα ανάλογα με το είδος του αερίου. Τα στοιχεία αυτά θα τα παρουσιάσουμε με περισσότερες λεπτομέρειες στο κεφάλαιο 2 (Καύση). Εδώ αναφέρουμε ενδεικτικά ότι με την πλήρη καύση 1 kg πετρελαίου παράγεται θερμικό ποσό περίπου 10.000 kcal (42.000 kJ). Οι αντίστοιχες τιμές για τα στερεά κυμαίνονται μεταξύ 3.500 και 7.000 kcal, με τις κατώτερες τιμές για τα ξύλα και τις ανώτερες για παράγωγα του άνθρακα.

Για τα αέρια οι τιμές δίνονται ανά μονάδα όγκου και συγκεκριμένα ανά Nm<sup>3</sup> (κυβικό μέτρο σε κανονικές συνθήκες). Για το φωταέριο και το φυσικό αέριο οι μέσες τιμές κυμαίνονται αντίστοιχα στα επίπεδα των 4.000 και 8.000 kcal (16.800 και 33.600 kJ), ενώ για τα υγραέρια, προπάνιο και βουτάνιο, φθάνουν αντίστοιχα τα 22.000 και 30.000 kcal (92.400 και 126.000 kJ) ανά Nm<sup>3</sup>.

Η χρήση τους, σε σύγκριση με τα αέρια, παρουσιάζει μικρότερους κινδύνους και έτσι οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης και διανομής τους είναι απλούστερες και με λιγότερο αυστηρές κατασκευαστικές προδιαγραφές.

Η επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τα καυσαερίά τους, με την προϋπόθεση της σωστής ρύθμισης και συντήρησης, είναι μικρότερη από την αντίστοιχη των στερεών αλλά μεγαλύτερη από αυτή των αέριων καυσίμων (βλέπε κεφ. 4).

Έτσι, σήμερα, χρησιμοποιούνται στη μεγάλη πλειοψηφία των εγκαταστάσεων Κ.Θ., με μια τάση υποχώρησης στο μέλλον υπέρ των αέριων καυσίμων και των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Οικονομική σύγκριση δεν είναι σκόπιμο να γίνει, γιατί οι τιμές διαμορφώνονται από πολλούς παράγοντες (συνήθως οικονομικής και περιβαλλοντικής πολιτικής) που δε σχετίζονται με τις ιδιότητες του καυσίμου και δεν είναι χρονικά σταθεροί.

#### β) Αέρια καύσιμα

Έχουν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από τα άλλα και σημαντικά μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος (βλέπε κεφ. 4). Με εξαίρεση τα υγραέρια δε χρειάζονται αποθηκευτικούς χώρους. Όμως τα δίκτυα διανομής τους απαιτούν αυστηρές κατασκευαστικές



και ασφαλιστικές προδιαγραφές λόγω της αυξημένης επικινδυνότητάς τους.

#### γ) Στερεά καύσιμα

Υστερούν από τα άλλα ως προς την απόδοση, τη ρύπανση και την ευχέρεια στη χρήση. Γι' αυτό η χρησιμοποίησή τους στον τομέα της Κ.Θ. είναι περιορισμένη σε ειδικές περιπτώσεις. Πάντως αξίζει να σημειωθεί η ανεξαρτησία τους από το ηλεκτρικό δίκτυο, στοιχείο που τα κάνει αξιόλογα για μικρές εγκαταστάσεις (σε συνδυασμό με δίκτυα φυσικής κυκλοφορίας) ορεινών περιοχών.

### **1.2.2 Ως προς το φορέα της θερμότητας**

#### α) Ζεστό νερό

Δεν είναι τυχαίο το ότι στη μεγάλη πλειοψηφία των μικρού και μεσαίου μεγέθους εγκαταστάσεων Κ.Θ. χρησιμοποιείται ως φορέας της θερμότητας το ζεστό νερό. Τα πλεονεκτήματά του σε σύγκριση με τα άλλα ρευστά είναι πολλά και σημαντικά. Ας τα απαριθμήσουμε.

- Οι θερμοκρασίες στα επίπεδα των οποίων εργάζεται (συνήθως 70 - 90 °C) είναι ικανοποιητικές από πλευράς μεταφοράς θερμότητας. Υπενθυμίζουμε ότι το ποσό της θερμότητας που μπορεί να μεταφέρει ποσότητα  $m$  kg νερού είναι  $Q = m c \Delta t$ , όπου  $c$  η ειδική θερμότητα (ή ειδική θερμοχωρητικότητα) του νερού και  $\Delta t$  η θερμοκρασιακή διαφορά εξόδου - εισόδου του στο λέβητα.
- Οι πιέσεις των δικτύων του ποικίλλουν, σε σχέση και με το μέγεθος των κτιρίων, πάντως είναι σε επίπεδα (της τάξης των 2-4 bar) που δε δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα αντοχής και αντιμετωπίζονται ικανοποιητικά με τα υλικά και τα εξαρτήματα που υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία στην αγορά.
- Τα δίκτυα διανομής έχουν δυνατότητες ευέλικτης ανάπτυξης και ανταποκρίνονται με επιτυχία σε μεγάλη ποικιλία λειτουργικών και αισθητικών απαιτήσεων. Η κατασκευή τους είναι απλή και η λειτουργία τους καθαρή, χωρίς θορύβους, επιδέχονται δε πολλών ειδών ρυθμίσεις και αυτοματισμούς. Απαιτούν όμως κάποια προσοχή όπως λ.χ. αποφυγή θυλάκων αέρα.

#### β) Υπέρθερμο νερό

Όπως γνωρίζουμε η θερμοκρασία ατμοποίησης του νερού εξαρτάται από την πίεση του χώρου όπου συντελείται. Έτσι, για πιέσεις μεγαλύτερες από την ατμοσφαιρική, οι θερμοκρασίες είναι μεγαλύτερες από 100 °C.

Το υπέρθερμο νερό λοιπόν, εξαιτίας των μεγαλύτερων διαφορών των θερμοκρασιών λειτουργίας ( $\Delta t$ ) από το ζεστό, έχει μεγαλύτερη ικανότητα μεταφοράς θερμότητας ανά μονάδα μάζας και κατά συνέπεια με μικρότερες παροχές μπορεί να μεταφέρει μεγαλύτερα θερμικά φορτία. Αυτό είναι σημαντικό πλεονέκτημα για περιπτώσεις εγκαταστάσεων πολύ μεγάλης ισχύος και μεγάλου μήκους δικτύου, αφού επιτρέπει μικρότερες διατομές σωληνώσεων.

Οι μεγάλες όμως πιέσεις επιβάλλουν άλλα επίπεδα κατασκευαστικών και ασφαλιστικών προδιαγραφών. Επίσης το καθιστούν ακατάλληλο για διανομή στους θερμαινόμε-

νους χώρους. Τυχόν διαρροή σε ατμοσφαιρικό περιβάλλον θα είχε σαν αποτέλεσμα άμεση ατμοποίηση και διασκορπισμό του με πιθανή πρόκληση εγκαυμάτων. Άλλωστε η μεγάλη θερμοκρασία του, λόγω της μείωσης της σχετικής υγρασίας που θα προκαλούσε στον αέρα, δεν είναι ευνοϊκή για συνθήκες άνεσης των χώρων.

Έτσι, χρησιμοποιείται κυρίως ως φορέας θερμότητας από την εστία σε εναλλάκτες, όπου θερμαίνεται το νερό που μεταφέρει τη θερμότητα στους χώρους. Συναντάται σε συγκροτήματα κτιρίων με ανεξάρτητα κτίρια λεβητοστασίων, όπως Πανεπιστημιούπολεις, Στρατώνες, Νοσοκομειακά συγκροτήματα κ.λπ.

### γ) Ατμός

Ισχύουν και εδώ οι παρατηρήσεις για την πίεση και τη θερμοκρασία που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Επιπλέον, όσον αφορά την ικανότητα μεταφοράς θερμότητας, ο ατμός έχει το μεγάλο συγκριτικό πλεονέκτημα της αξιοποίησης της λανθάνουσας θερμότητας ατμοποίησης. Κατά τη συμπύκνωσή του στους εναλλάκτες ή τους θερμοπομπούς αποδίδεται και αυτό το θερμικό ποσό.

Για να γίνει αντιληπτό το μέγεθος αυτού του πλεονεκτήματος, δίνουμε μερικές ενδεικτικές τιμές για την κατανομή του συνολικού θερμικού περιεχομένου κορεσμένου ατμού σε διάφορες συνθήκες.

**Πίνακας 1.2.1**

ΠΙΕΣΗ bar	ΘΕΡ/ΣΙΑ °C	ΑΙΣΘ.ΘΕΡΜ/ΤΑ kJ/kg (kcal/kr)	ΛΑΝΘ. ΘΕΡΜ/ΤΑ kJ/kg (kcal/kr)	ΣΥΝΟΛΟ \ kJ/kg (kcal/kr)
1	100	419 (100)	2257 (540)	2676 (640)
2	120	504,5 (120)	2201,5 (527)	2706 (647)
5	152	640 (152)	2107,5 (505)	2747,5 (657)

Παρά το πλεονέκτημα αυτό, καθώς και εκείνο της γρήγορης ανταπόκρισης της εγκατάστασης στο ζητούμενο θερμικό αποτέλεσμα, το θέμα των μεγάλων πιέσεων κάνει τον ατμό ακατάλληλο για συνήθη κτίρια. Άλλωστε για την ατμοπαραγωγή επιβάλλεται η συνεχής επίβλεψη της εγκατάστασης από ειδικευμένο προσωπικό. Έτσι η χρήση του περιορίζεται σε ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. σε βιομηχανικούς χώρους ( που ο ατμός μπορεί να εξυπηρετεί κυρίως παραγωγικές διαδικασίες), Νοσοκομεία (που εξυπηρετούνται και άλλες λειτουργίες όπως πλυντήρια-σιδερωτήρια, αποστείρωση) κ.λπ.

Τέλος πρέπει να επισημανθεί ότι τα δίκτυα ατμού έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής από του νερού, λόγω των δυσμενέστερων συνθηκών λειτουργίας τους.

### δ) Αέρας

Ο αέρας, ως φορέας της θερμότητας, έχει τα πλεονεκτήματα της γρήγορης και ομοιόμορφης (σε όλη τους την έκταση) θέρμανσης των χώρων, της χαμηλής θερμοκρασίας προσαγωγής (του επιπέδου των 40°C), που δε μειώνει σημαντικά τη σχετική υγρασία, και της δυνατότητας ανανέωσης του αέρα του χώρου. Επίσης οι τερματικές του συσκευές (στόμια εισόδου - εξόδου) δεν καταλαμβάνουν ωφέλιμους χώρους, παρά μόνο μικρά ανοίγματα στους τοίχους. Απαιτείται όμως η ανάπτυξη δικτύου αεραγωγών και αυτό δεν

είναι εφικτό ή εύκολο (εξαιτίας και του όγκου τους) σε συνήθη κτίρια κατοικιών.

Έτσι θα τον συναντήσουμε σε ειδικές περιπτώσεις, όπως κτίρια γραφείων (όπου στους διαδρόμους μπορεί να αναπτυχθούν οι αεραγωγοί και να καλυφθούν με ψευδοροφές), μεγάλες αίθουσες, καταστήματα, εκκλησίες κ.λπ. Ας σημειωθεί ότι, όταν απαιτείται και κεντρικός θερινός κλιματισμός, ο αέρας πλεονεκτεί γιατί, λόγω των ιδιοτήτων του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο δίκτυο διανομής.

#### ε) Συνδυασμοί β-α, γ-α, α-δ.

Με στόχο την αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων και τον περιορισμό των μειονεκτημάτων που παρουσιάστηκαν για τους παραπάνω φορείς, μπορούν να σχεδιαστούν εγκαταστάσεις συνδυασμών τους.

#### στ) Υπέρυθρα ηλεκτρομαγνητικά κύματα

Είναι άριστα για ειδικές εγκαταστάσεις, αλλά δεν έχουν αναπτυχθεί λόγω του ότι εργάζονται με καύσιμο το αέριο.

### **1.2.3 Ως προς τον τρόπο κυκλοφορίας**

Οι παρατηρήσεις που ακολουθούν αφορούν το ζεστό νερό που, όπως ήδη αναφέραμε, είναι το πλέον διαδεδομένο μέσο για μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις.

#### α) Φυσική - εξαναγκασμένη κυκλοφορία

Η φυσική κυκλοφορία έχει μεν το πλεονέκτημα της ανεξαρτησίας από την ηλεκτρική τροφοδοσία του κυκλοφορητή και τη σχετική οικονομία κατασκευαστικής και λειτουργικής δαπάνης, απαιτεί όμως μεγαλύτερες διατομές σωληνώσεων (γιατί οι ταχύτητες κυκλοφορίας και κατά συνέπεια οι παροχές είναι μικρές: Παροχή = Διατομή x Ταχύτητα). Επίσης, για τον ίδιο λόγο, ο χρόνος ανταπόκρισης της εγκατάστασης στο θερμικό αποτέλεσμα είναι μεγάλος. Είναι έτσι κατάλληλη μόνο για μικρές εγκαταστάσεις και ειδικές περιπτώσεις, όπως αναφέραμε και στο 1.2.1 γ. Στην πράξη, σήμερα, μπορούμε να μιλάμε για σχεδόν αποκλειστική χρησιμοποίηση της εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

#### β) Δισωλήνιο-μονοσωλήνιο σύστημα

Το δισωλήνιο σύστημα είναι απλούστερο ως προς τον υπολογισμό του. Η “παράλληλη” τροφοδότηση των θερμοπομπών, για μικρού και μεσαίου μεγέθους εγκαταστάσεις, παρουσιάζει περίπου ισοδύναμες θερμοκρασιακές πτώσεις του νερού ( $\theta_{\epsilon\iota\sigma} - \theta_{\epsilon\zeta}$ ), που, συνήθως, στην πράξη έχουν τιμή 15° ή 20°C. Το τελευταίο στοιχείο, όπως θα δούμε αργότερα και στο αντίστοιχο κεφάλαιο, διευκολύνει την επιλογή των θερμαντικών σωμάτων, αφού για τέτοιες συνθήκες δίνονται οι ονομαστικές ισχύεις τους στους πίνακες των κατασκευαστών.

Προϋπόθεση όμως για τα παραπάνω είναι η ανάπτυξη του κατακόρυφου τμήματος του δικτύου με πολλά ζεύγη στηλών προσαγωγής - επιστροφής, επομένως περισσότερες σωληνώσεις και διατρήσεις (περάσματα) των οριζόντιων επιφανειών (δαπέδων) των κτιρίων. Η ανάπτυξη αυτή και η συνακόλουθη εξάρτηση των σωμάτων της ίδιας κατοικίας από πολλές κατακόρυφες στήλες, δε δίνει πρακτικές δυνατότητες αυτόνομης λειτουργίας της

θέρμανσης κάθε ιδιοκτησίας. Αυτό είναι και το βασικό μειονέκτημα του δισωλήνιου συστήματος για τις πολυκατοικίες.

Το προηγούμενο μειονέκτημα είναι η βασική αιτία που συνέβαλε στη μεγάλη διάδοση του μονοσωλήνιου συστήματος.

Βέβαια το μονοσωλήνιο σύστημα έχει και άλλα πλεονεκτήματα. Περιορίζεται ο αριθμός των κατακόρυφων στηλών και η οριζόντια ανάπτυξη του δικτύου γίνεται συνήθως μέσα στα δάπεδα των ορόφων, με αφετηρία κατάλληλους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής κοντά στην είσοδο κάθε κατοικίας.

Πρέπει πάντως να επισημανθεί ότι η ενδοδαπέδια ανάπτυξη περικλείει το μεγάλο πρόβλημα της πολύ δύσκολης αποκατάστασης τυχόν βλαβών στους εγκιβωτισμένους σωλήνες. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται χαλκοσωλήνες ή ειδικού τύπου πλαστικοί σωλήνες με μηχανική προστασία και δε γίνονται συνδέσεις τμημάτων τους μέσα στο δάπεδο (μονοκόμματοι).

Στους συλλέκτες συνδέονται ρυθμιστικά εξαρτήματα και όργανα μετρήσεων που χρειάζονται για την αυτόνομη λειτουργία της εγκατάστασης κάθε κατοικίας και τον υπολογισμό της συμμετοχής της στις κοινόχρηστες δαπάνες θέρμανσης.

Η μελέτη του δικτύου και η εκλογή των σωμάτων στην περίπτωση του μονοσωλήνιου είναι πιο δύσκολη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της αλληλεξάρτησης των σωμάτων που συνδέονται σε σειρά, σε κάθε βρόχο. Αν όμως γίνει προσεκτικά και εφαρμοστεί πιστά, δίνει ακριβή αποτελέσματα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της.

Πάντως η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων του μονοσωλήνιου προϋποθέτει τη χρήση ακριβών εξαρτημάτων, για τα οποία θα μιλήσουμε στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

#### γ) Διανομή από πάνω και από κάτω

Η διανομή από πάνω εξουδετερώνει το πρόβλημα της σχετικά μειονεκτικής θέρμανσης των χώρων των τελευταίων (ψηλότερων) ορόφων, που συνήθως έχουν και τις μεγαλύτερες ανάγκες.

Στην περίπτωση του μικτού συστήματος (οριζόντιο τμήμα δικτύου προσαγωγής πάνω και δικτύου επιστροφής κάτω), υπάρχει το πρόσθετο πλεονέκτημα της πολύ ισορροπημένης κατανομής των πτώσεων πίεσεως λειτουργίας, αφού όλα τα σώματα τροφοδοτούνται με γραμμές περίπου ίσου μήκους.

Πάντως και τα δύο προηγούμενα συστήματα απαιτούν κατάλληλο χώρο στην οροφή της τελευταίας στάθμης για την ανάπτυξη των σωληνώσεων (εκτός από τις περιπτώσεις ενδοδαπέδιας ανάπτυξης). Επειδή αυτό είναι δύσκολο για τα συνήθη κτίρια, στη μεγάλη πλειοψηφία των εφαρμογών έχει επικρατήσει το σύστημα της διανομής από κάτω.

#### δ) Αντεστραμμένο σύστημα

Η εφαρμογή του συστήματος αυτού, σε μεγάλους χώρους με πολλά σώματα, εξασφαλίζει ίσα μήκη σωληνώσεων για τα σώματα, αφού η σειρά σύνδεσής τους με το σωλήνα προσαγωγής είναι αντίστροφη με εκείνη της επιστροφής. Έτσι, έχουμε πολύ ισορροπημένη τροφοδοσία και λειτουργία τους.

#### 1.2.4 Ως προς το ασφαλιστικό σύστημα

##### α) Ανοιχτό δοχείο διαστολής

Το ανοιχτό δοχείο είναι μια απλή και φθηνή κατασκευή και δεν απαιτεί ειδικά ασφαλιστικά εξαρτήματα και ρυθμίσεις. Προϋποθέτει όμως τη διάθεση κατάλληλου χώρου για την εγκατάστασή του και κατακόρυφους σωλήνες (και τις σχετικές εργασίες ανάπτυξης τους) για τη σύνδεσή του με το δίκτυο. Στην περίπτωση πολύ ψυχρών κλιμάτων απαιτείται και προστασία από τον παγετό.

##### β) Κλειστό δοχείο διαστολής

Τα μειονεκτήματα του ανοιχτού δοχείου που αναφέρθηκαν πριν, έχουν συντελέσει στη μεγάλη διάδοση του κλειστού δοχείου σε εγκαταστάσεις κάθε είδους και μεγέθους. Προϋπόθεση βέβαια για την ασφαλή λειτουργία του είναι η σωστή επιλογή του (καθώς και του κυκλοφορητή της εγκατάστασης) και η σύνδεσή του σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα **βασικά στοιχεία** που απαρτίζουν μια εγκατάσταση Κ.Θ. είναι:

- Καυστήρας (και σύστημα αποθήκευσης - τροφοδότησης καυσίμου)
- Λέβητας (και σύστημα απαγωγής καυσαερίων)
- Κυκλοφορητής και δίκτυο διανομής του φορέα της θερμότητας
- Συσκευές απόδοσης θερμότητας (θερμοπομποί)
- Ασφαλιστικό σύστημα (και πλήρωσης της εγκατάστασης)
- Όργανα και διατάξεις ελέγχων-ρυθμίσεων.

Οι εγκαταστάσεις Κ.Θ. **κατατάσσονται** στα παρακάτω είδη:

Με κριτήριο το είδος του καυσίμου

- α) Υγρών καυσίμων
- β) Αέριων καυσίμων
- γ) Στερεών καυσίμων

Με κριτήριο το φορέα της θερμότητας

- α) Ζεστού νερού
- β) Υπέρθερμου νερού
- γ) Ατμού
- δ) Αέρα
- ε) Συνδυασμών β-α, γ-α, α-δ.

Με κριτήριο τον τρόπο κυκλοφορίας

(Για ζεστό νερό)

- α) Φυσικής-εξαναγκασμένης κυκλοφορίας
- β) Με δισωλήνιο-μονοσωλήνιο σύστημα διανομής

Με κριτήριο το ασφαλιστικό σύστημα

- α) Με ανοιχτό δοχείο διαστολής
- β) Με κλειστό δοχείο διαστολής.

Κάθε σύστημα παρουσιάζει διάφορα **πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα**. Πάντως, στη σημερινή πρακτική των εφαρμογών για εγκαταστάσεις συνήθων κτιρίων μικρού και μεσαίου μεγέθους έχει επικρατήσει το σύστημα με ζεστό νερό εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, με κλειστό δοχείο διαστολής και, προκειμένου για πολυκατοικίες, με μονοσωλήνιο δίκτυο διανομής και αυτονομίες λειτουργίας.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πότε μια εγκατάσταση θέρμανσης λέγεται κεντρική;
2. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα της Κ.Θ. ως προς την τοπική;
3. Ποιος είναι ο ρόλος του “εργαζόμενου ρευστού”;
4. Ποια είναι τα συνήθη ρευστά που χρησιμοποιούνται στην Κ.Θ. ως φορείς της θερμότητας;
5. Να κατατάξετε τα είδη των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην Κ.Θ. από πλευράς προβλημάτων διανομής.
6. Να κατατάξετε τα είδη των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην Κ.Θ. από πλευράς ρύπανσης του περιβάλλοντος.
7. Πώς ορίζεται το υπέρθερμο νερό;
8. Ποιο είναι το βασικό πλεονέκτημα και ποιο το βασικό μειονέκτημα του υπέρθερμου νερού;
9. Ποιο είναι το βασικό πλεονέκτημα και ποιο το βασικό μειονέκτημα του ατμού;
10. Ποιος φορέας θερμότητας επιδρά λιγότερο στις συνθήκες άνεσης του χώρου από πλευράς σχετικής υγρασίας;
11. Να αναφέρετε το κύριο μειονέκτημα του αέρα ως προς τον τρόπο διανομής του.
12. Ποιο είναι το βασικό πλεονέκτημα και ποιο το βασικό μειονέκτημα του συστήματος διανομής με φυσική κυκλοφορία;
13. Ποιο είναι το βασικό μειονέκτημα του δισωλήνιου συστήματος διανομής για πολυκατοικίες;
14. Πώς αναπτύσσεται το αντεστραμμένο σύστημα διανομής και ποιο είναι το πλεονέκτημά του;
15. Ποια είναι τα μειονεκτήματα του ανοιχτού δοχείου διαστολής ως προς το κλειστό;
16. Να κάνετε τη σχηματική παράσταση μονοσωλήνιας διανομής από ένα συλλέκτη προς δύο γειτονικούς χώρους που ο καθένας έχει ένα βρόχο τριών σωμάτων.
17. Να κάνετε τη σχηματική παράσταση αντεστραμμένης διανομής σε χώρο διαστάσεων 8 m x 16 m που θερμαίνεται από 6 σώματα, τοποθετημένα συμμετρικά, από 3 σε κάθε μεγάλη πλευρά.
18. Να κάνετε τη σχηματική παράσταση λεβητοστασίου με κλειστό δοχείο διαστολής και κυκλοφορητή στην προσαγωγή.
19. Να κάνετε το κατακόρυφο διάγραμμα εγκατάστασης με δισωλήνιο σύστημα, δύο ζεύγη κατακόρυφων στηλών και ανοιχτό δοχείο διαστολής στην ταράτσα.

## **Η ΚΑΥΣΗ**

**2.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ**

**2.2 ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ**

**2.3 Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ**

**2.4 Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ**







### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να δίνετε τον ορισμό του φαινομένου της καύσης στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων και να περιγράφετε την εξέλιξή του.
- Να εξηγείτε τη σημασία της σωστής ποσότητας του αέρα για την καύση και τα προβλήματα από την έλλειψη ή την περίσσειά του.
- Να αναφέρετε τα συστατικά των καυσαερίων και την ιδιαιτερότητα του CO, όσον αφορά την επικινδυνότητά του.
- Να ορίζετε τη θερμογόνο δύναμη των καυσίμων.
- Να αναφέρετε τα είδη των απωλειών των λεβήτων Κ.Θ..
- Να περιγράφετε πώς γίνεται ο έλεγχος της ποιότητας της καύσης και να αναφέρετε τα σχετικά ποσοτικά στοιχεία.
- Να αναφέρετε τις επιπτώσεις των καυσαερίων στο περιβάλλον και να εξηγείτε τα πλεονεκτήματα της χρήσης αέριων καυσίμων.

## 2.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Όταν λέμε **καύση**, εννοούμε την ένωση, κάτω από κατάλληλες συνθήκες, στοιχείων (κυρίως του άνθρακα και του υδρογόνου) που περιέχουν τα καύσιμα με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα. Η χημική αυτή αντίδραση είναι **εξώθερμη**, συνοδεύεται δηλαδή από έκλυση ποσοτήτων θερμότητας.

Η εξέλιξη της καύσης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τα βασικά της στοιχεία ξεχωριστά για κάθε είδος καυσίμου, λόγω των ιδιομορφιών που παρουσιάζονται.

### 2.1.1 Η καύση στερεών καυσίμων

Η χρήση των στερεών καυσίμων (κυρίως ξύλων) στις κεντρικές θερμάνσεις, πριν λίγο καιρό, περιοριζόταν σε μικρές ορεινές κυρίως εγκαταστάσεις. Τελευταία όμως, με την ανάπτυξη των σχετικών τεχνολογιών, έγινε κατορθωτή και η εκμετάλλευση άλλων μορφών βιομάζας, όπως τα κάθε είδους γεωργικά και φυτικά υπολείμματα. Η αυτοτελής ή η συνδυασμένη εκμετάλλευση των διάφορων μορφών βιομάζας μπορεί να αποτελέσει την εναλλακτική λύση στη χρησιμοποίηση εισαγόμενων πρώτων υλών, χωρίς περισσότερη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας (λόγω ανάπτυξης της σχετικής αντιρρυπαντικής τεχνολογίας). Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλατιά σε μικρές ή μεγάλες εστίες κεντρικών θερμάνσεων ή βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Υπενθυμίζεται ότι ως βιομάζα ορίζεται το σύνολο των γεωργικών, φυτικών, δασικών ή ζωικών υπολειμμάτων, τα αστικά λύματα και τα στερεά απορρίμματα με τα παράγωγά τους (βιοαέρια κ.λπ.).

Η καύση των στερεών καυσίμων είναι πολύπλοκο φαινόμενο. Η διαδικασία και η εξέλιξή της εξαρτώνται από την περιεκτικότητα του στερεού καυσίμου σε πτητικές ουσίες, που περιέχουν άνθρακα.

Την ποιότητα ενός στερεού καυσίμου χαρακτηρίζει η περιεκτικότητά του σε καύσιμα συστατικά, σε σχέση με τα αδρανή (υγρασία και ανόργανη τέφρα).

### 2.1.2 Καύση υγρών καυσίμων (πετρέλαιο)

Το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται σήμερα στις κεντρικές θερμάνσεις αποτελείται κυρίως από **άνθρακα (C) και υδρογόνο (H<sub>2</sub>)** σε αναλογία 85% προς 15% περίπου. Υπάρχουν και μικρές ποσότητες άλλων στοιχείων, όπως το θείο (S). Οι πρόσφατες προδιαγραφές, για καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος, ορίζουν ως μέγιστο ποσοστό θείου το 0,3%. Η καύση του άνθρακα παρέχει διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), ενώ η καύση του υδρογόνου δίνει νερό (H<sub>2</sub>O - ατμό).

Τα παράγωγα της καύσης ονομάζονται **καυσαέρια** και είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό και το άζωτο που δεν καίγεται.

Είναι γνωστό ότι, με βάση τους ατομικούς αριθμούς κάθε στοιχείου, για την καύση μίας συγκεκριμένης ποσότητας υγρού καυσίμου απαιτείται κι ένα συγκεκριμένο ποσό αέρα. Στην πράξη απαιτείται αυξημένη ποσότητα αέρα και μιλάμε για **περίσσεια αέρα**, ενώ όταν έχουμε λιγότερο αέρα από αυτόν που απαιτείται, τότε έχουμε **ατελή καύση**.

Κατά την ατελή καύση έχουμε το ενδεχόμενο έκλυσης μονοξειδίου του άνθρακα (CO), που είναι δηλητηριώδες και επικίνδυνο, όπως επίσης και συγκέντρωση ποσότητας άκαυστου άνθρακα στο λέβητα.

Στην περίπτωση υπερβολικής περίσσειας αέρα, εκτός του ότι αυτή είναι αντιοικονομική (αφού ζεσταίνουμε άχρηστο αέρα), επί πλέον προκαλείται και έκλυση ανεπιθύμητου οξειδίου του αζώτου.

Η καλύτερη, θεωρητικά, αναλογία του διοξειδίου του άνθρακα στα καυσαέρια είναι 15,3%.

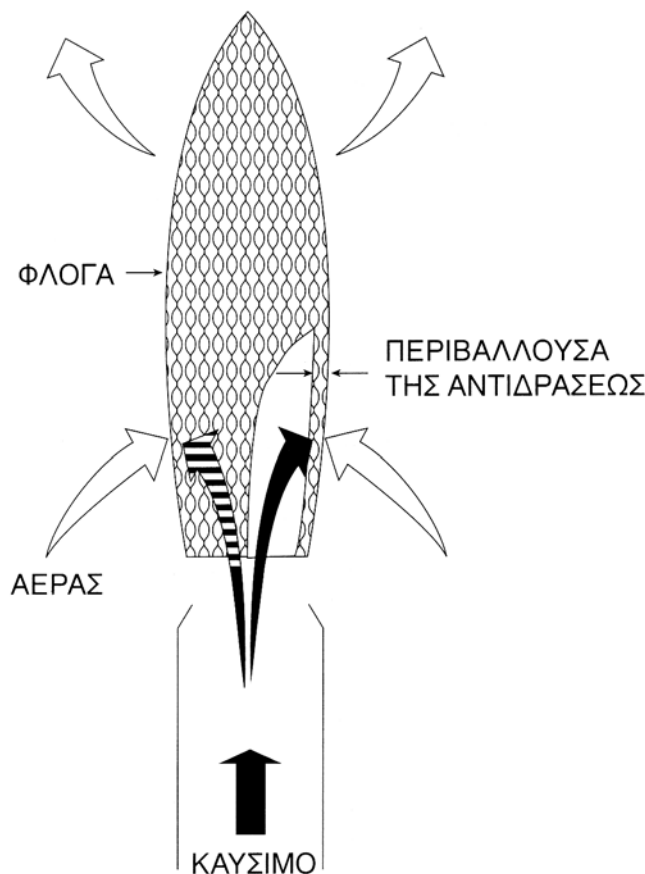
### Η εξέλιξη της καύσης

Η καύση στα υγρά καύσιμα επιτυγχάνεται με άνοδο της θερμοκρασίας τους και εξάτμισή τους, γίνεται δε ταχύτερη όταν το υγρό διασπάται, με τη βοήθεια ακροφυσίων, σε μικρά μέρη (ψεκασμός).

Η εξάτμιση είναι συνεχής και καθώς εξελίσσεται, η θερμοκρασία του καυσίμου ανεβαίνει και φτάνει σε μία τιμή που τότε αρχίζουν φαινόμενα διάσπασής του (πυρόλυση).

Στους καυστήρες πετρελαίου, οι σταγόνες δεν προφταίνουν να εξατμιστούν πριν από την καύση κι έτσι έχουμε καύση με φλόγα διάχυσης.

Η διαδικασία της καύσης ενός σταγονιδίου με φλόγα διάχυσης φαίνεται στην εικόνα 2.1.α. Το σταγονίδιο περιβάλλεται από τη ζώνη καύσης που έχει τη μορφή σφαιρικού στρώματος.



Εικ. 2.1.α Πορεία της καύσης σταγόνας υγρού καυσίμου με φλόγα διάχυσης

### 2.1.3 Καύση αέριων καυσίμων (φυσικό αέριο ή υγραέριο)

Το φυσικό αέριο στην πραγματικότητα είναι μίγμα αερίων (υδρογονανθράκων), με κυριότερο το μεθάνιο. Η χώρα μας μέχρι στιγμής προμηθεύεται φυσικό αέριο από τη Ρωσία, ενώ αναμένεται φυσικό αέριο και από την Αλγερία. (Πίνακας 2.1)

**Πίνακας 2.1.1** Σύνθεση φυσικού αερίου ανάλογα με την προέλευση.

	<b>Ρωσίας</b>	<b>Αλγερίας</b>
<b>Σύνθεση (κατά όγκο)</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Μεθάνιο	92,0	83,0
Αιθάνιο	3,2	7,5
Προπάνιο	0,85	0,8
Βουτάνιο	0,2	0,8
Διοξείδιο του Άνθρακα	0,3	0,2
Άζωτο	3,3	6,0

Οι υδρογονάνθρακες αποτελούνται από υδρογόνο και άνθρακα. Ανάλογα με τα μοριακά βάρη, η τέλεια καύση τους απαιτεί ένα συγκεκριμένο ποσό αέρα (οξυγόνου). Η θεωρητική ποσότητα αέρα καύσης για τους διάφορους υδρογονάνθρακες του φυσικού αερίου είναι:

**Πίνακας 2.1.2** θεωρητική ποσότητα αέρα καύσης

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΚΑΥΣΗΣ						
Για τα επιμέρους συστατικά του φυσικού αερίου					Τυπικό μίγμα φυσικού αερίου	
Συστατικό	Τύπος	O <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	N <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Σύνολο αέρα (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	% περιεκτικότητα συστατικών	Αναγκαίος αέρας
Μεθάνιο	CH <sub>4</sub>	2	7,52	9,52	92	8,76
Αιθάνιο	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,5	13,17	16,67	3,2	0,53
Προπάνιο	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5	18,8	23,8	0,85	0,2
Βουτάνιο	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	6,5	24,4	30,8	0,2	0,06

Η θεωρητική ποσότητα αέρα για τα επιμέρους συστατικά του φυσικού αερίου κυμαίνεται από 9,52 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> για το μεθάνιο μέχρι 30,8 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> για το βουτάνιο. Γνωρίζοντας τη σύσταση του φυσικού αερίου υπολογίζουμε τον απαιτούμενο αέρα για κάθε συστατικό του.

Σε περίπτωση υπερβολικής περίσσειας αέρα, έχουμε δημιουργία νερού (υδρατμών), που βλάπτει τα τοιχώματα του λέβητα, και απώλεια θερμότητας.

Σε περίπτωση ατελούς καύσης έχουμε, όπως και στα υγρά καύσιμα, τη δημιουργία έκρηξης στην καμινάδα. Αυτό συμβαίνει, γιατί το CO σχηματίζει με τον αέρα εκρηκτικά μίγματα.

## 2.2 ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

### 2.2.1 Τα θεωρητικά καυσαέρια

Ως θεωρητικά καυσαέρια ορίζονται τα προϊόντα της τέλει καύσης της μονάδας όγκου ενός αερίου με τη θεωρητική ποσότητα αέρα καύσης. Τα θεωρητικά καυσαέρια εκφράζονται σε  $m^3$  καυσαερίων ανά  $m^3$  καύσιμου αερίου.

Η σύνθεση των καυσαερίων μπορεί εύκολα να υπολογιστεί, αφού είναι γνωστές οι εξίσωσεις καύσης του καυσίμου και οι θεωρητικές ποσότητες αέρα καύσης (όπως προαναφέρθηκε) ακόμα και στην περίπτωση μείγματος καυσίμων.

Στον πίνακα 2.2.1 φαίνεται η σύνθεση των καυσαερίων, όταν για την καύση χρησιμοποιείται αέρας. Εάν έχουμε ένα μίγμα καυσίμων αερίων, η σύνθεση των καυσαερίων μπορεί εύκολα να υπολογιστεί ανάλογα με τη σύνθεση του καυσίμου.

Πίνακας 2.2.1 Πίνακας θεωρητικών καυσαερίων

ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ					
Καύση με αέρα					
	CO <sub>2</sub> (1)	H <sub>2</sub> O(2)	N <sub>2</sub> (3)	Θεωρητικά Καυσαέρια Ξηρά (4)	Θεωρητικά Καυσαέρια Υγρά (5)
Καύσιμο	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Μεθάνιο	1	2	7,52	8,52	10,52
Αιθάνιο	2	3	13,17	15,17	18,17
Προπάνιο	3	4	18,81	21,81	25,81
Βουτάνιο	4	5	24,45	28,45	33,45
<p>(1) m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> που παράγεται με την καύση 1 m<sup>3</sup> καυσίμου</p> <p>(2) m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O που παράγεται με την καύση 1 m<sup>3</sup> καυσίμου υπό τη μορφή ατμού</p> <p>(3) m<sup>3</sup> N<sub>2</sub> που συνοδεύει στον αέρα το O<sub>2</sub>, το αναγκαίο για την κανονική καύση του C και του H<sub>2</sub></p> <p>(4) m<sup>3</sup> Ξηρών καυσαερίων που παράγονται από την καύση 1 m<sup>3</sup> καυσίμου</p> <p>(5) m<sup>3</sup> καυσαερίων ενός m<sup>3</sup> καυσίμου μαζί με το νερό (H<sub>2</sub>O) σε μορφή ατμού</p>					

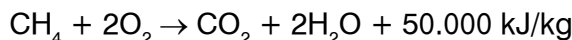
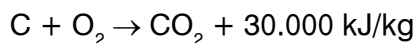
### 2.2.2. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα θανατηφόρο προϊόν της ατελούς καύσης. Έχει πυκνότητα λίγο μικρότερη από τον αέρα και σχηματίζει μαζί του εκρηκτικά μίγματα. Είναι άοσμο, άγευστο και άχρωμο και γι' αυτό δύσκολα αναγνωρίσιμο. Φτάνει στο αίμα του ανθρώπου μέσω των πνευμόνων και, επειδή έχει μεγάλη χημική συγγένεια με την αιμοσφαιρίνη, χρειάζεται πολύ μεγάλες ποσότητες οξυγόνου, για να διασπαστεί η ένωσή του με αυτήν.

Όπως προαναφέρθηκε είναι τόσο επικίνδυνο ώστε μπορεί να γίνει θανατηφόρο.

## 2.3 Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Οι καύσεις των ουσιών που περιέχονται στα καύσιμα είναι εξώθερμες χημικές αντιδράσεις:



Το ποσόν της θερμότητας που εκλύεται κατά την τέλεια καύση 1 kg καυσίμου είναι η θερμογόνος δύναμή του. Ονομάζεται και θερμοαντική ικανότητα, συμβολίζεται με το H και μετριέται σε kJ/kg, ή kcal/kg. Ειδικά για τα αέρια καύσιμα μετριέται και ανά μονάδα όγκου (kJ/m<sup>3</sup> ή kcal/m<sup>3</sup>).

Τη θερμογόνο δύναμη διακρίνουμε σε ανώτερη και κατώτερη.

Στις εφαρμογές χρησιμοποιούμε την **κατώτερη θερμογόνο δύναμη**. Αυτό σημαίνει ότι δε λαμβάνουμε υπόψη το ποσό της θερμότητας που εκλύθηκε μεν κατά την καύση, αλλά δαπανήθηκε για τη δημιουργία των υδρατμών (λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης).

Η ενέργεια που περιέχεται στο καύσιμο μετατρέπεται σε θερμότητα κατά την καύση, αλλά δεν εκμεταλλευόμαστε όλη αυτή τη θερμότητα που παράγεται. Ένα μέρος της αποδίδεται στο νερό του λέβητα από τα τοιχώματα του χώρου καύσης, κυρίως με ακτινοβολία. Ένα δεύτερο μέρος της θερμότητας μεταφέρεται στο νερό, μέσω των επιφανειών συναλλαγής, από τα καυσαέρια στη διαδρομή τους μέσα στο λέβητα. Ένα τρίτο μέρος όμως της θερμότητας παραμένει στα καυσαέρια που φεύγουν από το λέβητα και αποτελεί τις απώλειες της καμινάδας.

Αυτές οι **απώλειες** είναι εκείνες που κυρίως καθορίζουν στην πράξη το **βαθμό απόδοσης του λέβητα**. Πρέπει λοιπόν να γνωρίζουμε τη σύνθεση και τη θερμοκρασία των καυσαερίων που εξέρχονται από το λέβητα για να εκτιμήσουμε την απόδοσή του.

Η ποσότητα των καυσαερίων είναι σχετική με την ποσότητα του αέρα που εισάγουμε στο θάλαμο καύσης. Όσο περισσότερο αέρα από τον απόλυτα αναγκαίο βάζουμε (περίσσεια αέρα), δεν κάνουμε τίποτε άλλο από το να χρησιμοποιούμε ένα μέρος της θερμότητας καύσης, για να ζεστάνουμε τον αέρα αυτόν από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος στη θερμοκρασία που έχουν τα καυσαέρια, όταν εγκαταλείπουν το λέβητα. Η περίσσεια του αέρα βρίσκεται από την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO<sub>2</sub>% και πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ του 10% και του 30% πάνω από τη θεωρητικά αναγκαία.

Όσον αφορά τη **σύνθεση** των καυσαερίων πρέπει να βεβαιωθούμε ότι δεν υπάρχουν ή ότι υπάρχουν σε ελάχιστη ποσότητα άκαυστα υλικά, γιατί, εάν υπάρχουν, αυτό σημαίνει ότι το καύσιμο δεν απέδωσε όλη την ενέργεια που περιείχε. Τα άκαυστα υλικά είναι είτε αέρια (CO) ή στερεά (**No Bacharach**). Αυτά τα τελευταία βρίσκονται συνήθως μόνο στα υγρά καύσιμα.

Η **θερμοκρασία** των καυσαερίων πρέπει να βρίσκεται μέσα στα όρια που καθορίζει ο κατασκευαστής του λέβητα. Εάν δεν υπάρχει τέτοιο στοιχείο ή αλλάξαμε καύσιμο ή καυστήρα, μπορούμε να θεωρήσουμε ως κανονική τιμή:

$$T_f = 180 - 250 \text{ }^\circ\text{C} \text{ για αέρια καύσιμα}$$

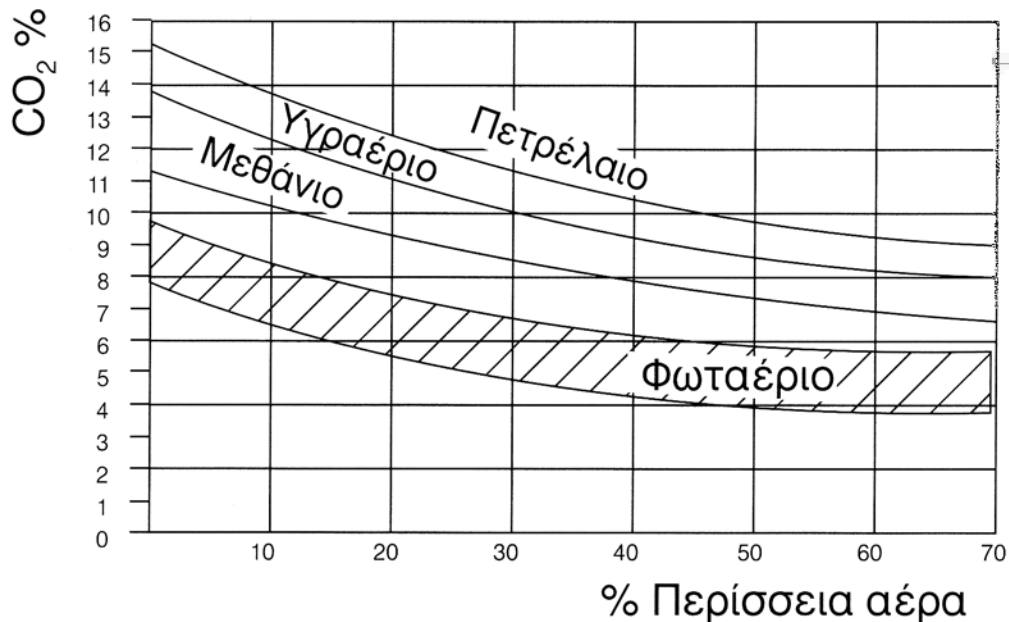
$$T_f = 200 - 300 \text{ }^\circ\text{C} \text{ για υγρά καύσιμα.}$$

## 2.4 Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

### 2.4.1 Ο έλεγχος της ποιότητας καύσης

Ως έλεγχος της ποιότητας της καύσης νοείται η ανάλυση των προϊόντων της καύσης (καυσαερίων) κυρίως ποσοτικά, για τη διαπίστωση του αν βρίσκεται στα πλαίσια των οδηγιών του κατασκευαστή και των κανονισμών του κράτους. Η ρύθμιση της καύσης γίνεται είτε μέσω του αέρα είτε μέσω του καυσίμου. Η συνήθης πρακτική είναι:

- Μετράμε τα καυσαέρια στην καπνοδόχο.
- Μετράμε το ποσοστό του  $\text{CO}_2$  που αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με τη μεταβαλλόμενη από εμάς περίσσεια του αέρα.
- Το παρακάτω διάγραμμα περισσειας του αέρα δείχνει τη σχέση ανάμεσα στο ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα που υπάρχει μέσα στα καυσαέρια και την περίσσεια του αέρα για διαφορετικούς τύπους καυσίμων.



Εικ. 2.4.α Διάγραμμα περισσειας αέρα

### 2.4.2 Καύση και προστασία του περιβάλλοντος

Η καύση των καυσίμων των κεντρικών θερμάνσεων προσδίδει στην ατμόσφαιρα κυρίως οξείδια του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), του θείου ( $\text{SO}_2$ ) και του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ). Η έκλυση  $\text{CO}_2$  είναι βασικά υπεύθυνη για την ανάπτυξη του φαινομένου του θερμοκηπίου, κατά το οποίο η θερμοκρασία της γης αυξάνεται σταθερά. Η αύξηση αυτή έχει καταστρεπτικές συνέπειες στις κλιματικές συνθήκες και κατά συνέπεια στη ζωή του ανθρώπου. Τα τελευταία χρόνια έχουν συσταθεί διεθνείς οργανισμοί και έχουν λάβει χώρα παγκόσμιες συναντήσεις με σκοπό τον καθορισμό ορίων εκπομπών  $\text{CO}_2$  από τα διάφορα κράτη και τελικό στόχο τη διαρκή μείωση



των εκπομπών στο μέλλον. Το  $\text{SO}_2$  μετέχει μαζί με άλλα στη δημιουργία της όξινης βροχής, ενώ το  $\text{NO}_x$  είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη φωτοχημικού νέφους, που είναι επικίνδυνο για τον άνθρωπο.

Είναι χαρακτηριστικό το παράδειγμα της περιοχής των Αθηνών.

Το φυσικό αέριο και τα άλλα αέρια καύσιμα λόγω των μικρότερων, απ' ό, τι τα στερεά και τα υγρά, εκπομπών σε  $\text{CO}_2$ , των μηδενικών εκπομπών σε  $\text{SO}_2$  και των συγκρίσιμων εκπομπών σε  $\text{NO}_x$ , τουλάχιστον περιορίζει πολύ την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Συνιστάται η απευθείας χρήση του σε διάφορες εγκαταστάσεις (και κεντρικές θερμάνσεις) και η μετρημένη χρήση του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (λόγω των απωλειών χρησιμοποιείται μόνο σε σύνθετες μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας).



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Καύση είναι μια εξώθερμη χημική αντίδραση κατά την οποία ενώνονται διάφορα στοιχεία (κυρίως ο άνθρακας) με το οξυγόνο.
  - Για να συντελεστεί απαιτείται ορισμένη ποσότητα αέρα, που καθορίζεται από τα στοιχεία που συμμετέχουν σ' αυτήν. Τα προϊόντα της είναι κυρίως  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , ενώσεις του  $\text{N}_2$  και του  $\text{S}$ . Κατά την ατελή καύση παράγεται και  $\text{CO}$ , που είναι δηλητηριώδες.
  - Θερμογόνος δύναμη ονομάζεται το ποσό της θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση της μονάδας μάζας (ή όγκου για τα αέρια καύσιμα) ενός καυσίμου. Μέρος της θερμότητας αυτής αποτελεί τις απώλειες της εγκατάστασης της καύσης. Στην Κ.Θ. η σημαντικότερη απώλεια είναι η θερμότητα των καυσαερίων.
  - Ο έλεγχος της καύσης γίνεται με την ανάλυση των καυσαερίων και αποσκοπεί στη ρύθμιση της αναλογίας αέρα-καυσίμου, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή ποιότητα καύσης.
  - Τα καυσαέρια είναι αιτία ρύπανσης του περιβάλλοντος λόγω των ανεπιθύμητων ενώσεων του  $\text{S}$  και του  $\text{N}_2$  που περιέχουν, αλλά και του αναπόφευκτου  $\text{CO}_2$ . Τα αέρια καύσιμα είναι τα λιγότερο ρυπογόνα.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να ορίσετε την έννοια της καύσης.
2. Να εξηγήσετε τη σημασία, για την καύση, της σωστής ποσότητας του αέρα.
3. Ποια είναι τα συνηθισμένα συστατικά των καυσαερίων;
4. Ποιο είναι το πιο επικίνδυνο συστατικό καυσαερίων και γιατί;
5. Τι είναι η θερμογόνο δύναμη των καυσίμων και με τι μονάδες μετριέται;
6. Ποιες είναι οι κυριότερες απώλειες κατά την καύση στις εγκαταστάσεις Κ.Θ.;
7. Πώς γίνεται ο έλεγχος της ποιότητας της καύσης;
8. Ποιες θερμοκρασίες καυσαερίων δείχνουν καλής ποιότητας καύση;
9. Ποια είναι τα ρυπογόνα προϊόντα της καύσης;
10. Τι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου;
11. Γιατί τα αέρια καύσιμα είναι τα πιο “φιλικά” για το περιβάλλον;



## **ΤΟ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ**

- 3.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ
- 3.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ
- 3.3 ΗΧΟΡΥΠΑΝΣΗ
- 3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ





### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να αναφέρετε τους κανόνες σχεδιασμού ενός λεβητοστασίου σχετικά με τη θέση και τις διαστάσεις του.
- Να αναφέρετε τις ειδικές προδιαγραφές κατασκευής σχετικά με το φωτισμό, τον αερισμό, την ύδρευση και την αποχέτευσή του.
- Να αναφέρετε τους κανόνες προστασίας και ασφάλειας του κτιρίου από κινδύνους που προέρχονται από ένα λεβητοστάσιο.
- Να αναφέρετε τους παράγοντες που σχετίζονται με την ηχορύπανση από το λεβητοστάσιο και τους τρόπους περιορισμού της.

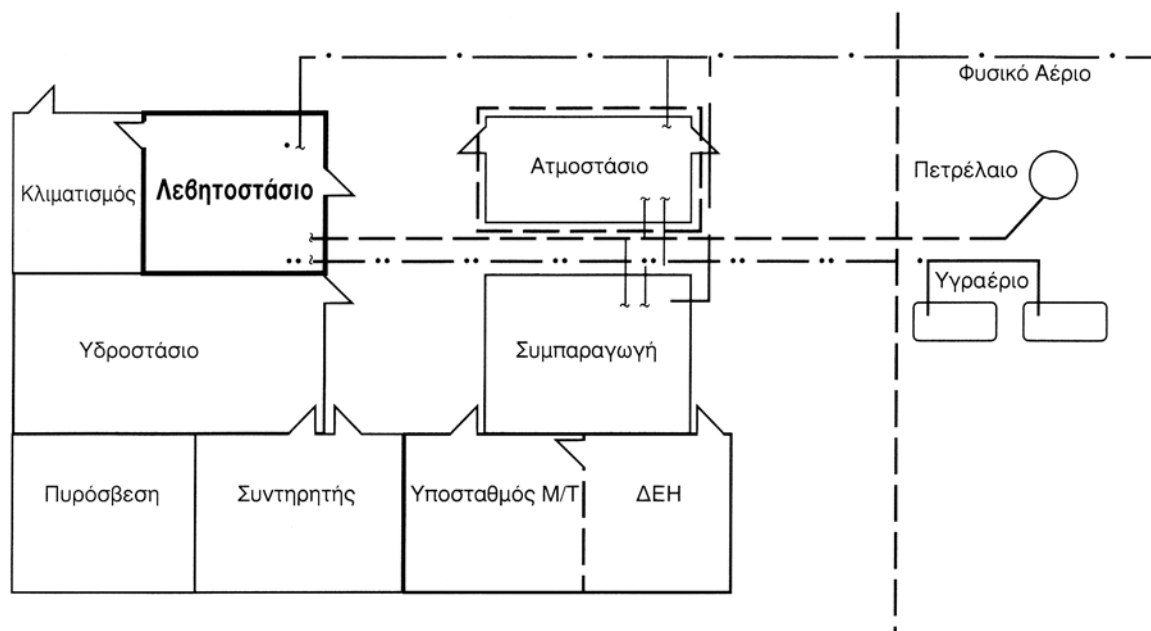
### 3.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Χαρακτηρίζουμε **Λεβητοστάσιο** ένα χώρο, μέσα σε κτίριο ή σε παράρτημα κτιρίου, στον οποίο εγκαθιστούμε μηχανήματα, συσκευές, όργανα και διατάξεις που εξυπηρετούν αποκλειστικά την εγκατάσταση Κ.Θ. και μόνον αυτή.

Το λεβητοστάσιο είναι ένας βασικός και απόλυτα αναγκαίος χώρος. Φυσικά μιλάμε για την Κ.Θ. ενός κτιρίου, όχι για ένα τυπικό διαμέρισμα, που έχει εντελώς ανεξάρτητη θέρμανση, κεντρική ως προς τους δικούς του χώρους (π.χ. μονάδα αερίου καυσίμου).

Για απλές οικοδομές, όπως είναι μια πολυκατοικία, ένα κτίριο επαγγελματικής στέγης, μια εκκλησία ή ένα μικρό σχολείο είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός σαφώς διαμορφωμένου χώρου για το λεβητοστάσιο, που καθορίζεται από δική του τοιχοποιία, κατασκευασμένη από υλικά άκαυστα και ανθεκτικά σε υψηλές θερμοκρασίες. Η επικοινωνία του με το κτίριο που εξυπηρετεί γίνεται μέσα από μη κατοικήσιμη διαδρομή.

Σε κτίρια μεγαλύτερης σημασίας και με περισσότερες λειτουργίες, όπως είναι ένα Νοσοκομείο ή ένα Πανεπιστήμιο, εγκαθιστούμε το λεβητοστάσιο σε χώρο που αποτελεί τμήμα ενός μεγαλύτερου ειδικού χώρου, ο οποίος ονομάζεται **Μηχανοστάσιο** και έχει ευρύτερο προορισμό. Σε αυτά τα κτίρια, το λεβητοστάσιο είναι εκείνο το τμήμα του Μηχανοστασίου στο οποίο εγκαθιστούμε στοιχεία που αφορούν μόνο την εγκατάσταση Κ.Θ.

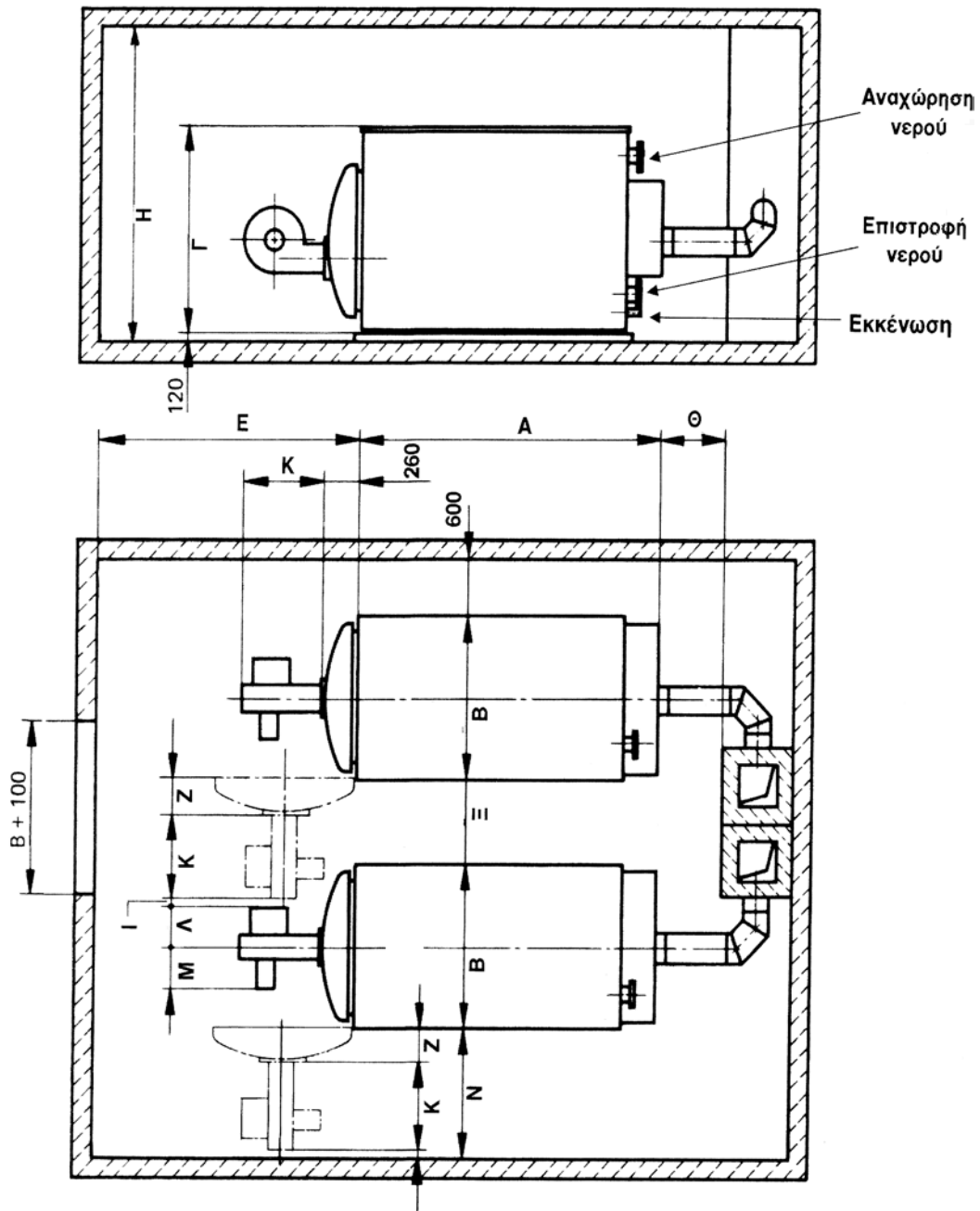


**Εικ. 3.1.α** Λεβητοστάσιο μέσα σε Μηχανοστάσιο (ενδεικτικό)

Οι συντηρητές Κ.Θ. θα δουλέψουν τόσο στο λεβητοστάσιο όσο και στο μηχανοστάσιο, πρέπει δε να έχουν τη σχετική άνεση μέσα στους χώρους της δουλειάς τους. Σε αυτό όμως το κεφάλαιο θα περιγράψουμε αποκλειστικά το “**Λεβητοστάσιο**”.

Η θέση ενός λεβητοστασίου μέσα στο κτίριο ορίζεται από τον Αρχιτέκτονα. Το μέγεθος του χώρου, καλό είναι να αποφασίζεται σε συνεργασία του Αρχιτέκτονα με το Μηχανολόγο - μελετητή της Κ.Θ. Οι διαστάσεις του καθορίζονται από κανόνες που περιέχονται στο Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό (ΓΟΚ) και στους κανονισμούς του ΕΛΟΤ, της Ε.Ε. και του ISO. Εκτός από τα παραπάνω υπάρχουν επιπλέον Νόμοι, Κανονισμοί, Διατάγματα, Εγκύκλιοι και άλλα ειδικά νομοθετήματα τα οποία αφορούν τους μελετητές.

Οι διαστάσεις του λεβητοστασίου καθορίζονται βασικά από τον αριθμό και τις διαστάσεις των λεβήτων που προβλέπεται να εγκατασταθούν. Στην εικόνα 3.1. β φαίνονται οι κανόνες που πρέπει να ακολουθούν ο Αρχιτέκτονας και ο Μηχανολόγος, για να καθορίσουν την επιφάνεια που απαιτείται μέσα στο λεβητοστάσιο, για την εγκατάσταση των λεβήτων (Κτιριοδομ. Κανον., Τόμ. Α, σελ Α-116, 2.4.1.3, παρ. α-ε).

**Παρατήρηση**

Κατά τους Ελληνικούς κανονισμούς για λεβητοστάσια (Γ.Ο.Κ., Ν.Δ.8 ΦΕΚ Α' 124 της 9/8/73, Άρθρο 103), ισχύουν τα εξής:

1. Για  $Q$  έως 250.000 kcal/h  
 $E$ . Πάνω από 1,50 m  
 Για  $Q$  πάνω των 250.000 kcal/h  
 $E$ . πάνω από 2,00 m  
 $\Theta = E/2$  μεγαλώνει ανάλογα με τον

- αριθμό των καπναγωγών  
 2. Για  $Q$  έως 200.000 kcal/h  
 $H$  πάνω από 2,40m  
 3.  $\Xi$  πάνω από 0,60 m  
 $Q$ : εγκατεστημένη ισχύς

**Σημείωση**

1. Οι διαστάσεις  $K$ ,  $\Lambda$ ,  $M$ , ορίζονται ανάλογα με τον τύπο του καυστήρα.
2. Διαστάσεις σε mm  
 $N = Z + K + I$   
 $\Xi = Z + K + I + \Lambda = B/2$

**Εικ. 3.1.β** Διαστάσεις κατασκευής λεβητοστασίων



Η θέση του λεβητοστασίου πρέπει να είναι τέτοια, που να επιτρέπει το “ανέβασμα” καπνοδόχων, να μπορεί να αερίζεται, να επιτρέπει άνετη διανομή των σωληνώσεων και κυρίως να παρέχει προστασία από θορύβους που προκαλούνται στο χώρο των λεβητοστασίων και δημιουργούν ηχορύπανση.

Το λεβητοστάσιο δεν πρέπει να έχει πόρτα προς το κλιμακοστάσιο του κτιρίου. Αν όμως αυτό είναι αναγκαίο, τότε η πόρτα θα είναι ολόκληρη από λαμαρίνα πάχους 1,5 mm. Δεν θα έχει γρίλιες αερισμού ή άλλο άνοιγμα. Η κάσα θα είναι σιδερένια και η πόρτα θα εφάπτεται σε πατούρες, σε πλάτος 25 mm. Θα έχει μηχανισμό αυτόματης επαναφοράς. Μπορεί να έχει πόρτα και από άλλα υλικά, αλλά με δείκτη πυροπροστασίας, τουλάχιστον μισής ώρας, πράγμα που θα αποδεικνύεται με πιστοποιητικό αναγνωρισμένου εργαστηρίου.

Κάθε λεβητοστάσιο πρέπει να έχει τον κατάλληλο φωτισμό, να διαθέτει νερό κατάλληλο σε ποσότητα και ποιότητα και να συνδέεται με κάποιο τρόπο με το σύστημα αποχέτευσης του κτιρίου.

Κάθε λέβητας και κάθε σύστημα, στο οποίο υπάρχει ή μπορεί να εκδηλωθεί φλόγα, θα πρέπει να έχει την κατάλληλη **πυροπροστασία**, όπως αυτή ορίζεται από τις διατάξεις πυρασφάλειας.

## 3.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

### 3.2.1 Φωτισμός Λεβητοστασίου

Η στάθμη μόνιμου φωτισμού σε ένα λεβητοστάσιο δεν είναι ανάγκη να είναι υψηλή. Σύμφωνα με το ISO και το DIN μπορεί να είναι έως και 100 Lux.

Η κατάληψη του χώρου από μηχανήματα, συσκευές, σωλήνες και διατάξεις δημιουργεί δυσκολίες στην ομαλή διάχυση του φωτισμού. Το φωτιστικό σώμα πρέπει να είναι καλά προστατευμένο (χελώνα κατά προτίμηση) και η θέση του να προσδιορίζεται προσεκτικά, μετά την αποπεράτωση της θερμικής εγκατάστασης.

Πέρα όμως από το φωτιστικό σώμα απαιτείται η τοποθέτηση ρευματοδοτών (πριζών) για ρεύμα με M/Σ 220/220 V, ώστε να είναι δυνατή η χρήση εργαλείων με ασφάλεια, κάθε φορά που θα χρειάζεται.

### 3.2.2 Ύδρευση - Αποχέτευση

Στο λεβητοστάσιο απαιτείται η ύπαρξη παροχής νερού, σε ποσότητα τέτοια ώστε να είναι δυνατή η τροφοδότηση του καζανιού σε μόνιμη βάση μέσω του συστήματος πλήρωσης. Είναι σκόπιμη η πρόβλεψη γραμμής ικανής για πλήρωση των εγκαταστάσεων σε κάποιο εύλογο χρόνο, που δεν πρέπει να περνά τις 2 ώρες κατά την περίοδο συντήρησης.

Ο χώρος πρέπει να έχει ένα σκάμμα (φρεάτιο) για τη συγκέντρωση του νερού που μπορεί να χυθεί, αν σπάσει κάποιος σωλήνας. Το φρεάτιο αυτό πρέπει να έχει διαστάσεις τέτοιες, ώστε να μπορεί να δεχθεί το 10% του νερού που περιέχει η εγκατάσταση, να είναι δε εξοπλισμένο με σχάρα και με αντλητικό συγκρότημα, ικανό να αποχετεύει το νερό του φρεατίου σε 10 λεπτά.

Για μεγάλες εγκαταστάσεις, στις οποίες το λεβητοστάσιο είναι μέρος του Μηχανοστασίου, το φρεάτιο προστατεύει το χώρο του λεβητοστασίου και τα νερά μεταφέρονται με φυσική ροή μέσω σωλήνωσης στο κεντρικό σύστημα απαγωγής υδάτων του Μηχανοστασίου.

### 3.2.3 Αερισμός

Κάθε λεβητοστάσιο έχει ανάγκη σημαντικής ποσότητας αέρα για την καύση. Όμως έχει ανάγκη και από μια επιπλέον ποσότητα για την ανανέωση του αέρα του χώρου.

Το σύνολο των ποσοτήτων για την καύση (πρωτεύοντα και δευτερεύοντα αέρα) και τον εξαερισμό του χώρου αποτελεί την αναγκαία ποσότητα **αερισμού**.

Ο αερισμός του χώρου απαγορεύεται κατά κανόνα να γίνεται με τεχνητό τρόπο. Ο αερισμός πρέπει να είναι φυσικός.

Οι κανονισμοί, ειδικά για το Φυσικό Αέριο, είναι αυστηροί. Παραθέτουμε στη συνέχεια ορισμένα βασικά στοιχεία.

#### Φυσικός Αερισμός

Για το φυσικό αερισμό του λεβητοστασίου απαιτούνται δύο ανοίγματα. Τα ανοίγματα αυτά θα επικοινωνούν με το ύπαιθρο κατευθείαν, αν το λεβητοστάσιο είναι υπέργειο ή μέσω σήραγγας αν είναι υπόγειο. Θα πρέπει να έχουν ορισμένες διαστάσεις που καθορίζονται από την ισχύ του λέβητα σε kcal/h ή σε kW.

Η επιφάνεια του ανοίγματος λήψης αέρα εξαρτάται από το είδος του καυστήρα (βλέπε Κεφ. 5). Αν ο καυστήρας είναι **ατμοσφαιρικός**, τότε η επιφάνεια A του ανοίγματος σε cm<sup>2</sup> πρέπει να είναι  $A = 3,0 \times B$ , όπου B η ισχύς του καυστήρα σε kW (με βάση την κατώτερη θερμογόνο δύναμη του αερίου). Αν ο καυστήρας είναι **πιεστικός**, τότε  $A = 1,0 \times B$ .

Από το λεβητοστάσιο δεν πρέπει να περνούν συστήματα αερισμού (αεραγωγοί) άλλων χώρων. Η εταιρεία αερίου και μόνον μπορεί να επιτρέψει μια τέτοια εγκατάσταση, αν κρίνει ότι δεν υπάρχει κίνδυνος εισροής αερίου στο σύστημα αερισμού του άλλου χώρου.

Απαγορεύεται ο αέρας του λεβητοστασίου να διοχετευθεί σε άλλους χώρους. Αυτό σημαίνει ότι ο χώρος του λεβητοστασίου θα πρέπει να βρίσκεται σε υποπίεση, σχετικά με τους γειτονικούς του κλειστούς χώρους.

#### Μηχανικός Αερισμός

Το πρόβλημα του αερισμού γίνεται σοβαρό, αν δεν υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες για ικανοποιητικό φυσικό αερισμό. Τότε αναγκαστικά θα γίνει χρήση ανεμιστήρα. Αλλά θα χρησιμοποιηθούν δύο αεραγωγοί, ένας εισαγωγής και ένας εξαγωγής του αέρα. Για το μηχανικό αερισμό εγκαθίσταται ανεμιστήρας στην προσαγωγή του αέρα. Η εγκατάσταση στην εξαγωγή μπορεί να προκαλέσει πιθανή υποπίεση στο χώρο και ανεπάρκεια στον αέρα καύσης.

Η συνολική ποσότητα του προσκομιζόμενου αέρα για την καύση πρέπει να είναι τουλάχιστον 1 m<sup>3</sup>/h για κάθε kW ισχύος του λέβητα. Ο αέρας για τον εξαερισμό πρέπει να

είναι περίπου  $4 \text{ m}^3/\text{h}$  για κάθε κυβικό μέτρο όγκου του λεβητοστασίου.

Για τους πιεστικούς καυστήρες η ταχύτητα του αέρα πρέπει να είναι το πολύ  $3 \text{ m/s}$  και για ατμοσφαιρικούς  $1 \text{ m/s}$ .

Στους χώρους που πρέπει να διακόπτεται η ροή του αέρα, όταν ο καυστήρας βρίσκεται εκτός λειτουργίας, πρέπει να υπάρχει σύστημα που να απαγορεύει το άνοιγμα του καυστήρα, όταν το σύστημα αερισμού είναι κλειστό.

#### **Ανοίγματα απαγωγής αέρα από το λεβητοστάσιο**

Πρέπει να συνδέονται όσο είναι δυνατό σε αγωγούς που θα καταλήγουν επάνω από τη στέγη,  $1 \text{ m}$  περίπου. Στην περίπτωση που τα ανοίγματα αυτά γίνονται σε τοίχο εξωτερικό, τότε πρέπει να απέχουν τουλάχιστον  $1 \text{ m}$  από παράθυρα ή πόρτες.

### **3.3 ΗΧΟΡΥΠΑΝΣΗ**

Τα κτίρια που ηχορυπαίνονται από το λεβητοστάσιό τους όσο πάνε και γίνονται περισσότερα.

Οι παράγοντες που προκαλούν ηχορύπανση είναι πολλοί.

Α. Ο Αρχιτέκτονας αποδέχεται τις υποδείξεις του ιδιοκτήτη ή του κατασκευαστή για εξοικονόμηση χώρων που μπορούν αλλιώς να αξιοποιηθούν, αγνοώντας τα προβλήματα που μπορεί να προκαλέσει ένα λεβητοστάσιο. Έτσι θεωρείται το λεβητοστάσιο σαν “αναγκαίο κακό” και με κοινή σιωπηρή συμφωνία κατασκευάζονται λεβητοστάσια στριμωγμένα κάτω από κλιμακοστάσια ή μέσα σε χώρους που δεν πληρούν τις απαραίτητες προδιαγραφές και συνθήκες.

Β. Ο Μηχανολόγος δεν προβαίνει στην αναγκαία έρευνα για τις συνθήκες λειτουργίας του λεβητοστασίου.

Γ. Οι κατασκευαστές των μηχανημάτων και συσκευών κατασκευάζουν μηχανήματα, ώστε να λειτουργούν θερμικά όσο γίνεται καλύτερα αλλά όχι και ηχητικά σωστά, μέσα σε κάθε χώρο.

Δ. Ο εγκαταστάτης και ο συντηρητής, που συνήθως είναι το ίδιο πρόσωπο, σπάνια εφαρμόζει σχολαστικά τις προδιαγραφές κατασκευής της εγκατάστασης, οι οποίες, συνήθως, δεν αναφέρονται καθόλου στην ηχορύπανση.

Οι θόρυβοι που προέρχονται από την Κεντρική Θέρμανση οφείλονται σε:

1. Χαμηλές συχνότητες που παράγονται στο λέβητα.
2. Κραδασμούς που οφείλονται σε συντονισμό του λέβητα με μερικές από τις παραπάνω συχνότητες.
3. Μεσαίες και μεσοϋψείς συχνότητες.

Οι χαμηλές παράγονται μέσα στο καζάνι κατά την καύση. Αυτές έχουν μεγάλο μήκος κύματος, διεγείρουν εύκολα τα τοιχώματα του λεβητοστασίου και διαδίδονται μέσα από αυτά. Όταν στην πορεία τους συναντούν ένα ελαφρύ δομικό υλικό (παράθυρο, πόρτα) παράγουν θορύβους.

Οι κραδασμοί μεταδίδονται από το λέβητα που συντονίστηκε στο δάπεδο. Αυτό μπορεί να ελαττωθεί με σωστή έδραση.

Οι μεσαίες παράγονται από τον καυστήρα και είναι οι πιο ενοχλητικές. Γι' αυτό, συνήθως, μετά από τη συντήρηση του καυστήρα παρατηρείται ηχορύπανση.

Υπάρχουν όμως και άλλες πηγές ηχορύπανσης. Π.χ. για λόγους οικονομίας, οι εγκαταστάτες δε βάζουν ελαστικό σύνδεσμο, πριν συνδέσουν κάποιο μηχάνημα.

Δυστυχώς για όλα τα παραπάνω δεν υπάρχουν συνταγές.

Η λύση είναι να παίρνουμε γενικής φύσης μέτρα:

- Να κάνουμε σωστό δάπεδο (σταθερό), με υπολογισμένα τα φορτία που θα δεχτεί και να εγκαθιστούμε σωστά το λέβητα, τον καυστήρα και τον καπναγωγό με αντισεισμική θεμελίωση.
- Τα παράπλευρα τοιχώματα του λεβητοστασίου να κατασκευάζονται από 1 1/2 συμπαγές τούβλο.
- Οι συνδέσεις των μηχανημάτων και συσκευών να γίνονται μέσω ηχοαπορροφητικών διατάξεων.

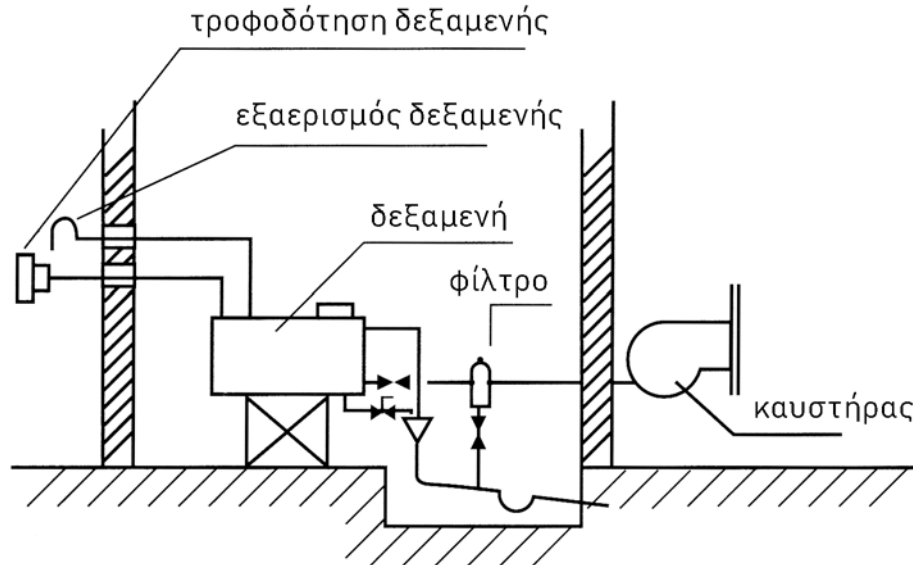
### 3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

Ο σωστός σχεδιασμός ενός λεβητοστασίου είναι αναγκαίος, γιατί κάθε λάθος στη διάταξη, στην τοποθέτηση και στην επιλογή των συσκευών προκαλεί αφενός δυσλειτουργίες, ανωμαλίες και δυσκολίες στον τακτικό έλεγχο και αφετέρου αδυναμία στην αντικατάσταση κάποιων συσκευών, οργάνων και τμημάτων που τυχόν πρέπει να αντικατασταθούν.

Βέβαια ο σχεδιασμός αυτός απαιτεί πείρα και γι' αυτό, όταν αυτή έλθει με τον καιρό, ο συντηρητής γίνεται πολύτιμος συνεργάτης των μελετητών, Αρχιτέκτονα και Μηχανολόγου.

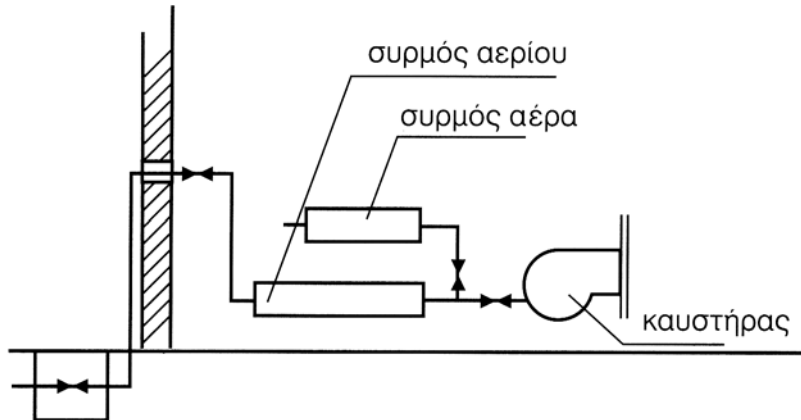
Μέσα σε ένα λεβητοστάσιο η βασικότερη συσκευή που εγκαθιστούμε είναι ο λέβητας, που φέρνει επάνω του τον καυστήρα στην εμπρός και τον καπναγωγό στην πίσω πλευρά του.

Ο καυστήρας τροφοδοτείται είτε από μία δεξαμενή υγρών καυσίμων είτε απευθείας από δίκτυο φυσικού αερίου ή από κατάλληλη δεξαμενή υγραερίου. Οι δεξαμενές πρέπει να χωρίζονται με κατάλληλη τοιχοποιία από το λέβητα.



Εικ. 3.4.α Τροφοδότηση από δεξαμενή υγρού καυσίμου

Στην περίπτωση αέριων καυσίμων η τροφοδότηση περνά από ένα **συρμό αερίου** και ένα **συρμό αέρα** (γραμμές μεταφοράς), οι οποίοι εξασφαλίζουν την ακίνδυνη λειτουργία του συστήματος.



Εικ. 3.4.β Τροφοδότηση καυστήρα αέριου καυσίμου

Ο καπναγωγός βρίσκεται είτε στην πίσω κατακόρυφη πλευρά του λέβητα είτε στην πίσω πλευρά του οριζόντιου καλύμματός του.

Το τμήμα αυτό θα συνδεθεί στην καπνοδόχο, που έχει μελετηθεί από τον Αρχιτέκτονα να βρίσκεται σε κατάλληλη θέση.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Το λεβητοστάσιο είναι ο ανεξάρτητος χώρος (ή το ανεξάρτητο τμήμα ενός ευρύτερης χρήσης μηχανοστασίου) στον οποίο τοποθετούνται διάφορα μηχανήματα, συσκευές, όργανα κ.λπ. που εξυπηρετούν την εγκατάσταση Κ.Θ.
- Η θέση, το μέγεθος και οι κατασκευαστικές προδιαγραφές του καθορίζονται από το Γ.Ο.Κ. και άλλους κανονισμούς και νομοθετήματα, προκειμένου να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη και ασφαλής λειτουργία της όλης εγκατάστασης.
- Για την εξυπηρέτησή του πρέπει να προβλέπονται λειτουργίες, όπως ο φωτισμός, η ύδρευση - αποχέτευση και ο αερισμός του. Ο αερισμός αφορά και το χώρο και την καύση.
- Στην περίπτωση του Φυσικού Αερίου, η τελευταία λειτουργία εξασφαλίζεται με αυστηρότερες προδιαγραφές, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μηχανικό αερισμό.
- Το λεβητοστάσιο είναι μια πηγή ενοχλητικής ηχορύπανσης. Πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για τον περιορισμό του προβλήματος αυτού.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Από ποιους και με βάση ποιους κανονισμούς καθορίζονται η θέση και οι διαστάσεις του λεβητοστασίου;
2. Ποιες είναι οι απαραίτητες λειτουργίες εξυπηρέτησης ενός λεβητοστασίου;
3. Ποιες προδιαγραφές γνωρίζετε σχετικά με το φωτισμό του;
4. Ποιες προδιαγραφές γνωρίζετε σχετικά με την ύδρευση και την αποχέτευσή του;
5. Γιατί είναι απαραίτητος ο αερισμός του λεβητοστασίου και με ποιους τρόπους εξασφαλίζεται;
6. Ποιες ιδιαίτερες απαιτήσεις υπάρχουν στην περίπτωση του Φυσικού Αερίου;
7. Ποιες είναι οι κύριες αιτίες θορύβου στα λεβητοστάσια;
8. Να αναφέρετε τα δύο πιο αποτελεσματικά, κατά τη γνώμη σας, μέτρα για τον περιορισμό της ηχορύπανσης από το λεβητοστάσιο.



# κεφάλαιο

---

# 4

## **ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ**

- 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ
- 4.2 ΔΙΚΤΥΑ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ
- 4.3 ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ







## Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να ορίζετε τις έννοιες καύσιμα, καύση, καυστήρας.
- Να αναφέρετε τα είδη και την προέλευση των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις Κ.Θ.
- Να αναφέρετε τις τεχνικές προδιαγραφές που σχετίζονται με τις δεξαμενές υγρών καυσίμων.
- Να εκτιμάτε το μέγεθος της απαιτούμενης δεξαμενής για μια εγκατάσταση Κ.Θ.
- Να αναφέρετε τις κατασκευαστικές προδιαγραφές και τα μέτρα ασφάλειας σχετικά με τα δίκτυα αέριων καυσίμων.

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

**Καύση**, είναι η χημική αντίδραση στοιχείων (κυρίως του άνθρακα και του υδρογόνου) που περιέχουν τα καύσιμα με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα. **Καύσιμα** είναι τα υλικά που με την καύση τους παρέχουν ποσό θερμότητας.

Τα καύσιμα μπορεί να είναι στερεά, υγρά ή αέρια και στην πρωτογενή τους μορφή βρίσκονται συνήθως στο υπέδαφος.

- Στερεά καύσιμα είναι ο άνθρακας, ο λιγνίτης, η τύρφη κ.ά.
- Υγρά καύσιμα είναι το πετρέλαιο, η βενζίνη κ.ά.
- Αέρια καύσιμα είναι το φυσικό αέριο, το υγραέριο κ.ά.

Στις σύγχρονες μαζικές εκμεταλλεύσεις, για να χαρακτηριστεί ένα υλικό ως καύσιμο, πρέπει να υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες, να μπορεί να μεταφέρεται, να αποθηκεύεται και να χρησιμοποιείται εύκολα. Στα ευρέως διαδεδομένα σήμερα συστήματα κεντρικών θερμάνσεων τα συνηθέστερα καύσιμα είναι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Το πετρέλαιο μεταφέρεται (με βυτία) και αποθηκεύεται (σε δεξαμενές) εύκολα.

Οι συσκευές με τη βοήθεια των οποίων αναμιγνύονται με τον αέρα και διοχετεύονται προς καύση στους λέβητες των κεντρικών θερμάνσεων λέγονται **καυστήρες**.

Περισσότερα στοιχεία για τους καυστήρες θα δοθούν στο πέμπτο κεφάλαιο.

## 4.2 ΔΙΚΤΥΑ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

### 4.2.1 Δεξαμενές πετρελαίου

Στην περίπτωση των υγρών καυσίμων (κυρίως πετρέλαιο) η αποθήκευση γίνεται σε δεξαμενές διάφορων μεγεθών, σχημάτων (ορθογωνικής, κυκλικής διατομής κ.λπ.) και υλικών (χαλύβδινες, πλαστικές κ.λπ.).

Είναι προφανές ότι οι διαστάσεις της δεξαμενής υγρών καυσίμων μιας κεντρικής θέρμανσης εξαρτώνται από την ισχύ της και τις συνθήκες λειτουργίας της. Για συνήθεις εγκαταστάσεις και κτίρια, οι ενδεικτικές χωρητικότητες των δεξαμενών πετρελαίου είναι οι ακόλουθες:

**Πίνακας 4.2.1 Δεξαμενές**

ΟΓΚΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (σε m <sup>3</sup> )	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ (σε m <sup>3</sup> )
2.000	1
3.000	1,5
4.000	2
7.000	3,5
10.000	5 κ.λπ.

Για μεγάλες σχετικά εγκαταστάσεις, η πιθανή κατανάλωση πετρελαίου (M) ανά έτος, για καλύτερη προσέγγιση, πρέπει να υπολογίζεται αναλυτικά από τη σχέση:

$$M = w \cdot T \text{ (kg/έτος)}$$

όπου

w : ειδική κατανάλωση καυσίμου (kg/h) και

T : ο εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας της εγκατάστασης (h/έτος).

Η ειδική κατανάλωση καυσίμου w καθορίζεται από τη θερμική ισχύ του λέβητα, τη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου και το βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης. Στοιχεία για την εκτίμηση των μεγεθών αυτών θα ακολουθήσουν στα αντίστοιχα κεφάλαια.

Οι δεξαμενές πετρελαίου τοποθετούνται σε ειδικό χώρο του θερμαινόμενου κτιρίου, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που υπαγορεύονται από το Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό (ΓΟΚ), τον Κτιριοδομικό Κανονισμό, τον ισχύοντα κανονισμό πυρασφάλειας και τις διάφορες τεχνικές οδηγίες, κυρίως του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ). Σύμφωνα με τα παραπάνω απαγορεύεται η τοποθέτηση δεξαμενών σε εσωτερικούς εργασιακούς χώρους ή χώρους κατοικίας, σε διαδρόμους, κάτω από σκάλες και σε εισόδους κτιρίων.

Οι δεξαμενές πετρελαίου μπορούν να εγκαθίστανται και σε ανοιχτούς χώρους, όταν αυτό δεν αντίκειται σε κτιριοδομικούς ή άλλους κανονισμούς που σχετίζονται με την ασφάλεια κτιρίων και ανθρώπων.

#### 4.2.2 Εξαρτήματα δεξαμενών πετρελαίου

Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς μια δεξαμενή πετρελαίου πρέπει να είναι εφοδιασμένη με τα παρακάτω εξαρτήματα:

- α) Σωλήνωση εξαερισμού
- β) Σωλήνωση πλήρωσης
- γ) Στόμιο προσαγωγής προς τον καυστήρα
- δ) Στόμιο αδειάσματος της δεξαμενής
- ε) Δείκτη στάθμης πετρελαίου
- στ) Ανθρωποθυρίδα

Κάθε δεξαμενή πετρελαίου πρέπει να συνοδεύεται από πινακίδα, που θα αναφέρει τον κατασκευαστή και το έτος κατασκευής της, τη χωρητικότητά της και την πίεση δοκιμής της.

Επίσης, σε κάθε δεξαμενή (εκτός από εκείνες που έχουν ειδικά σχήματα) προβλέπονται ενδεικτικές γραμμές πλήρωσης, ώστε να είναι εύκολη η εκτίμηση του περιεχομένου τους.

Ο σωλήνας προσαγωγής του πετρελαίου προς το σύστημα καυστήρα - λέβητα πρέπει να είναι μεταλλικός και σταθερά τοποθετημένος. Πρέπει ακόμα, σε περίπτωση χρήσης εύκαμπτων σωλήνων μικρού μήκους για τη σύνδεση με τον καυστήρα, αυτοί να έχουν ελεγχθεί πριν την εγκατάστασή τους σε πίεση μεγαλύτερη των 4 bar.

### 4.3 ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

#### 4.3.1 Γενικά στοιχεία

Όταν μιλάμε για δίκτυα αέριων καυσίμων, εννοούμε τις σωληνώσεις μέσα από τις οποίες περνάει το καύσιμο αέριο, για να φθάσει στον τελικό του προορισμό. Τα δίκτυα διακρίνονται σ' εκείνα που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τη μεταφορά των αερίων και σ' εκείνα που προορίζονται για τη διανομή αερίου στους καταναλωτές.

Στην περίπτωση των αέριων καυσίμων Κ.Θ., η προσαγωγή γίνεται απευθείας από το δίκτυο στον καυστήρα μιας κεντρικής θέρμανσης χωρίς δεξαμενή αποθήκευσης, αλλά με την απλή προσαρμογή εξαρτημάτων ελέγχου και ασφάλειας (**συρμός αερίου**).

Τα δίκτυα, ανάλογα με τον προορισμό και την πίεση του αερίου που θα περάσει μέσα από αυτά, κατασκευάζονται από πλαστικούς σωλήνες ή χαλυβδοσωλήνες.

Θα εξετάσουμε στη συνέχεια το **εσωτερικό δίκτυο καυσίμων**, δηλαδή αυτό που εξυπηρετεί το κτίριο.

Το δίκτυο αυτό αρχίζει, συμβατικά, από μία κεντρική αποφρακτική βαλβίδα (ΚΑΒ), που εγκαθίσταται μέσα σε εύκολα προσιτό φρεάτιο, σε μία απόσταση μεταξύ 2 και 10 μέτρων από τα θεμέλια του κτιρίου.

Η είσοδος της σωλήνωσης του Φ.Α. στο κτίριο πρέπει κατά προτίμηση να είναι ορατή (επάνω από το έδαφος).

Η είσοδος στο κτίριο γίνεται υπόγεια, μόνον όταν λόγοι ασφάλειας ή αξεπέραστης δυσκολίας δεν επιτρέπουν ορατή σύνδεση.

Αν οι εξωτερικοί υπόγειοι σωλήνες είναι πολυεθυλαίνιου, πρέπει να περνούν σε απόσταση τουλάχιστον 2 m από το κτίριο και η σωλήνωση που μπαίνει μέσα να είναι μεταλλική. Η σύνδεση θα γίνεται με ειδικό εξάρτημα που προβλέπουν οι κανονισμοί.

#### 4.3.2 Σωληνώσεις εντός κτιρίων

##### Γενικά

Στα κτίρια η μέγιστη πίεση λειτουργίας των εγκαταστάσεων αερίου, σύμφωνα με τον Κανονισμό, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 4 bar.

Η μέγιστη πίεση λειτουργίας των εγκαταστάσεων αερίου ειδικά για πολυκατοικίες, σχολεία, νοσοκομεία κ.α. δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 100 mbar. Η Εταιρεία Αερίου μπορεί να επιτρέψει την παροχή αερίου με υψηλότερη πίεση, σε περιπτώσεις λεβητοστασιών κεντρικής παραγωγής θερμότητας, εφόσον τηρούνται ειδικές προϋποθέσεις και προδιαγραφές ασφάλειας.

Για τις συνδέσεις σωληνώσεων αερίου εντός κτιρίων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράγοντες:

- Κίνδυνος διάβρωσης λόγω διαβρωτικής ατμόσφαιρας.
- Ικανοποιητική δυνατότητα στήριξης.
- Ικανοποιητική δυνατότητα διαστολής.
- Δυνατότητα οπτικού ελέγχου και επισκευών.

##### Κατασκευαστικές προδιαγραφές

Τα δίκτυα αερίου εντός των κτιρίων πρέπει να κατασκευάζονται με χαλυβδοσωλήνες ή χαλκοσωλήνες, όπως αυτές προδιαγράφονται από τους εγκεκριμένους κανονισμούς (ΕΛΟΤ) και τον κανονισμό εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου.

Οι σωληνώσεις πρέπει να κατασκευάζονται με όσο το δυνατό λιγότερες συνδέσεις και κατά προτίμηση με συγκόλληση.

α. Οι χαλυβδοσωλήνες και τα λοιπά στοιχεία μορφής (εξαρτήματα) πρέπει γενικά να συνδέονται με συγκολλήσεις, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 288-1, και ειδικά για ηλεκτροσυγκολλήσεις, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 288-2. Οι εργασίες συγκολλήσεων πρέπει να εκτελούνται από προσωπικό εκπαιδευμένο και αξιολογημένο κατά ΕΛΟΤ EN 287-1.

Οι ραφές πρέπει να προετοιμάζονται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 29692. Τα υλικά πλήρωσης των συγκολλήσεων πρέπει να ικανοποιούν τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 440 και ΕΛΟΤ EN 20544.

β. Παρά τις διατάξεις που αναφέρθηκαν στην παράγραφο (α), επιτρέπονται συνδέσεις με φλάντζες στα σημεία όπου κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη λυόμενων συν-

δέσεων, καθώς επίσης και κοχλιωτές συνδέσεις.

Στις περιπτώσεις όπου υπάρχει κίνδυνος καταπόνησης των σωληνώσεων λόγω διαστολών από την αύξηση της θερμοκρασίας, πρέπει να χρησιμοποιούνται διαστολικοί ή εύκαμπτοι σύνδεσμοι.

### **Όδευση Σωληνώσεων**

Οι σωληνώσεις αερίου δεν πρέπει να τοποθετούνται ή να οδεύουν σε περιοχές όπου υπάρχει ενδεχόμενος κίνδυνος ζημιογόνων καταπονήσεων, εκτός εάν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας από τις επιδράσεις αυτές.

Οι σωληνώσεις αερίου πρέπει κατά προτίμηση να οδεύουν κατά μήκος της οροφής ή των τοίχων και να υπάρχει παντού αρκετή απόσταση από άλλα δίκτυα σωλήνων και καλωδίων.

Τα τμήματα των σωληνώσεων αερίου, τα οποία απαιτούν συχνή συντήρηση, πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εύκολη η προσέγγισή τους.

Εφόσον κριθεί απαραίτητο, θα κατασκευαστεί, για τη στήριξη των σωλήνων, μία επιπρόσθετη εγκατάσταση στο κτίριο, για παράδειγμα, μια σχάρα.

Οι σωληνώσεις αερίου που χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση καυστήρων τοποθετημένων στο δώμα ενός κτιρίου, μπορούν να οδεύουν εκτός του κτιρίου, πάνω σε εξωτερικό τοίχο ή μέσω καναλιού στην πλευρά του κτιρίου, εφόσον λόγοι μηχανικής προστασίας επιβάλλουν το τελευταίο.

Οι σωληνώσεις πρέπει να προστατεύονται επιφανειακά.

### **Δίκτυα από πλαστικούς σωλήνες**

Για δίκτυα όπου η πίεση αερίου δεν ξεπερνάει τα 4 bar, μπορεί να γίνει χρήση σωλήνων από πολυαιθυλένιο (PE). Οι δοκιμές όμως πρέπει να γίνονται σε πίεση 10 bar.

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου προτιμούνται συχνά, επειδή προσφέρονται σε μεγάλα μήκη κι έτσι μειώνονται οι μεταξύ τους συνδέσεις. Οι σωλήνες αυτοί έχουν κίτρινο χρώμα και καλύπτονται με ειδικό πλέγμα, ώστε σε ενδεχόμενη μελλοντική εκσκαφή και αποκάλυψή τους να διακρίνονται από τους σωλήνες ύδρευσης, τους σωλήνες του ΟΤΕ κ.λπ.

Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση σωλήνων πολυαιθυλενίου σε εδάφη με αυξημένη περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες, γιατί μπορεί να διαβρωθούν από αυτούς.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις εγκαταστάσεις Κ.Θ. η θερμότητα “παράγεται” με τη διαδικασία της **καύσης** διάφορων ειδών **καυσίμων**. Για την παρασκευή του κατάλληλου μίγματος καυσίμου - αέρα, χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές, οι **καυστήρες**.

- Προκειμένου περί υγρών καυσίμων, η αποθήκευσή τους γίνεται σε **δεξαμενές** που το μέγεθος τους εξαρτάται από την ισχύ και τις συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης.
- Για συνήθεις εγκαταστάσεις το μέγεθος των δεξαμενών μπορεί να λαμβάνεται από ενδεικτικούς πίνακες. Σε μεγάλες πρέπει να γίνεται υπολογισμός.
- **Οι χώροι και οι προδιαγραφές τοποθέτησης** καθώς και τα απαραίτητα συνοδευτικά εξαρτήματα των δεξαμενών ορίζονται από το Γ.Ο.Κ., τις τεχνικές οδηγίες του ΤΕΕ και άλλες διατάξεις.
- Ειδικά για **τα αέρια καύσιμα** υπάρχουν αυστηρές προδιαγραφές σχετικές με τα υλικά, τον τρόπο κατασκευής και ελέγχου, καθώς και για τα μέτρα προστασίας, ιδιαίτερα για τα υπόγεια δίκτυα διανομής.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι καύση και τι είναι καυστήρας;
2. Ποια είναι τα συνήθη καύσιμα των Κ.Θ.;
3. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται το μέγεθος μιας δεξαμενής πετρελαίου συνήθους εγκατάστασης Κ.Θ.;
4. Ποιες προδιαγραφές γνωρίζετε για τους χώρους εγκατάστασης δεξαμενών;
5. Να αναφέρετε τα απαραίτητα παρελκόμενα των δεξαμενών.
6. Ποια υλικά χρησιμοποιούνται στην κατασκευή δικτύων αέριων καυσίμων;
7. Σε ποιες περιπτώσεις προτιμάται η χρήση πολυαιθυλενίου;
8. Ποιες προδιαγραφές γνωρίζετε για τη συγκόλληση των χαλυβδοσωλήνων αέριων καυσίμων;
9. Ποιους περιορισμούς γνωρίζετε για την όδευση των σωλήνων αέριων καυσίμων;

κεφάλαιο

5

## **ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ**

5.1 ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

5.2 ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΑΕΡΙΩΝ

5.3 ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΙ ΜΙΚΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

5.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΑΥΣΤΗΡΩΝ







### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να εξηγείτε το λειτουργικό ρόλο του καυστήρα στην εγκ/ση Κ.Θ.
- Να αναφέρετε τα βασικά εξαρτήματα των καυστήρων.
- Να αναφέρετε τα είδη των καυστήρων πετρελαίου και αέριων καυσίμων με κριτήριο τα ιδιαίτερα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά.
- Να αναφέρετε τα βασικά πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα κάθε είδους και τις χρήσεις για τις οποίες είναι κατάλληλα.
- Να υπολογίζετε την ωριαία κατανάλωση των καυστήρων πετρελαίου και αέριων καυσίμων.
- Να αναφέρετε τα στοιχεία του ελέγχου της επιλογής των καυστήρων πετρελαίου και αέριων καυσίμων.
- Να αναφέρετε τα στοιχεία αναγνώρισης (σήμανσης) ενός καυστήρα.

#### 5.1 ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Οι καυστήρες πετρελαίου είναι ηλεκτροκίνητες συσκευές που διαθέτουν τον αναγκαίο εξοπλισμό και τους κατάλληλους αυτοματισμούς για την προσαγωγή, το διασκορπισμό, την ανάμιξη με τον αέρα και την καύση του πετρελαίου. Ο διασκορπισμός και η ανάμιξη των σταγονιδίων με τον αέρα γίνονται μέσα στο φλογοθάλαμο του λέβητα.

Η σχετική διαδικασία πραγματοποιείται με τρεις τρόπους, με βάση τους οποίους έχουμε τη διάκριση σε:

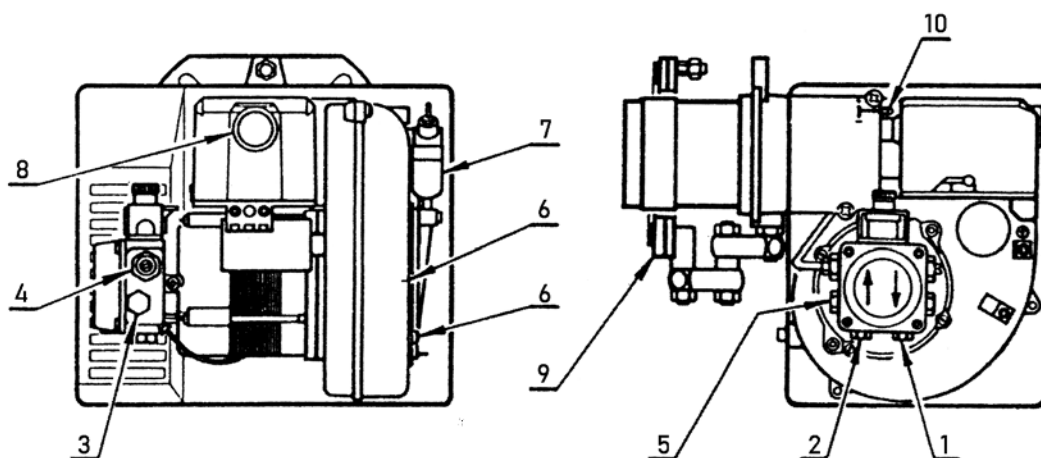
- καυστήρες εξάτμισης
- καυστήρες διασκορπισμού
- καυστήρες περιστροφής (φυγοκεντρικούς).

Εκτός από την παραπάνω βασική διάκριση, της οποίας τα κύρια δεδομένα θα αναλυ-

θούν στη συνέχεια, υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των διάφορων τύπων καυστήρων, στο κύκλωμα τροφοδοσίας του καυσίμου και του αέρα, τη μορφή των ακροφυσίων, τα συστήματα αναμίξεως καυσίμου - αέρα και το σύστημα ελέγχου της φλόγας.

Υπάρχουν μερικά κοινά στοιχεία του εξοπλισμού τα οποία συναντώνται στο σύνολο ή σχεδόν στο σύνολο των καυστήρων. Ενδεικτικά μπορούν να αναφερθούν:

- Το κέλυφος του καυστήρα (ή περίβλημα), το οποίο περιβάλλει όλα τα εξαρτήματα του καυστήρα.
- Το άνοιγμα προσαγωγής αέρα
- Ο ηλεκτρικός κινητήρας
- Ο ανεμιστήρας
- Ο ηλεκτρικός πίνακας αυτόματης λειτουργίας
- Ο μετασχηματιστής έναυσης
- Η αντλία καυσίμου
- Το ακροφύσιο διασκορπισμού (μπεκ)
- Το φωτοκύτταρο εντοπισμού της φλόγας
- Η κεφαλή καύσεως



1. επιστροφή καυσίμου
2. αναρρόφηση καυσίμου
3. θέση μανομέτρου
4. ρύθμιση θέσης αντλίας
5. θέση κενομέτρου αναρρόφησης
6. δύο βίδες για στερέωμα του τάμπερ αέρος
7. υδραυλικό έμβολο με αυτόματο τάμπερ
8. λυχνία και μπουτόν για μπλόκο
9. φλάντζα και αμίαντο μόνωσης
10. βίδα για ρύθμιση κεφαλής

Ο καυστήρας συνοδεύεται από:

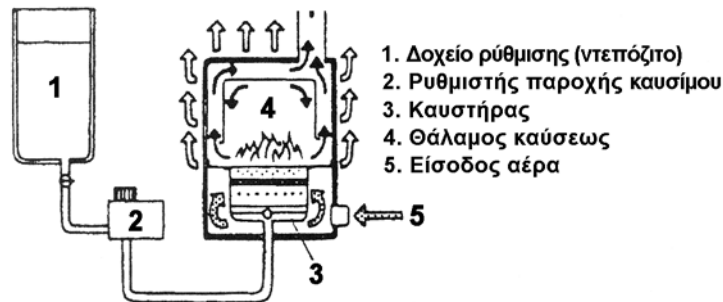
- 2 φλέξιμπλ
- 1 φλάντζα με αμίαντο
- 2 βίδες με παξιμάδια
- 1 αρθρωτό μπράτσο για υποστήριξη
- 1 βίδα με δύο παξιμάδια για τη φλάντζα
- 1 στυπιοθλίπτη καλωδίου

**Εικ. 5.1 α** Τυπική απεικόνιση και μέρη καυστήρα πετρελαίου

### 5.1.1 Καυστήρες εξάτμισης

Σε πολύ μικρές ισχύεις (πχ. Κ.Θ. μονοκατοικιών, θερμάστρες πετρελαίου) χρησιμοποιούνται καυστήρες που βασίζουν τη λειτουργία τους στην εξάτμιση του πετρελαίου, που λαμβάνει χώρα σε θερμαινόμενο από τη φλόγα χώρο. Το εξατμιζόμενο πετρέλαιο αντικαθίσταται από την ίση παροχή νέου.

Ως μέσο χρησιμοποιείται “καθαρό” (φωτιστικό) πετρέλαιο ή κοινό πετρέλαιο. Σε σχετικά μεγαλύτερες εγκαταστάσεις υπάρχει ανεμιστήρας για την καλύτερη απομάκρυνση των καυσαερίων.



Εικ. 5.1.β Εφαρμογή εξατμιστικού καυστήρα

### 5.1.2 Καυστήρες διασκορπισμού

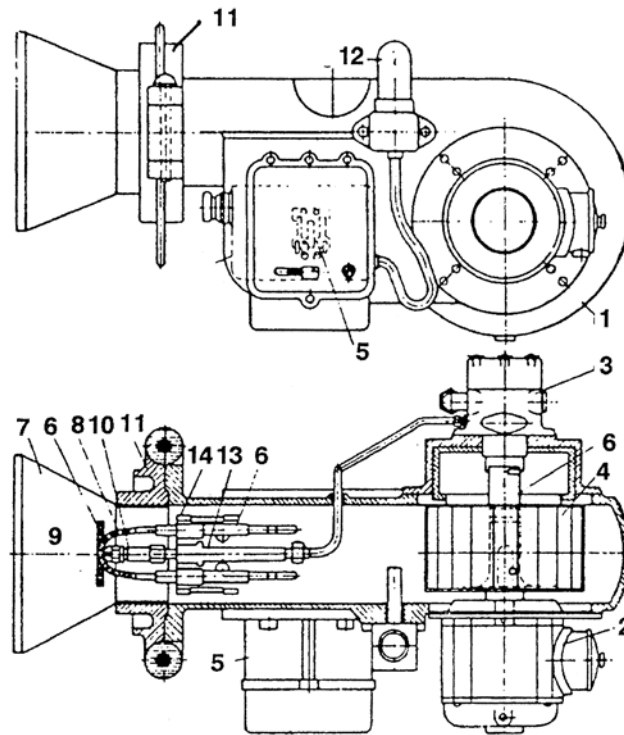
Ονομάζονται έτσι, γιατί σ' αυτούς το καύσιμο διασπάται σε μικρές σταγόνες μέσω γραναζωτής αντλίας και προσαρμοσμένου ακροφυσίου. Η ανάμιξη σταγόνων καυσίμου και αέρα καύσης γίνεται στο ακροφύσιο του καυστήρα.

Αναφέρονται ενδεικτικά μερικά κοινά στοιχεία του εξοπλισμού των καυστήρων διασκορπισμού:

- (1) Κέλυφος ανεμιστήρα
- (2) Ηλεκτροκινητήρας
- (3) Αντλία πετρελαίου
- (4) Πτερωτή ώθησης αέρα
- (5) Κιβώτιο ηλεκτρικού πίνακα
- (6) Παροχή πρωτεύοντος αέρα
- (7) Παροχή δευτερεύοντος αέρα
- (8) Ανάμιξη καυσίμου-αέρα
- (9) Περιοχή κώνου-φλόγας
- (10) Δίσκος ανάμιξης
- (11) Επιφάνεια στερέωσης στη θύρα του λέβητα
- (12) Φίλτρο πετρελαίου

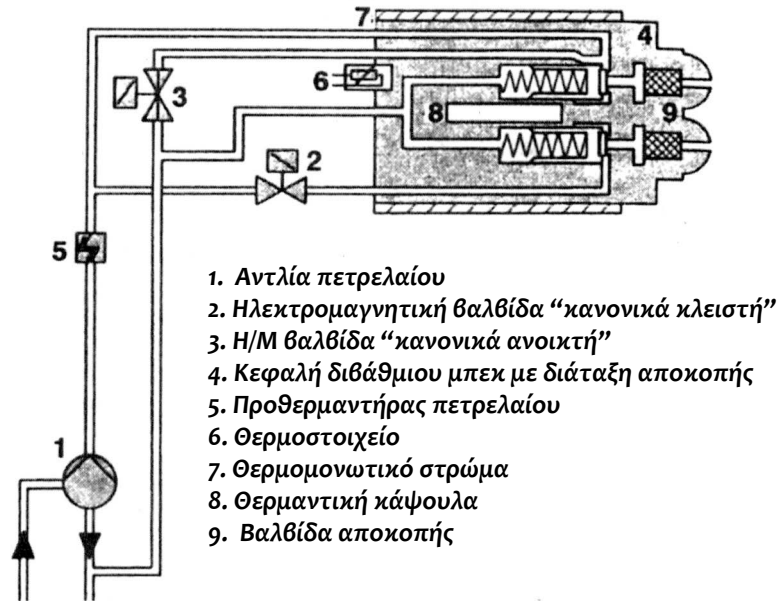
(13) Προσαγωγή πετρελαίου

(14) Ανάμιξη πρωτεύοντος αέρα-πετρελαίου



**Εικ. 5.1.γ** Τυπική απεικόνιση καυστήρα μηχανικού διασκορπισμού μεσαίου μεγέθους

Για καταναλώσεις πετρελαίου μεγαλύτερες από 10 kg / h χρησιμοποιούνται διβάθμιοι καυστήρες, με δύο μεγέθη (σκάλες) φλόγας και συχνά δύο ακροφύσια διασκορπισμού. Στους διβάθμιους καυστήρες με ένα μπεκ, η λειτουργία του καυστήρα αρχίζει με μικρή πίεση (πρώτη βαθμίδα) και στη συνέχεια γίνεται τροφοδότηση με πλήρη πίεση (δεύτερη βαθμίδα). Σε μεγάλους καυστήρες προτιμάται η λύση των δύο μπεκ με σύστημα επιστροφής. Αυτά επιτρέπουν την προοδευτική αυξομείωση της πίεσης, άρα και της παροχής καυσίμου.



Εικ. 5.1.δ Διβάθμιος καυστήρας διασκορπισμού

### 5.1.3 Καυστήρες περιστροφής (φυγοκεντρικοί)

Ονομάζονται έτσι, γιατί σ' αυτούς το πετρέλαιο εισερχόμενο φυγοκεντρίζεται και εκτινάσσεται ακτινικά στην εστία του λέβητα. Στο χώρο της καύσης γίνεται ανάμιξη του καυσίμου με τον προσαγόμενο αέρα και πραγματοποιείται η καύση.

Οι περιστροφικοί καυστήρες έχουν μεγάλα περιθώρια ρύθμισης της παροχής τους, με τη χρήση ρυθμιστικής βαλβίδας πετρελαίου. Είναι κατάλληλοι για διάφορους τύπους πετρελαίου και κυρίως για την καύση μαζούτ σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος, όπου οι παροχές πετρελαίου μπορούν να φτάσουν τα 400 kg/h.

Οι καυστήρες αυτού του τύπου είναι ανθεκτικοί και λειτουργούν με ασφάλεια, συνεπάγονται όμως αυξημένη στάθμη θορύβου.

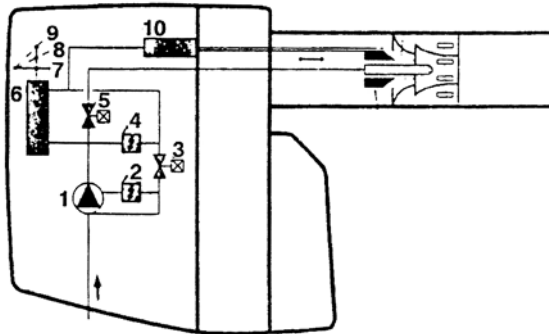
### 5.1.4 “Οικολογικοί” καυστήρες πετρελαίου

Ονομάζονται έτσι, γιατί είναι εφοδιασμένοι με διατάξεις και ρυθμίσεις (π.χ. ανακύκλωση καυσαερίων) που έχουν σκοπό να βελτιώσουν την καύση και άρα να μειώσουν τους ανεπιθύμητους ρύπους που αυτή προκαλεί.

Αναφέρονται ενδεικτικά μερικά κοινά στοιχεία του εξοπλισμού των οικολογικών καυστήρων:

- (1) Αντλία πετρελαίου
- (2) Ρυθμιστής καυσίμου 2ης βαθμίδας
- (3) Ηλ/κή βαλβίδα 2ης βαθμίδας
- (4) Ρυθμιστής καυσίμου 1ης βαθμίδας

- (5) Ηλεκτρική βαλβίδα 1ης βαθμίδας
- (6) Υδραυλικό σύστημα τάμπερ
- (7) Θέση τάμπερ “κλειστό”
- (8) Θέση τάμπερ 1<sup>η</sup> βαθμίδα
- (9) Θέση τάμπερ 2<sup>η</sup> βαθμίδα
- (10) Υδραυλικό LGO-Σύστημα



Εικ. 5.1.ε Τυπική απεικόνιση “οικολογικού” καυστήρα

### 5.1.5 Συγκρίσεις και χρήσεις

Από τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι καυστήρες διασκορπισμού είναι οι πιο κατάλληλοι για μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις Κ.Θ. Τα πλεονεκτήματά τους έναντι των άλλων τύπων καυστήρων είναι: Οι δυνατότητες αυτόματης, σταθερής και ασφαλούς λειτουργίας που διαθέτουν, ο υψηλός βαθμός απόδοσης του όλου συστήματος καύσης και η χαμηλή περιβαλλοντική επιβάρυνση από τη λειτουργία τους.

Με τις συνεχείς βελτιώσεις της κατασκευής τους, οι καυστήρες διασκορπισμού έχουν σήμερα καλό βαθμό απόδοσης, δυνατότητα εναλλαγής των εξαρτημάτων, εύκολη ηλεκτρολογική σύνδεση, προσαρμογή σε διαφορετικούς τύπους λεβήτων, δυνατότητα εγκατάστασης διαγνωστικών συστημάτων ελέγχου βλαβών και χαμηλό επίπεδο θορύβου. Πάντως είναι πολύ σημαντική για την αποδοτική λειτουργία τους η σωστή και τακτική συντήρηση.

Για μεγάλες εγκαταστάσεις προσφέρονται οι καυστήρες περιστροφής, που είναι κατάλληλοι και για κατώτερης ποιότητας καύσιμα, ανθεκτικοί αλλά πάντως θορυβώδεις. Το τελευταίο χαρακτηριστικό τους κάνει ακατάλληλους για Κ.Θ. κτιρίων παραμονής και εργασίας ανθρώπων.

Οι καυστήρες εξάτμισης έχουν περιορισμένες χρήσεις και πάντα σε πολύ μικρές εγκαταστάσεις.

## 5.2 ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΑΕΡΙΩΝ

Για τη διάκριση και κατάταξη των καυστήρων αερίων υπάρχουν πολλά κριτήρια που οδηγούν σε διάφορες ομαδοποιήσεις.

Αρχικά θα κάνουμε διάκριση με βάση τα δύο πιο σημαντικά κριτήρια, **τον τρόπο προσαγωγής του καυσίμου και τον τρόπο προσαγωγής του αέρα για την καύση.**

Με κριτήριο τον τρόπο προσαγωγής του καυσίμου διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- **Καυστήρες διάχυσης:** Στην πράξη αποτελούνται από σύστημα σωλήνων παροχής αερίου με οπές, ώστε να επιτυγχάνεται η συνέχεια της καύσης στο άκρο τους.
- **Καυστήρες με εγχυτήρες:** Η αύξηση της ταχύτητας έγχυσης στο ακροφύσιό τους συνεπάγεται τη μείωση της στατικής πίεσης (νόμος του Bernoulli), με επακόλουθο τη μερική αναρρόφηση του αέρα καύσης.
- **Καυστήρες πλήρους προανάμιξης:** Αυτοί έχουν δυνατότητα αναρρόφησης του αέρα καύσης.

Με κριτήριο τον τρόπο προσαγωγής του αέρα διακρίνονται σε:

- **Ατμοσφαιρικούς και**
- **Πιεστικούς καυστήρες**

Διάκριση των καυστήρων μπορεί να γίνει και με βάση το βαθμό αυτοματοποίησης των διάφορων τμημάτων ρύθμισής τους (αυτόματοι, ημιαυτόματοι κ.λπ.) Επίσης μπορεί να γίνει με βάση την παραγόμενη φλόγα τους, την πίεση του καυσίμου αερίου κ.λπ.

Τέλος, υπάρχουν καυστήρες διπλής (εναλλακτικής) λειτουργίας (υγρό-αέριο καύσιμο) ή μικτής (ταυτόχρονης) λειτουργίας (υγρό-αέριο καύσιμο με σταθερή συνήθως αναλογία).

### 5.2.1 Καυστήρες αερίου με φλόγα διάχυσης

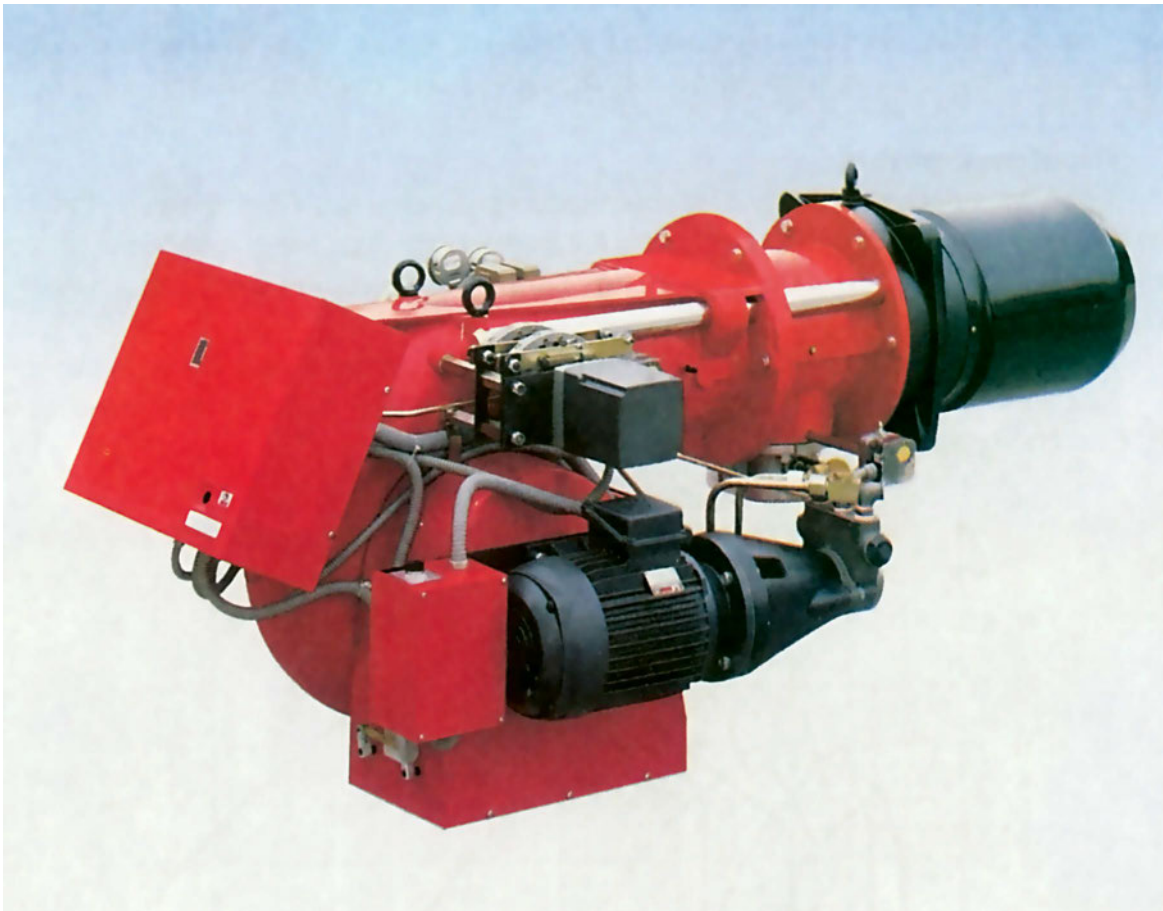
Οι καυστήρες αυτοί είναι καυστήρες “ατμοσφαιρικοί” (φυσικού ελκυσμού), στους οποίους ο αέρας έχει επαφή με τη φλόγα μόνο εξωτερικά και γι’ αυτό προκύπτει επιμήκης φωτεινή φλόγα και σχετικά χαμηλή μέγιστη θερμοκρασία (περίπου 1200°C). Εάν η φλόγα έρθει σε επαφή με στερεές επιφάνειες, προκύπτει καπνιά.

Είναι καυστήρες ασφαλείς και αθόρυβοι, με μεγάλη ποικιλία διατάξεων εκροής καυσίμου. Πρέπει να έχουν σύστημα ρύθμισης της παροχής, διακόπτη, ειδικά διαμορφωμένη επιφάνεια καύσης και κατάλληλα συστήματα ρύθμισης και ασφάλειας.

Συνεργάζονται συνήθως με μικρής ισχύος λέβητες και προστατεύονται για υπερβολική αύξηση του ελκυσμού από ειδική σύνδεση (χοάνη) μεταξύ καπναγωγού και καπνοδόχου.







Εικ. 5.3.α Καυστήρας διπλής λειτουργίας

## 5.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΑΥΣΤΗΡΩΝ

### 5.4.1 Επιλογή καυστήρων πετρελαίου

Οι καυστήρες πετρελαίου υπολογίζονται από την ισχύ του λέβητα με τον οποίο θα συνεργαστούν. Το μέγεθος του καυστήρα στην ωριαία ποσότητα καυσίμου την οποία μπορεί να καταναλώσει.

Είναι  $w = Q_{\lambda} / H \cdot \eta$  (σε kg/h)

όπου:

$Q_{\lambda}$  = η θερμική ισχύς του λέβητα (σε kcal/h)

$H$  = η θερμογόνο δύναμη του καυσίμου (σε kcal/kg)

$\eta$  = ο βαθμός απόδοσης (= 0,7 ~ 0,9)

Στις πρακτικές εφαρμογές λαμβάνεται, συνήθως, για το γινόμενο  $H \cdot \eta$ , τιμή ίση με 8.000 - 8.500 kcal/kg.

Στην πράξη το μέγεθος του χρησιμοποιούμενου καυστήρα αλλάζει, γιατί πρέπει να

ληφθούν υπόψη και τα μεγέθη λειτουργίας του συνεργαζόμενου λέβητα (κυρίως πίεση).

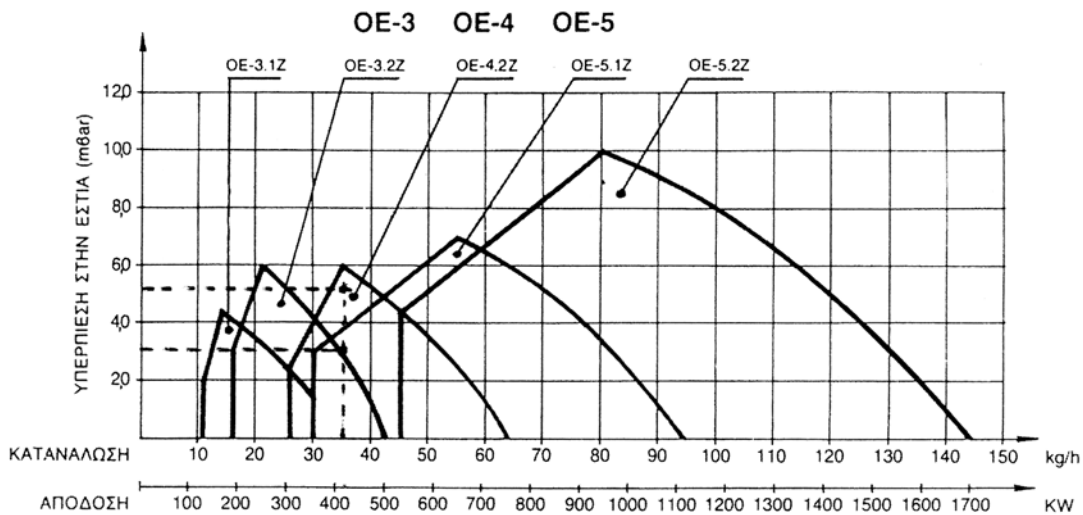
Έτσι, συνήθως, μετά από την εύρεση της παροχής, ο καυστήρας επιλέγεται από προσαρμοσμένα διαγράμματα λειτουργίας που παρέχονται από τον κατασκευαστή τους.

### Παράδειγμα επιλογής

Έστω ότι πρόκειται να επιλεγεί καυστήρας πετρελαίου για λέβητα ισχύος 280.000 kcal / h και αντίθλιψης 52 mm Σ.Ν. (περίπου 5,2 mbar). Παίρνουμε βαθμό απόδοσης  $\eta = 0,8$ .

Είναι  $w = 280.000/10.000 \times 0,8 = 35 \text{ kg / h}$ . Άρα η κατανάλωση του καυστήρα πρέπει να είναι  $w = 35 \text{ kg/h}$

Στο διάγραμμα βρίσκουμε ότι 35 kg/h (άξονας των x) αντιστοιχούν στους καυστήρες ΟΕ - 3.2Z και ΟΕ - 4.2Z. Ο πρώτος αντιστοιχεί στα 30 mm Σ.Ν και ο δεύτερος στα 60 mm Σ.Ν. Έτσι επιλέγουμε τον ΟΕ-4.2Z.



Εικ. 5.4.α Διάγραμμα επιλογής καυστήρα πετρελαίου

### 5.4.2 Επιλογή καυστήρων αερίου

Για τη σωστή εκλογή καυστήρα αερίου πρέπει να είναι γνωστά διάφορα μεγέθη, όπως η ισχύς του λέβητα και η αντίστοιχη πίεσή του, ο βαθμός απόδοσης, η θερμογόνο δύναμη του καυσίμου, οι διάφορες πτώσεις πίεσης ατμοσφαιρικού αέρα και αερίου κ.λπ.

Η απλή διαδικασία επιλογής είναι η εξής:

#### Α. Εύρεση της αναγκαίας παροχής αερίου

Βρίσκουμε την αναγκαία παροχή αερίου:

$$\text{Είναι } V = Q_{\lambda} / H \times \eta$$

Παροχή = Ισχύς λέβητα / [(Κ.Θ.Δ) x Βαθμός απόδοσης]

Όπου:  $V = \text{Παροχή σε Nm}^3/\text{h}$

$Q_{\lambda}$  = Ισχύς λέβητα σε kcal/h

$H$  = η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου σε kcal / Nm<sup>3</sup> (Κ.Θ.Δ.)

$\eta$  = ο βαθμός απόδοσης της καύσης.

### Παράδειγμα επιλογής

Έστω ότι πρόκειται να επιλεγεί καυστήρας φυσικού αερίου με (Κ.Θ.Δ.)

$H = 8.000$  kcal / Nm<sup>3</sup>, για λέβητα ισχύος 72.000 kcal / h.

Έστω  $\eta = 0,9$ . Είναι λοιπόν η απαιτούμενη παροχή αερίου στον καυστήρα

$$V = 72.000 / 8.000 \times 0,9 = 10 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

### Β. Έλεγχος καταλληλότητας του καυστήρα

Η διαδικασία του ελέγχου από πλευράς πίεσης του δικτύου του αερίου και επιλογής φίλτρου και σταθεροποιητή γίνεται από τους μελετητές και ο εγκαταστάτης πρέπει να εφαρμόζει χωρίς παρέκκλιση τις επιλογές και τις οδηγίες. Εξετάζεται αν η κατώτερη διαθέσιμη πίεση του δικτύου υπερκαλύπτει:

- την αναγκαία πίεση στην έξοδο του σταθεροποιητή (για τη συγκεκριμένη παροχή),
- την αντίθλιψη του λέβητα (αν υπάρχει) και
- τις αντιστάσεις ροής στο φίλτρο και το σταθεροποιητή.

### 5.4.3 Σήμανση καυστήρων

Κάθε καυστήρας πρέπει να είναι εφοδιασμένος με μεταλλική πινακίδα, πάνω στην οποία θα αναφέρεται:

1. Ο κατασκευαστής και το έτος κατασκευής
2. Ο τύπος του καυστήρα και το συνιστώμενο καύσιμο
3. Η μέγιστη και ελάχιστη ωριαία παροχή καυσίμων σε kg/h για υγρά καύσιμα ή m<sup>3</sup>/h για αέρια καύσιμα σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Επίσης, κάθε καυστήρας πρέπει να είναι εφοδιασμένος με τα σχετικά έντυπα και σχέδια εγκατάστασης, ρυθμίσεων, συνδεσμολογιών κ.λπ.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι **καυστήρες πετρελαίου** χρησιμοποιούνται για την προσαγωγή, το διασκορπισμό, την ανάμιξη με τον αέρα και την καύση του πετρελαίου. Διακρίνονται σε:

- καυστήρες εξάτμισης για μικρές ισχύεις, όπου συνήθως καίνε φωτιστικό πετρέλαιο, το οποίο δεν αφήνει κατάλοιπα.
- καυστήρες διασκορπισμού με γριναζωτή αντλία και ακροφύσιο. Χρησιμοποιούνται για την καύση διάφορων τύπων πετρελαίου και έχουν τη δυνατότητα προσαρμογής της πίεσης του προσαγόμενου αέρα στην αντίθλιψη του λέβητα.
- καυστήρες περιστροφής, κατάλληλους για διάφορους τύπους πετρελαίου, μεγάλες ισχύεις, ανθεκτικούς και ασφαλείς, αλλά με αυξημένη στάθμη θορύβου.

Οι **καυστήρες αερίου**, με κριτήριο τον τρόπο προσαγωγής του καυσίμου, διακρίνονται σε καυστήρες διάχυσης, καυστήρες με εγχυτήρες και καυστήρες πλήρους προανάμιξης. Με κριτήριο τον τρόπο προσαγωγής του αέρα διακρίνονται σε:

- “ατμοσφαιρικούς” που χρησιμοποιούνται σε όλες τις μικροσυσκευές του αερίου πόλης
- και “πιεστικούς” που χρησιμοποιούνται στους σύγχρονους πιεστικούς λέβητες Κεντρικής θέρμανσης.

Ο **υπολογισμός παροχής καυσίμου** γίνεται ως εξής:

$$\text{Για πετρέλαιο } w = Q_{\lambda} / H \cdot \eta$$

Όπου:  $w = \eta$  παροχή (κατανάλωση) σε kg/h

$Q_{\lambda}$  = η θερμική ισχύς του λέβητα (σε kcal/h)

$H$  = η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου (σε kcal/kg)

$\eta$  = ο βαθμός απόδοσης της καύσης.

$$\text{Για αέριο } V = Q_{\lambda} / H \cdot \eta$$

Όπου:  $V = \text{Παροχή}$  σε Nm<sup>3</sup>/h

$Q_{\lambda}$  = Ισχύς λέβητα σε kcal/h

$H$  = η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου σε kcal / Nm<sup>3</sup> (Κ.Θ.Δ)

$\eta$  = ο βαθμός απόδοσης.

Οι καυστήρες αερίου πρέπει να ελέγχονται από πλευράς πίεσης του δικτύου του αερίου και επιλογής φίλτρου και σταθεροποιητή.

Κάθε καυστήρας πρέπει να είναι εφοδιασμένος με μεταλλική πινακίδα, τοποθετημένη σε εμφανές σημείο του καυστήρα, που θα αναφέρει όλα τα λειτουργικά και κατασκευαστικά του χαρακτηριστικά.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα είδη των καυστήρων πετρελαίου και για ποιες περιοχές ισχύος είναι κατάλληλο το καθένα;
2. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των καυστήρων περιστροφής;
3. Πώς λειτουργούν οι καυστήρες διασκορπισμού;
4. Τι γνωρίζετε για τους οικολογικούς καυστήρες;
5. Ποια είναι τα βασικά κριτήρια διάκρισης των καυστήρων αερίου;
6. Σε ποιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται ατμοσφαιρικοί καυστήρες;
7. Σε ποιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται πιεστικοί καυστήρες;
8. Σε ποιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται καυστήρες διπλής και μικτής λειτουργίας;
9. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η απαραίτητη παροχή καυσίμου σε εγκατάσταση Κ.Θ.;
10. Να υπολογίσετε την απαραίτητη παροχή πετρελαίου για λέβητα με ισχύ  $Q_{\lambda} = 80.000 \text{ kcal/h}$  (δεχθείτε  $\eta = 0,8$ ).
11. Ποιο άλλο στοιχείο (εκτός της παροχής) πρέπει να ελέγχεται, ώστε να εξασφαλίζεται η συνεργασία λέβητα - καυστήρα;
12. Ποιοι έλεγχοι είναι απαραίτητοι μετά τον υπολογισμό παροχής καυστήρα αερίου καυσίμου;
13. Ποια στοιχεία πρέπει να αναφέρονται στην πινακίδα αναγνώρισης ενός καυστήρα;



# κεφάλαιο

# 6

## **ΛΕΒΗΤΕΣ**

**6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

**6.2 ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ**

**6.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ**

**6.4 ΑΠΑΓΩΓΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ**







### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

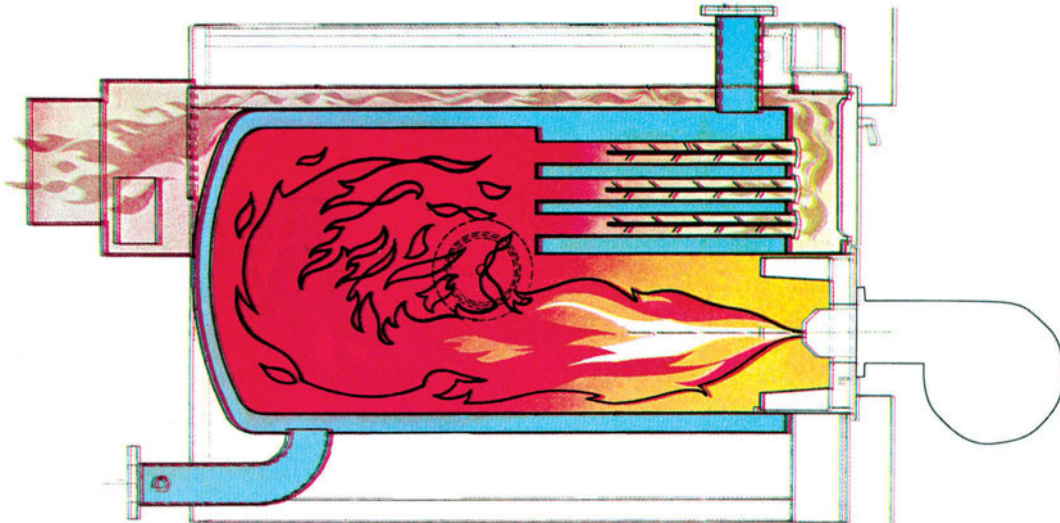
- Να εξηγείτε το λειτουργικό σκοπό του λέβητα στην Κεντρική Θέρμανση.
- Να αναφέρετε τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η θερμαντική ικανότητα των λεβήτων.
- Να αναφέρετε τα κυκλώματα του λέβητα.
- Να κατατάσσετε τους λέβητες με βάση τα σχετικά κριτήρια.
- Να συγκρίνετε τα είδη των λεβήτων αναφέροντας τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους και να αναφέρετε τις περιπτώσεις για τις οποίες είναι κατάλληλα.
- Να εκτιμάτε τη θερμική ισχύ του λέβητα που απαιτείται για μια εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης.

## 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 6.1.1 Ορισμός - Λειτουργικός σκοπός

Ο λέβητας είναι μία από τις συσκευές που μετέχουν στην “παραγωγή” θερμότητας στο σύστημα της Κεντρικής Θέρμανσης.

Είναι ένα είδος εναλλάκτη θερμότητας, δηλαδή μια συσκευή στην οποία γίνεται συναλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών. Τα δύο ρευστά είναι τα καυσαέρια της εστίας (θερμαντικό μέσο) και ο φορέας θερμότητας της εγκατάστασης (θερμαινόμενο). Τα ρευστά αυτά κυκλοφορούν, χωρίς να αναμιγνύονται, στο εσωτερικό και το εξωτερικό κατάλληλα διαμορφωμένων στοιχείων (αυλοί, κανάλια) και η μεταξύ τους συναλλαγή θερμότητας γίνεται μέσα από τα τοιχώματα των στοιχείων αυτών. Έχουμε λοιπόν δύο ανεξάρτητα κυκλώματα: το κύκλωμα των καυσαερίων, που είναι “ανοιχτό” και το κύκλωμα του φορέα της θερμότητας (νερό ή ατμός), που είναι “κλειστό”.



Εικ. 6.1.α Σχηματική παράσταση τομής λέβητα

Το σχήμα της εικόνας δείχνει την αρχή λειτουργίας. Ο λέβητας ζεστού νερού είναι σαν ιδέα κάτι απλό. Η φλόγα και τα καυσαέρια που παράγονται μέσα στο θάλαμο καύσης, πριν φύγουν από τον καπναγωγό και την καπνοδόχο, ζεσταίνουν το νερό (φορέα της θερμότητας στην Κεντρική Θέρμανση) που κυκλοφορεί.

Αυτή η απλή ιδέα οδήγησε σε διάφορες κατασκευαστικές λύσεις που η κάθε μία έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ένα βασικό στοιχείο διαφοροποίησης είναι το είδος (και ο αριθμός) των διαδρομών των δύο μέσων. Κατασκευάζονται λοιπόν λέβητες με φλογοθαλάμους και αεριαυλούς (για τα καυσαέρια) καθώς και υδραυλωτοί (για το νερό).

### 6.1.2 Η θερμαντική ικανότητα των λεβήτων

Η θερμαντική ικανότητα των εναλλακτών γενικά εξαρτάται από τρεις παράγοντες, όπως φαίνεται και από τη σχέση της μετάδοσης θερμότητας με διάβαση (αγωγή και συναγωγή-μεταφορά):

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta t$$

όπου •  $Q$  η θερμική ισχύς της συναλλαγής (W)

•  $A$  η επιφάνεια της συναλλαγής ( $m^2$ )

•  $\Delta t$  η μέση θερμοκρασιακή διαφορά των δύο ρευστών ( $^{\circ}C$ )

και •  $k$  συντελεστής ( $W / m^2 \text{ } ^{\circ}C$ ).

Ο συντελεστής  $k$  εξαρτάται από τα είδη των δύο ρευστών, τα χαρακτηριστικά της ροής τους (φορές-ταχύτητες) και τα χαρακτηριστικά του διαχωριστικού τοιχώματος (μορφή-υλικό-πάχος).

Η ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας θερμική ικανότητα ονομάζεται **ειδική φόρτιση** του λέβητα και είναι ένα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε κατασκευαστικού τύπου.

Είναι λοιπόν φανερό ότι ο υπολογισμός της θερμαντικής ικανότητας ενός εναλλάκτη είναι μια πολύ σύνθετη διαδικασία και απαιτεί και πειραματικό έλεγχο. Η επιφάνεια

συναλλαγής είναι ένα σταθερό κατασκευαστικό στοιχείο, όλα όμως τα άλλα εξαρτώνται από τις συνθήκες λειτουργίας. Γι' αυτό οι κατασκευαστές δίνουν καμπύλες ή διαγράμματα λειτουργίας που έχουν ελεγχθεί εργαστηριακά.

## 6.2 ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

### 6.2.1 Γενική κατάταξη

Η ποικιλία των λεβήτων που κυκλοφορούν είναι μεγάλη, όπως σημαντικός είναι και ο αριθμός των κατασκευαστών. Θα κατατάξουμε αρχικά τους λέβητες, με βάση διάφορα κριτήρια και στη συνέχεια θα δώσουμε τα κύρια χαρακτηριστικά των πιο συνηθισμένων στην Κεντρική Θέρμανση τύπων, καθώς και συγκριτικά στοιχεία.

Υπάρχουν λοιπόν:

#### 1. Ως προς το καύσιμο

- 1.1 Λέβητες υγρών καυσίμων
- 1.2 Λέβητες αέριων καυσίμων
- 1.3 Λέβητες στερεών καυσίμων
- 1.4 Λέβητες βιομάζας
- 1.5 Λέβητες ηλεκτρικοί

#### 2. Ως προς το θερμαινόμενο μέσο

- 2.1 Λέβητες νερού
- 2.2 Λέβητες ατμού
- 2.3 Λέβητες αέρα

#### 3. Ως προς το βασικό υλικό κατασκευής

- 3.1 Λέβητες χυτοσιδηροί
- 3.2 Λέβητες χαλύβδινοι

#### 4. Ως προς την αντίθλιψη (πίεση καυσαερίων)

- 4.1 Λέβητες με ατμοσφαιρικό καυστήρα (ατμοσφαιρικοί)
- 4.2 Λέβητες με πιεστικό καυστήρα (πιεστικοί)

### 6.2.2 Χυτοσιδηροί λέβητες

Οι πρώτοι λέβητες που κατασκευάστηκαν ήσαν χυτοσιδηροί, έκαιγαν στερεά καύσιμα (κάρβουνο) και είχαν λειτουργικό μέσο το νερό. Το κατασκευαστικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι διαμορφώνονται από όμοια στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους με ειδικούς συνδέσμους. Μόνο το εμπρός και το πίσω στοιχείο είναι διαφορετικά, όλα τα άλλα είναι πανομοιότυπα.

Είναι βιομηχανικά προϊόντα, που κατασκευάζονται με χύτευση κάτω από απόλυτα τυποποιημένες συνθήκες και προδιαγραφές.

Μπορούμε να λύνουμε αυτούς τους λέβητες και να προσθέτουμε στοιχεία, μεγαλώνοντας έτσι τη θερμαντική επιφάνειά τους και συνεπώς τη θερμική τους ισχύ. Μπορούμε ακόμα, αν κάποιο στοιχείο ραγίσει, να το αντικαταστήσουμε με νέο. Το λύσιμο και το δέσιμο θέλουν επιδεξιότητα και προσοχή για την επιτυχία στεγανότητας.

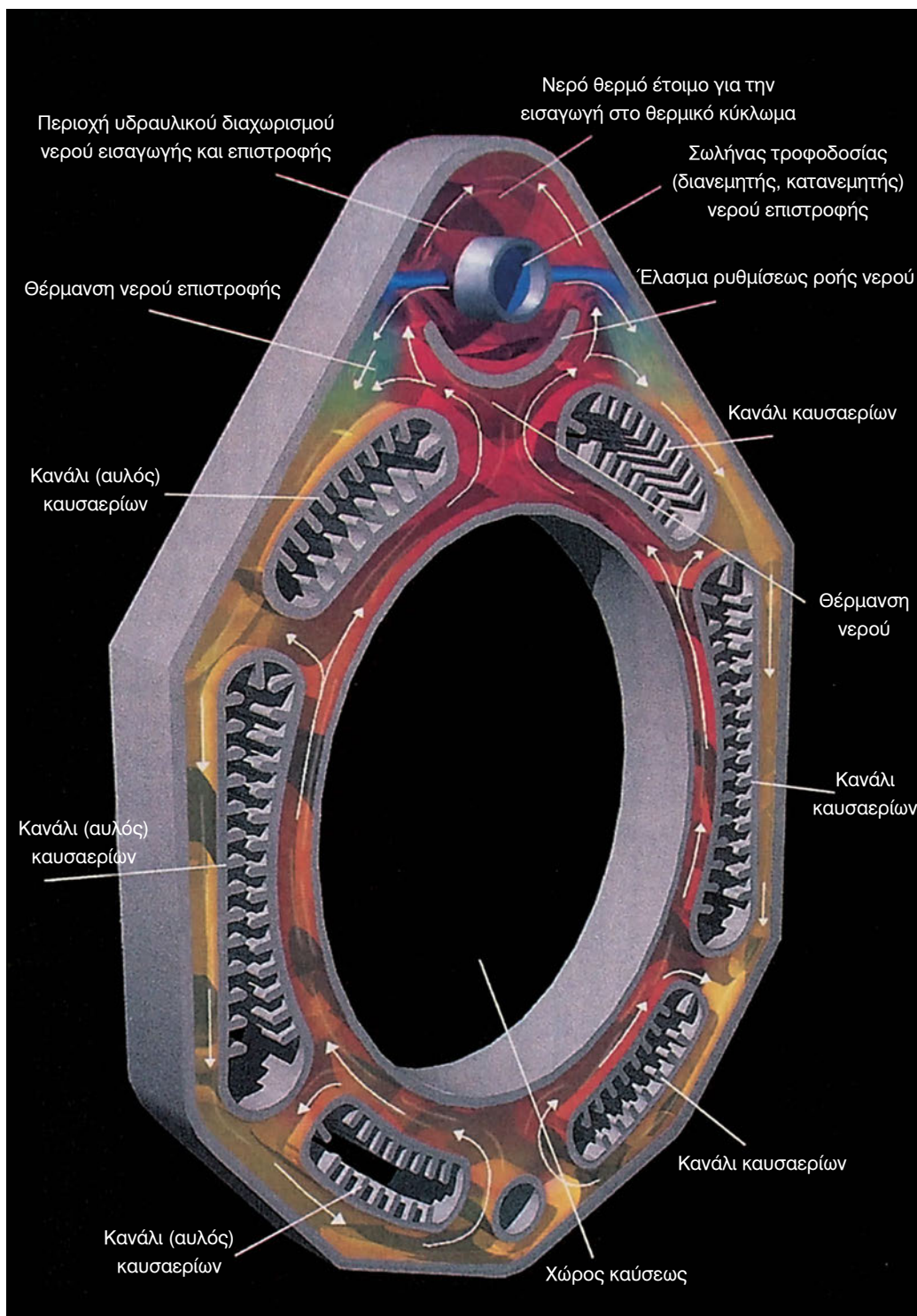
Η ανώτατη θερμοκρασία στην οποία κανονικά εργάζονται είναι 110°C και η ανώτατη πίεση στο κύκλωμα του νερού 4 bar. Υπάρχει όμως και μία κατηγορία μεγάλων λεβήτων που φθάνουν τους 120°C και τα 6 bar.

Όταν οι χυτοσιδηροί λέβητες κατασκευάζονται σε ενιαίο συγκρότημα με καυστήρα, πίνακα οργάνων και εργοστασιακή ρύθμιση, έχουμε ως αποτέλεσμα μεγάλο βαθμό απόδοσης, ιδανική καύση του καυστήρα (μπλε φλόγα) και ελαχιστοποίηση των ρύπων. Η έξοδος των καυσαερίων γίνεται με θερμοκρασία 160 -170°C. Οι λέβητες αυτοί κατασκευάζονται σε μεγέθη ισχύος μέχρι 70 kW.

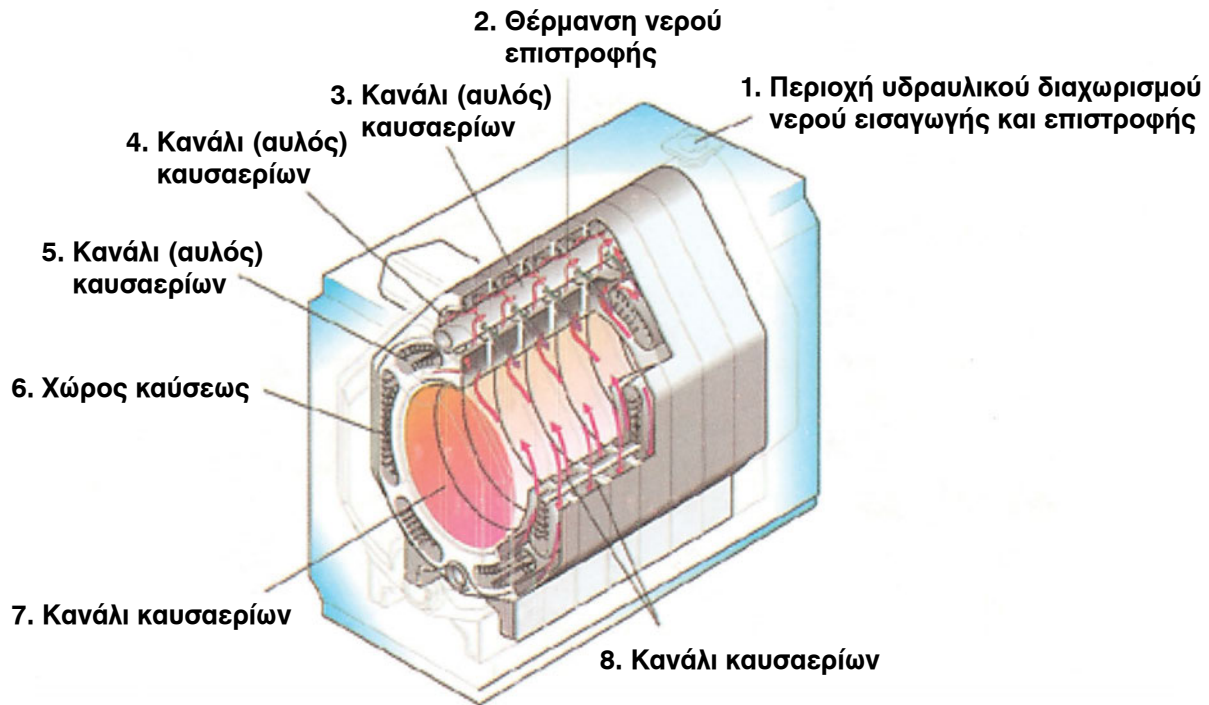
Η διατήρηση της ελάχιστης θερμοκρασίας του νερού επιστροφής στο λέβητα πάνω από 45°C είναι σημαντικό στοιχείο, γιατί διαφορετικά έχουμε προβλήματα διάβρωσης και καταπόνησης του λέβητα από απότομες διαστολές.

Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίζεται κατά κανόνα, όπως θα δούμε στο δέκατο κεφάλαιο, με την τετράοδη βάννα.

Έχουν πάντως πρόσφατα κατασκευαστεί χυτοσιδηροί λέβητες που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα αυτό με τέτοια διαμόρφωση των καναλιών κυκλοφορίας, ώστε να γίνεται ανάμιξη του νερού εισόδου και εξόδου και να μην υπάρχουν περιοχές χαμηλών θερμοκρασιών.



**Εικ. 6.2.α** Στοιχείο λέβητα με είσοδο – έξοδο νερού στο πάνω μέρος.



Εικ. 6.2.β Λέβητας με είσοδο-έξοδο νερού στο πάνω μέρος

### 6.2.3 Χαλύβδινοι λέβητες

Είναι προϊόντα που κατασκευάζονται στο λεβητοποιείο από συγκολλητά χαλυβδοελάσματα. Οι μεγάλης ισχύος λέβητες (κυρίως ατμολέβητες) κατασκευάζονται κάτω από τυποποιημένες συνθήκες, ενώ στους μικρούς έχει μεγάλη συμμετοχή και το ανθρώπινο χέρι.

Κατασκευάζονται συνήθως για ανώτατη θερμοκρασία νερού  $110^{\circ}\text{C}$ , κατώτατη  $45^{\circ}\text{C}$  και πίεση 3 bar. Υπάρχει και κατηγορία για θερμοκρασίες  $120^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$  και ανώτατη πίεση λειτουργίας 4 bar.

Σε σύγκριση με τους χυτοσιδηρούς έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης
- Μικρότερο βάρος
- Δυνατότητα επισκευής σε περιπτώσεις ρωγμών
- Μεγαλύτερη αντοχή σε υπερθερμάνσεις. Αυτό είναι σημαντικό στις περιπτώσεις αυτονομιών, όπου μπορεί, λόγω λειτουργίας μέρους της εγκατάστασης, να έχουμε υψηλές θερμοκρασίες νερού.

Έχουν όμως και τα εξής μειονεκτήματα:

- Μικρότερη διάρκεια ζωής, ιδίως αν δεν έχουν αντιδιαβρωτική προστασία
- Αδυναμία επέκτασης και αύξησης της ισχύος τους
- Επειδή είναι μεγάλα ενιαία κομμάτια, πρέπει να υπάρξει πρόβλεψη πρόσβασης

για την εγκατάστασή τους στο λεβητοστάσιο.

- Αν οι ρωγμές δεν είναι επισκευάσιμες, δεν έχουν τη δυνατότητα αντικατάστασης στοιχείων όπως οι χυτοσιδηροί.

Οι λέβητες νερού μπορούν να είναι χυτοσιδηροί ή χαλύβδινοι, ενώ οι λέβητες ατμού είναι κατά κανόνα χαλύβδινοι.

### Ηλεκτροχημική διάβρωση

Εάν στην εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης που λειτουργούν λέβητες από σιδηροκράματα υπάρχουν τμήματα από χαλκό, υπάρχει κίνδυνος “ηλεκτροχημικής διάβρωσης”.

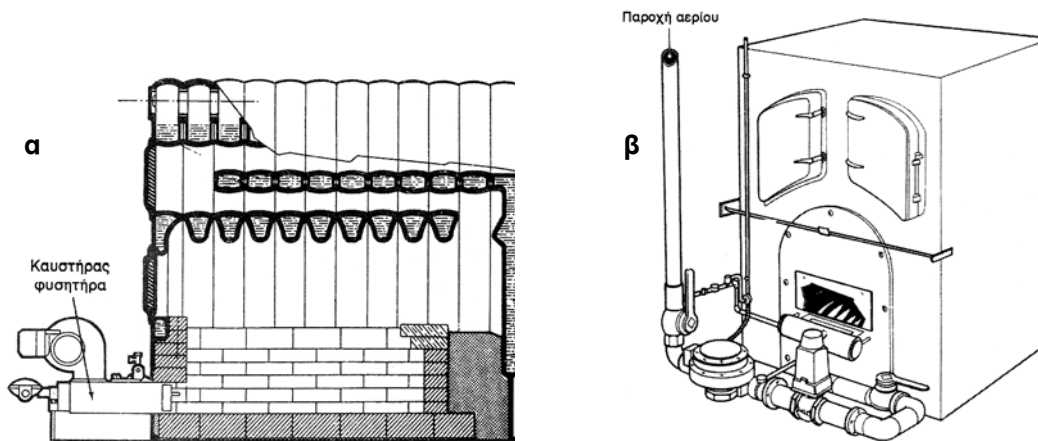
Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει, γιατί ο χαλκός είναι καθοδικότερος (“ευγενέστερος”) από το σίδηρο στη σειρά ηλεκτροθετικότητας των μετάλλων. Κατά συνέπεια, όταν συνδέονται στο ίδιο δίκτυο, δημιουργούν γαλβανικό στοιχείο με άνοδο το σίδηρο και κάθοδο το χαλκό, με “αγωγό” το νερό, που συμπεριφέρεται σαν ηλεκτρολύτης λόγω των αλάτων που περιέχει. Το αποτέλεσμα είναι διάβρωση του λιγότερο “ευγενούς” σιδήρου λόγω μεταφοράς ιόντων προς το χαλκό.

Για την προστασία του λοιπόν, “θυσιάζεται” ηλεκτρόδιο από ακόμα λιγότερο ευγενές υλικό, όπως μαγνήσιο ή ψευδάργυρος, που έχει με το χαλκό μεγαλύτερη διαφορά δυναμικού από ό,τι ο σίδηρος. Το προστατευτικό αυτό ηλεκτρόδιο τοποθετείται, υπό μορφή ράβδου, σε κατάλληλο σημείο του λέβητα και πρέπει σε ορισμένα χρονικά διαστήματα να ελέγχεται και να αντικαθίσταται.

### 6.2.3 Λέβητες αερίων

Οι λέβητες αερίου μπορούν να χωρισθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τύπο του καυστήρα που προσαρμόζεται επάνω τους και που καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η προσαγωγή του απαραίτητου για την καύση αέρα. Έτσι διακρίνονται:

- α) Σε λέβητες στους οποίους προσαρμόζονται καυστήρες με φυσητήρα (πιεστικοί).
- β) Σε λέβητες που είναι εφοδιασμένοι με καυστήρες φυσικού ελκυσμού (ατμοσφαιρικοί).



Εικ. 6.2.γ α) πιεστικοί και β) ατμοσφαιρικοί λέβητες αερίου



Στους πιεστικούς λέβητες αντιστοιχούν καυστήρες που έχουν αρκετές λειτουργικές ομοιότητες με τους καυστήρες πετρελαίου και ο αέρας καύσης προσάγεται με τη βοήθεια ανεμιστήρα.

Στους λέβητες που είναι εφοδιασμένοι με ατμοσφαιρικό καυστήρα, ένα μέρος του απαραίτητου για την καύση αέρα αναμιγνύεται με το αέριο (πρωτεύων αέρας), ενώ η υπόλοιπη ποσότητα αέρα (δευτερεύων αέρας) προσάγεται εξαιτίας του δημιουργούμενου ελκυσμού που προκαλεί η καπνοδόχος.

Οι λέβητες αερίου με ατμοσφαιρικό καυστήρα έχουν συνήθως μικρή ειδική θερμική φόρτιση (απόδοση ανά  $m^2$  θερμαινόμενης επιφάνειας), που κυμαίνεται από 8000 - 15000 kcal/ $m^2h$ , και γι' αυτό η θερμική ισχύς τους περιορίζεται μέχρι 50.000 kcal/h.

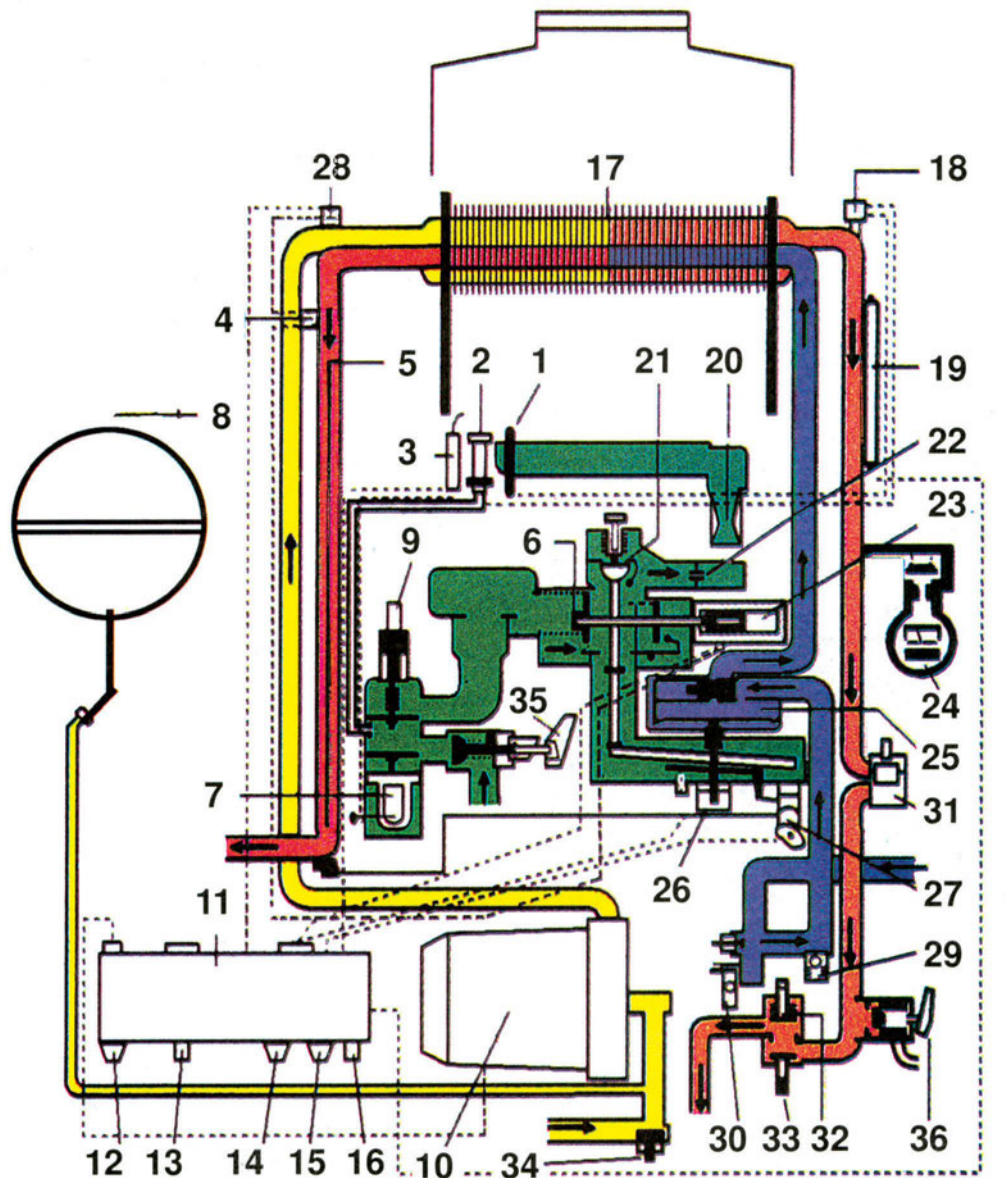
Οι λέβητες αερίου που έχουν καυστήρα με φυσητήρα μπορούν να κατασκευάζονται για πολύ μεγαλύτερες θερμικές ισχύεις, μέχρι και 300.000 kcal/h, επειδή η μέση ειδική θερμική φόρτίσή τους ξεπερνά τις 30.000 kcal/ $m^2h$ . Είναι προφανές ότι ένας λέβητας με ατμοσφαιρικό καυστήρα είναι πολύ μεγαλύτερων διαστάσεων από ένα λέβητα που έχει καυστήρα με φυσητήρα της ίδιας θερμικής ισχύος.

Οι ατμοσφαιρικοί λέβητες, επειδή δεν έχουν κανένα κινούμενο όργανο, είναι σχεδόν αθόρυβοι, παθαίνουν βλάβες σπανιότερα και οι απαιτήσεις συντήρησής τους είναι περιορισμένες. Επειδή όμως έχουν τους θαλάμους καύσης τους σε άμεση επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον, κατά το χρονικό διάστημα που δε λειτουργούν, τα ρεύματα αέρα που έρχονται σε επαφή με τις επιφάνειες συναλλαγής απορροφούν θερμότητα από το νερό, δημιουργώντας απώλειες (απώλειες στασιμότητας). Αυτές οι απώλειες είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτεροι είναι οι χρόνοι που δε λειτουργούν, π.χ. κατά τις περιόδους που υπάρχει λιγότερο κρύο ή στην περίπτωση που έχει γίνει υπερδιαστασιολόγηση του λέβητα.

Αντίθετα, το μειονέκτημα αυτό δε συναντάται στους λέβητες που έχουν καυστήρες με φυσητήρα, γιατί είναι εφοδιασμένοι με αυτόματο διάφραγμα (τάμπερ) αέρα, που ενεργοποιείται, όταν σβήσει ο καυστήρας και απομονώνει το θάλαμο καύσης του λέβητα από το εξωτερικό περιβάλλον.

#### 6.2.4 Επίτοιχοι λέβητες αερίου

Κατασκευάζονται για μεγέθη έως 30 kW. Είναι οικονομικοί και έχουν αυτόματη ανάφλεξη με ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου. Έτσι, προσαρμόζονται σε κάθε αλλαγή των απαιτήσεων του χώρου. Πολλές φορές έχουν ενσωματωμένο θερμαντήρα νερού χρήσης με έλεγχο λειτουργίας από τις βρύσες του κτιρίου. Είναι πλήρεις μονάδες με όλες τις απαραίτητες λειτουργικές και ασφαλιστικές διατάξεις.



- |   |  |
|---|--|
| 1 Θερμοζεύγος                               | 19 Αισθητήριο θερμοστάτη ασφαλείας           |
| 2 Φλόγα πιλότος                             | 20 Καυστήρας                                 |
| 3 Ηλεκτρόδιο σπινθηρισμού                   | 21 Προοδευτική βαλβίδα                       |
| 4 Θερμοστάτης ορίου ζεστού νερού            | 22 Στήριγμα τζιφαριών                        |
| 5 Αισθητήριο θερμοστάτη ζεστού νερού        | 23 Ηλεκτροβαλβίδα διπλού τυλίγματος          |
| 6 Διπλή βαλβίδα αερίου                      | 24 Θερμομανόμετρο                            |
| 7 Μαγνητική κεφαλή                          | 25 Βαλβίδα νερού                             |
| 8 Δοχείο διαστολής                          | 26 Διπλός μικροδιακόπτης                     |
| 9 Κομβίο συστήματος θερμοζεύγους            | 27 Θερμοστάτης νερού χρήσης                  |
| 10 Κυκλοφορητής                             | 28 Θερμοστάτης ορίου νερού θέρμανσης         |
| 11 Ηλεκτρικός πίνακας ελέγχου               | 29 Βαλβίδα ασφαλείας υπερπίεσης νερού χρήσης |
| 12 Ρυθμιστής θερμοκρασίας θέρμανσης         | 30 Σύστημα πλήρωσης δικτύου θέρμανσης        |
| 13 Εξωτερικό κάλυμμα κομβίου θερμοζεύγους   | 31 Αυτόματο εξαεριστικό                      |
| 14 Επιλογήας λειτουργίας (χειμώνας - θέρος) | 32 Βαλβίδα αντεπιστροφής                     |
| 15 Επιλογήας θερμοκρασίας νερού χρήσης      | 33 Βαλβίδα διακοπής θέρμανσης (προσαγωγή)    |
| 16 Πιεζοηλεκτρικός αναπτήρας                | 34 Βαλβίδα διακοπής θέρμανσης (επιστροφή)    |
| 17 Θερμαντήρας νερού 2 κυκλωμάτων           | 35 Διακόπτης αερίου                          |
| 18 Θερμοστάτης ασφαλείας                    | 36 Βαλβίδα ασφαλείας δικτύου θέρμανσης       |

Εικ. 6.2.5 Επίτοιχος λέβητας αερίου

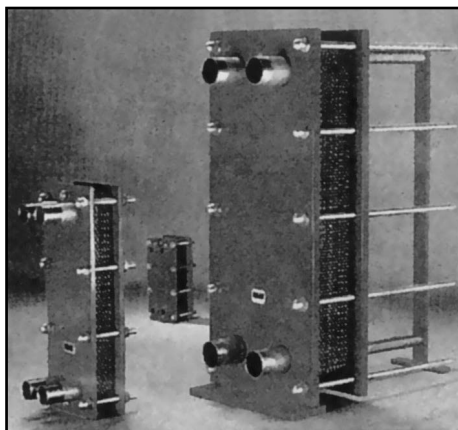
### 6.2.5 Πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας

Ένα άλλο είδος εναλλάκτη, που μπορεί να τοποθετηθεί στις Κεντρικές Θερμάνσεις, είναι ο λεγόμενος πλακοειδής εναλλάκτης. Είναι μία μονάδα που τοποθετείται σε εγκαταστάσεις όπου η “παραγωγή” της θερμότητας γίνεται μακριά από το δίκτυο διανομής ή γίνεται με άλλα μέσα. Τέτοια συστήματα είναι η θέρμανση συγκροτημάτων κτιρίων ή θέρμανση με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Οι πλακοειδείς εναλλάκτες (βλέπε εικ. 6.2.ε) κατατάσσονται ανάλογα με τα συνεργαζόμενα ρευστά σε:

- Με πρωτεύον κύκλωμα νερό / δευτερεύον νερό
- Με πρωτεύον κύκλωμα ατμό / δευτερεύον νερό

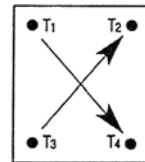
Η επιφάνειά τους αποτελείται από διαδοχικές πλάκες που τοποθετούνται η μία πίσω από την άλλη.



#### Παραδοχές θερμοκρασιών $T_1$ - πτώση πίεσης ( $\Delta P$ ) για τον παρακάτω πίνακα

Είσοδος πρωτεύοντος κυκλώματος  $T_1: 80^\circ \text{C}$   
 Έξοδος πρωτεύοντος κυκλώματος  $T_4: 60^\circ \text{C}$

Είσοδος δευτερεύοντος κυκλώματος  $T_3: 15^\circ \text{C}$   
 Έξοδος δευτερεύοντος κυκλώματος  $T_2: 45^\circ \text{C}$



Πτώση πίεσης κυκλωμάτων εναλλάκτη ( $\Delta p$ ) μικρότερη από 2 mΥ.Σ.

Εικ. 6.2.ε Πλακοειδής εναλλάκτης

Οι πλάκες συνδέονται με δύο εξωτερικούς χαλύβδινους πλάγιους σφικτήρες και τα διάκενα στεγανοποιούνται με ειδικό υλικό. Στις περισσότερες περιπτώσεις η κυκλοφορία των δύο συνεργαζόμενων ρευστών γίνεται με αντιρροή.

Η πτώση πίεσης κατά την κυκλοφορία είναι σημαντική, αλλά πάντα μικρότερη από 2 m ΣΝ. Το στοιχείο αυτό πρέπει, όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο, να συνυπολογίζεται κατά την επιλογή των κυκλοφορητών.

Ο πίνακας 6.2.1 δίνει στοιχεία αποδόσεων στο πρωτεύον και στο δευτερεύον κύκλωμα.

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ						
Αριθμός πλακών	Πρωτεύον Κύκλωμα Απαιτούμενη θερμική ισχύς (kcal /h)			Δευτερεύον Κύκλωμα Μέγιστη παροχή εξόδου (lt /h)		
	ORW1	ORW2	ORW3	ORW1	ORW2	ORW3
11		35.000	90.000		1.150	3.000
13		42.000	105.000		1.400	3.500
15		49.000	120.000		1.650	4.000
17		56.000	135.000		1.900	4.500
19	25.000	63.000	155.000	840	2.100	5.200
21	27.500	70.000	172.000	925	2.350	5.700
23	30.000	77.000	190.000	1.000	2.550	6.300
25	32.500	84.000	205.000	1.080	2.800	6.800
27	35.000	91.000	222.000	1.160	3.050	7.400
29	37.500	97.000	240.000	1.250	3.250	8.000
31	40.000	103.000	255.000	1.330	3.450	8.500
33		109.000	270.000		3.650	9.000
35		115.000	285.000		3.850	9.500
Ανοξειδωτή πλάκα S.S 316 με ελαστικό EPDM						
Ελαστικό EPDM - μέγιστη θερμοκρασία 140° C						
Πλαίσιο χαλύβδινο με 4 ανοξειδωτά στόμια ή γαλβανιζέ για ORW1						

Οι αποδόσεις ισχύουν για λήψη νερού 1/2" και πίεση  $\approx 4$  bar, μέγιστη παροχή  $\approx 600$  λίτρα ανά ώρα (lt/h), θερμοκρασίας  $\approx 45^\circ\text{C}$ . Για πολλές ταυτόχρονες χρήσεις υπολογίζουμε τον αντίστοιχο τύπο εναλλάκτη, ανατρέχοντας στις στήλες με επικεφαλίδα "Δευτερεύον Κύκλωμα". Π.χ. για δύο χρήσεις ταυτόχρονες απαιτούνται  $\approx 1.200$  lt /h,  $45^\circ\text{C}$  και επιλέγεται π.χ. ο τύπος 27 ORW1. Για περισσότερες χρήσεις, όχι ταυτόχρονες (π.χ. ξενοδοχείο), πρέπει να ληφθεί υπόψη ο συντελεστής ετεροχρονισμού. Για θαλασσινό νερό ή ειδικά υγρά, διατίθενται εναλλάκτες με εσωτερικές πλάκες τιτανίου.

### 6.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ

Για να επιλεγεί ο κατάλληλος λέβητας σε μια εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης, πρέπει να υπολογιστεί η αναγκαία θερμαντική ικανότητά του (ισχύς). Η ισχύς του λέβητα ( $Q_\lambda$ ) πρέπει να καλύπτει το σύνολο των θερμικών απαιτήσεων του κτιρίου καθώς και τις μελλοντικές επεκτάσεις του, αν προβλέπονται τέτοιες.

Πρέπει ακόμα η κάλυψη αυτή να γίνεται με ένα περιθώριο ασφάλειας, γιατί ο βαθμός απόδοσης του λέβητα μειώνεται με την πάροδο των χρόνων λειτουργίας. Έτσι το σύνολο των θερμικών απαιτήσεων ( $Q_{ο\lambda}$ ) προσαυξάνεται κατά 10 ~ 30%. Οι μεγάλες τιμές προσαύξησης είναι απαραίτητες σε εγκαταστάσεις που περιέχουν πολύ νερό, ώστε να μειώνεται ο χρόνος ανταπόκρισής τους στο θερμικό αποτέλεσμα.

Είναι λοιπόν  $Q_\lambda = (1,10 \sim 1,30) \cdot Q_{ο\lambda}$  (σε kW ή kcal/h).

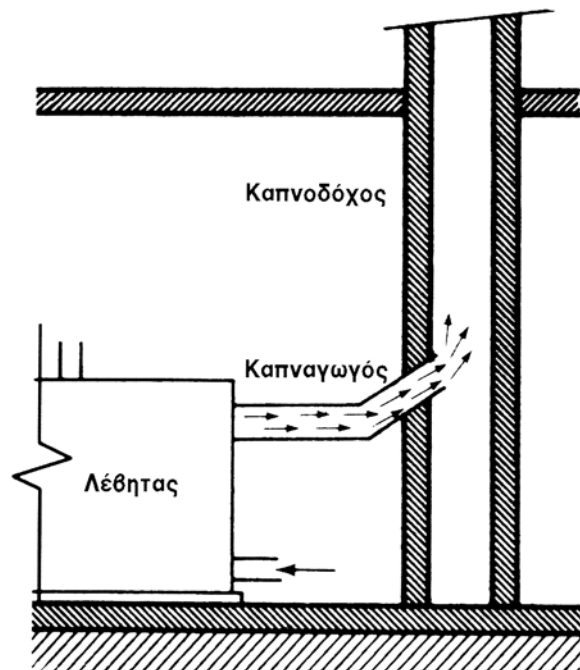
## 6.4 ΑΠΑΓΩΓΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

### 6.4.1 Γενικά στοιχεία

Η απαγωγή των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα γίνεται μέσω της κατακόρυφης “καπνοδόχου”. Ο λέβητας συνδέεται με αυτή μέσω ενός τμήματος που ονομάζεται “καπναγωγός”. Για την καλή λειτουργία του λέβητα, πρέπει και ο καπναγωγός και η καπνοδόχος να έχουν κατασκευαστεί σωστά.

Ο καπναγωγός κατασκευάζεται συνήθως μεταλλικός και έχει διάμετρο που ουσιαστικά καθορίζεται από το στόμιο εξόδου καυσαερίων, που έχει προβλέψει στο λέβητα ο κατασκευαστής.

Η καπνοδόχος γίνεται συνήθως κτιστή (ή με κομμάτια προκατασκευασμένα από κατάλληλο υλικό) και η διατομή της είναι στρογγυλή ή ορθογωνική, με διαστάσεις αυτές που προκύπτουν από τον υπολογισμό.



Εικ. 6.4.α Διάταξη απαγωγής καυσαερίων

Για λέβητες που λειτουργούν με πιέσεις μεγαλύτερες από την ατμοσφαιρική, η απαγωγή των καυσαερίων γίνεται χωρίς πρόβλημα.

Στους ατμοσφαιρικούς λέβητες όμως, η καπνοδόχος πρέπει να έχει τον κατάλληλο ελκυσμό (τράβηγμα), για να αντιμετωπίζει την πτώση πίεσης κατά τη ροή των καυσαερίων στο λέβητα και τον καπναγωγό. Ο φυσικός ελκυσμός εξασφαλίζεται με τη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ των θερμών καυσαερίων και του ψυχρού εξωτερικού αέρα.

Η κατασκευή της καπνοδόχου πρέπει επίσης να εξασφαλίζει ότι η θερμοκρασία των καυσαερίων που είναι σε επαφή με τα τοιχώματά της θα διατηρείται ανώτερη από τη θερμοκρασία συμπύκνωσης των υδρατμών που περιέχουν (σημείο δρόσου). Στην αντίθετη περίπτωση, το θείο, που συνήθως υπάρχει στο πετρέλαιο θέρμανσης, δίνει κατά την καύση

οξειδία, που με την παρουσία νερού παράγουν θειικό οξύ. Αυτό συμπυκνώνεται στις ψυχρότερες επιφάνειες και διαβρώνει τα μέταλλα. Πρέπει λοιπόν να αποφεύγονται οι χαμηλές θερμοκρασίες με σωστή μόνωση. Μία καλή περιοχή τιμών είναι μεταξύ 160 και 190 ° C.

#### 6.4.2 Ο υπολογισμός της καπνοδόχου

Η εκτίμηση των διαστάσεων της καπνοδόχου, σύμφωνα με την πιο διαδεδομένη αλλά όχι και πιο ακριβή μέθοδο, προϋποθέτει τον υπολογισμό των εξής παραγόντων:

- του συντελεστή μορφής της καπνοδόχου (n)
- του ύψους της καπνοδόχου (H, σε m)
- της ωριαίας παραγωγής καυσαερίων (m, σε kg/h)

Η ωριαία παραγωγή καυσαερίων υπολογίζεται από τη θερμική ισχύ του λέβητα ( $Q_\lambda$ , σε kW), με τη σχέση

$$m = 2,75 Q_\lambda$$

οπότε η διατομή της καπνοδόχου (A, σε m<sup>2</sup>) δίνεται από τη σχέση

$$A = m / n\sqrt{H}$$

Η τιμή του συντελεστή μορφής δίνεται στον πίνακα της εικόνας 6.4.1 σε συνάρτηση με το ύψος της καπνοδόχου και της θερμικής ισχύος του λέβητα σε kcal/h.

**Πίνακας 6.4.1**

	Ύψος (m)					
	10	12	15	20	25	30
Q	50000	50000	55000			
n	1300	1200	1100	—	—	—
Q	70000	75000	80000	90000	95000	—
n	1400	1300	1250	1200	1100	
Q	110000	115000	125000	140000	150000	180000
n	1500	1450	1400	1350	1300	1250
Q	165000	180000	190000	210000	240000	250000
n	1550	1500	1450	1400	1400	1350
Q	250000	280000	300000	320000	360000	380000
n	1600	1600	1550	1500	1450	1400
Q		400000	420000	470000	500000	550000
n	—	1700	1650	1600	1550	1500

**Παράδειγμα**

Έστω λέβητας με ισχύ  $Q_{\lambda} = 95 \text{ kW} \approx 82.000 \text{ kcal/h}$  και ύψος καπνοδόχου  $H = 15 \text{ m}$ . Για  $Q = 82000 \text{ kcal/h}$  βρίσκουμε στον πίνακα  $n = 1250$  και από τη σχέση  $m = 2,75 \times 95 \text{ kW}$  βρίσκουμε  $m = 261 \text{ kg/h}$ . Οπότε  $A = 261 / (1250 \times \sqrt{15}) \approx 0,05 \text{ m}^2$ .

Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν και πίνακες που δίνουν με ικανοποιητική ακρίβεια τις διαστάσεις, με βάση την ισχύ του λέβητα. Ο πίνακας 6.4.2 δίνει τις διαστάσεις ορθογωνικής διατομής και ο 6.4.3 την ισοδύναμη κυκλική για μια καπνοδόχο στην οποία θα συνδεθεί λέβητας ισχύος  $Q$ .

**Πίνακας 6.4.2 Διαστάσεις ορθογωνικών καπνοδόχων**

	Ύψος (m)					
	10	12	15	20	25	30
Διαστάσεις cm x cm	Θερμική ισχύς Q (kW)					
20 x 20	60	60	65	-	-	-
20 x 27	80	90	95	115	110	-
27 x 27	130	135	145	160	175	210
27 x 40	190	210	220	240	270	290
40 x 40	290	320	350	370	410	440
40 x 53		460	480	540	570	640

**Πίνακας 6.4.3 Ισοδυναμία διατομών**

Διαστάσεις cm x cm	Επιφάνεια $\text{m}^2$	Ισοδύναμη κυκλική διατομή cm
20 x 20	0,040	23
20 x 27	0,054	26
27 x 27	0,073	30
27 x 40	0,108	33
40 x 40	0,160	45
40 x 43	0,270	52

Για το προηγούμενο παράδειγμα λοιπόν, επιλέγουμε διατομή 20 x 27 (cm x cm) ή ισοδύναμη κυκλική με διάμετρο 26 cm.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Ο λέβητας είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, δηλαδή μια συσκευή στην οποία γίνεται συναλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών.
  - Έχει δύο ανεξάρτητα κυκλώματα: το κύκλωμα των καυσαερίων που είναι “ανοιχτό” και το κύκλωμα του νερού που είναι “κλειστό”.
- Η θερμαντική ικανότητα των λεβήτων υπολογίζεται από τη σχέση

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta t.$$

- Ως προς το βασικό υλικό κατασκευής υπάρχουν:  
Λέβητες χυτοσιδηροί και λέβητες χαλύβδινοι.
- Ως προς την αντίθλιψη (πίεση καυσαερίων) υπάρχουν:  
Λέβητες με ατμοσφαιρικό καυστήρα (ατμοσφαιρικοί) και λέβητες με πιεστικό καυστήρα (πιεστικοί).
- Η ισχύς ενός λέβητα Κεντρικής Θέρμανσης εξαρτάται από το σύνολο των θερμικών απαιτήσεων ( $Q_{ολ}$ ) που προσαυξάνεται κατά 10 ~ 30%. Είναι λοιπόν

$$Q_{\lambda} = (1,10 \div 1,30) Q_{ολ} \text{ (σε kW ή kcal/h).}$$

- Η απαγωγή των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα γίνεται μέσω της κατακόρυφης “καπνοδόχου”. Ο λέβητας συνδέεται με αυτή μέσω ενός τμήματος που ονομάζουμε “καπναγωγό”.
- Στους ατμοσφαιρικούς λέβητες η καπνοδόχος πρέπει να έχει τον κατάλληλο ελκυσμό (τράβηγμα), για να αντιμετωπίζει την πτώση πίεσης κατά τη ροή των καυσαερίων στο λέβητα και τον καπναγωγό.
- Η καπνοδόχος πρέπει επίσης να εξασφαλίζει το να μην κατέβει η θερμοκρασία των καυσαερίων στο σημείο εξόδου κάτω από το σημείο συμπύκνωσης των υδρατμών (σημείο δρόσου). Μια καλή περιοχή τιμών είναι μεταξύ 160 και 190 °C.

Οι διαστάσεις της καπνοδόχου εξαρτώνται από:

- το συντελεστή μορφής της καπνοδόχου ( $\eta$ )
- το ύψος της καπνοδόχου ( $H$ , σε m)
- την ωριαία παραγωγή καυσαερίων ( $m$ , σε kg/h)

Είναι  $m = 2,75 Q_{\lambda}$ , όπου  $Q_{\lambda}$  η θερμική ισχύς του λέβητα (σε kW).

Η διατομή της καπνοδόχου ( $A$ , σε m<sup>2</sup>) δίνεται από τη σχέση

$$A = m / n\sqrt{H}$$





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι λέβητας και ποιος ο λειτουργικός ρόλος του στην Κεντρική Θέρμανση;
2. Τι γνωρίζετε για τα κυκλώματα λειτουργίας του λέβητα;
3. Από ποια στοιχεία εξαρτάται η θερμική ισχύς ενός λέβητα;
4. Πώς επιτυγχάνεται συνήθως η αύξηση της θερμαντικής επιφάνειας των λεβήτων;
5. Να αναφέρετε τα συνήθη υλικά κατασκευής των λεβήτων και τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.
6. Πότε και γιατί χρειάζεται το ηλεκτρόδιο μαγνησίου;
7. Ποια είναι τα είδη λεβήτων αέριων καυσίμων με κριτήριο την τροφοδοσία του καυστήρα τους με αέρα;
8. Να αναφέρετε τη σχέση υπολογισμού της ισχύος των λεβήτων προσδιορίζοντας τους παράγοντές της.
9. Ποια είναι και από τι υλικά κατασκευάζονται τα μέρη του συστήματος απαγωγής καυσαερίων;
10. Ποιες είναι οι βασικές συνθήκες καλής λειτουργίας της καπνοδόχου;
11. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η διατομή της καπνοδόχου στην Κεντρική Θέρμανση;
12. Να επιλέξετε τις διαστάσεις καπνοδόχου ύψους 15m για λέβητα ισχύος 220 kW.

# κεφάλαιο

---

# 7

## **ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ**

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

7.2 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ





### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να αναφέρετε τα βασικά στοιχεία του δικτύου διανομής και να εξηγείτε το λειτουργικό ρόλο του κάθε στοιχείου.
- Να ορίζετε τις βασικές έννοιες που σχετίζονται με τη λειτουργία του δικτύου και να αναφέρετε τις συνήθεις μονάδες μέτρησής τους.
- Να περιγράφετε τους συνήθεις τρόπους ανάπτυξης του δικτύου σωληνώσεων και να αναφέρετε τα βασικά χαρακτηριστικά τους.
- Να αναφέρετε τα υλικά των σωλήνων και να κάνετε τη σύγκρισή τους.
- Να περιγράφετε τη μέθοδο επιλογής διαμέτρων των σωλήνων και να κάνετε απλές εφαρμογές της.
- Να υπολογίζετε τις αντιστάσεις στη ροή απλών τμημάτων δικτύων σωληνώσεων.

#### 7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

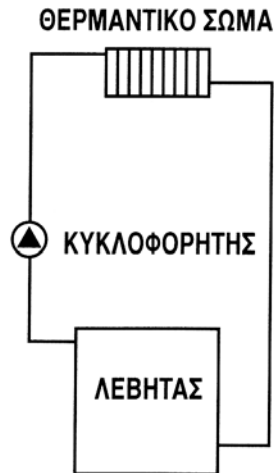
Το δίκτυο διανομής αποτελεί το “δρόμο” που ακολουθεί ο φορέας της θερμότητας, για να τη μεταφέρει από την εστία στους χώρους που πρόκειται να θερμανθούν.

Πρόκειται για ένα κλειστό κύκλωμα, αφού ο φορέας επιστρέφει στην εστία, ώστε να παραλάβει νέα θερμικά ποσά και να επαναλάβει τη διαδικασία μεταφοράς τους. Αποτελείται από τα εξής βασικά στοιχεία:

- τις σωληνώσεις και τα εξαρτήματα διαμόρφωσής τους
- την αντλία λειτουργίας (κυκλοφορητή)
- τα στοιχεία απόδοσης της θερμότητας, δηλαδή τα θερμαντικά σώματα (και σε ορισμένες περιπτώσεις τους παρασκευαστήρες ζεστού νερού χρήσης - boilers).

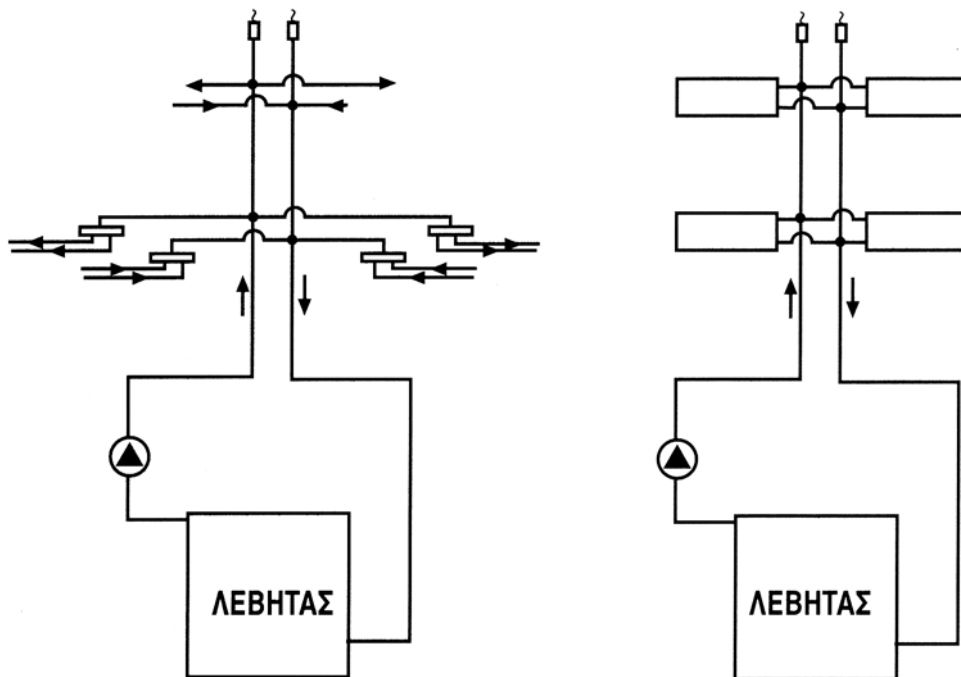
Στο κύκλωμα παρεμβάλλεται και το στοιχείο συναλλαγής θερμότητας του λέβητα.

Εάν επρόκειτο να τροφοδοτηθεί ένα μόνο θερμαντικό σώμα, το δίκτυο θα είχε τη μορφή που φαίνεται στην εικόνα 7.1.α.



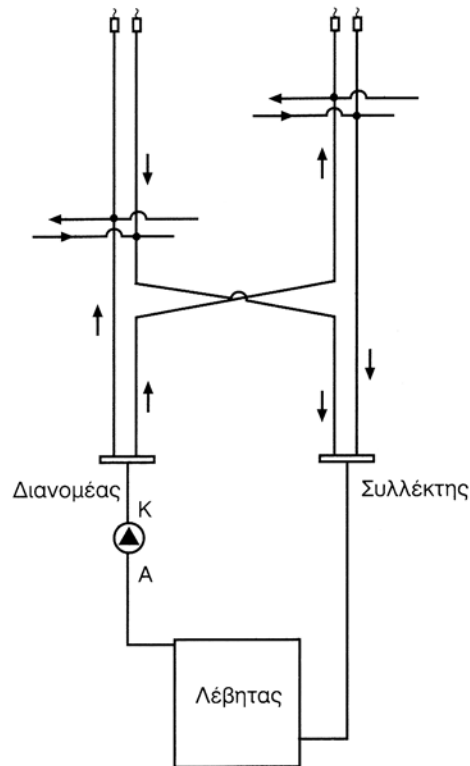
**Εικ.7.1.α** Στοιχειώδες κύκλωμα Κεντρικής Θέρμανσης

Βέβαια στην πράξη δε συμβαίνει αυτό. Ο αριθμός και η ποικιλία των θέσεων των σωμάτων, και σε οριζόντια και σε κατακόρυφη διάταξη, επιβάλλουν μια σύνθετη ανάπτυξη του δικτύου με πολλούς και διάφορους παράλληλους κλάδους. Έτσι, το στοιχειώδες κύκλωμα που προαναφέραμε εμφανίζεται για κάθε ένα θερμαντικό σώμα (στο δισωλήνιο σύστημα) ή για κάθε βρόχο (στο μονοσωλήνιο), με άκρα του τα σημεία σύνδεσης με τις κατακόρυφες κεντρικές στήλες ή τους συλλέκτες διανομής.



**Εικ. 7.1.** Σχηματική παράσταση δικτύου με ένα ζεύγος κατακόρυφων στηλών: αριστερά σε μονοσωλήνιο και δεξιά σε δισωλήνιο σύστημα.

Σε πιο μεγάλα δίκτυα η ανάπτυξη μπορεί να απαιτεί περισσότερα ζεύγη κατακόρυφων στηλών και τότε, κάθε ένα από αυτά έχει τα δικά του άκρα (τους κεντρικούς συλλέκτες του λεβητοστασίου ή σημεία του οριζόντιου δικτύου), τους κλάδους του και τα δικά του στοιχειώδη κυκλώματα.



**Εικ. 7.1.γ** Σχηματική παράσταση δικτύου με δύο ζεύγη κατακόρυφων στηλών

Πριν προχωρήσουμε στην εξέταση των χαρακτηριστικών καθενός από τα στοιχεία που συνθέτουν το δίκτυο διανομής, πρέπει να ορίσουμε κάποιες έννοιες απαραίτητες για την κατανόηση της λειτουργίας του, καθώς και τους παράγοντες που τις προσδιορίζουν.

Για ευκολία στην περιγραφή αυτή, θα αναφερθούμε, όσο είναι δυνατό, στο στοιχειώδες κύκλωμα που προαναφέραμε. Θα μιλήσουμε δε για εγκατάσταση ζεστού νερού εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, που είναι και η πιο διαδεδομένη εφαρμογή στην πράξη. Σημειώνουμε ότι κάποια σύμβολα υποδηλώνουν μεγέθη που έχει γίνει αναγωγή τους στη μονάδα του χρόνου. Συγκεκριμένα, με το σύμβολο  $V$ , συμβολίζουμε τον όγκο ανά μονάδα χρόνου, δηλαδή την παροχή, και με το σύμβολο  $Q$  το ποσό θερμότητας ανά μονάδα χρόνου, δηλαδή τη θερμική ισχύ.

Στους τίτλους των εννοιών αναφέρονται οι μονάδες του S.I. και στα κείμενα οι χρησιμοποιούμενες συνήθως στις εφαρμογές.

### 7.1.1 Η παροχή (σύμβολο $V$ , μονάδα $m^3 / s$ )

Είναι ο όγκος του νερού που περνά από μια διατομή ενός σωλήνα στη μονάδα του χρόνου. Στις εφαρμογές της Κεντρικής Θέρμανσης τη μετράμε συνήθως σε  $m^3/h$  ή  $l/h$ . Αν αναφε-

ρόμαστε σε στοιχειώδες κύκλωμα η παροχή αυτή είναι κοινή για όλα τα στοιχεία του. Στην περίπτωση σύνθετων δικτύων, που συναντάμε στην πράξη, κάθε γραμμή που διακλαδίζεται έχει παροχή ίση με το άθροισμα των παροχών των κλάδων της. Η δε κεντρική γραμμή, που περιέχει το λέβητα και τον κυκλοφορητή, έχει τη συνολική παροχή του δικτύου.

### 7.1.2 Η θερμοκρασιακή πτώση (σύμβολο $\Delta t = t_v - t_r$ , μονάδα $^{\circ}\text{K}$ )

Είναι η διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας εξόδου - εισόδου του νερού στο λέβητα. Αν θεωρήσουμε όλο το δίκτυο σωληνώσεων θερμομονωμένο, τότε αυτή είναι ίση και με τη διαφορά θερμοκρασίας εισόδου - εξόδου του νερού στο θερμαντικό σώμα του στοιχειώδους κυκλώματος. Μετριέται σε  $^{\circ}\text{C}$  (grad) και στην πράξη έχει τιμές μεταξύ 10 και 20  $^{\circ}\text{C}$ . Όπως θα δούμε στη συνέχεια, οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στο λέβητα και σε σώματα του δισωλήνιου συστήματος, ενώ οι μικρότερες στους βρόχους και στα σώματα του μονοσωλήνιου συστήματος.

### 7.1.3 Το θερμικό φορτίο (σύμβολο $Q$ , μονάδα $W$ )

Το θερμικό φορτίο  $Q$  είναι το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου από το φορέα, δηλαδή η θερμική ισχύς της εγκατάστασης ή του κυκλώματος. Υπενθυμίζουμε ότι είναι

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h.}$$

Η βασική σχέση της Θερμιδομετρίας είναι

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \quad (7.1.1)$$

Αφού όμως είναι  $m = \rho V$ , θα είναι

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta t \quad (7.1.2)$$

(Στο Τ.Σ.:  $\text{kcal/h} = \text{kg/l} \times \text{l/h} \times \text{kcal/kg}^{\circ}\text{C} \times ^{\circ}\text{C}$ ).

Επειδή το νερό, σε μονάδες του Τ. Σ., έχει κατά προσέγγιση πυκνότητα  $\rho = 1 \text{ Kg/l}$  και ειδική θερμότητα (ειδική θερμοχωρητικότητα)  $c = 1 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}$ , η σχέση γίνεται:

$$Q = V \cdot \Delta t \quad (7.1.3)$$

$$(\text{kcal/h} = \text{l/h} \times ^{\circ}\text{C})$$

Είναι προφανές ότι στην εύχρηστη τελευταία σχέση δεν επαληθεύονται οι μονάδες, αφού έχουν παραλειφθεί οι μονάδες των μεγεθών  $\rho$  και  $c$ .

### 7.1.4 Η ταχύτητα ροής (σύμβολο $v$ , μονάδα $m / s$ )

Η ταχύτητα ροής του νερού στους σωλήνες δεν είναι ίδια σε όλα τα τμήματα του δικτύου και στην πράξη φροντίζουμε να έχει τιμές μεταξύ 0,6 και 1 m/s.

Σύμφωνα με το νόμο της παροχής, είναι

$$V = v \cdot S \quad (7.1.4)$$

όπου  $S = \pi \cdot d^2/4$ , η διατομή του σωλήνα.

Όπως φαίνεται από τη σχέση 7.1.4, μεγαλύτερες ταχύτητες δίνουν την επιθυμητή παροχή με μικρές (οικονομικές) διαμέτρους. Όμως αυτό δημιουργεί θορυβώδη κυκλοφορία (σφυρίγματα) και, όπως θα δούμε στη συνέχεια, μεγάλες αντιστάσεις τριβών και μικρή διάρκεια ζωής των σωλήνων. Οι πολύ μικρές ταχύτητες δίνουν αντισυμβαλλόμενες (μεγάλες) διατομές και καθυστερήσεις αρχικής ανταπόκρισης της εγκατάστασης στο ζητούμενο θερμικό αποτέλεσμα.

Στα τεχνικά εγχειρίδια και φυλλάδια των κατασκευαστών σωλήνων αναφέρονται σαν παραδεκτά τα όρια ταχύτητας 0,4 ~ 1,2 m/s. Σημειώνουμε ότι οι μεγάλες ταχύτητες δεν ευνοούν τη συγκράτηση αέρα σε μικροανωμαλίες της οριζόντιας ανάπτυξης και γι' αυτό προτιμούνται στα μονοσωλήνια συστήματα με ενδοδαπέδια διανομή.

### 7.1.5 Οι πτώσεις πίεσης (σύμβολο $\Delta p$ , μονάδα Pa)

Αν θέλουμε να διατηρείται σταθερή η ταχύτητα (και η παροχή) του νερού στο δίκτυο (ή σε κάθε τμήμα του), πρέπει να υπερνικούνται οι αντιστάσεις τριβής που εμφανίζονται κατά τη ροή στις σωληνώσεις και τα άλλα στοιχεία (εξαρτήματα) του δικτύου. Οι αντιστάσεις αυτές εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

- το υλικό και την ποιότητα εσωτερικής επιφάνειας (τραχύτητα) των σωλήνων
- τις διαστάσεις τους (μήκος - διάμετρο)
- το είδος της ροής (στρωτή - στροβιλώδης)
- την πυκνότητα του νερού (που είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας του) και
- την ταχύτητά του. Η τελευταία έχει και την πιο σημαντική επίδραση στο μέγεθος των αντιστάσεων τριβής.

Η υπερνίκηση των αντιστάσεων τριβής γίνεται με την πρόσδοση στο νερό ενέργειας από την αντλία του δικτύου (κυκλοφορητή). Μέτρο της ενέργειας αυτής είναι η διαφορά πίεσης μεταξύ αναρρόφησης και κατάθλιψης της αντλίας.

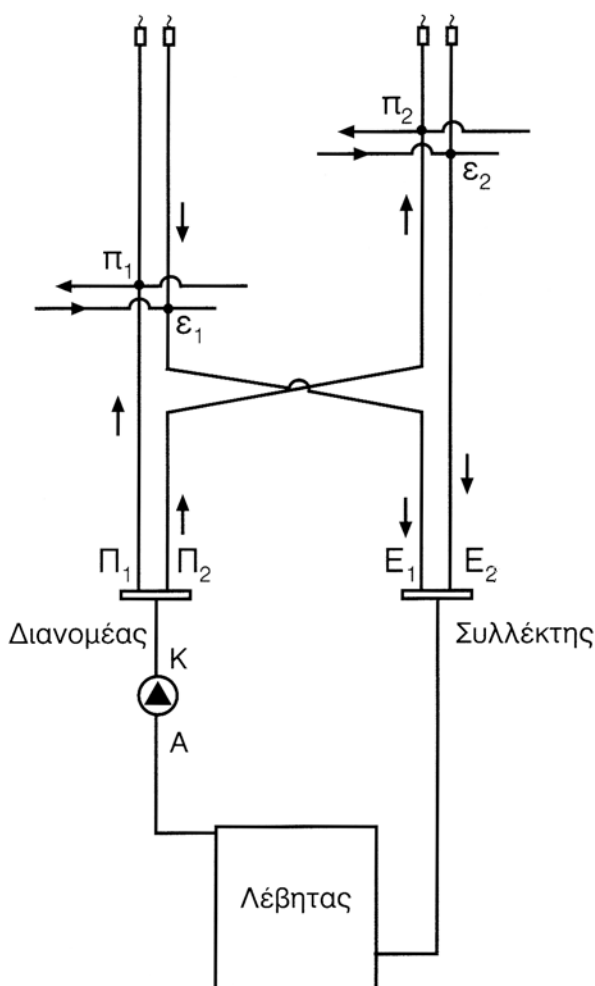
Ας σημειωθεί ότι το ύψος του δικτύου δεν απαιτεί δυναμική ενέργεια για την υπερνίκηση του. Αυτό συμβαίνει, γιατί, σε κλειστό κύκλωμα, η δυναμική ενέργεια που παραλαμβάνει μια ποσότητα νερού, βάρους  $B$ , για να φθάσει από μια αρχική στάθμη σε ένα ύψος  $h$  ( $E = B h$ ), αποδίδεται στο σύστημα, επειδή, ταυτόχρονα, μια ισοδύναμη ποσότητα επιστρέφει από το ύψος  $h$  στην αρχική στάθμη. Κατά συνέπεια η απαιτούμενη ενέργεια εξαρτάται από το συνολικό μήκος των σωληνώσεων και όχι από το αν το μήκος αυτό αναπτύσσεται οριζόντια ή κατακόρυφα.



Το μέγεθος που χρησιμοποιείται στην Κεντρική Θέρμανση για την εκτίμηση των αντιστάσεων τριβής είναι η διαφορά πίεσης  $\Delta p$  που απαιτείται μεταξύ αρχής και τέλους του δικτύου (ή τμήματός του, αν εξετάζουμε ένα τμήμα), ώστε να εξουδετερωθούν οι αντιστάσεις αυτές και να έχουμε ροή με την επιθυμητή ταχύτητα. Σαν άκρα του δικτύου θεωρούμε τα σημεία σύνδεσης του κυκλοφορητή, ενώ για τα επί μέρους τμήματα τα σημεία σύνδεσής τους με την κεντρική γραμμή από την οποία τροφοδοτούνται. Αν υπάρχουν περισσότερες από μία κατακόρυφες στήλες, άκρα τους είναι τα σημεία σύνδεσής τους με τους συλλέκτες προσαγωγής - επιστροφής.

Η διαφορά πίεσης  $\Delta p$  μετριέται, συνήθως, στις εφαρμογές της Κεντρικής Θέρμανσης, σε mmΣΝ ή mΣΝ (χιλιοστά ή μέτρα στήλης νερού) ή σε bar. Υπενθυμίζουμε ότι είναι (κατά προσέγγιση)

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ at} = 10 \text{ m ΣΝ} = 100.000 \text{ Pa.}$$



**Εικ. 7.1.δ** Άκρα κυκλωμάτων .A-K: του δικτύου, Π-Ε: των κατακόρυφων στηλών, π-ε: των στοιχειωδών κυκλωμάτων (για μονοσωλήνιο, αντί του σώματος, θα ήταν ένας βρόχος με περισσότερα σώματα).

### 7.1.6 Παρατηρήσεις

Κλείνοντας το εισαγωγικό αυτό μέρος κρίνουμε σκόπιμη μια διαπίστωση και τη σοβαρή επισήμανση που συνεπάγεται.

- Το δίκτυο είναι μια σύνθετη και λειτουργικά ευαίσθητη κατασκευή, ο δε σχεδιασμός του απαιτεί τη γνώση και κατανόηση πολλών εννοιών και τον υπολογισμό πολλών παραγόντων.
- Η αυθαίρετη αλλαγή χαρακτηριστικών του (υλικών, διαστάσεων, τρόπου ανάπτυξης κ.λπ.) κατά κανόνα θα οδηγήσει σε μικρές ή μεγάλες αποκλίσεις από την ισορροπημένη λειτουργία και την ικανοποιητική απόδοση της εγκατάστασης. Γι' αυτό τροποποιήσεις στα στοιχεία μιας μελέτης επιτρέπεται να γίνονται μόνον από εκείνους που διαθέτουν τη σχετική γνώση και εμπειρία στο σχεδιασμό των εγκαταστάσεων Κεντρικής Θέρμανσης, δηλαδή τους μελετητές.

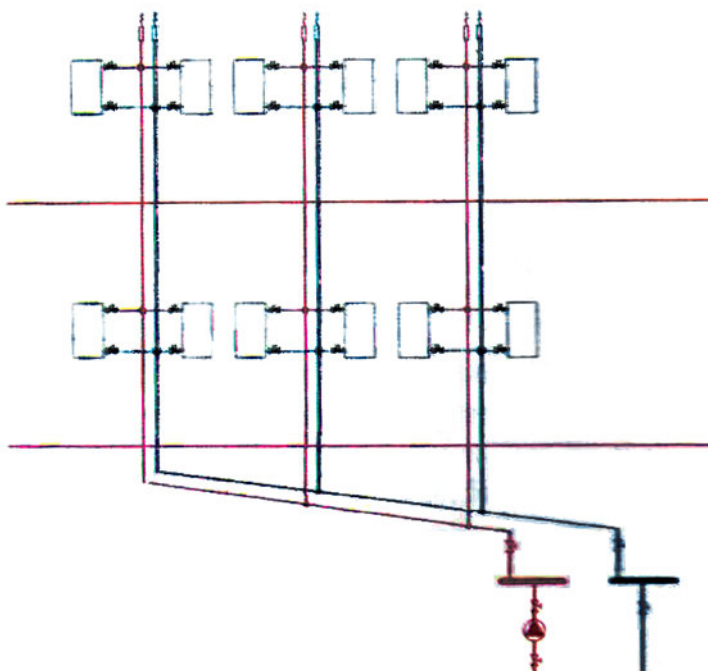
## 7.2 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

### 7.2.1 Κατασκευαστικά στοιχεία

#### Ανάπτυξη του δικτύου

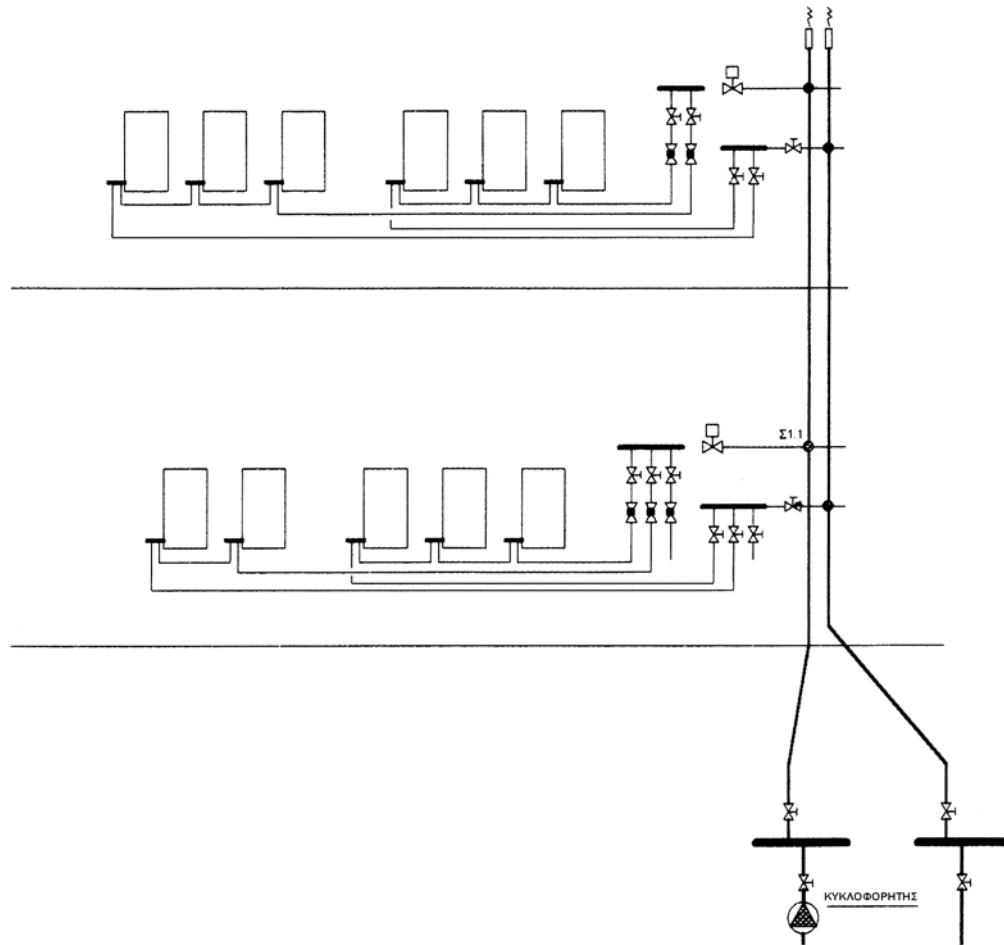
Όπως έχουμε ήδη περιγράψει, τα τελικά (στοιχειώδη) τμήματα του δικτύου αποτελούνται από τις σωληνώσεις και τα σώματα που τροφοδοτούνται. Αν πρόκειται για **δισωλήνιο σύστημα** περιλαμβάνουν από ένα σώμα και είναι συνδεδεμένα (παράλληλα μεταξύ τους) με τις κεντρικές στήλες. Τα κυκλώματα των σωμάτων του ίδιου ορόφου (και, στην περίπτωση πολλών στηλών, της ίδιας κατακόρυφης στήλης) έχουν προφανώς την ίδια διαθέσιμη διαφορά πίεσης στα άκρα τους.

Σε περιπτώσεις κτιρίων μεγάλης έκτασης ή δυσχερειών της οριζόντιας ανάπτυξης σωληνώσεων στα επίπεδα των κατοικιών (ή άλλων χώρων), έχουμε συνήθως περισσότερα ζεύγη κατακόρυφων στηλών συνδεδεμένων στους συλλέκτες του λεβητοστασίου (ή σε σημεία του οριζόντιου τμήματος του δικτύου) και αναπτυγμένων συνήθως οριζόντια στην οροφή του υπογείου.



**Εικ. 7.2.α** Ανάπτυξη δικτύου δισωληνίου συστήματος με τρία ζεύγη κεντρικών στηλών

Στο **μονοσωλήνιο σύστημα** κάθε τελικό κύκλωμα (βρόχος) περιλαμβάνει περισσότερα σώματα (συνήθως 2 ~ 4) που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους σε σειρά. Οι βρόχοι είναι μεταξύ τους συνδεδεμένοι παράλληλα, όπως τα σώματα στο δισωλήνιο. Αν ο όροφος διαθέτει πολλούς βρόχους, τα άκρα τους συνδέονται σε κατάλληλους συλλέκτες και έχουν και εδώ την ίδια διαθέσιμη πίεση  $\Delta p$ . Για τα σώματα ενός βρόχου κοινό στοιχείο είναι η παροχή (ή μέρος της, στις περιπτώσεις προρρυθμίσσης).



**Εικ. 7.2.β** Ανάπτυξη δικτύου μονοσωλήνιου συστήματος με ένα ζεύγος στηλών

Σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις μπορεί να υπάρχουν περισσότερα ζεύγη κατακόρυφων στηλών και ισχύουν για την ανάπτυξή τους τα ίδια με το δισωλήνιο σύστημα.

Σε κάθε περίπτωση το δίκτυο ολοκληρώνεται με τα απαραίτητα εξαρτήματα διαμόρφωσής του (ταυ, καμπύλες, συστολές, μούφες, ρακόρ κ.λπ.), ελέγχου - ρυθμίσεών του (διακόπτες, βάνες κ.λπ.), εξαερισμού του, καθώς και διάφορες διατάξεις αυτοματισμών, για τις οποίες θα γίνει ειδική αναφορά σε επόμενο κεφάλαιο.

### Υλικά κατασκευής

Οι σωλήνες, από πλευράς υλικού κατασκευής, διακρίνονται σε χαλυβδοσωλήνες, και “μαύρους” σιδηροσωλήνες (σε αντιδιαστολή με τους γαλβανισμένους των δικτύων ύδρευσης), σε χαλκοσωλήνες και σε πλαστικούς σωλήνες. Οι τελευταίοι συνήθως είναι από πολυπροπυλένιο (PP) ή από πολυαιθυλένιο (PE).

Για τις κεντρικές γραμμές χρησιμοποιούνται ευθύγραμμοι σιδηροσωλήνες (με ραφή ή χωρίς ραφή - τούμπα) ή χαλκοσωλήνες μεγάλων διαμέτρων. Για τις μικρές διαμέτρους των τελικών τμημάτων στο μονοσωλήνιο σύστημα κυρίως, χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι σωλήνες σε “κουλούρες”, με κατάλληλη εξωτερική μηχανική προστασία, που ταυτόχρονα λειτουργεί και ως θερμομόνωση.

Τα εξαρτήματα ελέγχου και ρύθμισης της ροής (διακόπτες, βαλβίδες, βάνες) συνή-

θως είναι κατασκευασμένα από ορείχαλκο, δηλαδή κράμα Cu και Zn. Ας σημειωθεί ότι δεν πρόκειται για μπρούντζο, ο οποίος είναι κράμα Cu και Sn. Κατασκευάζονται επίσης από μαλακό σίδηρο ή χυτοσίδηρο, σπάνια δε και από χάλυβα (για μεγάλες πιέσεις).

Τα εξαρτήματα διαμόρφωσης του δικτύου (μούφες, καμπύλες, ταυ, συστολές κ.λπ.) κατασκευάζονται από μαλακό σίδηρο ή χυτοσίδηρο, και, για δίκτυα χαλκοσωλήνων, από χαλκό.

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι υπάρχει διαφορά ηλεκτροθετικότητας μεταξύ χαλκού και σιδήρου. Αυτό, σε περίπτωση χρήσης χαλκοσωλήνων, δημιουργεί προβλήματα “ηλεκτροχημικής διάβρωσης” στα χαλύβδινα μέρη της εγκατάστασης (στοιχεία του λέβητα, χαλύβδινα θερμομαντικά σώματα, σιδηροσωλήνες). Το φαινόμενο περιορίζεται με τη σύνδεση των ορειχάλκινων εξαρτημάτων ρύθμισης, αλλά, για καλύτερη προστασία, συνδέεται στο δίκτυο ειδικό ηλεκτρόδιο από Μαγνήσιο (Mg), όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

## 7.2.2 Συγκρίσεις και χρήσεις

### ► Από πλευράς ανάπτυξης

Όσον αφορά την επιλογή μεταξύ δισωλήνιου και μονοσωλήνιου συστήματος, τα σχετικά στοιχεία αναφέρθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου. Υπενθυμίζουμε ότι το βασικό πλεονέκτημα του μονοσωλήνιου είναι η ευχέρεια της λειτουργικής αυτονομίας των διάφορων ιδιοκτησιών ή των τμημάτων ενός κτιρίου (θέρμανση κατά ζώνες). Εδώ θα προσεγγίσουμε τα στοιχεία που συνδέονται με την ανάπτυξη των κεντρικών γραμμών του δικτύου.

Ο σχεδιασμός του δικτύου σε μεγάλο βαθμό επιβάλλεται από δεδομένα του κτιρίου, όπως είναι το ύψος του, οι οριζόντιες επιφάνειές του, η θέση και η επιφάνεια του λεβητοστασίου, ο αριθμός και οι θέσεις των θερμομαντικών σωμάτων, οι κοινόχρηστοι χώροι, η ύπαρξη pilotis κ.λπ. Πάντως είναι σκόπιμο να γίνουν κάποιες γενικές επισημάνσεις όσον αφορά ορισμένες επιλογές.

Όσο περισσότερα είναι τα ζεύγη των κατακόρυφων στηλών τόσο περιορίζεται η οριζόντια ανάπτυξη του δικτύου στους κατοικήσιμους χώρους και τα προβλήματα που αυτή δημιουργεί. Επίσης, με τη διαίρεση της εγκατάστασης σε τμήματα, διευκολύνονται οι ρυθμίσεις και οι επεμβάσεις που μπορεί να χρειαστούν (επισκευές, αντικαταστάσεις) κατά τη λειτουργία της. Προϋπόθεση βέβαια είναι η δυνατότητα οριζόντιων διαδρομών στην οροφή των υπογείων. Όμως ο σχεδιασμός αυτός επιβάλλει πολλά τρυπήματα στις πλάκες των ορόφων για το πέρασμα των κατακόρυφων στηλών. Επίσης έχει σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερη συνολική παροχή, όπως θα δούμε στις ενότητες για τους υπολογισμούς των διατομών και του κυκλοφορητή. Η λύση αυτή συνηθίζεται σε δισωλήνια συστήματα με εμφανείς τις οριζόντιες γραμμές τροφοδότησης των σωμάτων.

Αντίθετα, στο μονοσωλήνιο σύστημα, που κατά κανόνα συνδυάζεται με ενδοδαπέδια ανάπτυξη των βρόχων τροφοδότησης των σωμάτων, ο αριθμός των ζευγών κατακόρυφων στηλών είναι πολύ περιορισμένος (έως και ένα σε κτίρια μικρής επιφάνειας) και οι διαδρομές τους συνήθως ακολουθούν κοινόχρηστους χώρους.

Ο σχεδιασμός θεωρείται επιτυχημένος, όταν συνδυάζει όσο το δυνατόν καλύτερη διανομή από λειτουργική άποψη, μικρότερες επεμβάσεις στα δομικά στοιχεία του κτιρίου,

ικανοποιητικά αισθητικά αποτελέσματα και οικονομική κατασκευή. Είναι λοιπόν προφανές ότι, για ένα επιτυχημένο σχεδιασμό δικτύου, απαιτείται προσεκτική μελέτη για το συγκεκριμένο κτίριο, καθώς και γνώση και εμπειρία.

### ► Από πλευράς υλικών

Η σύγκριση θα γίνει βασικά μεταξύ χαλυβδοσωλήνων και χαλκοσωλήνων, θα αναφερθούν δε στο τέλος και στοιχεία για τους πλαστικούς σωλήνες.

Οι χαλυβδοσωλήνες πλεονεκτούν από πλευράς μηχανικής αντοχής, δε δημιουργούν ηλεκτροχημική διάβρωση στα χαλύβδινα (ή χυτοσιδηρά) στοιχεία της εγκατάστασης και είναι πιο φθηνοί. Υπάρχουν σε ποικιλία ποιτήτων με βασικό διακριτικό τους την αντοχή στην πίεση. Έχουν μικρότερα προβλήματα θερμικών διαστολών από τους χαλκοσωλήνες, αφού ο χαλκός έχει μεγαλύτερο συντελεστή γραμμικής διαστολής από το χάλυβα. Έτσι προτιμούνται για τις κατακόρυφες στήλες, ιδιαίτερα ψηλών κτιρίων, όπου ο χαλκός θα δημιουργούσε μεγαλύτερα προβλήματα λόγω μεγάλων διαστολών.

Οι χαλκοσωλήνες πλεονεκτούν από πλευράς ευκαμψίας, πράγμα που διευκολύνει τις εργασίες διαμόρφωσης των δικτύων. Έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, είναι πιο ανθεκτικοί στη διάβρωση και γι' αυτό προτιμούνται σε ενδοδαπέδιες εγκαταστάσεις, που τυχόν ζημιές σε σωλήνες συνεπάγονται δύσκολες εργασίες και μεγάλες δαπάνες αποκατάστασης. Προϋπόθεση βέβαια αποτελεί η προστασία τους από μηχανικές καταπονήσεις ή φθορές και η ανάπτυξη τους χωρίς συνδέσεις μέσα στα δάπεδα (μονοκόμματοι).

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα των χαλκοσωλήνων είναι οι σημαντικά μικρότερες αντιστάσεις τριβής από τους χαλυβδοσωλήνες. Αυτό δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης μεγαλύτερων ταχυτήτων.

Επειδή ο χαλκός έχει μικρότερη ειδική θερμότητα (θερμοχωρητικότητα) από το χάλυβα, οι χαλκοσωλήνες θερμαίνονται πιο γρήγορα από τους χαλύβδινους. Βέβαια αυτό σημαίνει ότι ψύχονται και πιο γρήγορα.

Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι, ιδιαίτερα για μικρές και μεσαίες διαστάσεις, είναι προτιμότεροι παρά το μεγαλύτερο κόστος αγοράς τους. Ειδικά στην περίπτωση των ενδοδαπέδιων σωληνώσεων του μονοσωλήνιου συστήματος, παρά την ύπαρξη και εύκαμπτων χαλυβδοσωλήνων σε κουλούρες, είναι αναντικατάστατοι.

Τέλος οι πλαστικοί σωλήνες έχουν μεγάλη ευκαμψία, μικρό ειδικό βάρος, λειτουργούν αθόρυβα και είναι φθηνοί. Υστερούν όμως σημαντικά έναντι των μεταλλικών σε μηχανική αντοχή και είναι ευαίσθητοι σε μεγάλες θερμοκρασίες και στην ηλιακή ακτινοβολία. Πάντως, κυρίως λόγω του μικρού τους κόστους και της εύκολης επεξεργασίας τους, έχουν διαδοθεί αρκετά στην Κεντρική Θέρμανση.

Ειδικά για ενδοδαπέδια τμήματα υπάρχουν πλαστικοί σωλήνες με εξωτερική προστατευτική επένδυση από δεύτερο σωλήνα, μέσα στον οποίο μπορούν να κινηθούν ελεύθερα. Αυτό είναι σημαντικό πλεονέκτημα στην περίπτωση τυχόν αντικατάστασης του σωλήνα της ροής, γιατί μπορεί να “τραβηχτεί” μέσα από τον προστατευτικό εξωτερικό, με τον τρόπο που οι ηλεκτρολόγοι χρησιμοποιούν την “ατσαλίνα”, για να περάσουν τα καλώδια στους σωλήνες τους. Συνδέεται ο καινούριος πλαστικός σωλήνας στη μια άκρη του φθαρμένου, ο οποίος τραβιέται από την άλλη άκρη, ώσπου να περάσει μέσα στον προστατευτικό εξωτερικό ο καινούριος.

### 7.2.3 Υπολογισμοί και επιλογές

#### ► Για στοιχειώδες κύκλωμα

Μετά τη σχεδίαση του δικτύου σωληνώσεων και την επιλογή των υλικών, ακολουθεί η επιλογή των διαμέτρων των σωλήνων. Για να περιγράψουμε με απλό τρόπο τη διαδικασία αυτή, θα αναφερθούμε αρχικά σε ένα στοιχειώδες κύκλωμα και στη συνέχεια θα περιγράψουμε την ολοκλήρωσή της για το δίκτυο. Σημειώνουμε ότι η μέθοδος που θα περιγράψουμε δεν είναι η μοναδική, προσφέρεται όμως για κατανόηση και αφομοίωση των σχέσεων και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διάφορων μεγεθών που υπεισέρχονται στη λειτουργία των δικτύων.

Η διαδικασία έχει τα εξής στάδια:

#### α) Για δισωλήνιο σύστημα

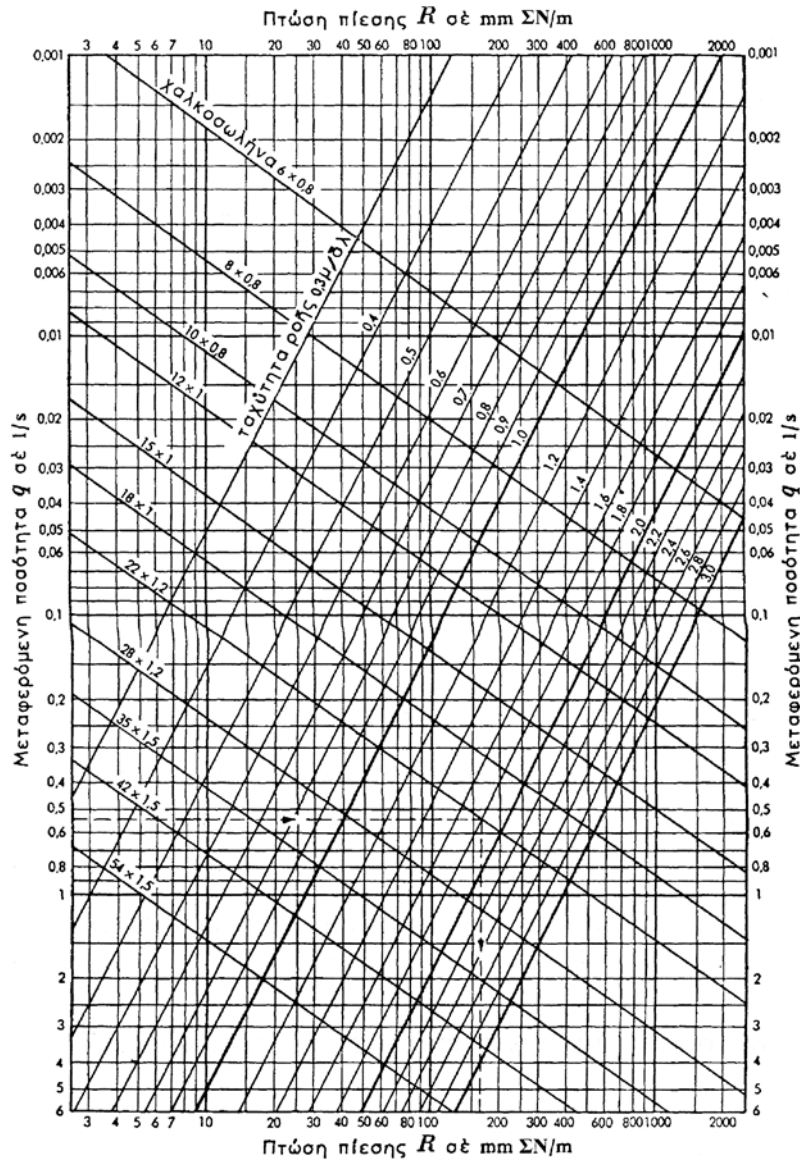
- Επιλέγουμε την επιθυμητή θερμοκρασιακή πτώση  $\Delta t = t_v - t_r$ , στο σώμα στα επίπεδα των  $15^\circ\text{C}$  (μέγιστη τιμή  $20^\circ\text{C}$ ).
- Με βάση το θερμικό φορτίο  $Q$  του κυκλώματος, που ταυτίζεται με τις θερμικές απαιτήσεις (απώλειες) του χώρου, υπολογίζουμε την απαιτούμενη παροχή  $V$  από τη σχέση

$$V = Q / \Delta t \quad (7.2.1)$$

(συνήθως το  $Q$  εκφράζεται σε  $\text{kcal/h}$ , οπότε το  $V$  προκύπτει σε  $\text{l/h}$ ).

- Για την παροχή αυτή και με επιδίωξη η ταχύτητα ροής να έχει αποδεκτή τιμή ( $v = 0,6 \sim 1 \text{ m/s}$ ), επιλέγουμε από τα διαγράμματα σωλήνων την κατάλληλη διάμετρο.
- Από τα ίδια διαγράμματα βρίσκουμε και την πτώση πίεσης  $R$  που προκαλείται ανά μέτρο μήκους του σωλήνα που διαλέξαμε, για τη συγκεκριμένη ταχύτητα ροής, λόγω των τριβών. Συνήθως η  $R$  μετριέται σε  $\text{mm ΣN/m}$  και το γινόμενο της επί το μήκος  $L$  του σωλήνα μας δίνει την πτώση πίεσης  $\sigma'$  αυτόν. Είναι δηλαδή για τους σωλήνες

$$\Delta p = R \cdot L \quad (7.2.2)$$



**Εικ. 7.2.γ** Διάγραμμα χαρακτηριστικών για χαλκοσωλήνες

Για να συμπληρωθεί η απαραίτητη διαθέσιμη πίεση, ώστε να διατηρείται η επιθυμητή ταχύτητα ροής και η απαιτούμενη παροχή, πρέπει να συνυπολογιστούν και οι αντιστάσεις τριβής που προκαλούνται από τα κάθε είδους εξαρτήματα του δικτύου (διακόπτες, καμπύλες, συστολές κ.λπ.) καθώς και τα σώματα και οτιδήποτε άλλο περιλαμβάνεται στο δίκτυο. Αν συμβολίσουμε με **Z** τις αντιστάσεις όλες αυτές, η συνολική  $\Delta p$  γίνεται

$$\Delta p = R \cdot L + Z \tag{7.2.3}$$

Για κάθε στοιχείο βρίσκουμε από πίνακες (βλέπε Εικ.7.2.δ) τον αντίστοιχο συντελεστή τοπικής αντίστασης  $\zeta$ .



Θερμαντικό Σώμα.....	$\zeta = 2,5$	Λέβητας.....	$\zeta = 2,5$		
Κυκλοφορητής.....	$\zeta = 2,5$	Διακλάδωση Διχάλα (πανταλόνι).....	$\zeta = 1,5$		
Ταυ σε διακλάδωση					
Ταυ σε διέλευση					
Ταυ σε διακλάδωση					
	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ				
Σύρτης	10 έως 15 mm (3/8", 1/2")	20 + 25 (3/4", 1")	32 + 40 (1 1/4", 1 1/2")	50 και άνω	
	1	0,5	0,3	0,3	
Ρυθμιστικός Διακόπτης	Ευθύς Γωνιακός	10 3,5	7 3,0	5 2,5	4 2,0
Κρουσός	Ευθύς Γωνιακός	8,5 4,0	6,0 2,0	5,0 2,0	4,0 -
Βάνα		1,0	0,5	0,5	0,5
Γωνία και γωνιακός λυόμενος σύνδεσμος		2,0	1,5	1,0	1,0

Εικ. 7.2.δ Συντελεστές τοπικών αντιστάσεων εξαρτημάτων

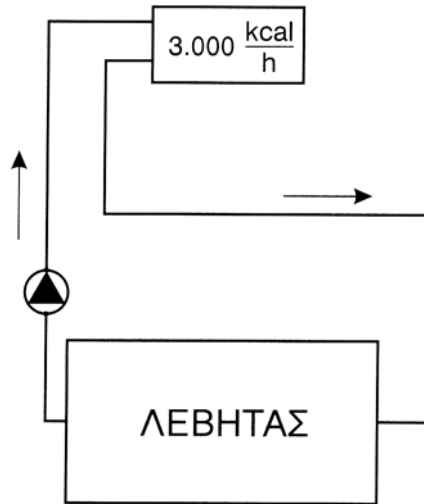
Στη συνέχεια, ο υπολογισμός του Z γίνεται με τη βοήθεια άλλων πινάκων (βλέπε Εικ.7.2.ε), από το άθροισμα των τοπικών αντιστάσεων Σζ και την ταχύτητα ροής.

Ταχύτητα ροής m/s	Τιμές του Z για Σζ														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,015	0,01	0,02	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,02	0,02	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
0,025	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
0,03	0,05	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
0,04	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2
0,05	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9
0,06	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7
0,07	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,4	3,7
0,08	0,3	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,1	4,5	4,8
0,09	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,7	6,1
0,10	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
0,12	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2	10,0	10,7
0,14	1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,7	11,6	12,6	13,6	14,6
0,16	1,3	2,6	3,8	5,1	6,4	7,7	8,8	10,1	11,4	12,7	13,9	15,2	16,5	17,8	19,0
0,18	1,6	3,2	4,8	6,5	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,1	17,7	19,3	21,0	22,5	24,0
0,20	2,0	4,0	6,0	8,0	9,9	11,9	13,9	15,8	17,8	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0
0,22	2,4	4,8	7,2	9,5	12,0	14,4	16,8	19,2	21,4	24,0	26,5	29,0	31,5	34,0	36,0
0,24	2,9	5,7	8,5	11,4	14,3	17,1	20,0	23,0	26,0	28,5	31,5	34,5	37,5	40,0	43,0
0,26	3,4	6,7	10,0	13,4	16,7	20,0	23,5	27,0	30,5	33,5	37	40	44	47	51
0,28	3,9	7,8	11,6	15,5	19,4	23,5	27,5	31,5	35,0	39	43	47	51	55	59
0,30	4,5	8,9	13,4	17,8	22,5	27,0	31,5	36,0	40,5	45	49	54	58	63	67
0,35	6,1	12,1	18,2	24,5	30,7	37,2	42,7	49	55	62	67	74	79	85	102
0,40	8,0	15,9	24,0	32,0	40,0	48	56	64	72	80	87	95	103	111	119
0,45	9,9	20,1	30,2	40,2	50,5	60	71	80	90	100	110	120	131	141	151
0,5	12,4	25,0	37,5	50	62	75	86	99	111	124	136	149	161	173	186
0,6	17,8	36,0	54	72	89	107	125	143	161	178	196	215	235	250	270
0,7	24,5	49	73	97	121	145	169	195	220	245	270	295	320	340	365
0,8	32,0	64	95	127	159	191	225	255	285	320	350	385	410	450	480
0,9	40,5	81	121	161	200	240	285	325	365	400	440	480	530	570	610
1,0	50	99	149	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
1,2	72	143	215	285	360	430	500	570	650	720	790	850	920	1000	1070
1,4	97	195	295	390	490	590	680	780	870	970	1060	1160	1260	1360	1460
1,6	127	255	385	510	640	770	880	1010	1140	1270	1390	1520	1650	1780	1900

Εικ. 7.2.ε Αντιστάσεις τριβής εξαρτημάτων

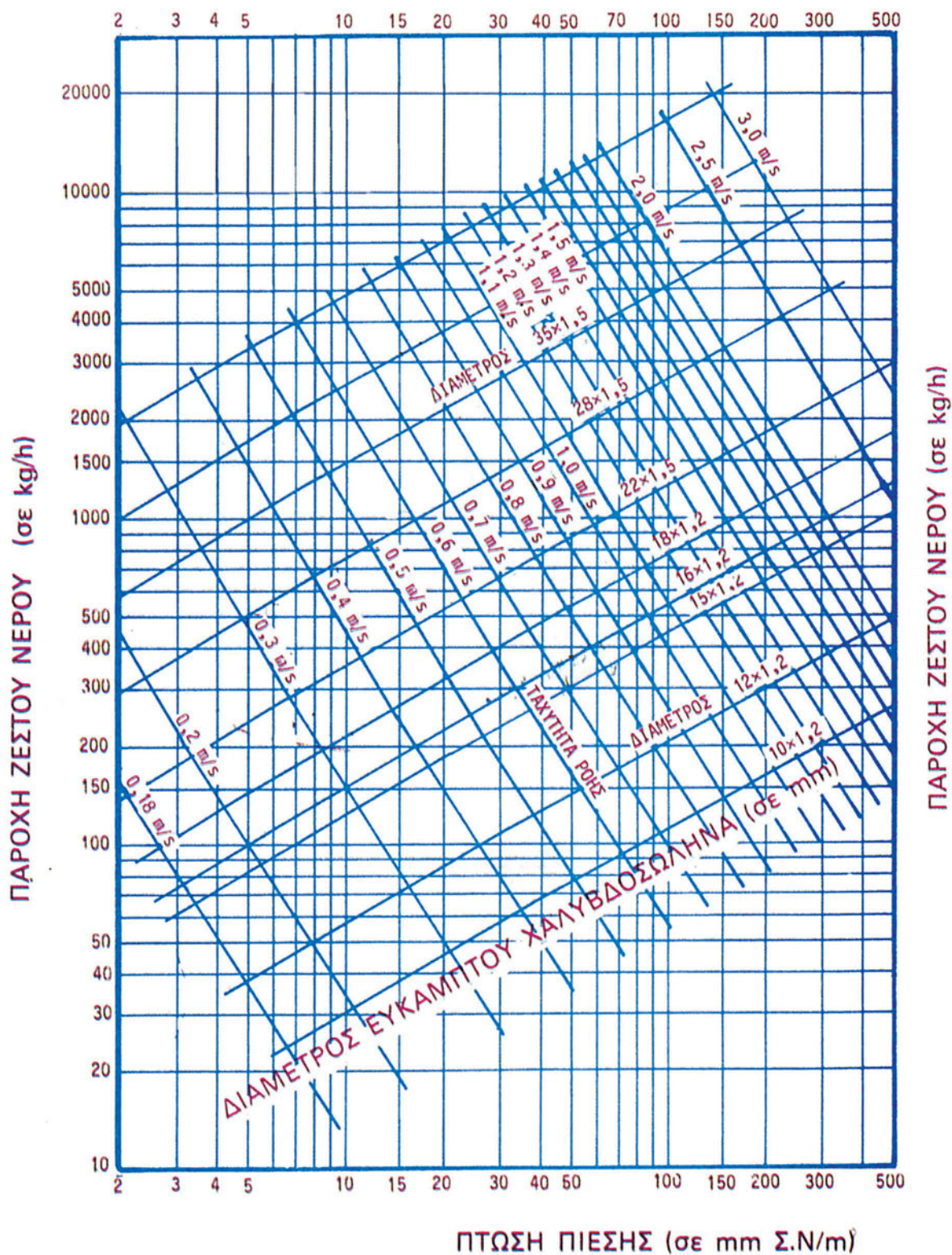
**Παράδειγμα**

Έστω ότι έχουμε το στοιχειώδες κύκλωμα της εικ. 7.2.στ με  $Q = 3000 \text{ kcal/h}$  και μήκος  $L = 15 \text{ m}$ . Επιλέγουμε  $\Delta t = 15^\circ \text{C}$  και τότε η παροχή είναι  $V = 3000 / 15 = 200 \text{ l/h}$ .



**Εικ. 7.2.στ** Στοιχειώδες κύκλωμα παραδείγματος

Επιλέγουμε εύκαμπτο χαλυβδοσωλήνα 15 x 1,2 που δίνει (από το διάγραμμα της ει-  
κόνας 7.2.ζ) ταχύτητα  $v = 0,46 \text{ m/s}$  (οριακά παραδεκτή) και πτώση πίεσης  $R = 23 \text{ mm/m}$ .



Εικ. 7.2.ζ Χαρακτηριστικά εύκαμπτων χαλυβδοσωλήνων ενός κατασκευαστή

Για τις τοπικές αντιστάσεις (πίνακας εικ. 7.2.δ) έστω ότι έχουμε

- 2 γωνιακούς διακόπτες  $\zeta = 2 \times 3,5 = 7$
- 1 θερμαντικό σώμα  $\zeta = 2,5$
- 6 καμπύλες  $\zeta = 6 \times 0,5 = 3$
- λέβητα και κυκλοφορητή  $\zeta = 2 \times 2,5 = 5$

Είναι λοιπόν  $\Sigma\zeta = 17,5$  και από τον πίνακα της εικ. 7.2.ε για  $v = 0,46$  παίρνουμε  $Z = 176$  mm Σ.Ν. (επειδή δεν υπάρχει στον πίνακα  $\Sigma\zeta = 17,5$  παίρνουμε αθροιστικά για 10 και 7,5). Είναι λοιπόν  $\Delta p = R \cdot L + Z = (23 \times 15) + 176 = 521$  mm Σ.Ν.

### β) για μονοσωλήνιο σύστημα

Ακολουθούμε την ίδια μεθοδολογία με τις εξής διαφορές:

- Δεν έχουμε πλέον ένα σώμα αλλά ένα βρόχο 2 ~ 4 σωμάτων.
- Το θερμικό φορτίο Q αφορά συνήθως περισσότερους χώρους, όσους θα θερμάνουν τα σώματα που ανήκουν στο βρόχο.
- Η θερμοκρασιακή πτώση στο βρόχο συνήθως λαμβάνεται μικρότερη από το σώμα του δισωλήνιου ( $10 \div 15^\circ\text{C}$ ). Αυτό γίνεται για να μην έχουμε μεγάλη καθυστέρηση στη θέρμανση των σωμάτων. Μπορεί να αυξηθεί έως το όριο των  $20^\circ\text{C}$  σε περιπτώσεις σωμάτων με μικρό περιεχόμενο νερού, τα οποία ζεσταίνονται πιο γρήγορα.
- Οι αντιστάσεις τριβής των κάθε είδους εξαρτημάτων του δικτύου συχνά εκφράζονται με το ισοδύναμο μήκος του σωλήνα στον οποίο συνδέονται, με το μήκος δηλαδή του σωλήνα που θα προκαλούσε τις ίδιες απώλειες τριβών για τη συγκεκριμένη παροχή και ταχύτητα. Στην περίπτωση αυτή η 7.2.2 γίνεται

$$\Delta p = R (L + L_{\text{ισ}}) \quad (7.2.4)$$

όπου  $L_{\text{ισ}}$  το ισοδύναμο μήκος των εξαρτημάτων.

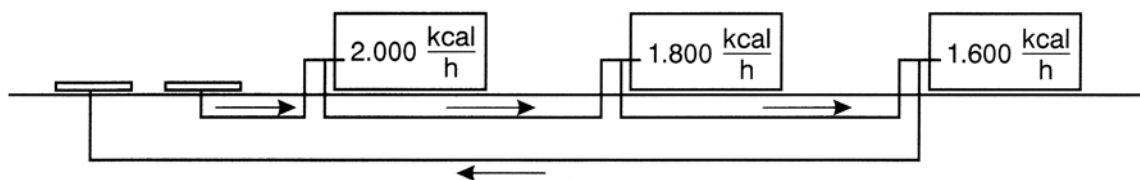
Το ισοδύναμο μήκος των εξαρτημάτων εξαρτάται από το είδος, την παροχή και την ποιότητα τους, Παρουσιάζει ποικιλία τιμών και πρέπει να τις αναζητούμε στα φυλλάδια των κατασκευαστών,

Ενδεικτικά αναφέρουμε τις παρακάτω τιμές για χαλκό:

- Διακόπτες σωμάτων 2 ÷ 4m (του αντίστοιχου σωλήνα)
- Ρυθμιστικές βαλβίδες συλλεκτών (εντελώς ανοιχτές) 2 ÷ 3 m
- Καμπύλες με κουρμπαδόρο 0,15 ÷ 0,30 m
- Καμπύλες έτοιμες (εξαρτήματα) 0,5 ÷ 0,8 m

### Παράδειγμα

Έστω ότι έχουμε το βρόχο της εικ. 7.2.η με τρία σώματα 2000, 1800 και 1600 kcal/h, άρα φορτίο του βρόχου  $Q = 5400$  kcal/h και συνολικό μήκος (με μια προσαύξηση 10% για ασφάλεια)  $L = 30$  m.



Εικ. 7.2.η Στοιχειώδες κύκλωμα παραδείγματος

Για  $\Delta t = 15^\circ\text{C}$  είναι  $V = 5400/15 = 360 \text{ l/h} = 0,1 \text{ l/s}$ . Επιλέγουμε χαλκοσωλήνα 15x1, οπότε έχουμε (από το διάγραμμα της εικ. 7.2.γ)  $R = 58 \text{ mm } \Sigma\text{N} / \text{m}$  και  $v = 0,75 \text{ m/s}$ . Για τα εξαρτήματα έχουμε

- Διακόπτες  $3 \times 3 = 9 \text{ m}$
- καμπύλες (έστω 8)  $8 \times 0,15 = 1,2 \text{ m}$
- συλλέκτες (και καμπύλες διακλάδωσης)  $2 \times 2,5 = 5 \text{ m}$ .

Άρα είναι  $L_\sigma = 9 + 1,2 + 5 = 15,2 \text{ m}$ .

Στα άκρα λοιπόν του βρόχου θα είναι (σχέση 7.2.4)

$$\Delta p = R (L + L_\sigma) = 58 (30 + 15,2) = 2622 \text{ mm } \Sigma\text{N}.$$

$$\Delta p = 2622 \text{ mm } \Sigma\text{N}$$

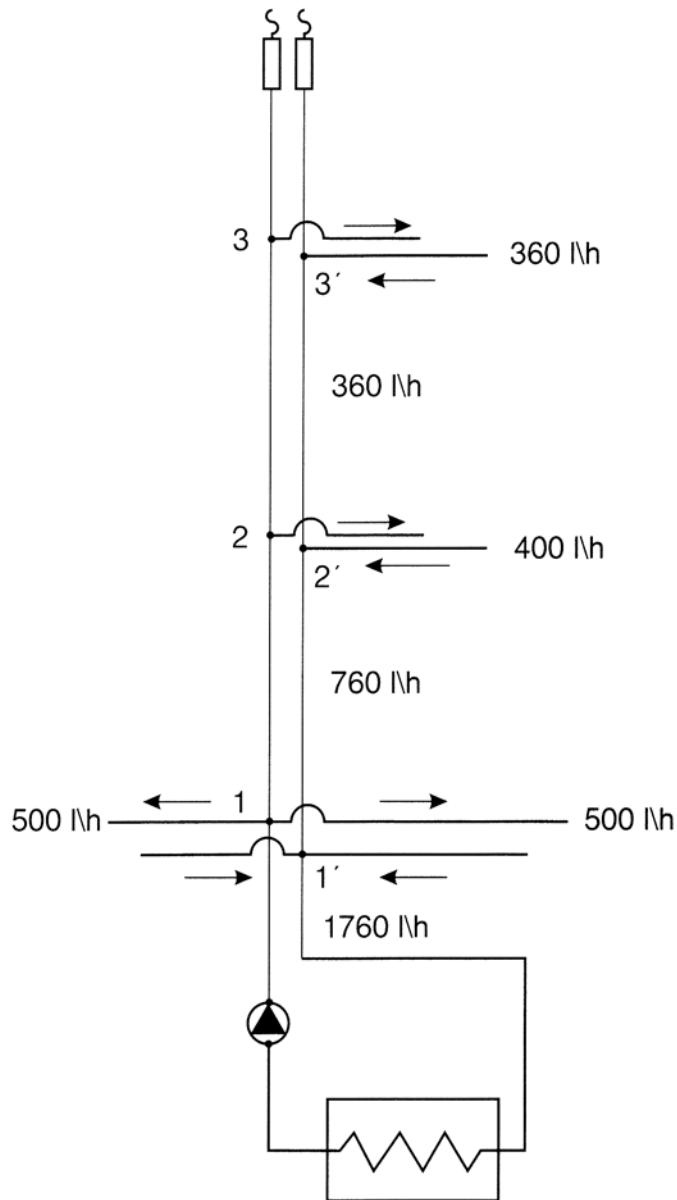
### ► Για κεντρικές γραμμές

Για κάθε τμήμα κεντρικής στήλης γίνεται αντίστοιχη επιλογή διαμέτρου με δεδομένη την παροχή του και για τα παραδεκτά όρια ταχύτητας ροής που προαναφέραμε. Για να βρούμε την παροχή του, θεωρούμε δεδομένη τη  $\Delta t = t_v - t_r$  (συνήθως  $15^\circ\text{C}$ ) κάθε κυκλώματος που τροφοδοτείται από αυτό, οπότε είναι  $V = Q / \Delta t$ . Εννοείται ότι η παροχή κάθε τμήματος ισούται με το άθροισμα των παροχών όλων των κλάδων του. Ταυτόχρονα υπολογίζονται και οι πτώσεις πίεσης όλων των τμημάτων των κεντρικών γραμμών.

Στις μελέτες Κεντρικής Θέρμανσης ο υπολογισμός που περιγράψαμε γίνεται αρχικά για το δυσμενέστερο κύκλωμα του δικτύου. Ως τέτοιο επιλέγεται εκείνο που εκτιμάμε ότι μπορεί να έχει τη μεγαλύτερη  $\Delta p$ , δηλαδή τη μεγαλύτερη διαδρομή και τα περισσότερα στοιχεία, σε συνδυασμό και με μεγάλο απαιτούμενο θερμικό φορτίο. Στη συνέχεια υπολογίζεται αθροιστικά το σύνολο των πτώσεων πίεσης για τη συνολική διαδρομή που ορίζεται από τα άκρα του δικτύου A-K (κατάθλιψη - αναρρόφηση του κυκλοφορητή). Αυτή είναι η απαιτούμενη  $\Delta p$  για την εγκατάσταση και θα χρησιμοποιηθεί για την επιλογή του κυκλοφορητή σε συνδυασμό με την απαιτούμενη συνολική παροχή.

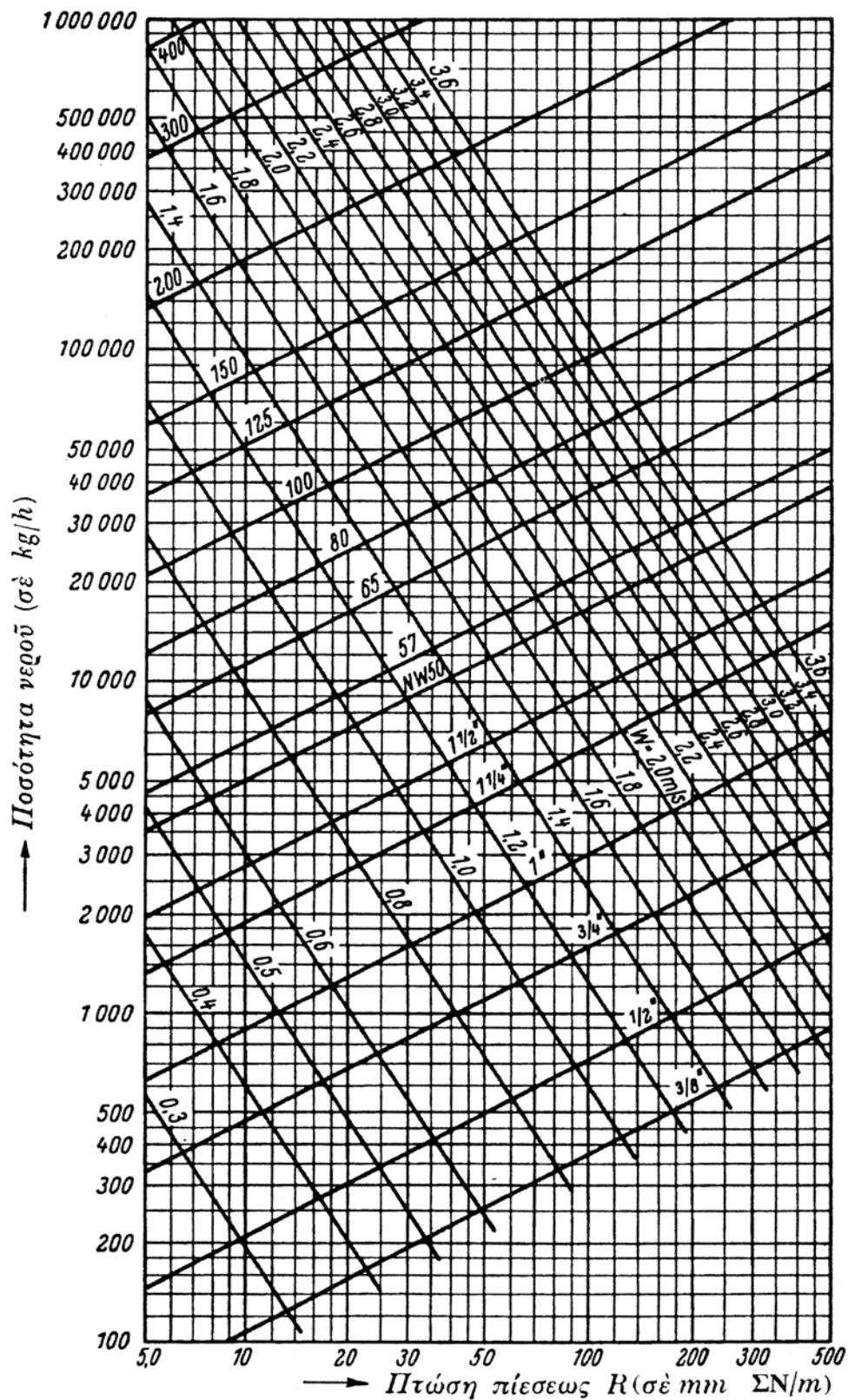
### Παράδειγμα

Έστω ότι έχουμε τη μοναδική κεντρική στήλη τριώροφης κατοικίας με ένα μονοσωλήνιο κύκλωμα στον 3ο και 2ο και δύο στον πρώτο όροφο. Για τα κυκλώματα αυτά είναι  $V_3 = 360 \text{ l/h}$ ,  $V_2 = 400 \text{ l/h}$  και  $V_1 = 500 \text{ l/h}$  το καθένα.



**Εικ. 7.2.θ** Σχηματική παράσταση κατακόρυφης στήλης του παραδείγματος

- Για το τμήμα 3-2 (προφανώς και για το 2' - 3') επιλέγουμε, από το διάγραμμα της εικόνας 7.2.ι, για παροχή  $V_{23} = V_3 = 360$  l/h χαλυβδοσωλήνα διαμέτρου 1/2" με  $v = 0,52$  m/s και  $R = 25$  mmΣN/m.
- Για το τμήμα 2-1, για παροχή  $V_{12} = 400 + 360 = 760$  l/h, επιλέγουμε σωλήνα διαμέτρου 3/4" με  $v = 0,6$  m/s και  $R = 24$  mmΣN/m.
- Για το τμήμα 1- Λ (ως το λεβητοστάσιο), για παροχή  $V_{1\Lambda} = 760 + 2 \times 500 = 1760$  l/h, επιλέγουμε σωλήνα διαμέτρου 1 1/4" με  $v = 0,5$  m/s και  $R = 9$  mmΣN/m.



Εικ. 7.2.1 Διάγραμμα χαρακτηριστικών για χαλυβδοσωλήνες  
 Παρατήρηση: Η παροχή δίνεται σε kg/h. Το σφάλμα για  $l/h$  είναι μικρό.

Οι αντιστάσεις τριβών ανά τμήμα της κατακόρυφης στήλης, αν τα μήκη τους είναι  $L_{23} = L_{12} = 3 + 3 = 6 \text{ m}$  (θεωρούμε ύψη 3 m ανά όροφο) και  $L_{1\lambda} = 16 \text{ m}$ , θα είναι:

- $\Delta p_{32} = 6 \times 25 = 150 \text{ mm ΣΝ}$
  - $\Delta p_{21} = 6 \times 24 = 144 \text{ mm ΣΝ}$
  - $\Delta p_{1\lambda} = 16 \times 9 = \underline{144 \text{ mm ΣΝ}}$
- σύνολο 438 mm ΣΝ

Επειδή δεν υπολογίσαμε αναλυτικά, για συντομία, τις αντιστάσεις των εξαρτημάτων της στήλης (καμπύλες, συστολές κ.λπ.), προσαιξάνουμε κατά 20% περίπου και έχουμε σύνολο 525 mmΣΝ.

Αν τώρα υποθέσουμε ότι το κύκλωμα 3 είναι το δυσμενέστερο από άποψη πτώσης πίεσης και έχει  $\Delta p_3 = 2622 \text{ mmΣΝ}$  (παράδειγμα εικ. 7.2.η), η ολική πτώση πίεσης θα είναι  $2622 + 525 = 3147 \text{ mmΣΝ}$ .

Για να βρούμε την ικανότητα του κυκλοφορητή (συνολική  $\Delta p$ ) πρέπει να συνεκτιμήσουμε και τις απώλειες των στοιχείων του λεβητοστασίου, που συνήθως είναι περίπου το 10% του συνόλου που βρήκαμε. Άρα τελικά  $\Delta p = 1,10 \times 3147 = 3460 \text{ mmΣΝ}$ .

### ► Για τα υπόλοιπα κυκλώματα

Για κάθε άλλο κύκλωμα του δικτύου, εκτός του δυσμενέστερου, γίνεται η εξής προσέγγιση:

- Υπολογίζεται η διαθέσιμη  $\Delta p$  του κυκλώματος, αφού αφαιρεθούν από τη συνολική οι πτώσεις πίεσης που διατίθενται για τη ροή από τα άκρα του δικτύου ως τα άκρα του κυκλώματος, δηλαδή για τη ροή στις στήλες τροφοδότησης του κυκλώματος. Για κυκλώματα της ίδιας κατακόρυφης στήλης και του ίδιου ορόφου, η διαθέσιμη πίεση είναι ίδια. Για κυκλώματα της ίδιας κατακόρυφης στήλης αλλά διαφορετικού ορόφου, η διαθέσιμη πίεση στο χαμηλότερο είναι μεγαλύτερη κατά τις αντιστάσεις τριβών της στήλης (και των δύο σωλήνων) μεταξύ των δύο ορόφων.
- Επιλέγεται ο σωλήνας και η επιθυμητή  $\Delta t$ , προσδιορίζεται η παροχή για το θερμικό φορτίο του κυκλώματος από τη σχέση  $V = Q / \Delta t$  και ελέγχεται, αν η ταχύτητα που θα προκύψει με βάση την παροχή αυτή είναι μέσα στα ανεκτά όρια. Στη συνέχεια υπολογίζεται η απαιτούμενη  $\Delta p$  για την παροχή αυτή και ρυθμίζεται, αν είναι απαραίτητο, η διαφορά της από τη διαθέσιμη  $\Delta p$ . Ο έλεγχος μπορεί να γίνει και ως εξής:
- Επιλέγεται μια διάμετρος σωλήνα, ώστε η ταχύτητα ροής  $v$  να είναι μέσα στα επιθυμητά όρια ( $0,6 \div 1 \text{ m / s}$ ) και να δίνει για το συνολικό μήκος του κυκλώματος (πραγματικό και ισοδύναμο μήκος των εξαρτημάτων) τόση πτώση πίεσης όση είναι η διαθέσιμη. Έτσι έχει προσδιοριστεί και η παροχή  $V$  και ελέγχεται αν η θερμοκρασιακή πτώση  $\Delta t$  που προκύπτει για το θερμικό φορτίο  $Q$  του κυκλώματος είναι μέσα στα παραδεκτά όρια ( $10 \div 15^\circ \text{C}$  για βρόχους μονοσωλήνιου και έως το πολύ  $20^\circ \text{C}$  για κυκλώματα σωμάτων δισωλήνιου). Υπενθυμίζουμε τη σχέση  $\Delta t = Q / V$ .

Προσπαθούμε, αν αυτό είναι εφικτό, να έχουμε για τα οριζόντια κυκλώματα τις ίδιες διαμέτρους σωλήνων, ώστε να διευκολύνεται η προμήθειά τους και η δουλειά του τεχνίτη που θα κατασκευάσει το δίκτυο, να αποφεύγονται δε και ενδεχόμενα λάθη.



Σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι δυνατή η ικανοποίηση όλων των παραπάνω όρων, γιατί, συνήθως, υπάρχουν κυκλώματα με πολύ ευνοϊκά χαρακτηριστικά σε σχέση με το δυσμενέστερο (μικρά μήκη, μικρά θερμικά φορτία). Τότε αρχικά ελέγχεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης σωλήνα μικρότερης διαμέτρου. Αν και πάλι αυτά τα ευνοϊκά χαρακτηριστικά οδηγούν σε μεγάλες παροχές - ταχύτητες και πολύ μικρές θερμοκρασιακές πτώσεις, χρησιμοποιούνται οι δυνατότητες ρύθμισης των διακοπών. Πράγματι, με το κατάλληλο "κλείσιμο" του ρυθμιστικού διακόπτη ενός σώματος (στο δισωλήνιο) ή ενός βρόχου (στο συλλέκτη του μονοσωλήνιου), προστίθεται ουσιαστικά μια επιπλέον πτώση πίεσης στο κύκλωμα και έτσι το υπόλοιπο της διαθέσιμης πίεσης μπορεί να πάρει τιμές που είναι κατάλληλες για την ικανοποίηση των όρων αυτών.

**Παράδειγμα**

Έστω η κατακόρυφη στήλη του προηγούμενου παραδείγματος (εικ. 7.2.θ). Έστω ακόμη ότι το δυσμενέστερο κύκλωμα του δικτύου είναι το 3, λόγω μεγάλου μήκους (παραδειγμα εικ. 7.2.η), με πτώση πίεσης  $\Delta p_{33'} = 2622 \text{ mm}\Sigma\text{N}$ . Τότε η διαθέσιμη πίεση  $\Delta p_{22}$  θα είναι για το κύκλωμα 2:

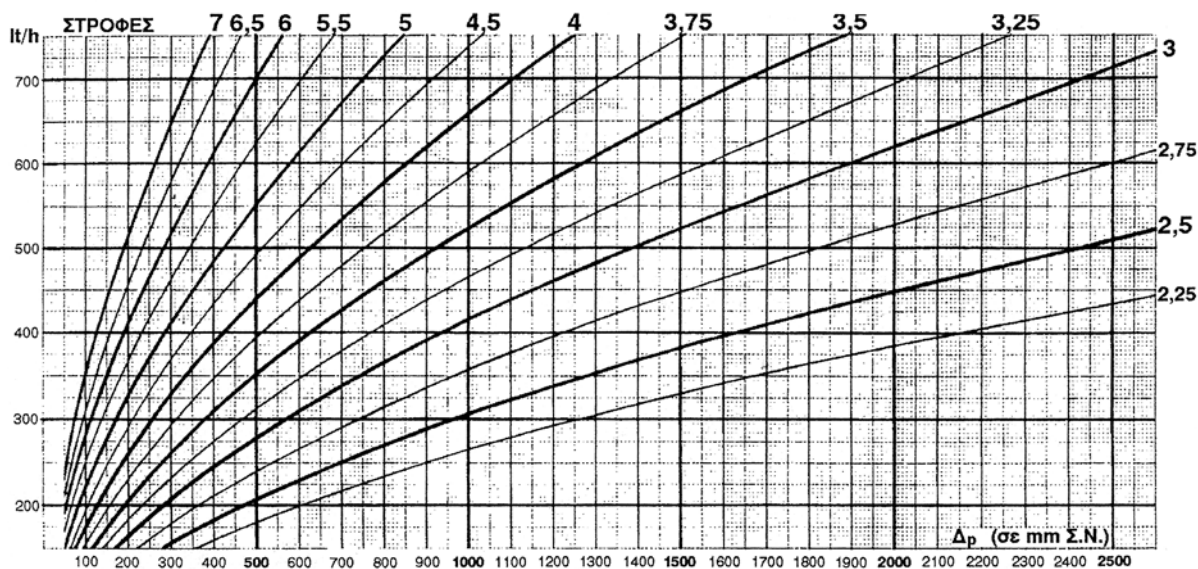
$$\Delta p_{22'} = \Delta p_{33'} + \Delta p_{32} = 2622 + 150 = 2772 \text{ mm}\Sigma\text{N}.$$

Έστω  $Q_2 = 6000 \text{ kcal/h}$ ,  $V_2 = 6000/15 = 400 \text{ l/h}$ , και  $L_2 = 29 \text{ m}$  ( $L + L_{\sigma}$ ).

Αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τον ίδιο σωλήνα με το κύκλωμα 3, (Cu 15 x 1), από το διάγραμμα της εικ. 7.2.δ έχουμε ταχύτητα 0,8 m/s (ικανοποιητική) και πτώση πίεσης 65 mmΣN. Επομένως η απαιτούμενη  $\Delta p$  είναι

$$\Delta p = 29 \times 65 = 1885 \text{ mm}\Sigma\text{N}$$

Η διαφορά της από τη διαθέσιμη  $2772 - 1885 = 737 \text{ mm}\Sigma\text{N}$  πρέπει να εξουδετερωθεί με στραγγαλισμό στο ρυθμιστικό διακόπτη του συλλέκτη ή του πρώτου σώματος του κυκλώματος. Οι κατασκευαστές δίνουν διαγράμματα που δείχνουν πόσες στροφές ανοίγματος του διακόπτη από την τελείως κλειστή θέση χρειάζονται για τον απαιτούμενο στραγγαλισμό στη δεδομένη παροχή. (βλέπε εικ. 7.2.ια)



**Εικ. 7.2.ια** Νομογράφημα στραγγαλιστικού διακόπτη ενός κατασκευαστή

Για την περίπτωση μας (400 l/h και 737 mmΣN) ο διακόπτης πρέπει να κλείσει τελείως και μετά να ανοίξει 3,25 στροφές.

Αν δε γινόταν ο στραγγαλισμός των 737 mmΣN, η διαθέσιμη πίεση των 2772 mmΣN θα έδινε, για τον ίδιο σωλήνα  $R = 2772/29 = 95,6$  mm ΣN/m, που όπως φαίνεται από το διάγραμμα θα έδινε ταχύτητα  $v = 1$  m/s, παροχή  $V = 504$  l/h και  $\Delta t = 6000/504 = 11,9^\circ\text{C}$ .

Οι υπολογισμοί που προαναφέρθηκαν διευκολύνονται στην πρακτική των μελετών με τη χρήση διαφόρων εντύπων (φύλλων υπολογισμού απωλειών τριβής) που διατίθενται από προμηθευτές υλικών Κεντρικής θέρμανσης και εκδοτικούς οίκους.

**Συνήθως απαιτούνται αρκετές δοκιμαστικές προσεγγίσεις, ώστε όλα τα στοιχεία που προαναφέραμε να βρίσκονται σε μια αρμονική σχέση που να εξασφαλίζει ισορροπημένη και ικανοποιητική λειτουργία της όλης εγκατάστασης. Βέβαια οι σύγχρονες μελέτες γίνονται με τη βοήθεια H / Y και ειδικών προγραμμάτων που διευκολύνουν σημαντικά τους μελετητές. Επαναλαμβάνουμε λοιπόν τη σύσταση να μην τροποποιείται αυθαίρετα οποιοδήποτε στοιχείο μιας μελέτης.**

#### 7.2.4 Χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας δικτύου

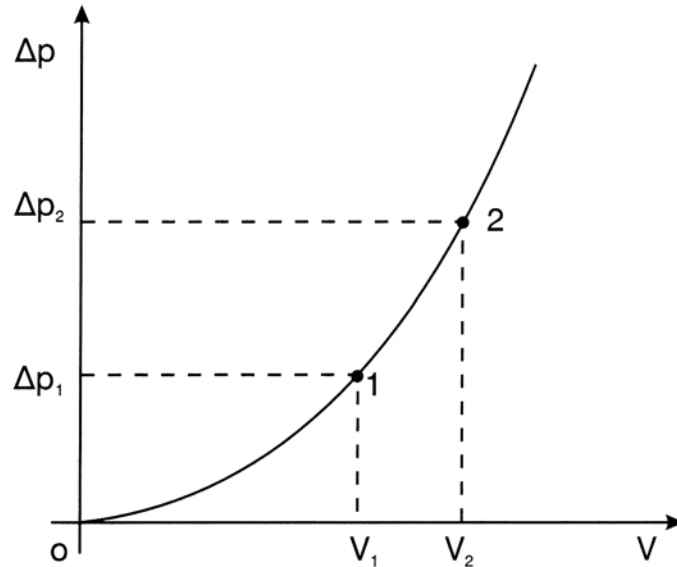
Είδαμε στην προηγούμενη ενότητα πως προσδιορίζονται οι αντιστάσεις τριβής που εμφανίζονται κατά τη ροή στους σωλήνες, με βάση τη διάμετρο και την απαιτούμενη παροχή.

Το σύνολο των απωλειών που ισοδυναμεί με την απαραίτητη διαθέσιμη πίεση έχει βέβαια διαφορετική τιμή, για το ίδιο δίκτυο, σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο μεταβληθεί η παροχή και η ταχύτητα, Αυτό μπορεί να συμβεί σε ένα δίκτυο, όταν π.χ. σε κάποια στιγμή λειτουργούν μέρη του και όχι το σύνολό του (περιπτώσεις αυτονομιών) με το δεδομένο κυκλοφορητή. Η συμπεριφορά του δικτύου σε διάφορες καταστάσεις λειτουργίας περιγράφεται παραστατικά με τη βοήθεια της “χαρακτηριστικής καμπύλης λειτουργίας” του.

Πρόκειται για μια καμπύλη γραμμή, σε ένα σύστημα συντεταγμένων με άξονες  $\Delta p$  και  $V$ , που σχηματίζεται από τα ζεύγη των αντιστοίχων τιμών ( $\Delta p$  και  $V$ ) σε κάθε κατάσταση, δεδομένου ότι σε κάθε τιμή συνολικής παροχής (άρα και ταχύτητας) αντιστοιχεί μια ορισμένη τιμή απωλειών τριβής (άρα και απαιτούμενης πίεσης).

Για να περιγράψουμε το ενδιαφέρον αυτό χαρακτηριστικό κάθε δικτύου, θα αναφερθούμε αρχικά σε ένα στοιχειώδες κύκλωμα. Αφού έχει σχεδιαστεί το κύκλωμα και έχουν επιλεγεί η διάμετρος του σωλήνα και τα εξαρτήματά του, υπολογίζεται, για διάφορες τιμές παροχής, η αντίστοιχη πτώση πίεσης (σωλήνων και εξαρτημάτων).

Τα ζεύγη τιμών  $\Delta p - V$  που προκύπτουν παριστάνουν αντίστοιχα “σημεία λειτουργίας” του κυκλώματος και σημειώνονται στο σύστημα συντεταγμένων με άξονες  $\Delta p$  και  $V$ . Όταν τα ενώσουμε προκύπτει μια καμπύλη της μορφής που φαίνεται στην εικόνα 7.2.ιβ.



Εικ. 7.2.1β Χαρακτηριστική καμπύλη κυκλώματος

Η μορφή της καμπύλης εξηγείται από το γεγονός ότι η παροχή ( $V$ ) αυξάνεται ανάλογα με την ταχύτητα ροής ( $u$ ) για τη συγκεκριμένη διατομή, ενώ η πτώση πίεσης ( $\Delta p$ ) αυξάνεται ανάλογα με το τετράγωνο της ταχύτητας ροής ( $u^2$ ).

Η εξέταση της καμπύλης δείχνει παραστατικά ότι:

- α) αν αυξηθεί η διαθέσιμη  $\Delta p$  λόγω λειτουργίας μέρους του δικτύου, θα έχουμε αύξηση της παροχής και της ταχύτητας με ενδεχόμενους θορύβους (σφυρίγματα).
- β) αν μειωθεί η απαιτούμενη  $\Delta p$  του κυκλώματος λόγω τροποποίησης των στοιχείων του (αύξηση διαμέτρων ή μείωση μηκών), θα έχουμε τα ίδια αποτελέσματα που προαναφέρθηκαν.
- γ) αν μειωθεί η διαθέσιμη  $\Delta p$  λόγω επεμβάσεων στο δίκτυο (αλλαγή κυκλοφορητή ή προσθήκη και άλλων στοιχείων), θα έχουμε μείωση της παροχής και της θερμικής απόδοσης του κυκλώματος.
- δ) αν αυξηθεί η απαιτούμενη  $\Delta p$  του κυκλώματος λόγω τροποποίησης των στοιχείων του (μείωση διαμέτρων ή αύξηση μηκών ή προσθήκη στοιχείων), θα έχουμε επίσης μείωση της παροχής και της θερμικής απόδοσης του κυκλώματος.

Αντίστοιχη είναι η μορφή της χαρακτηριστικής καμπύλης του όλου δικτύου αλλά πολύ πιο δύσκολη η χάραξή της. Ισχύουν επίσης αντίστοιχα συμπεράσματα με αυτά που προαναφέρθηκαν. Είναι άρα φανερό ότι οποιοσδήποτε τροποποιήσεις στα στοιχεία ενός μελετημένου δικτύου θα προκαλέσουν μικρές ή μεγάλες αποκλίσεις από την ισορροπημένη λειτουργία και την ικανοποιητική απόδοση της εγκατάστασης.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το δίκτυο διανομής αποτελείται από τα εξής βασικά στοιχεία:

- τις σωληνώσεις και τα εξαρτήματα διαμόρφωσής τους
- την αντλία (κυκλοφορητή) λειτουργίας
- τα στοιχεία απόδοσης της θερμότητας, δηλαδή τα θερμαντικά σώματα (και σε ορισμένες περιπτώσεις τους παρασκευαστήρες ζεστού νερού χρήσης - boilers).

Οι βασικές έννοιες που σχετίζονται με τη λειτουργία του είναι:

- Η παροχή (σύμβολο  $V$ , μονάδα  $m^3 / s$ )  
Στις εφαρμογές της Κ.Θ. τη μετράμε συνήθως σε  $m^3/h$  ή  $l/h$ .
- Η θερμοκρασιακή πτώση (σύμβολο  $\Delta t = t_v - t_r$ )  
Μετριέται σε  $^{\circ}C$  και στην πράξη έχει τιμές μεταξύ 10 και 20 $^{\circ}C$ .
- Το θερμικό φορτίο (σύμβολο  $Q$ , μονάδα  $W$ )  
Στις εφαρμογές μετριέται συνήθως σε  $kcal/h$ . Είναι δε  $Q = V \cdot \Delta t$ .
- Η ταχύτητα ροής (σύμβολο  $v$ , μονάδα  $m / s$ )  
Στην πράξη φροντίζουμε να έχει τιμές μεταξύ 0,6 και 1  $m/s$ . Σύμφωνα με το νόμο της παροχής, είναι

$$V = v \cdot S$$

- Η αντίσταση τριβής (σύμβολο  $\Delta p$ , μονάδα  $Pa$ ).

Μετριέται συνήθως, στις εφαρμογές της Κ.Θ., σε  $mm \Sigma N$  ή  $m \Sigma N$  (χιλιοστά ή μέτρα στήλης νερού) ή σε  $bar$ .

Οι σωλήνες διακρίνονται σε χαλυβδοσωλήνες, χαλκοσωλήνες και πλαστικούς σωλήνες. Οι τελευταίοι συνήθως είναι από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) ή από πολυαιθυλένιο (PE).

Τα εξαρτήματα συνήθως είναι κατασκευασμένα από ορείχαλκο, δηλαδή κράμα  $Cu$  και  $Zn$ . Κατασκευάζονται επίσης και από μαλακό σίδηρο, σπάνια δε και από χάλυβα ή χυτοσίδηρο.

Η επιλογή των διαμέτρων των σωλήνων από τα κατάλληλα διαγράμματα γίνεται με την επιλογή τιμών και τη χρήση των σχέσεων των βασικών μεγεθών:

- $\Delta t = t_v - t_r$  (στα επίπεδα των 15 $^{\circ}C$ , μέγιστη τιμή 20 $^{\circ}C$ ).
- $Q = V \cdot \Delta t$  ή  $V = Q / \Delta t$
- $v = 0,6 \div 1 \text{ m/s}$
- $\Delta p = R \cdot L + Z$ , όπου  $Z$  οι αντιστάσεις των εξαρτημάτων ή
- $\Delta p = R (L + L_{\sigma})$ , όπου  $L_{\sigma}$  το ισοδύναμο μήκος των εξαρτημάτων.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να ορίσετε (όπως χρησιμοποιούνται στην Κεντρική Θέρμανση) τις έννοιες: παροχή, θερμικό φορτίο, θερμοκρασιακή πτώση, ταχύτητα ροής και αντιστάσεις τριβής.
2. Ποιες είναι οι μονάδες των εννοιών αυτών στο S.I. και στις εφαρμογές της Κεντρικής Θέρμανσης (Τ.Σ.);
3. Ποια είναι η σχέση ορισμού της παροχής και ποια σχέση της χρησιμοποιείται στην Κεντρική Θέρμανση;
4. Από ποιους παράγοντες εξαρτώνται οι τριβές ροής και ποιος είναι ο πιο καθοριστικός;
5. Να αναφέρετε τα πιο συνηθισμένα υλικά σωλήνων και να τα συγκρίνετε από πλευράς μηχανικής αντοχής, διαστολής, τριβών ροής, ειδικού βάρους, ευκαμψίας και αντοχής στη διάβρωση.
6. Ποια είναι τα συνηθισμένα όρια τιμών για τη θερμοκρασιακή πτώση στα σώματα και ποια για την ταχύτητα ροής;
7. Να επιλέξετε (από τα διαγράμματα του βιβλίου) χαλκοσωλήνα για παροχή 350 l/h και χαλυβδοσωλήνα για 700 l/h και να εκτιμήσετε την ταχύτητα και τις αντιστάσεις τριβής για συνολικό μήκος 10 m και στις δυο περιπτώσεις.
8. Να δώσετε τη μορφή της χαρακτηριστικής καμπύλης ενός απλού δικτύου και να σχολιάσετε τα αποτελέσματα των μεταβολών καθενός από τα δύο βασικά μεγέθη ( $\Delta p$  και  $V$ ).

κεφάλαιο

8

## **ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ**

**8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

**8.2 ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ**

**8.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ**





### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να εξηγείτε το ρόλο του κυκλοφορητή στα δίκτυα Κεντρικής Θέρμανσης.
- Να περιγράφετε τις θέσεις και τους τρόπους σύνδεσης των κυκλοφορητών στα δίκτυα Κεντρικής Θέρμανσης και να σχολιάζετε τα αποτελέσματα των διαφορετικών επιλογών.
- Να αναφέρετε τα στοιχεία μεγέθους του κυκλοφορητή.
- Να περιγράφετε τον τρόπο υπολογισμού των στοιχείων αυτών και να κάνετε απλές εφαρμογές.

## 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 7.1.5, για να συντηρείται η κυκλοφορία στο δίκτυο (ή σε κάθε τμήμα του) με σταθερή ταχύτητα, αυτή που έχει υπολογιστεί για κάθε τμήμα, πρέπει να εξουδετερώνονται οι αντιστάσεις τριβής που εμφανίζονται κατά τη ροή στις σωληνώσεις και στα άλλα στοιχεία του δικτύου.

Η εξουδετέρωση των αντιστάσεων τριβής γίνεται με την πρόσδοση στο νερό ενέργειας, με τη διαφορά πίεσης μεταξύ αναρρόφησης και κατάθλιψης μιας αντλίας. Η αντλία αυτή στην Κεντρική Θέρμανση λέγεται κυκλοφορητής, επειδή έχουμε κυκλοφορία του νερού σε κλειστό κύκλωμα,

Ο ρόλος λοιπόν του κυκλοφορητή είναι η δημιουργία της απαιτούμενης  $\Delta p$  στα άκρα του δικτύου (Α-Κ), ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη για την εγκατάσταση παροχή του φορέα της θερμότητας.

Ο κυκλοφορητής είναι ουσιαστικά μια ηλεκτροκίνητη φυγοκεντρική αντλία με ενσωματωμένο στο κέλυφός της τον ηλεκτροκινητήρα και κατασκευαστικές προδιαγραφές κατάλληλες για εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης. Είναι ανθεκτικός σε θερμοκρασίες της τάξης των  $120^{\circ}\text{C}$ , υδρολίπαντος και δεν απαιτεί συντήρηση.

Η λειτουργία του είναι ικανοποιητικά αθόρυβη, με την προϋπόθεση ότι έχει γίνει σωστή επιλογή του μεγέθους του καθώς και των διαμέτρων των σωλήνων. Γενικά οι πολλές στροφές και οι μικρές διαμέτροι (μεγάλες ταχύτητες) ευνοούν τους θορύβους. Χρειάζεται επίσης προσοχή στη στήριξη των σωλήνων στα δομικά στοιχεία του κτιρίου (μέριμνα ηχομόνωσης), γιατί από τα σημεία αυτά μεταδίδεται ο θόρυβος σε όλο το κτίριο.



Οι σύγχρονοι κυκλοφορητές έχουν δυνατότητες ρύθμισης των στροφών τους, ώστε να προσαρμόζονται καλύτερα στις απαιτήσεις των εγκαταστάσεων. Η ρύθμιση αυτή άλλοτε είναι χειροκίνητη και άλλοτε, σε σύγχρονους τύπους, αυτόματη. Στους ηλεκτρονικά ελεγχόμενους κυκλοφορητές υπάρχουν δυνατότητες αυτόματων ρυθμίσεων (με βάση δεδομένα θερμοκρασίας ή πίεσης), καθώς και δυνατότητα χρονικού προγραμματισμού. Εξασφαλίζεται έτσι οικονομικότερη λειτουργία και χαμηλότερη στάθμη θορύβου.

## 8.2 ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ

Στα διάφορα σημεία ενός δικτύου Κεντρικής Θέρμανσης, κατά τη λειτουργία του, επικρατούν πιέσεις διαφορετικών τιμών. Η κατανομή των πιέσεων στο δίκτυο εξαρτάται από το σημείο σύνδεσης του κυκλοφορητή.

Η πίεση σε κάθε σημείο εξετάζεται, συνήθως, σε σχέση με την πίεση που επικρατεί σε ένα σημείο του δικτύου (ουδέτερο σημείο), όπου έχει τιμή ανεξάρτητη από τη λειτουργία του κυκλοφορητή (πίεση ηρεμίας). Το σημείο αυτό πρακτικά είναι στη θέση σύνδεσης του ασφαλιστικού συστήματος και η πίεσή του εξαρτάται από το είδος και τα χαρακτηριστικά του δοχείου διαστολής.

- Αν έχουμε ανοιχτό δοχείο, η πίεση ηρεμίας, μετρημένη σε ύψος στήλης νερού, ισούται με το στατικό ύψος της εγκατάστασης (ύψος μεταξύ στάθμης νερού στο δοχείο και σημείου σύνδεσης του σωλήνα πλήρωσης).
- Στο κλειστό δοχείο η πίεση ηρεμίας ισούται με την πίεση λειτουργίας του δοχείου.

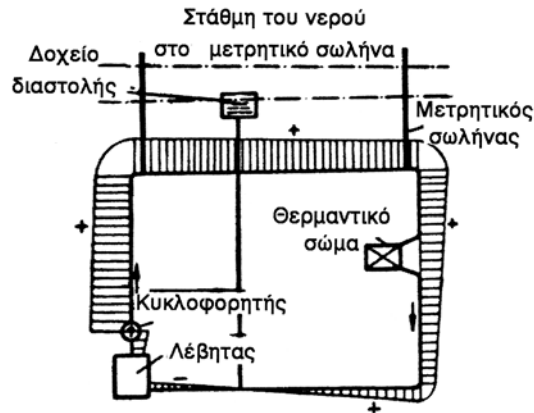
Θεωρούμε θετικές (υπερπιέσεις) τις πιέσεις με τιμή μεγαλύτερη από την πίεση ηρεμίας και αρνητικές (υποπιέσεις) τις μικρότερες.

Ανάλογα με τη σχετική θέση του ουδέτερου σημείου ως προς τον κυκλοφορητή, έχουμε διαφορετικές κατανομές πιέσεων στο δίκτυο.

Θα περιγράψουμε τις εξής περιπτώσεις:

α) Κυκλοφορητής στην προσαγωγή

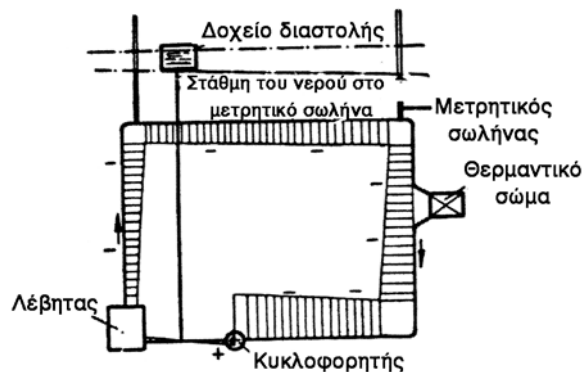
Από την κατάθλιψη έως το ουδέτερο σημείο (σύνδεση σωλήνα πλήρωσης) έχουμε υπερπιέσεις (+), ενώ από το ουδέτερο σημείο ως την αναρρόφηση έχουμε υποπιέσεις (-), σε σχέση πάντα με την πίεση ηρεμίας που είναι το ύψος της στάθμης του σωλήνα πλήρωσης.



**Εικ. 8.2.α** Κατανομή πιέσεων για κυκλοφορητή στην προσαγωγή

β) Κυκλοφορητής στην επιστροφή

Από την κατάθλιψη έως το ουδέτερο σημείο έχουμε υπερπίεσεις (+), ενώ από το ουδέτερο σημείο έως την αναρρόφηση έχουμε υποπίεσεις (-).



**Εικ. 8.2.β** Κατανομή πιέσεων για κυκλοφορητή στην επιστροφή

Η περίπτωση να βρίσκεται το δίκτυο σε υποπίεση (περ. β), περικλείει δύο κινδύνους:

- Αν η πίεση στο πιο απομακρυσμένο (ψηλότερο) σώμα είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική, θα έχουμε είσοδο αέρα στο δίκτυο από μη πλήρως αεροστεγείς συνδέσεις (διακόπτες κ.λπ.), με προβλήματα και λειτουργικά και φθοράς των σωλήνων, λόγω διάβρωσης από το οξυγόνο του αέρα.
- Χαμηλή πίεση στην αναρρόφηση του κυκλοφορητή, κάτω από ένα όριο που εξαρτάται από τον τύπο του, θα δημιουργήσει προβλήματα ομαλής λειτουργίας του. Πράγματι η αύξηση της ταχύτητας στην είσοδο της αντλίας, πριν από την περωτή, σημαίνει μείωση της στατικής πίεσης (νόμος Bernoulli) και ενδεχόμενη ατμοποίηση του νερού. Αυτό μπορεί να συμβεί, γιατί όσο μικρότερη είναι η πίεση τόσο μικρότερη είναι και η θερμοκρασία ατμοποίησης. Οι φυσαλίδες του ατμού προκαλούν το φαινόμενο της “σπηλαιώσης”. Στη συνέχεια, όταν περάσουν στην περωτή, στην περιοχή των μεγάλων πιέσεων, εμφανίζονται βίαια φαινόμενα που διαβρώνουν τα μέταλλα.

Συνιστάται, λοιπόν, να συνδέεται ο κυκλοφορητής στην αναχώρηση του νερού από το λέβητα προς τα σώματα.

Πρέπει πάντως να μη συνδέεται σε θέση μεταξύ του λέβητα και του σωλήνα ασφαλείας (όταν και αυτός είναι στην προσαγωγή), όπου, άλλωστε, απαγορεύεται και η σύνδεση οποιοδήποτε διακόπτη.

## 8.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ

### 8.3.1 Χαρακτηριστικά μεγέθη

Κάθε αντλία είναι μια εργομηχανή, που μετατρέπει το μηχανικό έργο που της παρέχει ο κινητήρας της σε δυναμική ενέργεια, που παραλαμβάνεται από το υγρό του δικτύου της. Τα βασικά λοιπόν τεχνικά χαρακτηριστικά της είναι:

- Η ισχύς της  $P_a$  (σε W), δηλαδή η υδραυλική ενέργεια ανά μονάδα χρόνου, που τη χαρακτηρίζει από πλευράς μεγέθους.
- Ο βαθμός απόδοσής της  $\eta$ , που τη χαρακτηρίζει από πλευράς ποιότητας. Αν είναι  $P_k$  η ισχύς του κινητήρα της, τότε είναι

$$\eta = P_a / P_k (<1) \quad (8.3.1)$$

Εδώ αναφερόμαστε στη μηχανική ισχύ του κινητήρα, η οποία συνδέεται με την ηλεκτρική ισχύ (την ηλεκτρική ενέργεια που απορροφάται από το δίκτυο στη μονάδα του χρόνου) με τη σχέση

$$\eta = P_k / P_{\eta k} (<1)$$

Από πλευράς λειτουργίας μας ενδιαφέρουν οι τιμές της παροχής  $V$  (σε  $m^3 / h$  ή  $l / h$ ) και του “μανομετρικο ύψους”  $H$  (σε mm ή m ΣΝ).

Αν χρησιμοποιήσουμε τις μονάδες του S.I., όλα τα παραπάνω μεγέθη συνδέονται με τη σχέση:

$$P_a = V \cdot H \cdot \rho \cdot g \quad (8.3.2)$$

όπου  $\rho$  η πυκνότητα του υγρού και  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας. Στην πράξη, για την επιλογή του κυκλοφορητή, μας ενδιαφέρουν κυρίως τα μεγέθη  $V$  και  $H$ , γιατί ταυτίζονται με την απαιτούμενη παροχή και τη διαθέσιμη  $\Delta p$  για την εγκατάσταση. Χρησιμοποιούνται λοιπόν οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας των κυκλοφορητών, για τις οποίες θα μιλήσουμε στη συνέχεια.

Σημειώνουμε τέλος ότι, αν μεταβληθούν οι στροφές της αντλίας, (κάτι που συχνά παρέχεται ως ενδιαφέρουσα δυνατότητα από πολλούς κατασκευαστές), μεταβάλλονται και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της. Αν με δείκτες 1 και 2 συμβολίσουμε τα χαρακτηριστικά ενός κυκλοφορητή για στροφές  $n_1$  και  $n_2$ , τότε είναι

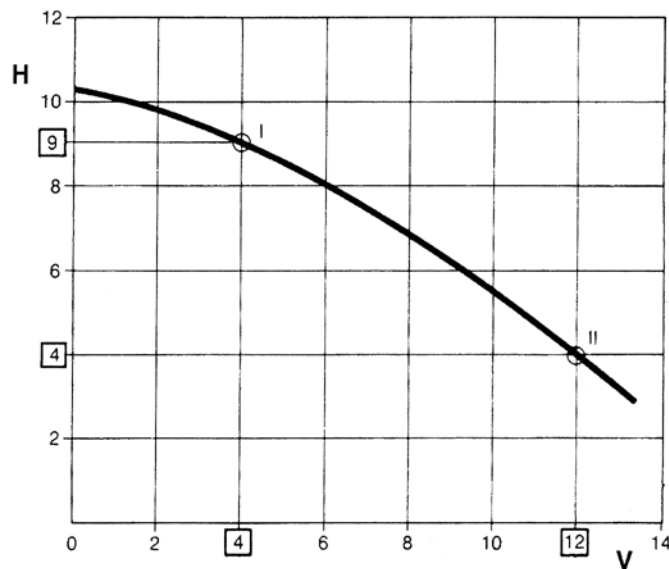
$$V_1 / V_2 = n_1 / n_2 \quad (8.3.3)$$

$$H_1 / H_2 = (n_1 / n_2)^2 \quad (8.3.4)$$

$$P_1 / P_2 = (n_1 / n_2)^3 \quad (8.3.5)$$

### 8.3.2 Καμπύλες λειτουργίας

Σύμφωνα με τη σχέση 8.3.2, για συγκεκριμένες στροφές λειτουργίας ενός κυκλοφορητή, το γινόμενο  $VH$  είναι σταθερό και εξαρτάται από την ισχύ του. Αυτό σημαίνει ότι, αν αυξηθεί το ένα από τα μεγέθη αυτά, θα μειωθεί το άλλο. Η γραφική απεικόνιση της σχέσης αυτής είναι μια καμπύλη σε σύστημα συντεταγμένων  $V$ - $H$ , που κάθε σημείο της (ζεύγος τιμών) αντιπροσωπεύει μια κατάσταση λειτουργίας, ονομάζεται χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας του κυκλοφορητή και είναι αποφασιστική για την επιλογή του.



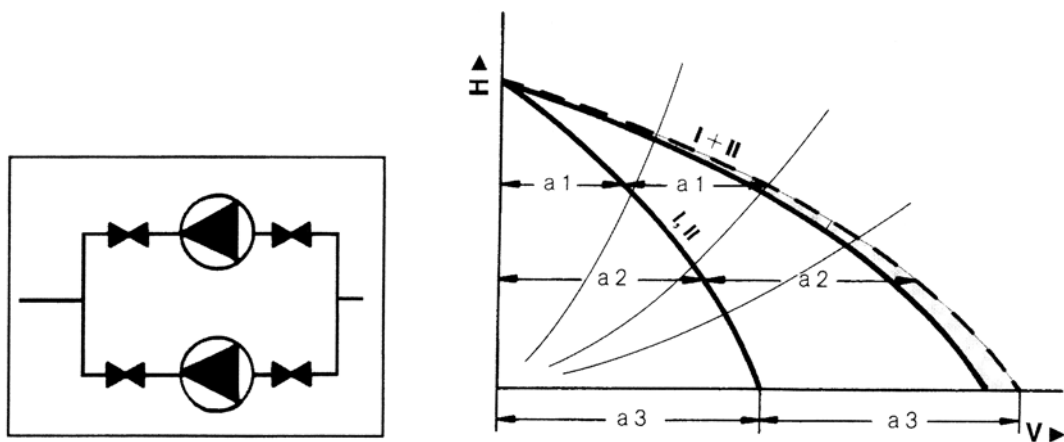
**Εικ. 8.3.γ** Χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας κυκλοφορητή

#### Συνεργασία κυκλοφορητών

Σε ορισμένες (πάντως σπάνιες στην Κεντρική Θέρμανση) περιπτώσεις δεν μπορούν να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις μιας εγκατάστασης από έναν κυκλοφορητή, είτε λόγω πολύ μεγάλης παροχής και μικρού μανομετρικού ύψους είτε λόγω πολύ μεγάλου μανομετρικού και μικρής παροχής. Στις περιπτώσεις αυτές μπορούν να συνδεθούν δύο κυκλοφορητές είτε παράλληλα είτε σε σειρά. Θα περιγράψουμε τη λειτουργία δύο ίδιων κυκλοφορητών, δίνοντας τη μορφή της καμπύλης της συστοιχίας και για τους δύο τρόπους:

- Παράλληλη σύνδεση

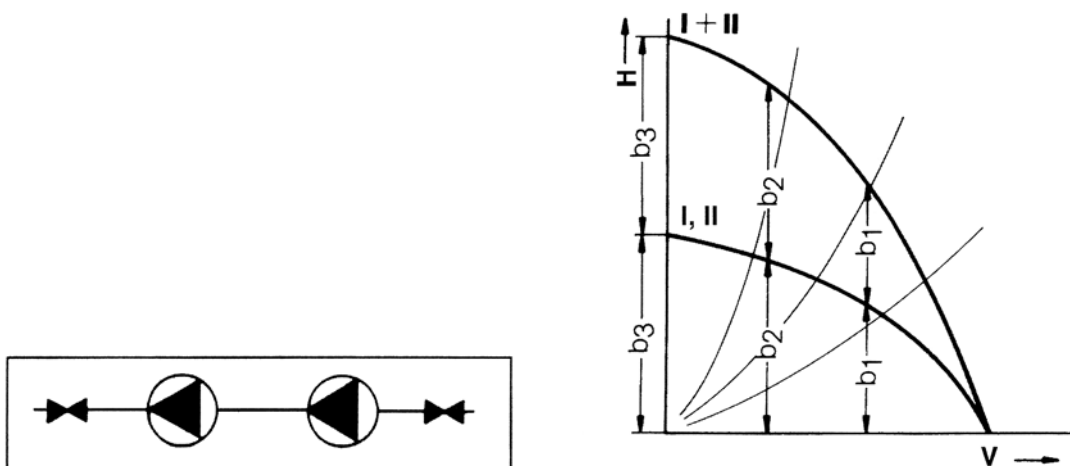
Στη σύνδεση αυτή, για κάθε μανομετρικό η παροχή της συστοιχίας είναι διπλάσια από την αντίστοιχη του κάθε κυκλοφορητή.



Εικ. 8.3.δ Παράλληλη σύνδεση κυκλοφορητών

- Σύνδεση σε σειρά

Στη σύνδεση αυτή, για κάθε παροχή το μανομετρικό της συστοιχίας είναι διπλάσιο από το αντίστοιχο του κάθε κυκλοφορητή.



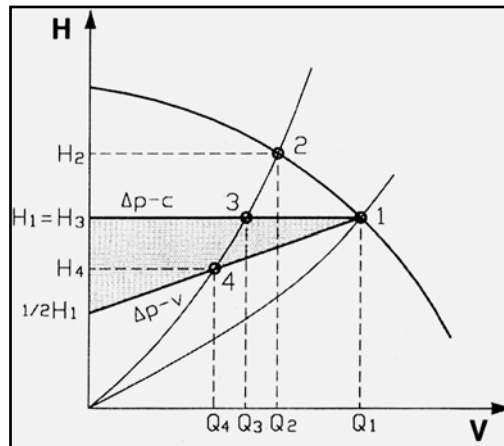
Εικ. 8.3.ε Σύνδεση κυκλοφορητών σε σειρά

### 8.3.3 Η επιλογή του κυκλοφορητή

Είδαμε στην παράγραφο 7.2.3 πώς γίνεται ο υπολογισμός των αντιστάσεων τριβής  $\Delta p$  για τα τμήματα και το δίκτυο στο σύνολό του. Είδαμε ακόμα στις ενότητες 7.1 και 7.2 πώς υπολογίζεται η παροχή του νερού  $V$  που απαιτείται για την εγκατάσταση.

Ο κατάλληλος κυκλοφορητής επιλέγεται με τη βοήθεια των χαρακτηριστικών καμπύλων λειτουργίας διαφόρων τύπων. Το κριτήριο είναι να περιέχει στην καμπύλη του σημείο λειτουργίας με τις τιμές των  $\Delta p$  ( $H$ ) και  $V$  του δικτύου ή παραπλήσιες.





Εικ. 8.3.ζ Σημείο λειτουργίας κυκλοφορητή σε δίκτυο

Ορισμένες φορές απαιτείται η διόρθωση κάποιων επιλογών (κυρίως ρυθμίσεων των διακοπών και ονομαστικής ισχύος των σωμάτων) μετά την επιλογή του κυκλοφορητή και τον προσδιορισμό του σημείου συνεργασίας του με το δίκτυο. Η χρήση του  $H/V$  και των κατάλληλων προγραμμάτων είναι και εδώ πολύ εξυπηρετική και παρέχει μεγάλη οικονομία χρόνου και κόπου. Πάντως απαιτείται και στην περίπτωση αυτή καλή γνώση του αντικειμένου και εμπειρία, ώστε να έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

### Εμπειρική επιλογή κυκλοφορητή

Ορισμένες φορές η εκτίμηση του μεγέθους του κυκλοφορητή γίνεται με βάση τη διάμετρο του σωλήνα στον οποίο θα συνδεθεί. Αυτό είναι αυθαίρετο και πρέπει να αποφεύγεται, γιατί συνήθως οδηγεί σε λάθος επιλογές. Θα δώσουμε πάντως τα όρια μέσα στα οποία κυμαίνονται τα χαρακτηριστικά των κυκλοφορητών για συνηθισμένες εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης κτιρίων (μεγέθους μεσαίας πολυκατοικίας), αφού τονίσουμε ότι οι προσεγγίσεις αυτές έχουν μεγάλες πιθανότητες σφαλμάτων.

- Η παροχή μπορεί να εκτιμηθεί με σχετική ακρίβεια, αν είναι γνωστή η  $\Delta t = t_v - t_r$  της εγκατάστασης, από τη σχέση

$$V = Q_{\lambda} / \Delta t \quad (8.3.6)$$

όπου  $V$  η παροχή σε  $l/h$  και  $Q_{\lambda}$  η ισχύς του λέβητα σε  $kcal/h$ ,

- Για τη διαθέσιμη πίεση έχουμε δύο περιπτώσεις:

α) Για δισωλήνιο σύστημα διανομής  $H = 2,5 \sim 3 \text{ m } \Sigma N$

β) Για μονοσωλήνιο σύστημα διανομής  $H = 4 \sim 6 \text{ m } \Sigma N$

Υπενθυμίζουμε ότι η διαθέσιμη πίεση δεν έχει άμεση σχέση με το ύψος του κτιρίου αλλά με το μήκος των σωληνώσεων.

Τα όρια αυτά των μανομετρικών υψών είναι πολύ μεγάλα για λόγους ασφάλειας. Αν λοιπόν κατά τη δοκιμή αποδειχτεί το μέγεθος που επιλέχτηκε μεγάλο (θόρυβοι ροής), μπορεί να στραγγαλιστεί η ροή από τους διακόπτες της γραμμής του κυκλοφορητή, ώστε να απορροφηθεί ένα μέρος του διαθέσιμου μανομετρικού. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι πολύ

εξυπηρετική η δυνατότητα ρύθμισης στροφών του κυκλοφορητή, που την έχουν πολλοί σύγχρονοι τύποι. Υπενθυμίζουμε τη σχέση μεταξύ στροφών και μανομετρικού (8.3.4):

$$H_1 / H_2 = (n_1 / n_2)^2.$$

### Παράδειγμα

Έστω ότι θέλουμε να εκτιμήσουμε τα χαρακτηριστικά κυκλοφορητή για πολυκατοικία με θερμική ισχύ 60.000 kcal / h και μονοσωλήνιο σύστημα διανομής. Αν δεχτούμε  $\Delta t = 15^\circ \text{C}$ , μπορούμε σαν πρώτη επιλογή να επιλέξουμε κυκλοφορητή με:

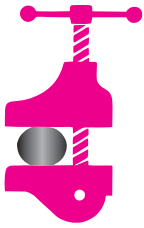
- παροχή  $V = 60.000 / 15 = 4.000 \text{ l/h}$  ή  $4 \text{ m}^3 / \text{h}$
- και μανομετρικό ύψος  $H = 4 \div 5 \text{ m ΣN}$ .

Μια πιο καλή προσέγγιση του απαιτούμενου μανομετρικού, αφού εκτιμηθούν τα μήκη των σωληνώσεων, μπορεί να γίνει με τη βοήθεια της σχέσης (7.2.2)  $\Delta p = L R$  και των εξής ορίων:

- Για τις κεντρικές στήλες θεωρούμε πτώση πίεσης 10 ~ 20 mm Σ.N. ανά m μήκους των σωλήνων και προσαυξάνουμε τη συνολική πτώση κατά 20 ~ 40 % για τις αντιστάσεις των εξαρτημάτων.
- Για κυκλώματα μονοσωλήνιου συστήματος από χαλκοσωλήνα, θεωρούμε πτώση πίεσης 40 ~ 60 mm Σ.N. ανά m μήκους των σωλήνων και προσαυξάνουμε τη συνολική πτώση κατά 50 ~ 70 % για τις αντιστάσεις των εξαρτημάτων.
- Το σύνολο που θα προκύψει από τις  $\Delta p$  των σωληνώσεων το προσαυξάνουμε κατά 15 ~ 20 % για τις αντιστάσεις των στοιχείων του λεβητοστασίου.

Επαναλαμβάνουμε πάντως ότι οι προσεγγίσεις αυτές έχουν μεγάλες πιθανότητες σφαλμάτων και για τις σωστές επιλογές απαιτείται η πλήρης μελέτη του συγκεκριμένου δικτύου και η πιστή εφαρμογή της.





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κυκλοφορητής είναι μια ηλεκτροκίνητη φυγοκεντρική αντλία με ενσωματωμένο στο κέλυφός της τον ηλεκτροκινητήρα. Είναι ανθεκτικός σε θερμοκρασίες της τάξης των 120 °C, υδρολίπαντος και δεν απαιτεί συντήρηση. Καλύπτει τις απώλειες της ροής λόγω των τριβών και εξασφαλίζει την επιθυμητή παροχή στο δίκτυο.

Χαρακτηριστικά μεγέθη του είναι:

- Η ισχύς  $P_a$  (σε W),
- Ο βαθμός απόδοσης  $\eta$ .

Αν είναι  $P_k$  η ισχύς του κινητήρα της, τότε είναι

$$\eta = P_a / P_k$$

- Η παροχή  $V$  (σε  $m^3 / h$  ή  $l / h$ ) και
- Το “μανομετρικό ύψος”  $H$  (σε mm ή m ΣΝ).
- Αν χρησιμοποιήσουμε τις μονάδες του S.I., όλα τα παραπάνω μεγέθη συνδέονται με τη σχέση:

$$P_a = V H \rho g$$

όπου  $\rho$  η πυκνότητα του υγρού και  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Η επιλογή του γίνεται από τα διαγράμματα των κατασκευαστών με βάση την παροχή και το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος της εγκατάστασης.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιος είναι ο ρόλος του κυκλοφορητή στο δίκτυο Κεντρικής Θέρμανσης;
2. Ποια είναι τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ενός κυκλοφορητή και με ποια σχέση συνδέονται;
3. Γιατί είναι προτιμότερο να συνδέεται ο κυκλοφορητής στην προσαγωγή του δικτύου;
4. Τι είναι η χαρακτηριστική καμπύλη κυκλοφορητή;
5. Με ποια δεδομένα επιλέγουμε κυκλοφορητή από τη χαρακτηριστική του καμπύλη;
6. Να αναφέρετε τα συνήθη όρια διακύμανσης του μανομετρικού των κυκλοφορητών στην Κεντρική Θέρμανση,
7. Ποιον κυκλοφορητή θα διαλέγατε από τις καμπύλες του βιβλίου για  $V = 6.000 l/h$  και  $H = 3.600 \text{ mm ΣΝ}$ ;

## **ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ – BOILERS**

**9.1 ΕΙΔΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ**

**9.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

**9.3 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ**

**9.4 Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ**

**9.5 ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ (BOILERS)**





### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

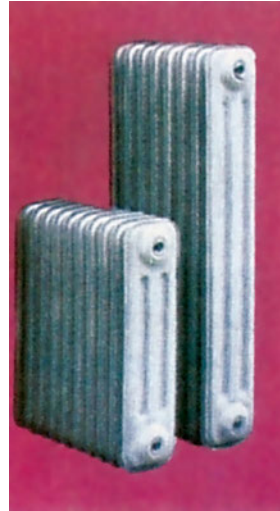
- Να κατατάσσετε τα θερμαντικά σώματα με βάση λειτουργικά κριτήρια.
- Να αναφέρετε τα βασικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους και να κάνετε τις σχετικές συγκρίσεις.
- Να περιγράψετε τον τρόπο επιλογής των θερμαντικών σωμάτων (ως προς το μέγεθος) και να τον εφαρμόζετε σε απλές περιπτώσεις.
- Να αναφέρετε τα είδη και τα χαρακτηριστικά στοιχεία των παρασκευαστήρων ζεστού νερού χρήσης.

#### 9.1 ΕΙΔΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Τα θερμαντικά σώματα είναι οι εναλλάκτες με τη βοήθεια των οποίων η θερμότητα που μεταφέρεται από το φορέα αποδίδεται στο χώρο που πρόκειται να θερμανθεί. Κοινό στοιχείο κατασκευής των διάφορων τύπων είναι μια κατάλληλη διαμόρφωση του “αγωγού” μέσα στον οποίο ρέει ο φορέας σε ποικιλία μορφών και διαστάσεων, ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική συναλλαγή με τον αέρα του χώρου. Η λειτουργία τους βασίζεται και στους τρεις τρόπους μετάδοσης της θερμότητας, Έτσι έχουμε συναγωγή (μεταφορά) από την κίνηση των δύο ρευστών (νερού και αέρα, μέσα και έξω από το σώμα), αγωγιμότητα μέσα από τα τοιχώματα του “αγωγού” του σώματος και ακτινοβολία της εξωτερικής του επιφάνειας,

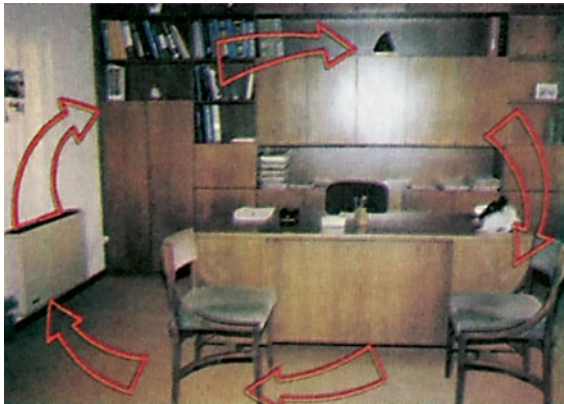
Με βάση τον τρόπο που μεταδίδεται, από το σώμα στο χώρο, το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας, έχουμε τις εξής διακρίσεις:

- Τα σώματα ακτινοβολίας (**radiators**), που είναι και τα πιο διαδεδομένα, Τα συναντάμε σε μεγάλη ποικιλία μορφών και διαστάσεων με κοινό χαρακτηριστικό τη μεγάλη εξωτερική επιφάνεια. Αυτή επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους (με πολλά παράλληλα στοιχεία ή ενιαία), που οδηγούν και σε διαφορετικές κατανομές της συνολικής μετάδοσης ανάμεσα στους τρόπους με τους οποίους αυτή πραγματοποιείται. Στα κοινά θερμαντικά σώματα με πολλές παράλληλες μικρές επιφάνειες (**στοιχεία ή φέτες**) το ποσοστό της μετάδοσης με ακτινοβολία (ως προς τη συνολική) είναι μικρότερο σε σύγκριση με εκείνο των σωμάτων με μεγάλες ενιαίες επιφάνειες (**άβακες- panels**).

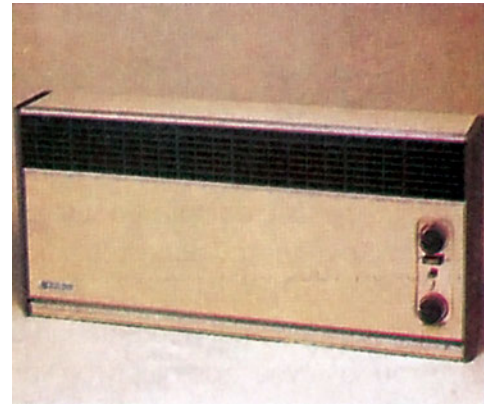


Εικ. 9.1.α Σώματα ακτινοβολίας

- Τα σώματα μεταφοράς (**convectors**), όπου διευκολύνεται η κυκλοφορία του αέρα γύρω από το σώμα με κατάλληλες διαμορφώσεις, όπως οδηγητικά ελάσματα και πτερύγια διάφορων μορφών. Τα πτερύγια συντελούν και στην αύξηση της επιφάνειας συναλλαγής της θερμότητας. Για εντονότερη κυκλοφορία του αέρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ανεμιστήρας, οπότε έχουμε τα **fan convectors**.

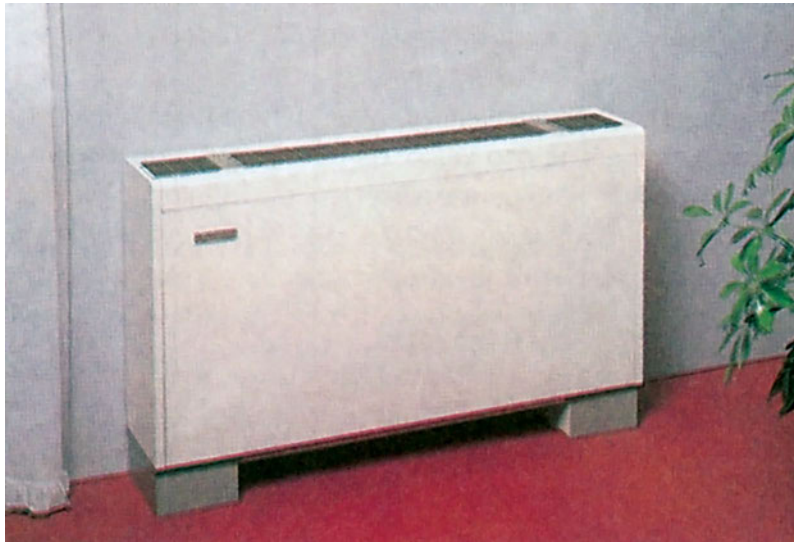


Εικ. 9.1.β α) convector φυσικής κυκλοφορίας



β) fan convector

Τέλος, όταν πρόκειται για μεγάλη ισχύ και απαίτηση και θερινής λειτουργίας (ψύξης), έχουμε σώματα με στοιχεία μεγάλου μήκους (τύπου “σερπαντίνας” πτερυγιοφόρων σωλήνων) και ανεμιστήρα, τα λεγόμενα **fan coils**.



Εικ. 9.1.γ Fan Coil

## 9.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 9.2.1 Υλικά κατασκευής

Το πιο διαδεδομένο υλικό κατασκευής θερμαντικών σωμάτων είναι χαλυβδοέλασμα με ελάχιστο πάχος 1,25 mm. Διαμορφώνεται, ώστε να δημιουργήσει τους διάφορους τύπους “αγωγού” του νερού, ανάλογα με το είδος του σώματος, τις εξωτερικές επιφάνειες του σώματος και τις οδηγητικές διατάξεις των convectors.

Παλαιότερα είχαν μεγάλη διάδοση τα χυτοσιδηρά (μαντεμένια) σώματα, σήμερα όμως η χρήση τους είναι περιορισμένη.

Αρκετά διαδεδομένα είναι και τα σώματα από κράματα αλουμινίου, που κατασκευάζονται συνήθως χυτοπρεσαριστά.

Τέλος, σε μικρή κλίμακα, χρησιμοποιείται και ο χαλκός, κυρίως ως υλικό κατασκευής σωλήνων των convectors και ειδικής μορφής σωληνωτών σωμάτων (π.χ. “κρεμάστρες” μπάνιου).

### 9.2.2 Μορφή και διαστάσεις

Οι κατασκευαστές σωμάτων, στην προσπάθεια να επιτύχουν καλές αποδόσεις και να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις κάθε είδους χώρου και αισθητικής αντίληψης, έχουν δημιουργήσει ένα πλήθος μορφών και διαστάσεων.

Σε πολλές περιπτώσεις, όπως στα κοινά radiators (βλέπε πίνακα 9,2,1), υπάρχει πλήρης τυποποίηση ως προς τις διαστάσεις και τις αποδόσεις τους. Επίσης, κάθε κατασκευαστής ειδικού τύπου εφαρμόζει τυποποίηση στα προϊόντα του. Όλες οι σχετικές πληροφορίες υπάρχουν στα τεχνικά εγχειρίδια και φυλλάδια των κατασκευαστών.

Πίνακας 9.2.1 Τυποποιημένα χαρακτηριστικά θερμ. σωμάτων

Αριθμός Συσκευών	Μίκτος οόματος άνευ πομπών κη.	ΔΙΣΤΗΛΛΑ				ΤΡΙΣΤΗΛΛΑ				ΤΕΤΡΑΣΤΗΛΛΑ															
		905	655	505	355	905	655	505	355	905	655	505	355												
		M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H	M <sup>2</sup> kcal/H												
1	38	0,20	90	0,15	70	0,12	55	0,09	45	0,30	130	0,23	100	0,18	80	0,14	65	0,42	170	0,32	135	0,25	110	0,19	85
2	76	0,40	180	0,30	140	0,24	110	0,18	90	0,60	260	0,46	200	0,36	160	0,28	130	0,84	340	0,64	270	0,50	220	0,38	170
3	114	0,60	270	0,45	210	0,36	165	0,27	135	0,90	390	0,69	300	0,54	240	0,42	195	1,26	510	0,96	405	0,75	330	0,57	255
4	152	0,80	360	0,60	280	0,48	220	0,36	180	1,20	520	0,92	400	0,72	320	0,56	260	1,68	680	1,28	540	1,00	440	0,76	340
5	190	1,00	450	0,75	350	0,60	275	0,45	225	1,50	650	1,15	500	0,90	400	0,70	325	2,10	850	1,60	675	1,25	550	0,95	425
6	228	1,20	540	0,90	420	0,72	330	0,54	270	1,80	780	1,38	600	1,08	480	0,84	390	2,52	1020	1,92	810	1,50	660	1,14	510
7	266	1,40	630	1,05	490	0,84	385	0,63	315	2,10	910	1,61	700	1,26	560	0,98	455	2,94	1190	2,24	945	1,75	770	1,33	595
8	304	1,60	720	1,20	560	0,96	440	0,72	360	2,40	1040	1,84	800	1,44	640	1,12	520	3,36	1360	2,56	1080	2,00	880	1,52	680
9	342	1,80	810	1,35	630	1,08	495	0,81	405	2,70	1170	2,07	900	1,62	720	1,26	585	3,78	1530	2,88	1215	2,25	990	1,71	765
10	380	2,00	900	1,50	700	1,20	550	0,90	450	3,00	1300	2,30	1000	1,80	800	1,40	650	4,20	1700	3,20	1350	2,50	1100	1,90	850
11	418	2,20	990	1,65	770	1,32	605	0,99	495	3,30	1430	2,53	1100	1,98	880	1,54	715	4,62	1870	3,52	1485	2,75	1210	2,09	935
12	456	2,40	1080	1,80	840	1,44	660	1,08	540	3,60	1560	2,76	1200	2,16	960	1,68	780	5,04	2040	3,84	1620	3,00	1320	2,28	1020
13	494	2,60	1170	1,95	910	1,56	715	1,17	585	3,90	1690	2,99	1300	2,34	1040	1,82	845	5,46	2210	4,16	1755	3,25	1430	2,47	1105
14	532	2,80	1260	2,10	980	1,68	770	1,26	630	4,20	1820	3,22	1400	2,52	1120	1,96	910	5,88	2380	4,48	1890	3,50	1540	2,66	1190
15	570	3,00	1350	2,25	1050	1,80	825	1,35	675	4,50	1950	3,45	1500	2,70	1200	2,10	975	6,30	2550	4,80	2025	3,75	1650	2,85	1275
16	608	3,20	1440	2,40	1120	1,92	880	1,44	720	4,80	2080	3,68	1600	2,88	1280	2,24	1040	6,72	2720	5,12	2160	4,00	1760	3,04	1360
17	646	3,40	1530	2,55	1190	2,04	935	1,53	765	5,10	2210	3,91	1700	3,06	1360	2,38	1105	7,14	2890	5,44	2295	4,25	1870	3,23	1445
18	684	3,60	1620	2,70	1260	2,16	990	1,62	810	5,40	2340	4,14	1800	3,24	1440	2,52	1170	7,56	3060	5,76	2430	4,50	1980	3,42	1530
19	722	3,80	1710	2,85	1330	2,28	1045	1,71	855	5,70	2470	4,37	1900	3,42	1520	2,66	1235	7,98	3230	6,08	2565	4,75	2090	3,61	1615
20	760	4,00	1800	3,00	1400	2,40	1100	1,80	900	6,00	2600	4,60	2000	3,60	1600	2,80	1300	8,40	3400	6,40	2700	5,00	2200	3,80	1700
21	798	4,20	1890	3,15	1470	2,52	1155	1,89	945	6,30	2730	4,83	2100	3,78	1680	2,94	1365	8,82	3570	6,72	2835	5,25	2310	3,99	1785
22	836	4,40	1980	3,30	1540	2,64	1210	1,98	990	6,60	2860	5,06	2200	3,96	1760	3,08	1430	9,24	3740	7,04	2970	5,50	2420	4,18	1870
23	874	4,60	2070	3,45	1610	2,76	1265	2,07	1035	6,90	2990	5,29	2300	4,14	1840	3,22	1495	9,66	3910	7,36	3105	5,75	2530	4,37	1955
24	912	4,80	2160	3,60	1680	2,88	1320	2,16	1080	7,20	3120	5,52	2400	4,32	1920	3,36	1560	10,08	4080	7,68	3240	6,00	2640	4,56	2040
25	950	5,00	2250	3,75	1750	3,00	1375	2,25	1125	7,50	3250	5,75	2500	4,50	2000	3,50	1625	10,50	4250	8,00	3375	6,25	2750	4,75	2125
26	988	5,20	2340	3,90	1820	3,12	1430	2,34	1170	7,80	3380	5,98	2600	4,68	2080	3,64	1690	10,92	4420	8,32	3510	6,50	2860	4,94	2210
27	1026	5,40	2430	4,05	1890	3,24	1485	2,43	1215	8,10	3510	6,21	2700	4,86	2160	3,78	1755	11,34	4590	8,64	3645	6,75	2970	5,13	2295
28	1064	5,60	2520	4,20	1960	3,36	1540	2,52	1260	8,40	3640	6,44	2800	5,04	2240	3,92	1820	11,76	4760	8,96	3780	7,00	3080	5,32	2380
29	1102	5,80	2610	4,35	2030	3,48	1595	2,61	1305	8,70	3770	6,67	2900	5,22	2320	4,06	1885	12,18	4930	9,28	3915	7,25	3190	5,51	2465
30	1140	6,00	2700	4,50	2100	3,60	1650	2,70	1350	9,00	3900	6,90	3000	5,40	2400	4,20	1950	12,60	5100	9,60	4050	7,50	3300	5,70	2550
31	1178	6,20	2790	4,65	2170	3,72	1705	2,79	1395	9,30	4030	7,13	3100	5,58	2480	4,34	2015	13,02	5270	9,92	4185	7,75	3410	5,89	2635
32	1216	6,40	2880	4,80	2240	3,84	1760	2,88	1440	9,60	4160	7,36	3200	5,76	2560	4,48	2080	13,44	5440	10,24	4320	8,00	3520	6,08	2720
33	1254	6,60	2970	4,95	2310	3,96	1815	2,97	1485	9,90	4290	7,59	3300	5,94	2640	4,62	2145	13,86	5610	10,56	4455	8,25	3620	6,27	3805
34	1292	6,80	3060	5,10	2380	4,08	1870	3,06	1530	10,20	4420	7,82	3400	6,12	2720	4,76	2210	14,28	5780	10,88	4590	8,50	3740	6,46	2890
35	1330	7,00	3150	5,25	2450	4,20	1925	3,15	1575	10,50	4550	8,05	3500	6,30	3800	4,90	2275	14,70	5950	11,20	4725	8,75	3850	6,65	2975
36	1368	7,20	3240	5,40	2520	4,32	1980	3,24	1620	10,80	4680	8,28	3600	6,48	2880	5,04	2340	15,12	6120	11,52	4860	9,00	3960	6,84	3060
37	1406	7,40	3330	5,55	2590	4,44	2035	3,33	1665	11,10	4810	8,51	3700	6,66	2960	5,18	2405	15,54	6290	11,84	4995	9,25	4070	7,03	3145
38	1444	7,60	3420	5,70	2660	4,56	2090	3,42	1710	11,40	4940	8,74	3800	6,84	3040	5,32	2470	15,96	6460	12,16	5130	9,50	4180	7,22	3230
39	1482	7,80	3510	5,85	2730	4,68	2145	3,51	1755	11,70	5070	8,97	3900	7,02	3120	5,46	2535	16,38	6630	12,48	5265	9,75	4290	7,41	3315
40	1520	8,00	3600	6,00	2800	4,80	2200	3,60	1800	12,00	5200	9,20	4000	7,20	3200	5,60	2600	16,80	6800	12,80	5400	10,00	4400	7,60	3400

## 9.3 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ

### 9.3.1 Από πλευράς υλικού

Ο χυτοσίδηρος έχει μεγάλη ειδική θερμοχωρητικότητα και προσφέρεται για θερμικές εφαρμογές από την άποψη αυτή. Πράγματι, παρουσιάζει μεν μια καθυστέρηση στην αρχική του θέρμανση, αλλά “αποταμιεύει” μεγάλα θερμικά ποσά και κατά συνέπεια εξακολουθεί να αποδίδει για αρκετό χρόνο μετά τη διακοπή της λειτουργίας της εγκατάστασης. Ο τρόπος όμως κατασκευής των μαντεμένων σωμάτων (χύτευση) και το μεγάλο ειδικό βάρος του υλικού οδηγεί σε ογκώδεις και βαριές κατασκευές. Έτσι, η χρήση τους είναι περιορισμένη.

Ο χάλυβας παρουσιάζει τα περισσότερα πλεονεκτήματα από πλευράς και ιδιοτήτων και κατασκευαστικών διαδικασιών. Με την εξέλιξη των βαφών περιορίστηκε και το μειονέκτημα της διάβρωσής του. Έτσι, έχει κυριαρχήσει μαζί με τα κράματα του ΑΙ ως υλικό θερμαντικών σωμάτων.

Τα κράματα του αλουμινίου έχουν το πλεονέκτημα του μικρότερου ειδικού βάρους και της αντοχής στη διάβρωση. Επίσης μπορούν να δώσουν σώματα εξαιρετικής εμφάνισης. Η μικρότερη ειδική θερμοχωρητικότητα του αλουμινίου εξασφαλίζει γρήγορη θέρμανση του σώματος, αλλά και η ψύξη του, μετά τη διακοπή λειτουργίας, είναι σύντομη.

### 9.3.2 Από πλευράς μορφής και διαστάσεων

Τα σώματα που βασίζονται στην κυκλοφορία του αέρα πλεονεκτούν από την άποψη της ταχύτητας θέρμανσης του χώρου και της πιο ομοιόμορφης κατανομής της θερμότητας. Τα στοιχεία αυτά είναι σημαντικά, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις χώρων μεγάλων διαστάσεων. Απαιτείται όμως προσοχή στην τοποθέτησή τους, ώστε να μην εμποδίζεται η κυκλοφορία του αέρα. Αντίστοιχη προσοχή απαιτείται και για την τοποθέτηση των σωμάτων ακτινοβολίας, κυρίως ως προς το να μην καλύπτεται η επιφάνειά τους.

Η μορφή του σώματος καθορίζεται κατά κύριο λόγο από τα χαρακτηριστικά του χώρου που θα τοποθετηθεί. Οι διαστάσεις, όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο, εξαρτώνται από την απαιτούμενη θερμική ισχύ. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το περιεχόμενο του σώματος σε νερό. Αν είναι μικρό, εκτός από το πλεονέκτημα του συνολικού βάρους, εξασφαλίζει και ταχύτερη θέρμανση του σώματος.

## 9.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

### 9.4.1 Γενικά στοιχεία

Το βασικό τεχνικό μέγεθος που χαρακτηρίζει ένα θερμαντικό σώμα είναι η θερμική ισχύς ή απόδοσή του. Μετρείται σε kW ή kcal / h και αναγράφεται, για κάθε τύπο και μέγεθος, στα φυλλάδια των κατασκευαστών. Αφού λοιπόν γίνει η επιλογή του είδους του σώματος με βάση τα λειτουργικά κριτήρια που προαναφέραμε, τα χαρακτηριστικά του χώρου και τα οικονομικά δεδομένα, η επιλογή του μεγέθους γίνεται με κριτήριο την απόδοσή του, που πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τις θερμικές απώλειες του χώρου.

Πρέπει να τονιστεί εδώ ότι οι αποδόσεις των σωμάτων δίνονται για συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας και διαφοροποιούνται αν αυτές αλλάξουν. Οι συνθήκες λειτουργίας εκφράζονται με την **ενεργό θερμοκρασιακή διαφορά** ( $t_{ev}$ ) σώματος - χώρου, που ορίζεται ως εξής:

Αν είναι  $t_v$  η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο σώμα και  $t_r$  η θερμοκρασία εξόδου, τότε η **μέση θερμοκρασία** σώματος  $t_m$  είναι

$$t_m = (t_v + t_r) / 2. \quad (9.4.1)$$

Η  $t_{ev}$  ισούται με τη διαφορά της  $t_m$  από την επιθυμητή θερμοκρασία  $t_x$  του χώρου. Είναι δηλαδή



$$t_{ev} = t_m - t_x \quad (9.4.2)$$

### Παράδειγμα

Για  $t_v = 90^\circ\text{C}$ ,  $t_r = 70^\circ\text{C}$  και  $t_x = 20^\circ\text{C}$ , είναι

$$t_{ev} = [(90 + 70) / 2] - 20 = 60^\circ\text{C}.$$

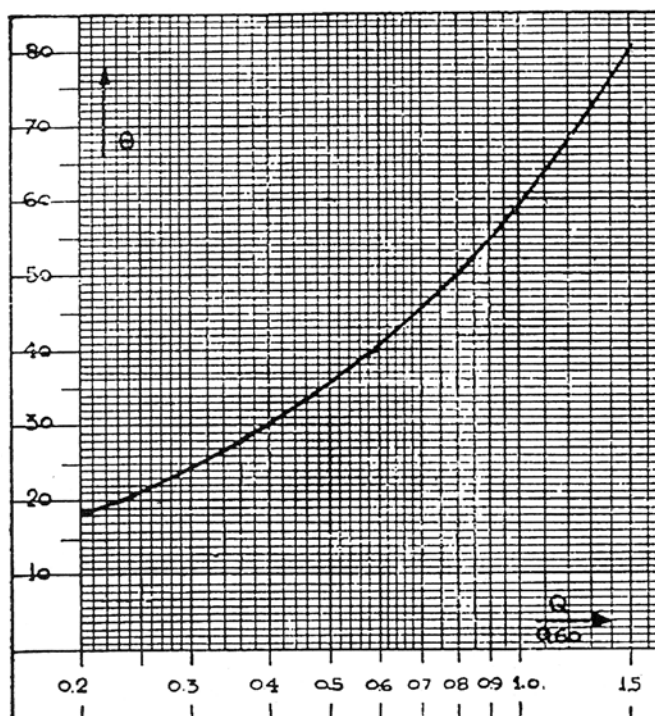
Αυτή είναι και η πιο συνηθισμένη τιμή που συναντάμε στους πίνακες των κατασκευαστών.

Αν έχουμε διαφορετικές συνθήκες, όπως πολύ συχνά συμβαίνει στο μονοσωλήνιο σύστημα αλλά και σε άλλες περιπτώσεις, πρέπει να υπολογίσουμε την πραγματική απόδοση του σώματος με τη βοήθεια της ονομαστικής (που δίνεται π.χ. για  $t_{ev} = 60^\circ\text{C}$ ) και της νέας  $t_{ev}$ .

Αν είναι  $Q_{60}$  η ονομαστική απόδοση για  $t_{ev} = 60^\circ\text{C}$  και  $Q$  η πραγματική για μια άλλη τιμή  $t'_{ev}$ , ο συντελεστής διόρθωσης είναι

$$\sigma_\delta = Q / Q_{60} = (t'_{ev} / 60)^{1,33} \quad (9.4.3)$$

Για διευκόλυνση των υπολογισμών υπάρχουν διάφορα νομογραφήματα και πίνακες, όπως αυτός της Εικ. 9.4.α, που δίνουν εύκολα την πραγματική ισχύ, έχοντας λύσει τη σχέση 9.4.3 για διάφορες  $t'_{ev}$ .



Εικ. 9.4.α Διάγραμμα διόρθωσης απόδοσης σώματος

**Παράδειγμα**

Έστω ότι είναι  $t_v = 90^\circ\text{C}$  και  $t_r = 80^\circ\text{C}$ , Αν  $t_x = 20^\circ\text{C}$ , τότε είναι

$$t'_{ev} = [(90+80) / 2] - 20 = 65^\circ\text{C}$$

και από το διάγραμμα παίρνουμε συντελεστή διόρθωσης ίσο με 1,12. Αυτό σημαίνει ότι  $Q / Q_{60} = 1,12$  και κατά συνέπεια σώμα ονομαστικής απόδοσης  $Q_{60} = 1000 \text{ kcal / h}$  θα έχει πραγματική  $Q = 1,12 Q_{60} = 1120 \text{ kcal / h}$ .

Αντίστροφα, αν ζητάμε σώμα πραγματικής απόδοσης  $Q = 2000 \text{ kcal / h}$ , (για τις ίδιες συνθήκες) θα επιλέξουμε εκείνο που έχει ονομαστική  $Q_{60} = Q / 1,12 = 1786 \text{ kcal / h}$ .

**9.4.2 Επιλογή στο μονοσωλήνιο σύστημα**

Η διόρθωση της απόδοσης των θερμαντικών σωμάτων είναι μια επιβεβλημένη διαδικασία ιδίως στο μονοσωλήνιο σύστημα για τον εξής λόγο: Επειδή τα σώματα τροφοδοτούνται “σε σειρά” ως προς την τάξη τοποθέτησης, κάθε επόμενο τροφοδοτείται με νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας, αφού μέρος του θερμικού φορτίου έχει αποδοθεί στο προηγούμενο σώμα. Έτσι το κάθε σώμα έχει τη δική του  $t_{ev}$  που εξαρτάται από τα στοιχεία της διανομής, δηλαδή τη σειρά σώματος στο βρόχο, τα θερμικά φορτία των προηγούμενων σωμάτων, τις θερμοκρασίες  $t_v$  και  $t_r$  του βρόχου και τις προρρυθμίσεις των παροχών.

Υπενθυμίζουμε ότι με την προρρύθμιση του τετράοδου διακόπτη του σώματος κανονίζουμε τι ποσοστό της παροχής θα περάσει από το σώμα και τι ποσοστό (προφανώς το υπόλοιπο από το 100%) θα το παρακάμψει. Τα αποτελέσματα των διάφορων επιλογών προρρύθμισης θα περιγράψουμε στο παράδειγμα που ακολουθεί.

Έτσι προκύπτουν, ανάλογα με τα στοιχεία αυτά, διάφορων τιμών συντελεστές διόρθωσης, άλλοτε μεγαλύτεροι (για τα πρώτα σώματα) και άλλοτε μικρότεροι (για τα τελευταία) από τη μονάδα. Αυτός είναι και ο λόγος που προτιμάμε να τροφοδοτούνται πρώτα τα σώματα που πρέπει να καλύψουν τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, Πράγματι με συντελεστή διόρθωσης μεγαλύτερο από τη μονάδα, θα επιλέξουμε τελικά σώμα μικρότερης ονομαστικής απόδοσης, άρα μικρότερου μεγέθους και οικονομικότερο.

**Παράδειγμα**

Για να γίνει κατανοητή η διαδικασία επιλογής στο μονοσωλήνιο σύστημα, θα υπολογίσουμε τα σώματα ενός απλού βρόχου:

Έστω ότι έχουμε δύο σώματα (1) και (2) για χώρους με θερμικές απαιτήσεις 1800 και 1500 kcal/h αντίστοιχα. Έστω ακόμα ότι η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού είναι  $t_v = 90^\circ\text{C}$ .

Επιλέγουμε για το βρόχο  $\Delta t = 15^\circ\text{C}$ , οπότε η παροχή θα είναι

$$V = Q/\Delta t = (1800+1500) / 15 = 220 \text{ l/h.}$$

Θα υπολογίσουμε τα σώματα για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις προρρύθμισης της τροφοδότησής τους, ώστε να φανούν και τα αποτελέσματα των διαφορετικών αυτών επιλογών.

α) Προρρυθμηση 100% και για τα δύο σώματα.

Είναι  $V_1 = V_2 = 220$  l/h, και επομένως

$$\Delta t_1 = 1800 / 220 = 8,18^\circ\text{C} \text{ και } \Delta t_2 = 1500 / 220 = 6,82^\circ\text{C}.$$

Για το πρώτο σώμα θα είναι  $t_{v1} = 90^\circ\text{C}$  και  $t_{r1} = 90 - 8,18 = 81,82^\circ\text{C}$ .

Για το δεύτερο θα είναι προφανώς  $t_{v2} = t_{r1} = 81,82^\circ\text{C}$  και

$$t_{r2} = 81,82 - 6,82 = 75^\circ\text{C}$$

(αναμενόμενο, αφού υπολογίστηκε η παροχή με επιλογή  $\Delta t = 15^\circ\text{C}$  για το βρόχο).

Είναι λοιπόν  $t_{ev1} = [(90 + 81,82) / 2 - 20] = 65,9^\circ\text{C}$  και

$$t_{ev2} = [(81,82 + 75) / 2 - 20] = 58,4^\circ\text{C}.$$

Από το διάγραμμα λοιπόν της εικ. 9.4.α, παίρνουμε συντελεστές διόρθωσης  $\sigma_{\delta 1} = 1,15$  και  $\sigma_{\delta 2} = 0,97$ . Θα διαλέξουμε λοιπόν σώματα με ονομαστικές αποδόσεις (για  $t_{ev} = 60^\circ\text{C}$ ) με τιμές αντίστοιχα

$$Q_1 = 1800 / 1,15 = 1565 \text{ kcal/h} \text{ και}$$

$$Q_2 = 1500 / 0,97 = 1546 \text{ kcal/h}.$$

β) Προρρυθμηση 50% για το πρώτο και 100% για το δεύτερο σώμα.

Τώρα θα είναι  $V_1 = 220 \times 0,50 = 110$  l/h και  $V_2 = 220$  l/h. Επομένως

$$\Delta t_1 = 1800 / 110 = 16,36^\circ\text{C} \text{ και } \Delta t_2 = 1500 / 220 = 6,82^\circ\text{C}.$$

Για το πρώτο σώμα  $t_{v1} = 90^\circ\text{C}$  και  $t_{r1} = 90 - 16,36 = 73,64^\circ\text{C}$ .

Το δεύτερο τροφοδοτείται κατά 50% με νερό  $90^\circ\text{C}$  (παράκαμψη) και κατά 50% με νερό  $73,64^\circ\text{C}$  (έξοδος από το πρώτο). Άρα θα είναι

$$t_{v2} = (90 + 73,64) / 2 = 81,82^\circ\text{C} \text{ και } t_{r2} = 81,82 - 6,82 = 75^\circ\text{C}.$$

Είναι λοιπόν  $t_{ev1} = [(90 + 73,64) / 2 - 20] = 61,82^\circ\text{C}$  και

$$t_{ev2} = [(81,82 + 75) / 2 - 20] = 58,4^\circ\text{C}.$$

Από το διάγραμμα τώρα της εικ. 9.4.α, παίρνουμε συντελεστές διόρθωσης  $\sigma_{\delta 1} = 1,05$  και  $\sigma_{\delta 2} = 0,97$ . Θα διαλέξουμε λοιπόν σώματα με ονομαστικές αποδόσεις (για  $t_{ev} = 60^\circ\text{C}$ ) με τιμές αντίστοιχα

$$Q_1 = 1800 / 1,05 = 1714 \text{ kcal/h} \text{ και}$$

$$Q_2 = 1500 / 0,97 = 1546 \text{ kcal/h}.$$

γ) Προρρυθμηση 50% και για τα δύο σώματα.

$V_1 = V_2 = 220 \times 0,50 = 110$  l/h.

Επομένως  $\Delta t_1 = 1800 / 110 = 16,36^\circ\text{C}$  και  $\Delta t_2 = 1500 / 110 = 13,64^\circ\text{C}$ .

$t_{v1} = 90^\circ\text{C}$  και  $t_{r1} = 90 - 16,36 = 73,64^\circ\text{C}$ , όπως και προηγουμένως.

Για το δεύτερο σώμα θα είναι  $t_{v2} = (90 + 73,64) / 2 = 81,82^\circ\text{C}$ , όπως και προηγουμένως, αλλά  $t_{r2} = 81,82 - 13,64 = 68,18^\circ\text{C}$ .

Άρα  $t_{ev1} = [(90 + 73,64) / 2 - 20] = 61,82^\circ\text{C}$  και

$$t_{ev2} = [(81,82 + 68,18) / 2 - 20] = 55^\circ\text{C}.$$

Από το διάγραμμα παίρνουμε συντελεστές διόρθωσης  $\sigma_{\delta 1} = 1,05$  και  $\sigma_{\delta 2} = 0,90$ , Θα διαλέξουμε λοιπόν σώματα με ονομαστικές αποδόσεις (για  $t_{ev} = 60^\circ\text{C}$ ) με τιμές αντίστοιχα

$$Q_1 = 1800 / 1,05 = 1714 \text{ kcal/h και}$$

$$Q_2 = 1500 / 0,90 = 1667 \text{ kcal/h.}$$

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα των τριών αυτών διαφορετικών επιλογών, διαπιστώνουμε ότι η  $t_{ev}$  κάθε σώματος εξαρτάται:

α) από τη θερμοκρασία εισόδου του νερού  $t_r$  και κατά συνέπεια από την πραγματική απόδοση των προηγούμενων του (κατά σειρά τροφοδότησης) στο βρόχο.

β) από την προρρυθμισή του και όχι από την προρρύθμιση των προηγούμενων του.

Επομένως τα σώματα που πρέπει να καλύψουν τα μεγαλύτερα θερμικά φορτία πρέπει να τροφοδοτούνται πρώτα, ώστε να έχουν μεγαλύτερες  $t_r$ , διαφορετικά θα προκύψουν μικρές  $t_{ev}$  και μεγάλων διαστάσεων σώματα.

Η προρρύθμιση 100% δίνει τις πιο ευνοϊκές τιμές στην  $t_{ev}$ . Όμως, σε περιπτώσεις βρόχων με μεγάλα συνολικά φορτία, δεν είναι σκόπιμο να τροφοδοτούνται τα σώματα με τόσο μεγάλες παροχές, επειδή οδηγούν και σε μεγάλες μέσες θερμοκρασίες λειτουργίας. Συνηθίζεται λοιπόν, σε βρόχους με πολλά σώματα και μεγάλα φορτία, να γίνεται προρρύθμιση στα επίπεδα του 50%. Αυτό βέβαια δεν είναι θετικό για τα τελευταία σώματα με τις μικρές  $t_r$ , αλλά περιορίζει τις πιθανότητες σφαλμάτων λόγω πολλών διαφορετικών ρυθμίσεων.

## 9.5 ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ (BOILERS)

### 9.5.1 Γενικά στοιχεία

Στις εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης συχνά χρησιμοποιείται, κυρίως για λόγους οικονομίας, μέρος της θερμότητας που παράγεται στο λέβητα, για θέρμανση νερού χρήσης (μπάνια, κουζίνες κ.λπ.). Στις περιπτώσεις αυτές εγκαθίσταται, συνήθως στο λεβητοστάσιο, ο θερμαντήρας του νερού (boiler).

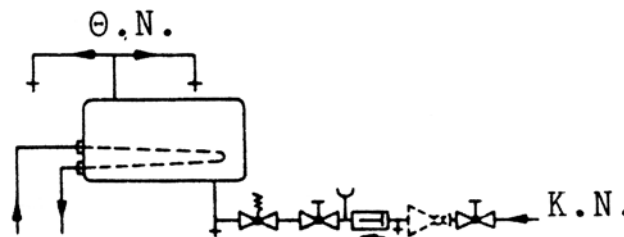
Ο θερμαντήρας είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, δηλαδή μια συσκευή στην οποία γίνεται συναλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών. Τα δύο ρευστά είναι ζεστό νερό από το λέβητα (θερμαντικό μέσο) και νερό από το δίκτυο πόλης (θερμαινόμενο). Στην απλή του μορφή είναι ένα συνήθως κυλινδρικό δοχείο με μεταλλικό (χαλύβδινο) περίβλημα, μέσα στο οποίο αναπτύσσεται ένα σωληνωτό στοιχείο από υλικό με μεγάλη θερμική αγωγιμότητα (συνήθως χάλκινο). Τα δύο ρευστά κυκλοφορούν μέσα και έξω από το στοιχείο, χωρίς

να αναμιγνύονται, η δε συναλλαγή θερμότητας μεταξύ τους γίνεται μέσα από τα τοιχώματά του. Έχουμε λοιπόν δύο ανεξάρτητα κυκλώματα: το κύκλωμα του νερού του λέβητα, που είναι “κλειστό”, και το κύκλωμα του νερού χρήσης, που είναι “ανοιχτό”.

Με κριτήριο το είδος του νερού που κυκλοφορεί μέσα στο σωληνωτό στοιχείο, έχουμε δύο βασικούς τύπους boilers:

- α) “Ταχείας διελεύσεως”, όταν μέσα στο στοιχείο κυκλοφορεί το νερό χρήσης και εξωτερικά, στο δοχείο, το νερό του λέβητα και
- β) “Αποθήκευσης”, όταν μέσα στο στοιχείο κυκλοφορεί το νερό του λέβητα και εξωτερικά, στο δοχείο, το νερό χρήσης.

Ο δεύτερος τύπος είναι και ο πιο συνηθισμένος στις εγκαταστάσεις κατοικιών.



Εικ. 9.5.α Τύπος Boiler “Αποθήκευσης”

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 9.5.α η σύνδεση του boiler με το δίκτυο πόλης (κύκλωμα θερμαινόμενου μέσου) πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής εξαρτήματα:

α) Και για τους δύο τύπους:

- Διακόπτη ροής
- Διακόπτη ελέγχου
- Δικλίδα αντεπιστροφής
- Ασφαλιστικό
- Διακόπτη για την εκκένωση

β) Για τον “Αποθήκευσης”, επιπλέον

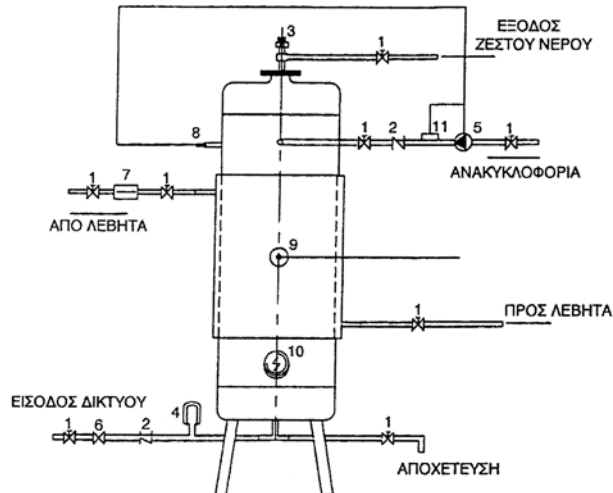
- Μανόμετρο και δεύτερο διακόπτη ροής.

Η σύνδεση με το λέβητα (κύκλωμα θερμαντικού μέσου) πρέπει να περιλαμβάνει διακόπτες ροής, ηλεκτροβάνα ή αντεπίστροφη δικλίδα και, συνήθως, ανεξάρτητο κυκλοφορητή (βλέπε και εικ. 9.5.β).

Σε πολλές περιπτώσεις, επειδή η εγκατάσταση Κ.Θ. λειτουργεί μόνο σε περιόδους χαμηλών εξωτερικών θερμοκρασιών, ενώ οι ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης είναι συνεχείς, τα boilers έχουν και επιπρόσθετο τρόπο θέρμανσης. Αυτό γίνεται με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης ή με σύνδεση με ηλιακούς συλλέκτες.

Στην περίπτωση των ηλιακών συλλεκτών, το θερμαντικό νερό κυκλοφορεί είτε σε στοιχείο εμβαπτισμένο στο νερό του δικτύου (τύπος “σερπαντίνας”) είτε μεταξύ του δο-

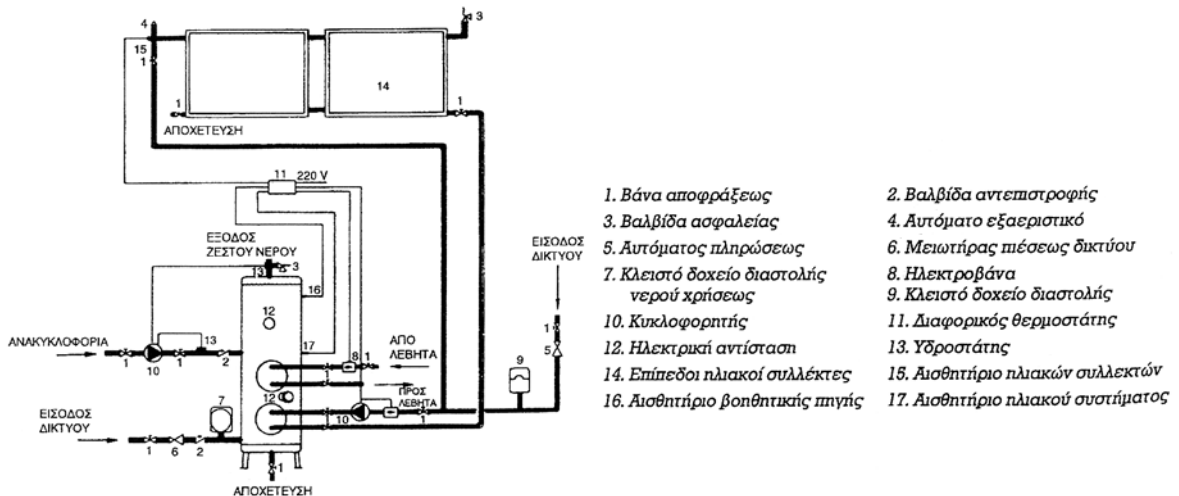
χείου αποθήκευσης του νερού του δικτύου και του εξωτερικού περιβλήματος του boiler (τύπος “μανδύα”). Στην πρώτη περίπτωση η σερπαντίνα είναι αρκετά μεγαλύτερη από εκείνη του νερού από το λέβητα, επειδή το νερό του συλλέκτη έχει κατά κανόνα μικρότερη θερμοκρασία.



- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1. Βάνα αποφράξεως                      | 2. Βαλβίδα αντεπιστροφής          |
| 3. Βαλβίδα ασφαλείας                    | 4. Δοχείο διαστολής νερού χρήσεως |
| 5. Κυκλοφορητής                         | 6. Μειωτήρας πίεσης δικτύου       |
| 7. Ηλεκτροβάννα ή βαλβίδα αντεπιστροφής | 8. Αισθητήριο                     |
| 10. Ηλεκτρική αντίσταση                 | 9. Αισθητήριο                     |
|   | 11. Υδροστάτης                    |

**Εικ. 9.5.β** Boiler με ηλεκτρική αντίσταση

Υπάρχουν ακόμα περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται και οι τρεις δυνατότητες. Ο συνδυασμός αυτός, ιδίως όταν πρόκειται για μεγάλες εγκαταστάσεις (π.χ. ξενοδοχεία), έχει, εξαιτίας των μειωμένων λειτουργικών του εξόδων, γρήγορη απόσβεση του σχετικά μεγάλου κόστους αγοράς και εγκατάστασης.



- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1. Βάνα αποφράξεως                        | 2. Βαλβίδα αντεπιστροφής          |
| 3. Βαλβίδα ασφαλείας                      | 4. Αυτόματο εξαεριστικό           |
| 5. Αυτόματος πληρώσεως                    | 6. Μειωτήρας πίεσης δικτύου       |
| 7. Κλειστό δοχείο διαστολής νερού χρήσεως | 8. Ηλεκτροβάννα                   |
| 10. Κυκλοφορητής                          | 9. Κλειστό δοχείο διαστολής       |
| 12. Ηλεκτρική αντίσταση                   | 11. Διαφορικός θερμοστάτης        |
| 14. Επίπεδοι πλιακοί συλλέκτες            | 13. Υδροστάτης                    |
| 16. Αισθητήριο βοηθητικής πηγής           | 15. Αισθητήριο πλιακών συλλεκτών  |
|   | 17. Αισθητήριο πλιακού συστήματος |

**Εικ. 9.5.γ** Boiler με ηλεκτρική αντίσταση και σύνδεση με ηλιακούς συλλέκτες

### 9.5.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των θερμαντήρων

Η θερμαντική ικανότητα των εναλλακτών γενικά εξαρτάται από τρεις παράγοντες, όπως φαίνεται και από τη σχέση της μετάδοσης θερμότητας με διάβαση (αγωγή και συναγωγή - μεταφορά):

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta t \quad (9.5.1)$$

όπου Q η θερμική ισχύς της συναλλαγής (W)

A η επιφάνεια της συναλλαγής (m<sup>2</sup>)

Δt η μέση θερμοκρασιακή διαφορά των δύο ρευστών (°C) και

k συντελεστής (W / m<sup>2</sup> °C) που εξαρτάται από τα είδη των ρευστών, τα χαρακτηριστικά του διαχωριστικού τοιχώματος (υλικό-πάχος) και από τα χαρακτηριστικά των ροών (φορές-ταχύτητες).

Είναι λοιπόν φανερό ότι ο υπολογισμός της θερμαντικής ικανότητας ενός εναλλάκτη είναι μια πολύ σύνθετη διαδικασία και απαιτεί και πειραματικό έλεγχο. Η επιφάνεια συναλλαγής είναι ένα σταθερό κατασκευαστικό στοιχείο, όλα όμως τα άλλα εξαρτώνται από τις συνθήκες λειτουργίας. Γι' αυτό οι κατασκευαστές δίνουν καμπύλες ή διαγράμματα λειτουργίας που έχουν ελεγχθεί εργαστηριακά.

Στην πρακτική των κεντρικών θερμάνσεων, η επιλογή μεγέθους ενός θερμαντήρα γίνεται με κριτήριο τη χωρητικότητά του (για τον τύπο "αποθήκευσης"), αφού εκτιμηθούν οι απαιτήσεις του κτιρίου σε ζεστό νερό χρήσης με βάση το είδος του, τον αριθμό των χρηστών και τις συνθήκες λειτουργίας του. Σχετικές σταθερές δίνουν οι κανονισμοί.

Έχουμε λοιπόν μικρούς θερμαντήρες με τυποποιημένες χωρητικότητες 150 / 200 / 300 / 500 l (λίτρων) και μεγάλους των 800 / 1000 / 1500 / 2500 / 3000 / 4000 / 5000 l. Και για τις δύο κατηγορίες η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για τη θερμοκρασία είναι 95°C και για την πίεση 10 bar. Η πίεση δοκιμής είναι τουλάχιστον 13 bar.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα θερμαντικά σώματα είναι οι εναλλάκτες με τη βοήθεια των οποίων η θερμότητα που μεταφέρεται από το φορέα αποδίδεται στο χώρο που πρόκειται να θερμανθεί. Έχουμε τα είδη:

- Τα σώματα ακτινοβολίας (radiators).
- Τα σώματα μεταφοράς (convectors και fan convectors).
- Τέλος, όταν πρόκειται για μεγάλη ισχύ και απαίτηση και θερινής λειτουργίας (ψύξης), έχουμε τα fan coils.

Το πιο διαδεδομένο υλικό κατασκευής θερμαντικών σωμάτων είναι χαλυβδοέλασμα με ελάχιστο πάχος 1,25 mm.

Παλαιότερα είχαν μεγάλη διάδοση τα χυτοσιδηρά (μαντεμένια) σώματα, σήμερα όμως η χρήση τους είναι περιορισμένη.

Αρκετά διαδεδομένα είναι και τα σώματα από κράματα αλουμινίου, που κατασκευάζονται συνήθως χυτοπρεσαριστά.

Η επιλογή του μεγέθους τους γίνεται από τους τεχνικούς καταλόγους των κατασκευαστών. Αν λειτουργούν σε συνθήκες διαφορετικές από αυτές των καταλόγων, πρέπει να γίνεται διόρθωση της ονομαστικής ισχύος με κατάλληλους συντελεστές.

### Ο θερμαντήρας του νερού (boiler).

Ο θερμαντήρας είναι ένα είδος εναλλάκτη θερμότητας, δηλαδή μια συσκευή στην οποία γίνεται συναλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών. Έχουμε δύο ανεξάρτητα κύκλωμα, το κύκλωμα του νερού του λέβητα, που είναι “κλειστό”, και το κύκλωμα του νερού χρήσης, που είναι “ανοιχτό”. Έχουμε δύο βασικούς τύπους boilers:

- “Ταχείας διελεύσεως”,
- “Αποθήκευσης”.

Ο δεύτερος τύπος είναι και ο πιο συνηθισμένος.

Η θερμαντική ικανότητα (θερμική ισχύς) των εναλλακτών εξαρτάται από τρεις παράγοντες που είναι:

- Α η επιφάνεια της συναλλαγής ( $m^2$ )
- Δt η μέση θερμοκρασιακή διαφορά των δύο ρευστών ( $^{\circ}C$ )
- k συντελεστής ( $W / m^2^{\circ}C$ ),

Έχουμε μικρούς θερμαντήρες με τυποποιημένες χωρητικότητες 150 / 200 / 300 / 500 l (λίτρων) και μεγάλους των 800 / 1000 / 1500 / 2500 / 3000 / 4000 / 5000 l. Η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία είναι  $95^{\circ}C$  και πίεση 10 bar. Η πίεση δοκιμής είναι τουλάχιστον 13 bar.





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα δύο βασικά είδη θερμαντικών σωμάτων με κριτήριο τον τρόπο μετάδοσης της θερμότητας;
2. Να αναφέρετε τα βασικά υλικά κατασκευής σωμάτων και να τα συγκρίνετε από άποψη βάρους και θερμοχωρητικότητας. Τι επίδραση στη λειτουργική συμπεριφορά του σώματος έχει το τελευταίο χαρακτηριστικό;
3. Ποιο είναι το βασικό τεχνικό χαρακτηριστικό ενός σώματος και από ποιους παράγοντες εξαρτάται;
4. Με ποια κριτήρια γίνεται η επιλογή ενός θερμαντικού σώματος για συγκεκριμένο χώρο;
5. Γιατί διαφοροποιούνται οι πραγματικές αποδόσεις των σωμάτων από τις ονομαστικές στο μονοσωλήνιο σύστημα;
6. Τι ονομάζουμε boiler στις εγκαταστάσεις Κ.Θ. και από ποιους παράγοντες εξαρτάται η απόδοσή του;
7. Ποιες βασικές κατηγορίες boiler έχουμε με κριτήριο τον τρόπο κυκλοφορίας των δυο μέσων;
8. Με ποιο κριτήριο γίνεται συνήθως η επιλογή ενός boiler και από ποιους παράγοντες εξαρτάται το μέγεθος αυτό;

κεφάλαιο

10

---

---

## **ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ - ΕΛΕΓΧΩΝ - ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ**

10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

10.2 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ





### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να αναφέρετε τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την επιτυχημένη λειτουργία μιας εγκατάστασης Κεντρικής Θέρμανσης.
- Να αναφέρετε τους λόγους για τους οποίους είναι απαραίτητες οι διατάξεις ασφαλείας-ελέγχων-ρυθμίσεων στην Κεντρική Θέρμανση.
- Να περιγράφετε το λειτουργικό σκοπό του δοχείου διαστολής και τον τρόπο με τον οποίο τον επιτελεί το κάθε είδος του.
- Να υπολογίζετε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ασφαλιστικού συστήματος με ανοιχτό και κλειστό δοχείο διαστολής.
- Να περιγράφετε το λειτουργικό σκοπό του θερμοστάτη του λέβητα, του υδροστάτη του κυκλοφορητή και του φωτοκυττάρου του καυστήρα.
- Να ορίζετε τη διάταξη αντιστάθμισης και να εξηγείτε τη χρησιμότητά της.
- Να αναφέρετε το λειτουργικό σκοπό και να περιγράφετε τη λειτουργία της τρίοδης και της τετράοδης βάνας ανάμιξης.
- Να αναφέρετε τα όργανα και τις διατάξεις που συντελούν στην επιτυχία συνθηκών άνεσης στους θερμαινόμενους χώρους.
- Να αναφέρετε τα απαραίτητα στοιχεία της διάταξης αυτονομίας.

## 10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Μία εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης πρέπει πρώτα από όλα να επιτελεί σωστά το σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε. Δηλαδή να δημιουργεί σε κάθε χώρο του θερμαινόμενου κτιρίου την επιθυμητή θερμοκρασία για τους ενοίκους ή εργαζομένους σε αυτό και να τη διατηρεί σταθερή για όσο διάστημα χρειάζεται.

Πέρα όμως από αυτό το βασικό στόχο, πρέπει η εγκατάσταση να παρέχει ασφάλεια και άνεση και να λειτουργεί με καλό βαθμό απόδοσης.

### 10.1.1 Ασφάλεια

Το πρώτο μέλημά μας κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή της εγκατάστασης Κεντρικής Θέρμανσης είναι η ασφάλεια, τόσο των χρηστών της όσο και της ίδιας, από κινδύνους που προέρχονται από τις συνθήκες λειτουργίας. Η ασφάλεια πρέπει να καλύπτει όλους τους πιθανούς κινδύνους που αναφέρονται στη συνέχεια.

- Η θέρμανση του θερμομεταφορέα προκαλεί διαστολές των μαζών και αυτό προκαλεί τάσεις στο σύστημα.
- Η θερμοκρασία του θερμομεταφορέα μπορεί να περάσει τα όρια ατμοποίησης του νερού ή, αν πρόκειται για εγκαταστάσεις ατμού, η τιμή της πίεσης να περάσει τα όρια αντοχής του δικτύου.
- Μία τρίτη περίπτωση που δημιουργεί κινδύνους κατά τη λειτουργία είναι να μην καίγεται το παρεχόμενο συνεχώς καύσιμο.
- Τέταρτος κίνδυνος προέρχεται από την πιθανή πτώση της θερμοκρασίας, κάτω από 45° C, μέσα στο φλογοθάλαμο, οπότε έχουμε προβλήματα διάβρωσης και καταπόνησης του λέβητα από απότομες διαστολές.

### 10.1.2 Άνεση

Οι συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος αλλά και των θερμαινόμενων χώρων δεν είναι σταθερές. Τα αισθητήρια του συστήματος πρέπει γρήγορα να αντιλαμβάνονται κάθε αλλαγή που προκαλείται στις συνθήκες αυτές, ώστε το σύστημα αυτόματων ρυθμίσεων να επεμβαίνει και να επαναφέρει τις σωστές τιμές.

Ακόμα καλύτερα είναι να προβλέπει το σύστημα μέσω διάφορων αισθητηρίων, κατάλληλα εγκατεστημένων, την αλλαγή των συνθηκών και να παρεμβαίνει διορθωτικά, πριν εμφανιστούν οι συνέπειες.

### 10.1.3 Αποδοτική λειτουργία

Είναι αναγκαία, γιατί διαφορετικά, εκτός από την απώλεια ενέργειας και χρημάτων, έχουμε και δημιουργία συνθηκών που προκαλούν ρύπανση στο περιβάλλον.

Όταν μιλάμε για αποδοτική λειτουργία, δεν περιοριζόμαστε στην καλή ρύθμιση του καυστήρα. Αυτή η τελευταία συνθήκη είναι εντελώς αυτονόητη και για το λόγο αυτό προτι-

μάμε τους καυστήρες που είναι ενσωματωμένοι στο λέβητα και ρυθμισμένοι από το εργοστάσιο σε συνθήκες “μπλε φλόγας”. Η αποδοτική λειτουργία προϋποθέτει και αυτόματες ρυθμίσεις της εγκατάστασης, ώστε να εργάζεται ανάλογα με τις συνθήκες, όταν και όπως είναι απαραίτητο.

#### 10.1.4 Αυτονομία λειτουργίας

Μια άλλη απαίτηση που συνδέεται και με την αποδοτική λειτουργία αλλά και με την άνεση χρήσης της Κεντρικής Θέρμανσης, σύμφωνα με τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου ή τις επιθυμίες των χρηστών, είναι η δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας τμημάτων της εγκατάστασης. Στην περίπτωση που η αυτόνομη λειτουργία αφορά διαφορετικές ιδιοκτησίες του ίδιου κτιρίου, απαιτείται και διάταξη οργάνων για την εκτίμηση των στοιχείων κατανομής των δαπανών.

Οι απαιτήσεις που προαναφέρθηκαν ικανοποιούνται με την τοποθέτηση και λειτουργία μιας σειράς οργάνων, διατάξεων και εξαρτημάτων. Στη συνέχεια θα αναφέρουμε τα στοιχεία αυτά, θα περιγράψουμε το λειτουργικό τους ρόλο και θα δώσουμε στοιχεία επιλογής για τα πιο σημαντικά από αυτά.

### 10.2 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

#### 10.2.1 Το “ασφαλιστικό σύστημα”

Το δίκτυο διανομής της Κεντρικής Θέρμανσης είναι, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, κλειστό και γεμάτο με νερό. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της εγκατάστασης, το νερό, επειδή θερμαίνεται, διαστέλλεται και δημιουργεί κινδύνους στεγανότητας και αντοχής του δικτύου, λόγω των μεγάλων πιέσεων που μπορεί να αναπτυχθούν. Αυτό επιβάλλει την ύπαρξη ειδικού ασφαλιστικού συστήματος με κατάλληλο χώρο παραλαβής του επιπλέον όγκου του νερού κατά τη διαστολή του.

Το ασφαλιστικό σύστημα εξασφαλίζει και την αναπλήρωση τυχόν απωλειών νερού, γιατί η έλλειψη νερού είναι επίσης ένας επικίνδυνος παράγοντας για δημιουργία υπερθερμάνσεων

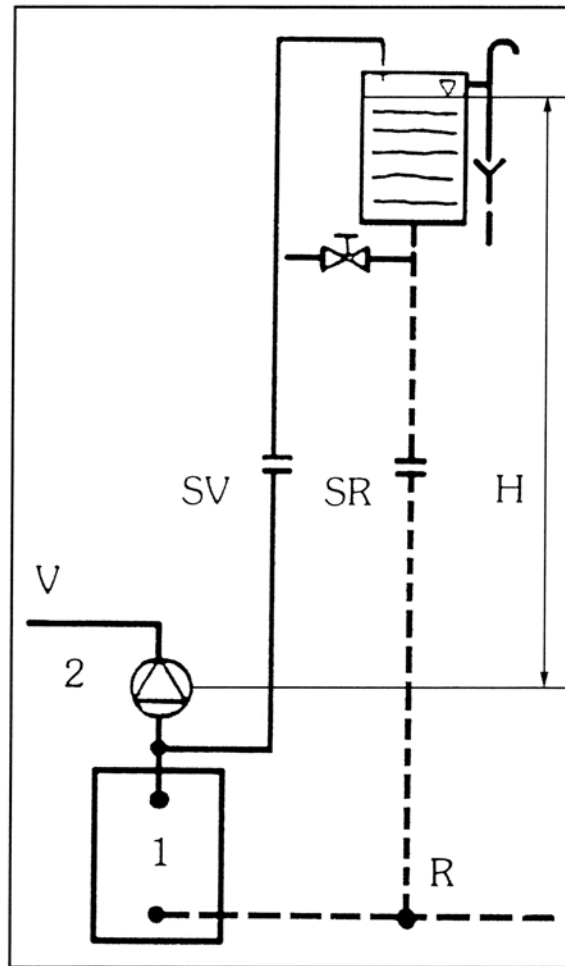
Το σύστημα αυτό αποτελείται από το “δοχείο διαστολής” και τις σωληνώσεις σύνδεσής του με το δίκτυο διανομής. Υπάρχουν δύο τύποι δοχείων, το ανοιχτό και το κλειστό.

##### **Ανοιχτό δοχείο διαστολής**

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, πρόκειται για ένα δοχείο που συνδέεται στο δίκτυο διανομής με το “σωλήνα ασφάλειας” και το “σωλήνα πληρώσεως”. Το δοχείο είναι εγκατεστημένο στο ψηλότερο σημείο του δικτύου διανομής, συνήθως στην ταράτσα του κτιρίου. Συνδέεται με το δίκτυο ύδρευσης μέσω διακόπτη με πλωτήρα, ώστε να εξασφαλίζεται πάντα σταθερή στάθμη νερού.

Σε περίπτωση υπερθέρμανσης του νερού του δικτύου, ο επιπλέον όγκος λόγω της διαστολής έχει διέξοδο μέσω του ανοιχτού σωλήνα ασφάλειας και δε δημιουργούνται υπερ-

πιέσεις. Η απώλεια ποσότητας νερού από το σωλήνα ασφαλείας (καθώς και στην περίπτωση μερικής ατμοποίησης) αναπληρώνεται από το σωλήνα πλήρωσης.



Εικ. 10.2.α Ανοιχτό δοχείο διαστολής

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, μεταξύ του λέβητα και των σωλήνων του ασφαλιστικού συστήματος δεν επιτρέπεται η σύνδεση διακοπών ή συσκευών (π.χ. κυκλοφορητή) για λόγους ασφαλείας. Η χωρητικότητα του δοχείου διαστολής εξαρτάται από το περιεχόμενο της εγκατάστασης σε νερό. Για θερμοκρασίες της τάξης των  $100^{\circ}\text{C}$ , ο όγκος διαστολής είναι περίπου 4,5% του όγκου στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Το δοχείο πρέπει να έχει διπλάσιο όγκο από αυτόν. Επομένως πρέπει να υπολογιστεί ο όγκος του νερού της εγκατάστασης  $V_{\text{νερού}}$  και τότε ο όγκος του δοχείου  $V$  είναι περίπου:

$$V = 0,08 V_{\text{νερού}}$$

Μια εμπειρική εκτίμηση του  $V$  δίνεται από τη σχέση:

$$V = (1 \text{ έως } 1,5) Q_{\lambda}$$

σε λίτρα, αν  $Q_{\lambda}$  η ισχύς του λέβητα σε kW. Οι μικρότερες τιμές χρησιμοποιούνται για εγκαταστάσεις με convectors, που έχουν μικρότερο περιεχόμενο σε νερό από τα κοινά σώματα.

Οι διάμετροι των σωλήνων ασφάλειας  $d_{sv}$  και πληρώσεως  $d_{sr}$  δίνονται σε συνάρτηση με την ισχύ του λέβητα (σε kW) από τις σχέσεις

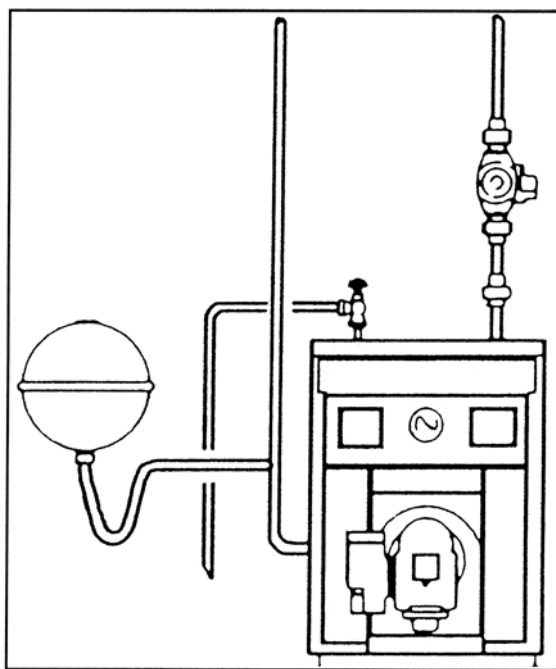
$$d_{sv} = 15 + 1,39\sqrt{Q_\lambda} \quad \text{και} \quad d_{sr} = 15 + 0,93\sqrt{Q_\lambda} \quad \text{σε mm}$$

Σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται διάμετρος μικρότερη των 25 mm.

### Κλειστό δοχείο διαστολής

Το ανοιχτό δοχείο διαστολής έχει τα μειονεκτήματα της απαίτησης χώρου στην ταράτσα και σωληνώσεων σύνδεσης, όπως επίσης και μέριμνας για την προστασία από παγετό.

Για τους λόγους αυτούς, στις σύγχρονες εγκαταστάσεις προτιμάται το κλειστό δοχείο διαστολής. Ο συνήθης τύπος διαθέτει διαχωριστική μεμβράνη και περιέχει αζώτο. Πρόκειται για τυποποιημένο δοχείο στο οποίο η μεμβράνη διαχωρίζει το χώρο του νερού από το χώρο του αζώτου. Ο όγκος διαστολής του νερού παραλαμβάνεται σε βάρος του όγκου του αζώτου που συμπιέζεται.



**Εικ. 10.2.β** Κλειστό δοχείο διαστολής

Εδώ το δίκτυο είναι κλειστό, είναι επομένως απαραίτητη η σύνδεση βαλβίδας ασφαλείας, για να μην αναπτυχθεί πίεση πάνω από την επιτρεπόμενη. Το όριο είναι 1 bar περισσότερο από το στατικό ύψος της εγκατάστασης. Υπενθυμίζουμε ότι 1 bar = 10 m ΣΝ περίπου. Επομένως, για ύψος π.χ. 15 m, το όριο είναι 2,5 bar.

Ισχύει και εδώ η απαγόρευση σύνδεσης οποιουδήποτε διακόπτη μεταξύ του λέβητα και του σημείου σύνδεσης του δοχείου διαστολής.

Όπως είδαμε και στο όγδοο κεφάλαιο, το σημείο αυτό, σε συνδυασμό με τη θέση του κυκλοφορητή, καθορίζει και την κατανομή των πιέσεων στο δίκτυο.



Το μέγεθος του κλειστού δοχείου διαστολής εξαρτάται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Οι κατασκευαστές δίνουν πίνακες επιλογής σε σχέση με το ύψος της εγκατάστασης και την ισχύ του λέβητα. Στη συνέχεια δίνεται ο πίνακας ενός κατασκευαστή. Για παράδειγμα, αν έχουμε εγκατάσταση (με κοινά σώματα) ύψους 10 m και λέβητα 150.000 kcal/h, επιλέγουμε τον τύπο N 140.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ:

Τύπος ΝΕ: Για τελική πίεση 25 bar, επιλογή βαλβίδας ασφαλείας 3 bar και μέση θερμοκρασία νερού 80°C

Τύπος ΕΧ: Για τελική πίεση 35 bar, επιλογή βαλβίδας ασφαλείας 4 ή 5 bar και μέση θερμοκρασία νερού 80°C

ΤΥΠΟΣ ΜΕΓΕΘΟΣ (λίτρα)	ΑΡΧΙΚΗ bar	ΠΙΕΣΗ ΜΥΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (λίτρα)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΕΒΗΤΑ (kcal/h)	
				σώματα κοινά	σώματα panels
N 1	0,5	5	20	1.375	1.800
	1,0	10	15	1.050	1.375
	1,5	15	10	740	950
N 12	0,5	5	240	17.030	21.685
	1,0	10	180	12.800	16.290
	1,5	15	120	8.465	11.000
N 18	0,5	5	360	25.500	32.600
	1,0	10	270	19.150	24.450
	1,5	15	145	12.800	16.300
N 25	0,5	5	500	35.500	45.300
	1,0	10	375	26.700	34.000
	1,5	15	250	17.800	22.700
N 35	0,5	5	699	49.700	63.400
	1,0	10	524	37.300	47.600
	1,5	15	350	24.900	31.800
N 50	0,5	5	999	71.000	90.600
	1,0	10	749	53.200	68.100
	1,5	15	500	35.500	45.800
N 80	0,5	5	1.598	113.500	145.000
	1,0	10	1.199	85.200	108.800
	1,5	15	799	56.800	72.500
N 110	0,5	5	2.198	156.200	199.200
	1,0	10	1.648	117.100	149.500
	1,5	15	1.099	78.100	99.700
N 140	0,5	5	2.797	198.700	253.600
	1,0	10	2.098	149.000	190.200
	1,5	15	1.399	99.400	126.900
N 200	0,5	5	3.996	283.900	362.300
	1,0	10	2.997	212.900	271.800
	1,5	15	1.998	141.900	181.100
N 250	0,5	5	4.995	354.700	370.300
	1,0	10	3.746	266.100	339.700
	1,5	15	2.498	177.400	226.500
N 280	0,5	5	5.595	361.400	414.300
	1,0	10	4.196	298.000	380.000
	1,5	15	2.498	198.700	253.700
N 320	0,5	5	6.394	370.300	473.000
	1,0	10	4.795	340.500	435.000
	1,5	15	3.197	227.000	290.000

ΤΥΠΟΣ ΜΕΓΕΘΟΣ (λίτρα)	ΑΡΧΙΚΗ bar	ΠΙΕΣΗ ΜΥΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (λίτρα)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΕΒΗΤΑ (kcal/h)	
				σώματα κοινά	σώματα panels
N 400	0,5	5	7.722	551.600	704.000
	1,0	10	5.791	413.600	528.000
	1,5	15	3.861	275.800	352.000
E 240	0,5	5	8.392	599.400	765.000
	1,0	10	6.294	449.600	574.000
	1,5	15	4.196	299.700	383.000
E 525	0,5	5	10.490	749.300	956.000
	1,0	10	7.867	561.900	717.000
	1,5	15	5.245	374.600	478.000
E 640	0,5	5	12.787	913.400	1.166.000
	1,0	10	9.590	685.000	874.000
	1,5	15	6.394	456.700	583.000
E 850	0,5	5	13.417	964.000	1.230.000
	1,0	10	12.110	868.000	1.108.000
	1,5	15	8.495	607.000	774.000
E 1000	0,5	5	13.986	999.000	1.275.000
	1,0	10	13.986	999.000	1.275.000
	1,5	15	9.990	713.600	910.000
EX 420	0,5	5	9.839	704.000	898.600
	1,0	10	8.076	579.000	739.000
	1,5	15	6.461	463.000	590.000
	2,0	20	4.890	350.000	447.000
	2,5	25	3.260	233.000	298.000
EX 525	0,5	5	12.298	880.000	1.123.000
	1,0	10	10.096	723.000	923.000
	1,5	15	8.076	579.000	739.000
	2,0	20	6.112	438.000	559.000
	2,5	25	4.075	292.000	373.000
EX 640	0,5	5	14.993	1.074.000	1.371.000
	1,0	10	12.307	881.000	1.125.000
	1,5	15	9.846	705.000	900.000
	2,0	20	7.451	533.000	680.000
	2,5	25	4.967	355.000	453.000
EX 1000	0,5	5	23.426	1.679.000	2.143.000
	1,0	10	19.230	1.378.000	1.759.000
	1,5	15	15.384	1.102.000	1.407.000
	2,0	20	11.643	834.000	1.064.000
	2,5	25	7.762	555.000	708.000

(EX για μέγιστη πίεση λειτουργίας 5bar)

ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ						
Διάμετρος βαλβίδας Ø	Μέγιστη Απόδοση Λέβητα (kcal/h)	Μέγιστη Παροχή Εκροής (m³/h)				
		Πίεση Ανοίγματος Βαλβίδας (bar)				
		4	5	6	8	10
½"	45.000	2,8	3,1	3,4	4,0	4,4
¾"	90.000	3,0	3,4	3,7	4,3	4,8
1"	175.000	9,5	10,6	11,6	13,4	15,0
1 ¼"	300.000	14,3	16,0	17,5	20,2	22,6
1 ½"	500.000	19,2	21,5	41,2	47,6	53,2
2"	750.000	27,7	30,9	50,9	58,7	65,7

Η αντίστοιχη βαλβίδα ασφαλείας πρέπει κατά προσέγγιση να είναι ρυθμισμένη 1 έως 1,5 bar περισσότερο από το στατικό ύψος. Λ.χ. για στατικό ύψος 20 μέτρων, 3 bar.  
 Κατά προσέγγιση, για την επιλογή δοχείου N, E για στατικό ύψος 20 μέτρων διαιρούμε τη θερμαντική ικανότητα του λέβητα ή την ποσότητα νερού της εγκατάστασης με 0,7 αντίστοιχα και με αυτές τις αυξημένες τιμές επιλέγουμε το δοχείο, από τον παραπάνω πίνακα, για στατικό ύψος 15 μέτρων.

### Η πλήρωση του δικτύου

Στην περίπτωση του ανοιχτού δοχείου διαστολής, η πλήρωση του δικτύου διανομής με νερό από το δίκτυο ύδρευσης εξασφαλίζεται με σωλήνα, που συνδέεται στο δοχείο μέσω διακόπτη με πλωτήρα.

Στην περίπτωση του κλειστού δοχείου, συνδέεται ειδικός αυτόματος διακόπτης πλήρωσης με ενσωματωμένη βαλβίδα αντεπιστροφής, ώστε, αν μειωθεί η πίεση στο δίκτυο ύδρευσης, να εμποδίζεται η είσοδος νερού του δικτύου διανομής σε αυτό.

Ο αυτόματος αυτός διακόπτης ρυθμίζεται σε πίεση 0,2 ~ 0,5 bar πάνω από τη στατική πίεση της εγκατάστασης, ώστε να αποτρέπεται η ανύψωση της πίεσης του δικτύου διανομής λόγω της πίεσης του δικτύου ύδρευσης.

Οι κατασκευαστές δίνουν λεπτομερείς οδηγίες για τον τρόπο σύνδεσης και ρύθμισης του αυτόματου διακόπτη πλήρωσης, οι οποίες πρέπει να εκτελούνται με ακρίβεια.

### 10.2.2 Άλλες ασφαλιστικές διατάξεις

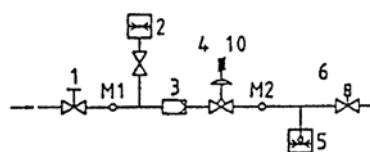
Ο κίνδυνος μετατροπής του νερού σε ατμό και ανάπτυξης μεγάλων πιέσεων εξασφαλίζεται από το **θερμοστάτη** του λέβητα.

Ο θερμοστάτης είναι ένα όργανο που προστατεύει το σύστημα από τους κινδύνους αυτούς, διακόπτοντας τη λειτουργία του καυστήρα, όταν η θερμοκρασία του νερού στο λέβητα υπερβεί ένα όριο. Ρυθμίζεται συνήθως στους 90 °C.

Αντίστοιχος θερμοστάτης, που ονομάζεται **υδροστάτης**, συνδέεται και με τον κυκλοφορητή. Δεν επιτρέπει τη λειτουργία του στην αρχική έναυση της εγκατάστασης, πριν το νερό ξεπεράσει μια ελάχιστη θερμοκρασία, περίπου 40 °C.

Εκτός από τις διαστολές του νερού που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, υπάρχουν ακόμα και οι διαστολές των σωληνώσεων. Οι τάσεις που αναπτύσσονται από αυτές περιορίζονται με σωστή και έντεχνη κατασκευή ή εξουδετερώνονται με ειδικά **διαστολικά** εξαρτήματα, ιδίως στις περιπτώσεις που έχουμε σωλήνες με διάμετρο άνω των 50 mm.

Το ενδεχόμενο να βγαίνει από τον καυστήρα πετρέλαιο χωρίς να καίγεται, δημιουργεί τον κίνδυνο συγκέντρωσής του στην εστία και έκρηξης, όταν αναφλεγεί απότομα μεγάλη ποσότητα. Η εγκατάσταση εξασφαλίζεται με **φωτοκύτταρο** που παρακολουθεί την ύπαρξη φλόγας και διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα, όταν αυτή δεν υπάρχει. Για τη χρήση αέριων καυσίμων, χρησιμοποιούμε **“συρμό (train) οργάνων”** που ρυθμίζουν τη σωστή παροχή του αερίου στον καυστήρα. Παράλληλα λειτουργεί και ένας συρμός αέρα για την ανάμιξη. Η εικόνα είναι ενδεικτική της δομής ενός συρμού.



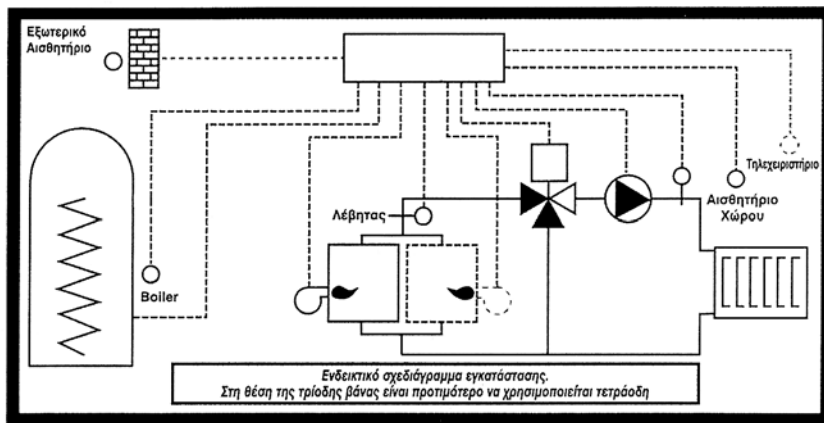
- 1 Χειροκίνητη αποφρακτική διάταξη.
- 2 Μετρητής πίεσης αερίου.
- 3 Φίλτρο αερίου.
- 4 Ρυθμιστής πίεσης.
- 5 Επιτηρητής πίεσης.
- 6 Αποφρακτική διάταξη ασφαλείας.

**Εικόνα 10.2.γ** “Συρμός” (train) αερίου καυσίμου

### 10.2.3 Όργανα μετρήσεων και ρυθμιστικές διατάξεις

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού χρησιμοποιούνται **θερμόμετρα** εμβαπτιζόμενα ή επαφής. Για τη μέτρηση της στατικής πίεσης του δικτύου χρησιμοποιούνται **μανόμετρα**, που συνήθως μετρούν σε mm ή m ΣΝ. Είναι φανερό ότι η ένδειξή τους δίνει και το ύψος του δικτύου που είναι γεμάτο με νερό (**υδρόμετρα**).

Οι συνθήκες άνεσης επιτυγχάνονται με **θερμοστάτες χώρου**, που ρυθμίζουν τη λειτουργία της εγκατάστασης σε προκαθορισμένα επιθυμητά όρια θερμοκρασιών.



Εικ. 20.2.δ Κέντρο αυτοματισμών

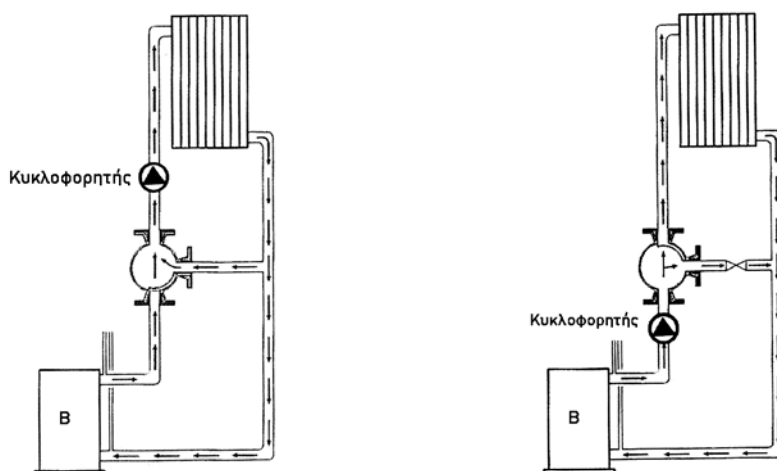
Η εξασφάλιση οικονομικών συνθηκών λειτουργίας απαιτεί **σύστημα αντιστάθμισης** (βλέπε επόμενη παράγραφο), που θα ελέγχει τις προηγούμενες συνθήκες και επιπλέον ό,τι άλλο μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία, όπως λ.χ. οι αλλαγές στην εξωτερική θερμοκρασία και τυχόν χρονοπρόγραμμα.

### 10.2.4 Διατάξεις αντιστάθμισης

Η περιστροφική βάνα είναι ένα όργανο που ρυθμίζει τα χαρακτηριστικά του νερού (θερμοκρασία παροχή) στους δύο βασικούς βρόχους του συστήματος, δηλαδή του λέβητα και των σωμάτων. Όταν ρυθμίζεται η θερμοκρασία του νερού, έχουμε “ανάμιξη” και όταν ρυθμίζεται η παροχή του, “διανομή”.

Υπάρχουν δύο τύποι βανών, η **τρίοδη** και η **τετράοδη**.

- Η **τρίοδη** συνδέεται στο βρόχο των σωμάτων και κάνει ανάμιξη ή διανομή ανάλογα με τη θέση του κυκλοφορητή, που καθορίζει την κατανομή των πιέσεων στο δίκτυο (εικ. 10.2.ε).



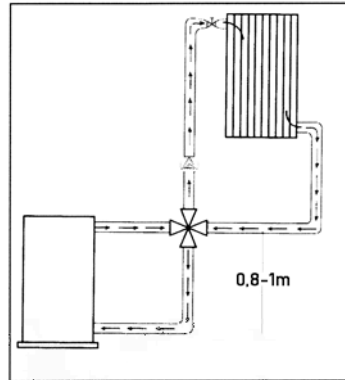
**Εικ. 10.2.ε** α) Τρίοδη βάνα, ανάμιξη, ο κυκλοφορητής μετά τη βάνα  
β) Τρίοδη βάνα: διανομή, ο κυκλοφορητής πριν από τη βάνα

Στις θερμάνσεις εφαρμόζεται συνήθως η ανάμιξη, ενώ η διανομή εφαρμόζεται σε θέρμανση-ψύξη, συνδέσεις boilers κ.λπ.

Σε πολλές περιπτώσεις η θερμοκρασία των χώρων είναι υψηλή, εξαιτίας του ήπιου κλίματος της ημέρας ή άλλων λόγων (συγκέντρωση πολλών ατόμων, λειτουργία πολλών ηλεκτρικών συσκευών κ.λπ.), ενώ τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης έχουν υπολογιστεί για τις δυσμενέστερες συνθήκες. Με χειροκίνητη ή αυτόματη ρύθμιση της τρίοδης βάνας, μέρος του νερού της επιστροφής από τα σώματα ανακυκλοφορεί χωρίς να επιστρέψει στο λέβητα. Έτσι έχουμε και καλύτερες συνθήκες στους χώρους και πιο οικονομική λειτουργία.

- **Η τετράοδη** ρυθμίζει τη θερμοκρασία (ανάμιξη) και στο βρόχο του λέβητα (εικ. 10.2 στ) Ειδικότερα η τετράοδη προστατεύει το λέβητα από μεγάλες μεταβολές της θερμοκρασίας, οι οποίες προκαλούν είτε απότομες συστολοδιαστολές είτε υπερθερμάνσεις. Πράγματι, όπως φαίνεται και από τη θέση του κυκλοφορητή στην εικόνα, στο βρόχο του λέβητα έχουμε φυσική κυκλοφορία του νερού.

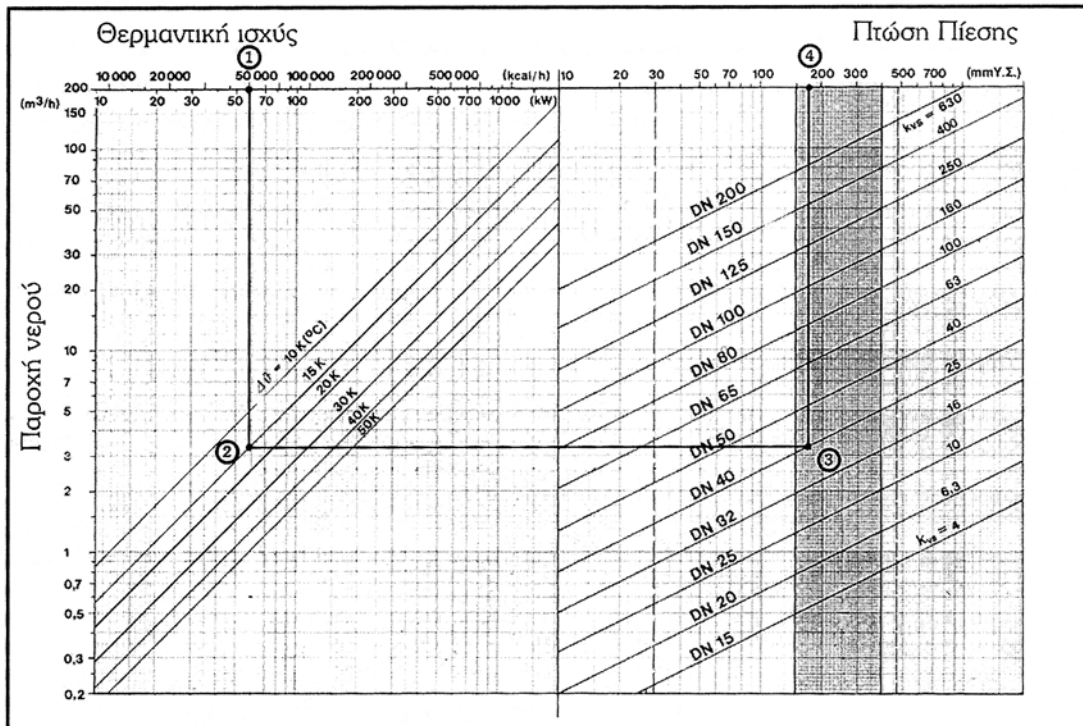
Ακόμα τον προστατεύει και από διαβρώσεις τις οποίες προκαλεί το θειικό οξύ που μπορεί να σχηματιστεί κάτω από ορισμένες συνθήκες. Πράγματι με την ανάμιξη νερού προσαγωγής-επιστροφής δεν αφήνει να πέσει η θερμοκρασία του νερού στο λέβητα κάτω από 50 °C. Χαμηλότερες θερμοκρασίες, κατά τη λειτουργία του καυστήρα, είναι κοντά στο σημείο δρόσου των υδρατμών των καυσαερίων. Το πετρέλαιο θέρμανσης περιέχει και θείο που, με το οξυγόνο του αέρα της καύσης, σχηματίζει οξειδία του. Αν λοιπόν γίνει συμπύκνωση των υδρατμών, σχηματίζεται θειικό οξύ από το νερό και τα οξείδια του θείου.



Εικ. 10.2.στ Σύνδεση με βάνα ανάμιξης

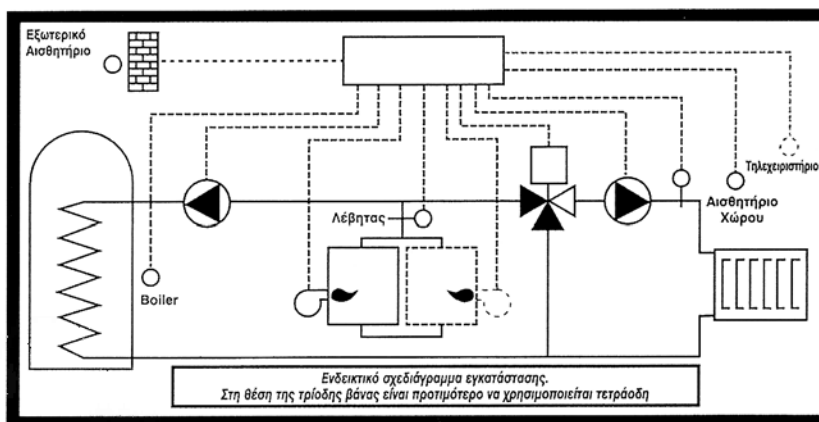
Στη συνέχεια (εικ. 10.2.ζ) δίνουμε ένα παράδειγμα επιλογής τετράοδης βάνας από τα τεχνικά εγχειρίδια ενός κατασκευαστή.

Αν η ισχύς του λέβητα είναι 50,000 kcal/h (σημείο 1) και η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού  $\Delta t = 15^\circ\text{C}$  (σημείο 2), επιλέγουμε, μέσα στη σκιασμένη περιοχή, βάνα ονομαστικής διαμέτρου 40 mm (σημείο 3). Η βάνα αυτή προκαλεί στην κυκλοφορία πτώση πίεσης 180 mm ΣΝ (σημείο 4).



Εικ. 10.2.ζ Διάγραμμα επιλογής βάνας ανάμιξης

Για πλήρη και αυτόματο έλεγχο η διάταξη αντιστάθμισης περιλαμβάνει, εκτός από τη βάνα, το σερβοκινητήρα της, τα αισθητήρια θερμοκρασίας νερού και περιβάλλοντος, καθώς και κεντρική ηλεκτρονική συσκευή που ελέγχει την όλη λειτουργία.



Εικ. 10.2.η Ολοκληρωμένο σύστημα χρήσης αυτοματισμών

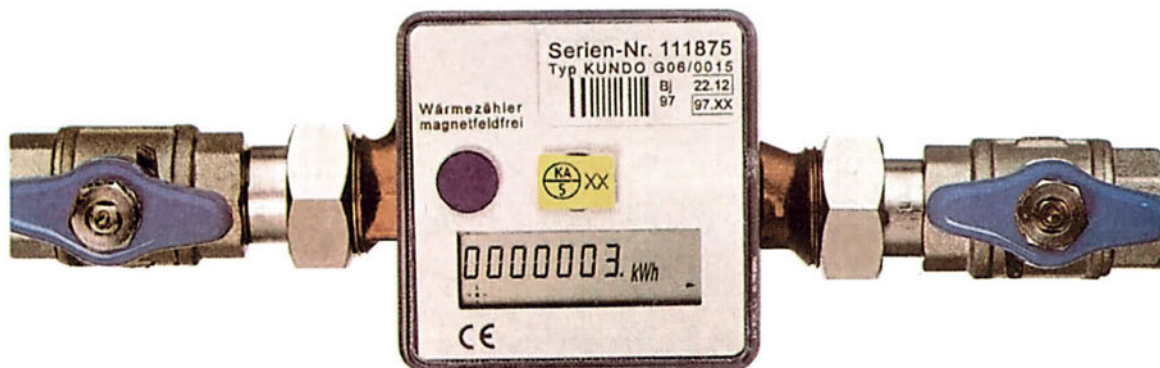
### 10.2.5 Η αυτονομία λειτουργίας

Μια σύγχρονη εξέλιξη στις εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης είναι η δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας τμημάτων της, π.χ. διαμερισμάτων ή ορόφων ή πτερύγων ενός κτιρίου, με ταυτόχρονη δυνατότητα ελέγχου των συνθηκών λειτουργίας και των στοιχείων κατανομής των δαπανών.

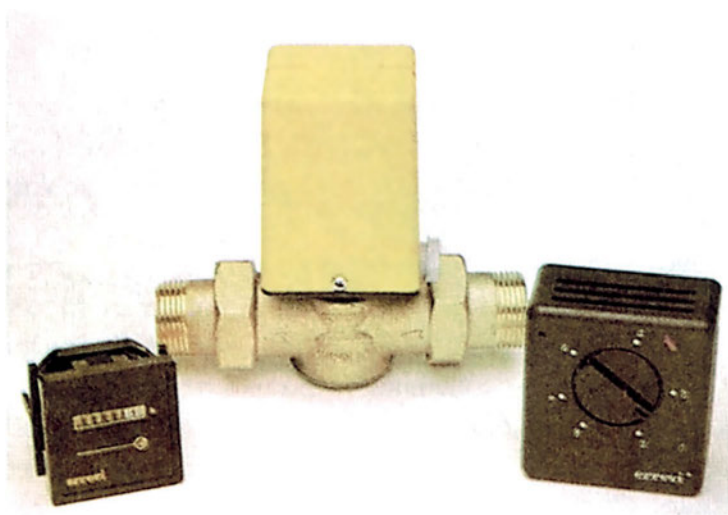
Η τελευταία δυνατότητα έχει μεγάλη σημασία για συγκροτήματα κατοικιών, γιατί δίνει την άνεση στους ενοίκους να προσαρμόσουν τη λειτουργία της εγκατάστασής τους στις θερμοκρασιακές και οικονομικές απαιτήσεις τους. Η ευχέρεια σύνδεσης της διάταξης στο μονοσωλήνιο σύστημα διανομής είναι και το βασικό πλεονέκτημά του.

Η διάταξη περιλαμβάνει μια **δίοδη ηλεκτροκίνητη βάνα**, που συνδέεται στο σωλήνα προσαγωγής του αυτόνομου κυκλώματος, μετά τον αντίστοιχο συλλέκτη. Παίρνει εντολή λειτουργίας από **θερμοστάτη χώρου**, που μπορεί να έχει και ενσωματωμένο **χρονοδιακόπτη**. Η διάταξη συμπληρώνεται με **ωρομετρητή ή θερμοδομετρητή**, απαραίτητο για την κατανομή των δαπανών.

Ο ωρομετρητής καταγράφει τις ώρες λειτουργίας της αυτονομίας, αλλά δεν είναι εντελώς “δίκαιο” όργανο, αφού δεν παίρνει υπόψη του τη θερμοκρασία του νερού. Πιο αντιπροσωπευτικές για την πραγματική κατανάλωση θερμικής ενέργειας είναι οι ενδείξεις του θερμοδομετρητή. Αυτός μετράει την παροχή του νερού σε συνδυασμό με τη διαφορά θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου του στο κύκλωμα και κατά συνέπεια τη θερμότητα που καταναλώνεται στην αυτονομία ( $Q = V \cdot \Delta t$ ).



Εικ. 10.2.θ Θερμιδομετρητής



Εικ. 10.2.ι Εξαρτήματα διάταξης αυτονομίας: Ωρομετρητής, δίοδη ηλεκτροβάνα, θερμοστάτης



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μία εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης πρέπει να επιτελεί το σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε, να παρέχει ασφάλεια και άνεση και να λειτουργεί αποδοτικά.

Για την ασφάλεια πρέπει να καλύπτονται πιθανοί κίνδυνοι από:

- τις διαστολές των μαζών και τις τάσεις από αυτές στο σύστημα
- την ατμοποίηση του νερού ή, για εγκαταστάσεις ατμού, την ανάπτυξη υπερπίεσης
- τη μη έναυση του παρεχόμενου συνεχώς καυσίμου.
- την πτώση της θερμοκρασίας στο λέβητα (προβλήματα διάβρωσης και καταπόνησής του από απότομες διαστολές).

Για την άνεση πρέπει να εξασφαλίζονται οι επιθυμητές τιμές θερμοκρασιών των χώρων, σε σχέση και με τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Η αποδοτική λειτουργία αποτρέπει απώλεια ενέργειας - χρημάτων και δημιουργία συνθηκών ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Απαιτείται επίσης πολλές φορές η δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας τμημάτων της εγκατάστασης.

Οι απαιτήσεις που προαναφέρθηκαν ικανοποιούνται με την τοποθέτηση και λειτουργία των παρακάτω οργάνων, διατάξεων και εξαρτημάτων:

- Το ασφαλιστικό σύστημα με ανοιχτό ή κλειστό δοχείο διαστολής
- τη διάταξη πλήρωσης του δικτύου
- το θερμοστάτη του λέβητα και τον υδροστάτη του κυκλοφορητή
- τα διαστολικά
- το φωτοκύτταρο του καυστήρα
- “συρμό (train) οργάνων” (για τη χρήση αέριων καυσίμων)
- ρυθμιστικές διατάξεις για συνθήκες άνεσης - οικονομίας
- διατάξεις για δυνατότητες αυτονομίας λειτουργίας
- σύστημα αντιστάθμισης (για οικονομία και προστασία του λέβητα) με τρίοδη ή τετράοδη περιστροφική βάνα.





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες είναι οι προϋποθέσεις επιτυχημένης λειτουργίας μιας εγκατάστασης Κεντρικής Θέρμανσης;
2. Ποιοι κίνδυνοι παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία της Κεντρικής Θέρμανσης;
3. Ποιος είναι ο ρόλος και ποιοι οι βασικοί τύποι των δοχείων διαστολής;
4. Από ποιους παράγοντες εξαρτώνται και με ποιον τρόπο υπολογίζονται τα χαρακτηριστικά του ασφαλιστικού συστήματος;
5. Πώς εξασφαλίζεται η πλήρωση του δικτύου με νερό,
6. Ποιος είναι ο ρόλος του υδροστάτη του λέβητα και ποιος του φωτοκύτταρου του καυστήρα;
7. Ποια όργανα και διατάξεις συντελούν στην επιτυχία συνθηκών άνεσης κατά τη λειτουργία της Κεντρικής Θέρμανσης;
8. Ποιος είναι ο ρόλος της τρίοδης, ποιος της τετράοδης βάνας και πώς επιτελείται;
9. Από ποιους κινδύνους προστατεύει το λέβητα η τετράοδη βάνα;
10. Ποια είναι τα απαραίτητα όργανα και συσκευές για την αυτόνομη λειτουργία τμημάτων της Κεντρικής Θέρμανσης;

## **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ**

11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

11.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΟΥ

11.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ





### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να αναφέρετε τους παράγοντες που καθορίζουν το κλίμα ενός χώρου και τις αιτίες μεταβολής τους.
- Να αναφέρετε τα είδη των θερμικών απωλειών και τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται.
- Να αναφέρετε τις σχέσεις υπολογισμών των θερμικών απωλειών προσδιορίζοντας τα μεγέθη και τις μονάδες τους.
- Να υπολογίζετε, σε απλές εφαρμογές, τις θερμικές απώλειες.

#### 11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών ενός μεμονωμένου χώρου ή συνδυασμού χώρων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό τμήμα του ευρύτερου θέματος των Κεντρικών Θερμάνσεων. Αυτές, σε σχέση και με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, καθορίζουν τα είδη και τα μεγέθη όλων των στοιχείων μιας εγκατάστασης Κεντρικής Θέρμανσης.

Οι θερμικές απώλειες ενός χώρου οφείλονται στη ροή θερμότητας από το χώρο προς το περιβάλλον του, στις περιπτώσεις που αυτό έχει χαμηλότερη θερμοκρασία. Διακρίνονται σε δύο είδη:

- Απώλειες **διάβασης θερμότητας** μέσα από τις κάθε είδους διαχωριστικές επιφάνειες μεταξύ χώρου και περιβάλλοντος.
- Απώλειες **μεταφοράς θερμότητας** από τις αέριες μάζες που ανανεώνουν τον αέρα του χώρου είτε με φυσικό τρόπο από τα ανοίγματα και τις χαραμάδες τους είτε αναγκαστικά με τη χρήση εξαεριστήρων.

Για να εξετάσουμε ένα χώρο από πλευράς θερμικών απωλειών, οι απαραίτητες αρχικές παράμετροι που χρειαζόμαστε είναι δύο:

### 11.1.1 Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (εξωτερικού ή γειτονικού χώρου)

Η θερμοκρασία αυτή είναι πρακτικά δεδομένη, γιατί αποτελεί την εξωτερική θερμοκρασία της τοποθεσίας του κτιρίου. Αν ο εξεταζόμενος χώρος συνορεύει, ολικά ή μερικά, με κάποιον άλλο εν χρήσει χώρο, τότε η θερμοκρασία αυτή καθορίζεται ως επιθυμητή, (βλέπε επόμενη παράγραφο). Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, που χρησιμοποιούμε στους υπολογισμούς μας για μια συγκεκριμένη τοποθεσία, είναι αυτή που προκύπτει από τη σύγκριση διάφορων θερμοκρασιών της για μια αρκετά μεγάλη χρονική περίοδο και δίνεται σε σχετικούς πίνακες,

Θα ήταν αντιοικονομικό να επιλέξουμε την ακριβώς ελάχιστη θερμοκρασία, γιατί αυτή παρουσιάζεται με πολύ μικρή συχνότητα. Σε περίπτωση πάλι που επιλεγεί αρκετά ψηλότερη, η εγκατάσταση δε θα ανταποκρινόταν στις περισσότερες ψυχρές ημέρες.

**Πίνακας. 11.1 Πίνακας με τις πιθανές χαμηλότερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος για διάφορες πόλεις της Ελλάδας**

ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΕΩΣ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜ/ΣΙΑ (σε °C)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (σε m)	ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΝΤΕΣ ΑΝΕΜΟΙ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ & ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ	ΖΩΝΗ	ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΕΩΣ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜ/ΣΙΑ (σε °C)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (σε m)	ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΝΤΕΣ ΑΝΕΜΟΙ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ & ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ	ΖΩΝΗ
Αγρίνιο	-3	45,8	A.	B	Λευκάδα	0	2,4	N.A.	A
Αθήνα Αστερ/πείο	+1	107,0	B. & N.	B	Λήμνος	0	12,3	B.A.	B
Αίγιο	0	64,0	B.Δ.	B	Μέγαρα	0	36,0	B.Δ.	B
Αλεξανδρούπολη	-7	2,5	B.A.	Γ	Μεθώνη	+1	33,0	B.A. & Δ.	A
Αλιάρτος	-2	110,0	B.Δ.	B	Μεσολόγγι	2	1,0	Δ. & Δ.B.	B
Ανάβρτα	-2	290,0	B. & N.Δ.	B	Μήλος	+3	182,0	N.Δ.	A
Αργοστόλι	+1	1,7	B.A. & N.Δ.	A	Μυτιλήνη	+2	3,2	N.	B
Άρτα	-2	42,0	B.A. & N.	B	Νάξος	+4	9,0	B.	A
Βόλος	-3	2,7	B.	B	Ναύπλιο	0	1,5	B.	B
Δράμα	-8	74,0	N.Δ.	Γ	N. Φιλαδέλφεια Αττ.	0	136,0	B.A.	B
Εδέσσα	-7	237,0	B.	Γ	Ξάνθη	-8	82,0	B.	Γ
Ελευσίνα	0	29,5	B.	B	Ορεστιάδα	-9	43,0	B.Δ.	Γ
Ελληνικό Αττικής	+2	10,2	B.	B	Παλαιχώρα Κρήτης	+5	8,0	B.	A
Ζάκυνθος	+2	6,6	B.A.	A	Πάτρα	-1	1,0	N.Δ.	B
Ηράκλειο Κρήτης	+3	38,5	N.	A	Πειραιάς	+2	2,0	B.A.	B
Θάσος	-6	2,0	B.A.	Γ	Πολύγυρος	-8	550,0	B.A. & B.	Γ
Θεσ/νίκη (Μίκρα)	-5	2,8	B.Δ.	Γ	Πρέβεζα	0	11,8	B.A.	B
Θήρα	+3	208,0	B.	A	Πτολεμαΐδα	-12	601,0	B.Δ.	Γ
Ιεράπετρα	+4	13,0	B.	A	Πύργος	-1	132,0	B.Δ.	B
Ιωάννινα	-6	483,0	N.A.	Γ	Ρέθυμνο	+3	16,0	N. & B.	A
Καβάλα	-8	62,8	N.A.	Γ	Ρόδος	+3	34,7	N. & Δ.	A
Καλάβρυτα	-6	731,0	B. & N.	Γ	Σάμος	+3	48,4	N.A. & B.Δ.	A
Καλαμάτα	+1	4,6	B.	A	Σέρρες	-9	32,5	A.	Γ
Καλαμπάκα	-6	226,5	Δ.	Γ	Σητεία	+4	25,2	B.Δ.	A
Κάρπαθος	+5	9,0	Δ.	A	Σκύρος	+2	4,0	B.A.	A
Κάρυστος	+1	10,0	B.	B	Σουφλί	-10	15,0	B.	Γ
Κατερίνη	5	31,5	B.	Γ	Σπάρτη	0	212,0	B.	B
Κέρκυρα	0	1,0	N.A.	B	Σταυρός Χαλκιδικής	-7	10,0	Δ.	Γ
Κοζάνη	-10	625,0	B.	Γ	Σύρος	+3	25,0	B.	A
Κομοτηνή	-7	30,0	B.A.	Γ	Τανάγρα	-2	138,8	Δ.	B
Κόνιτσα	-6	542,0	B.	Γ	Τρίκαλα	-6	116,0	B.Δ.	Γ
Κόρινθος	+1	14,4	N.	B	Τρίπολη	-5	661,4	B. & N.Δ.	Γ
Κύθηρα	+4	166,0	B.A.	A	Φλώρινα	-11	661,0	Δ.	Γ
Κύμη	0	221,1	B.	B	Χαλκίδα	+2	4,0	B.	B
Κως	+3	10,0	N.	A	Χανιά	+3	62,5	N.Δ.	A
Λαμία	-4	143,0	Δ.	B	Χίος	+3	60,0	B.	A
Λάρισα	-7	72,7	B. & A.	Γ					

### 11.1.2 Η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου

Για κάθε χώρο, ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται, επιλέγουμε και την επιθυμητή θερμοκρασία του. Η θερμοκρασία αυτή έχει σχέση και με την παρουσία ανθρώπων, μηχανημάτων, υλικών κ.λπ., μέσα σ' αυτόν.

**Πίνακας. 11.2** Πίνακας με (ενδεικτικές) επιθυμητές θερμοκρασίες χώρων ανάλογα με τη χρήση τους, σύμφωνα με την κοινή πρακτική. Είναι φανερό ότι αυτές μπορεί να μεταβάλλονται ελαφρά.

Δωμάτια, γραφεία, αίθουσες σχολείων και Εκθέσεων, Εστιατόρια	20 °C
Λουτρά, Θάλαμοι Νοσοκομείων	22 °C
Βοηθητικοί χώροι, Διάδρομοι κ.λπ.	18 °C
Σκάλες, Ναοί	15 °C
Χειρουργεία Νοσοκομείων	25-35 °C
Θέατρα, Κινηματογράφοι	18°C
Σταθμοί αυτοκινήτων, Χώροι εργασίας εργοστασίων	10-15 °C

### 11.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΟΥ

Ο προορισμός μιας Κεντρικής Θέρμανσης είναι η επίτευξη και η διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας στους χώρους ενός κτιρίου. Για την επιτυχία αυτού του σκοπού, είναι απαραίτητη η μεταφορά στους χώρους αυτούς ενός ποσού θερμότητας.

Το συνολικό ποσό θερμότητας  $Q_{ολ}$  που απαιτείται (ανά ώρα) είναι:

- το ποσό θερμότητας  $Q_{\sigma}$  που καλύπτει τις θερμικές απώλειες των διάφορων δομικών στοιχείων προς τους εξωτερικούς χώρους και

- το ποσό θερμότητας  $Q_a$  που καλύπτει τις απώλειες από τον αερισμό του χώρου.

$$Q_{ολ} = Q_{\sigma} + Q_a \quad (11.2.1)$$

α) Από τη θεωρία της μετάδοσης της θερμότητας έχουμε ότι:

$$Q_{\sigma} = K_{\sigma} \cdot F_{\sigma} \cdot (t_{εξ} - t_{εσ}) \quad (11.2.2)$$

όπου

$Q_{\sigma}$  = η απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον (συνήθως σε kcal/h)

$K_{\sigma}$  = ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υπόψη δομικού στοιχείου ( $\text{kcal/m}^2 \times \text{h} \times ^\circ\text{C}$ )

$F_{\sigma}$  = η επιφάνεια του στοιχείου ( $\text{m}^2$ )

$t_{\varepsilon\xi}$  = η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου ( $^\circ\text{C}$ )

$t_{\varepsilon\sigma}$  = η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου ( $^\circ\text{C}$ )

Οι τιμές του  $K_{\sigma}$  για τα διάφορα δομικά στοιχεία δίνονται από πίνακες (Βλέπε Πίνακες 11.3 έως 11.6).

Οι τιμές των απωλειών  $Q_{\sigma}$  πρέπει να προσαυξάνονται λόγω προσανατολισμού του χώρου (πίν. 11.7), διακοπτόμενης λειτουργίας (10-35%) και ύψους του χώρου. Αρκετοί μελετητές, για λόγους ασφάλειας, προσαυξάνουν το  $Q_{\sigma}$  και ανάλογα με τον όροφο (4% προσαύξηση ανά όροφο με μέγιστο το 20%).

β) Ο υπολογισμός του  $Q_a$  προκύπτει αναλυτικά από τον ενδιάμεσο υπολογισμό του συντελεστή διείσδυσης αέρα  $\alpha$ , του χαρακτηριστικού αριθμού χώρου  $R$ , του συντελεστή προσβολής ανέμου  $H$  και του συντελεστή γωνιακών παραθύρων  $Z_r$ .

Η σχέση υπολογισμού είναι:

$$Q_a = \alpha \cdot I_{\text{ολ}} \cdot R \cdot H \cdot Z_r \cdot (t_{\varepsilon\xi} - t_{\varepsilon\sigma}) \quad (11.2.3)$$

Στην πράξη χρησιμοποιείται η εμπειρική σχέση:

$$Q_a = (10 \sim 30) I_{\text{ολ}} \quad (\text{σε kcal/h}) \quad (11.2.4)$$

(με μεγάλη όμως πιθανότητα σφάλματος)

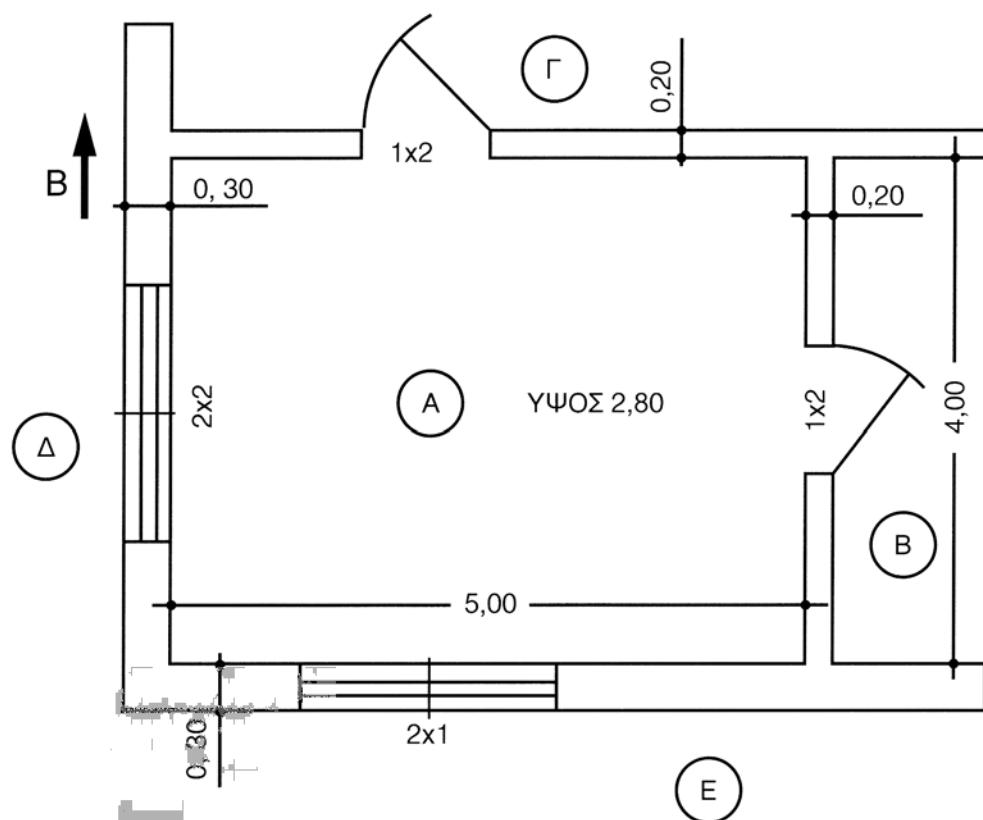
όπου  $I_{\text{ολ}}$  είναι το συνολικό μήκος σε m των ανοχών (χαραμάδων) των εξωτερικών ανοιγμάτων του υπόψη χώρου, και η διαφορά θερμοκρασίας  $20^\circ\text{C}$  περίπου (Πίν. 11.8).

Για διευκόλυνση και τυποποίηση των μελετών χρησιμοποιούνται κατάλληλα έντυπα, Δείγμα εντύπου υπολογισμού θερμικών απωλειών χώρου παρατίθεται στο τέλος του κεφαλαίου.

## 11.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Έστω ο χώρος Α της εικόνας 11.3,α. Αυτός έχει διαστάσεις 4 x 5 (m) και περιβάλλεται από δύο εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους (Β, Γ) και δύο εξωτερικούς (Δ, Ε)

Έστω ακόμα ότι το κτίριο είναι “πανταχόθεν ελεύθερο” (δηλαδή, δε συνορεύει με άλλα κτίρια), με pilotis (δηλαδή ο χώρος Α δεν επικοινωνεί με άλλους θερμαινόμενους χώρους από το δάπεδο) και η οροφή του είναι επίσης ακάλυπτη.



Εικ. 11.3.α Κάτοψη χώρου του παραδείγματος

Έστω για την περιοχή της Αθήνας ότι έχουμε  $T_{εξ} = 0^\circ\text{C}$ , δηλαδή θερμοκρασίες των Δ, Ε  $0^\circ\text{C}$ .

Από τον πίν. 11.2. για τους χώρους Α, Β, Γ έχουμε θερμοκρασίες:

Α:  $20^\circ\text{C}$ , Β:  $20^\circ\text{C}$ , Γ:  $18^\circ\text{C}$ .

Από τον Α στο Β δεν έχουμε απώλειες θερμότητας, γιατί έχουν την ίδια θερμοκρασία. Από τον Α στο Γ:

$$Q_{\text{πύρτας}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 2 \text{ (πίν. 11.3 ξύλινη)} \times (1 \times 2) \times (20 - 18) = 8 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{τοιχίου}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 1,3 \text{ (πίν. 11.6 για πάχος 20 cm)} \times [5 \times 2,8 - 2] \times (20 - 18) = 1,33 \times 12 \times 2 = 31,92 \text{ kcal/h}$$



Και  $Q_{ΑΓ} = 8 + 31,2 = 39,2 \text{ kcal/h}$ , τιμή μικρή, αναμενόμενη λόγω της μικρής θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ Α και Γ.

Από τον Α στο Δ

$$Q_{\text{πόρτας}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 5 \text{ (πίν. 11.3, μεταλλική μπαλκονόπορτα)} \times (2 \times 2) \times 20 = 400 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{τοιχίου}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 1,2 \text{ (πίν. 11.6 για 30cm πάχος)} \times [4 \times 2,8 - 4] \times 20 = 172,8 \text{ kcal/h}$$

Και  $Q_{ΑΔ} = 572,8 \text{ kcal/h}$

Από τον Α στον Ε

$$Q_{\text{παραθ.}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 3 \text{ (πίν. 11.3 μεταλλικό διπλό)} \times 2 \times 20 = 120 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{τοιχίου}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 1,2 \text{ (πίν. 11.6 για πάχος 30 cm)} \times [5 \times 2,8 - 2] \times 20 = 288 \text{ kcal/h}$$

και άρα  $Q_{ΑΕ} = 408 \text{ kcal/h}$

Από το δάπεδο του Α

$$Q_{\text{Αδαπ}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 1,7 \text{ (πίν. 11.5 με παρκέτο κολλητό)} \times 20 \times 20 = 680 \text{ kcal/h}$$

Από τη στέγη του Α

$$Q_{\text{Αστ}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 2,6 \text{ (πάχ. 15cm μετσιμεντόπλακες)} \times 20 \times 20 = 1040 \text{ kcal/h}$$

Οι συνολικές θερμικές απώλειες του χώρου Α είναι

$$Q_{\sigma} = Q_{ΑΒ} + Q_{ΑΓ} + Q_{ΑΔ} + Q_{ΑΕ} + Q_{Αδ} + Q_{Ασ} = 2730 \text{ kcal/h}$$

Για προσανατολισμό ΝΔ έχουμε μείωση απωλειών κατά 5% (πίν.11. 7). Λαμβάνουμε ακόμα προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας 25% και λόγω ύψους 4%.

Άρα η συνολική προσαύξηση είναι 24% και επομένως

$$Q_{\sigma} = 2730 \times 1,24 = 3388 \text{ kcal/h}$$

Το  $Q_{\alpha}$  το υπολογίζουμε από το  $I_{\text{ολ}}$ .

Από τον Πίν. 11.8 παίρνουμε:  $Q_{\alpha} = 20 I_{\text{ολ}}$

$I_{\text{ολ}} = 6 + 8 = 14\text{m}$  και άρα

$$Q_{\alpha} = 20 \times 14 = 280 \text{ kcal/h.}$$

Οι ολικές θερμικές απώλειες στο χώρο Α ισούνται με

$$Q_{\text{ολ}} = Q_{\sigma} + Q_{\alpha} = 3668 \text{ kcal/h}$$

**Πίνακας 11.3** Συντελεστές θερμοπερατότητας  $K$  για πόρτες και παράθυρα ( $kcal / m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ )

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	Ξύλινα	Μεταλλικά
Πόρτα εξωτερική	3	5
Πόρτα εσωτερική	2	
Μπαλκονόπορτα	4	5
Απλό Παράθυρο ή Πόρτα με τζάμι	4,5	5
Διπλό Παράθυρο απόστασης 6 mm	3,1	3,4
Διπλό παράθυρο απόστασης 12 mm	2,8	3,1
Απλό εσωτερικό παράθυρο	3	3
Διπλό εσωτερικό παράθυρο	2	2
Φεγγίτης, Βιτρίνα	6	6

**Πίνακας 11.4** Συντελεστές θερμοπερατότητας οροφών ( $kcal / m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ )

ΠΛΑΚΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	
Εσωτερικό επίχρισμα (d=10cm)	3
Εσωτερικό επίχρισμα (d=15cm)	2,8
Επικάλυψη με μαλτεζόπλακες (d=10cm)	2,3
Επικάλυψη με μαλτεζόπλακες (d=15cm)	2,1
Επικάλυψη με τσιμεντόπλακες (d=10cm)	2,8
Επικάλυψη με τσιμεντόπλακες (d=15cm)	2,6
Μόνωση κίσηρης και μαλτεζόπλακες (d=10cm)	1
Μόνωση κίσηρης και μαλτεζόπλακες (d=15cm)	0,9

**Πίνακας 11.5** Συντελεστές θερμοπερατότητας δαπέδων ( $kcal / m^2 h ^\circ C$ )

ΠΛΑΚΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΟΝΙΑΜΑ ΑΠΟ ΚΑΤΩ	
Επικάλυψη με πρεσαριστές πλάκες (d=10cm)	2
Επικάλυψη με πρεσαριστές πλάκες (d=15cm)	1,9
Ραμποτέ επί σκελετού από καδρόνια (d=10cm)	1,4
Ραμποτέ επί σκελετού από καδρόνια (d=15cm)	1,3
Παρκέτο κολλητό σε τσιμέντο (d=10cm)	1,7
Παρκέτο κολλητό σε τσιμέντο (d=15cm)	1,6
Παρκέτο σε σανίδια και σκελετό από καδρόνια (d=10cm)	1,2
Παρκέτο σε σανίδια και σκελετό από καδρόνια (d=15cm)	1
Για δάπεδο απευθείας εδραζόμενο στο έδαφος, λαμβάνονται συνήθως απώλειες 20 $kcal / h \cdot m^2$ δαπέδου	

**Πίνακας 11.6** Συντελεστές θερμοπερατότητας εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων ( $kcal / m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ ) για διάφορα πάχη (στην πρώτη σειρά σε mm)

ΤΟΙΧΟΙ ΑΠΟ ΤΟΥΒΛΑ	90	190	290	360
Επίχρισμα κι από τις δύο πλευρές (εσωτ. - εξωτ.)	1,8 2,2	1,3 1,6	1 1,2	0,88 1,06
Ψαθωτή δομή με επίχρισμα δύο πλευρών (εσωτ. - εξωτ.)		1,2 1,3	0,95 1	0,80 0,9
Εσωτερικό επίχρισμα - Εξωτερικό αρτιφισιέλ	2,3	1,7	1,2	1,06
Ψαθωτή δομή με επίχρισμα εσωτερικά και αρτιφισιέλ εξωτερικά		1,4	1,1	1
ΤΟΙΧΟΙ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	100	150	200	250
Σκυρόδεμα γυμνό κι από τις δύο πλευρές (εσωτ. - εξωτ.)	2,8 4,1	2,5 3,5	2,3 3	2 2,5
Σκυρόδεμα με εσωτερικό επίχρισμα	2,5 3,5	2,3 3,1	2,1 2,7	1,8 2,3
Σκυρόδεμα με επίχρισμα κι από τις δύο πλευρές (εσωτ. - εξωτ.)	2,3 2,9	2,1 2,6	1,9 2,3	1,7 2
Διάτρητοι τσιμεντόλιθοι (εσωτ. - εξωτ.)		1,55	1,35	1,21 1,35

Οι συντελεστές που αναγράφονται στον πίν. 11.6 αφορούν τοίχους χωρίς θερμομόνωση και οι τιμές τους είναι μεγάλες, Η ανάγκη περιορισμού των θερμικών απωλειών επέβαλε τη χρήση θερμομονωτικών υλικών, τα οποία περιορίζουν σημαντικά την τιμή των συντελεστών θερμοπερατότητας, όπως επιβάλλει και η σχετική νομοθεσία.

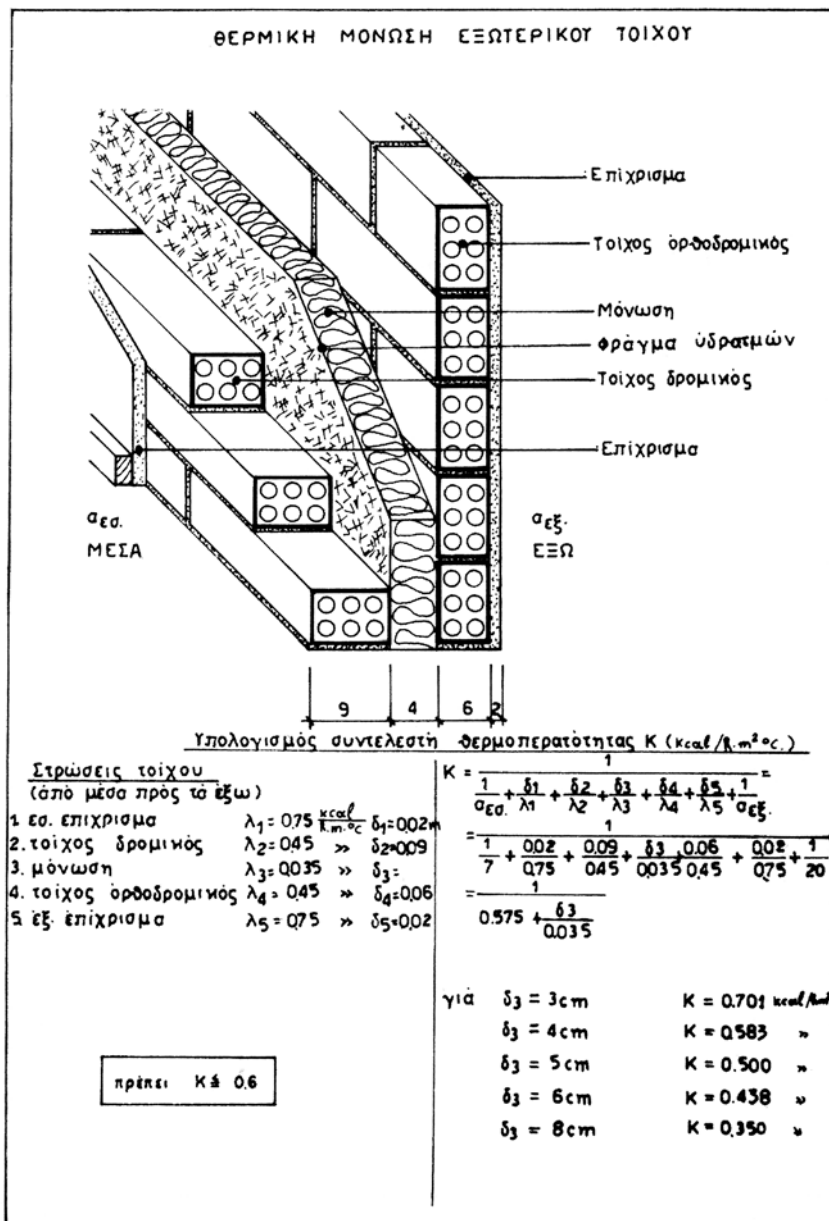
Για κάθε είδος και πάχος θερμομονωτικού υλικού, προκύπτει από υπολογισμούς, με βάση τις σχέσεις της μετάδοσης θερμότητας, το  $K$  της επιφάνειας που μονώνεται, Στις εικόνες 11.3.β και 11.3.γ δίνονται ενδεικτικά παραδείγματα για τοίχους με μόνωση.

**Πίνακας 11. 7** Επαύξηση του  $Q_s$  λόγω προσανατολισμού (%)

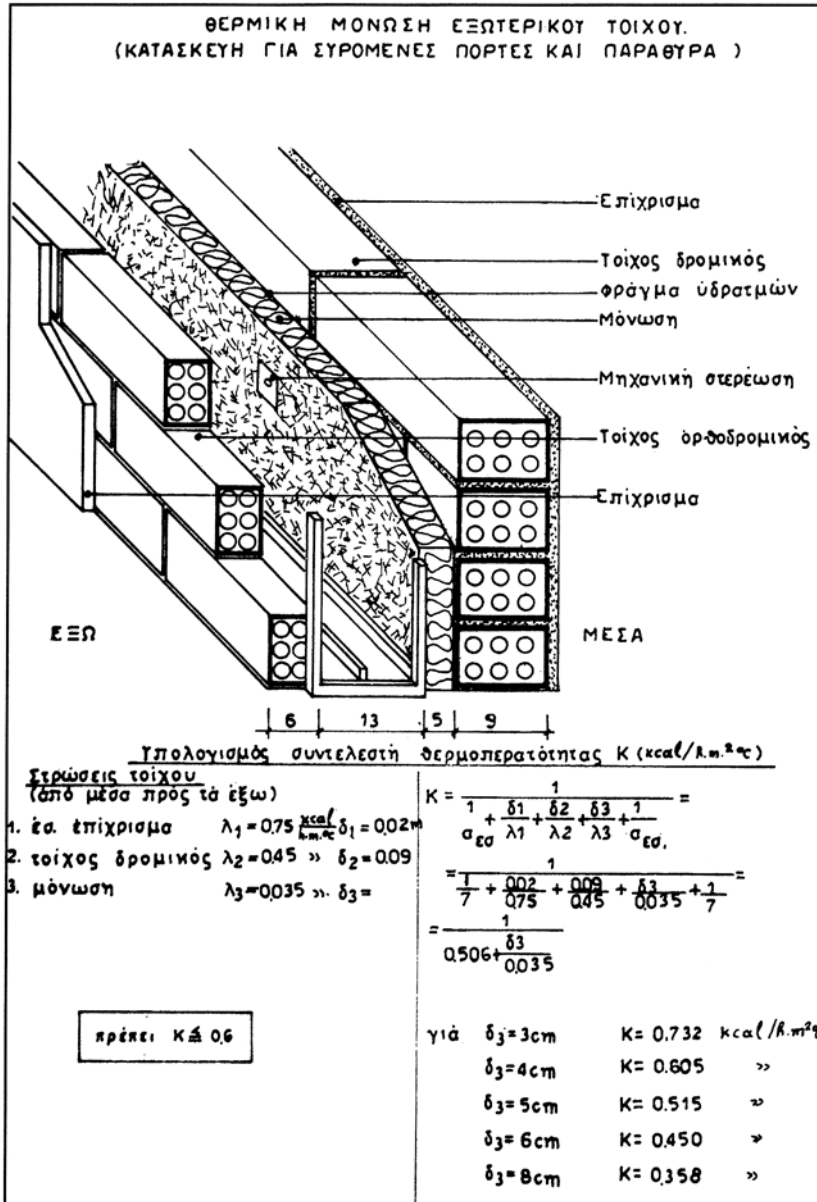
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΠΑΥΞΗΣΗ
B, ΒΑ, ΒΔ	5
A, Δ	0
N, ΝΑ, ΝΔ	-5

**Πίνακας 11.8** Ενδεικτικές τιμές υπολογισμού του  $Q_a$  για κτίρια υψηλότερα του ενός ορόφου. (kcal/h, όταν  $I_{ολ}$  σε m)

Ανοίγματα ημιυπόγειων χώρων και α' ορόφου	$15 \cdot I_{ολ}$
Ανοίγματα ενδιάμεσων ορόφων	$20 \cdot I_{ολ}$
Ανοίγματα τελευταίων ορόφων	$25 \cdot I_{ολ}$
Ανοίγματα τελευταίας καθ' ύψος κατοικίας (ρετιρέ)	$30 \cdot I_{ολ}$



Εικ. 11.3.β Θερμική μόνωση εξωτερικού τοίχου



Εικ. 11.3.γ Θερμική μόνωση εξωτερικού τοίχου για συρόμενη πόρτα ή παράθυρο





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι θερμικές απώλειες ενός χώρου προς το περιβάλλον του διακρίνονται σε δύο είδη:

- Απώλειες **διάβασης θερμότητας**  $Q_{\sigma}$  μέσα από τις κάθε είδους διαχωριστικές επιφάνειες μεταξύ χώρου και περιβάλλοντος
- Απώλειες **μεταφοράς θερμότητας**  $Q_a$  από τις αέριες μάζες που ανανεώνουν τον αέρα του χώρου

Αρχικοί παράγοντες για τον υπολογισμό τους είναι:

- Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και
- Η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου

Είναι 
$$Q_{\sigma} = K_{\sigma} \cdot F_{\sigma} \cdot (t_{εξ} - t_{εσ}) \quad (\text{σε kcal/h}),$$

όπου

$Q_{\sigma}$  = η απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον (συνήθως σε kcal/h)

$K_{\sigma}$  = ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υπόψη δομικού στοιχείου (kcal /m<sup>2</sup> x h x °C)

$F_{\sigma}$  = η επιφάνεια του στοιχείου (m<sup>2</sup>)

$t_{εξ}$  = η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου (°C)

$t_{εσ}$  = η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου (°C)

και 
$$Q_a = (10 \div 30) I_{ολ} \quad (\text{σε kcal/h}),$$

όπου

$I_{ολ}$  είναι το συνολικό μήκος σε m των ανοχών (χαραμάδων) των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου.

Οι τιμές για το  $Q_{\sigma}$  προσαυξάνονται λόγω προσανατολισμού του χώρου, διακοπτόμενης λειτουργίας και ύψους.

Οι τιμές για όλους τους παράγοντες βρίσκονται από πίνακες.

Είναι λοιπόν

$$Q_{ολ} = Q_{\sigma} + Q_a$$





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα είδη των θερμικών απωλειών ενός χώρου και πού οφείλονται;
2. Ποιες θερμοκρασίες είναι βασικές για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών ενός χώρου;
3. Από ποιους παράγοντες εξαρτώνται οι απώλειες διάβασης;
4. Από ποιους παράγοντες εξαρτώνται οι απώλειες αερισμού και πώς γίνεται ο απλοποιημένος υπολογισμός τους;
5. Τι είδους προσαυξήσεις γίνονται μετά τον αρχικό υπολογισμό των απωλειών διάβασης;
6. Να συμπληρώσετε το φύλλο υπολογισμού θερμικών απωλειών της σελίδας 178 με τα στοιχεία του παραδείγματος της παραγράφου 11.3.

κεφάλαιο

12

## **ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΑΠΑΝΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

- 12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- 12.2 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ
- 12.3 ΣΧΕΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ





### Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Οι διδακτικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι να μπορείτε:

- Να αναφέρετε τους τρόπους με τους οποίους γινόταν η κατανομή των δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης παλαιότερα και τις αδυναμίες τους.
- Να αναφέρετε τους παράγοντες που καθορίζουν σήμερα την κατανομή των δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης στις ιδιοκτησίες ενός κτιρίου.
- Να εξοικειωθείτε με τη μορφή και τη δομή των σχετικών εντύπων

#### 12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η κατανομή των δαπανών για την Κεντρική Θέρμανση ενός κτιρίου με περισσότερες της μίας ιδιοκτησίες αποτελούσε για πολλές δεκαετίες ένα δύσκολο πρόβλημα. Οι διαχειριστές κτιρίων εφαρμόζαν διάφορους τρόπους που βασίζονταν είτε στο μέγεθος των ιδιοκτησιών είτε στην ισχύ των θερμαντικών σωμάτων. Στην πραγματικότητα καμιά από τις δύο παραπάνω αναφερόμενες μεθόδους δεν είναι απόλυτα σωστή και δίκαιη, γιατί, όπως είδαμε και στην προηγούμενη παράγραφο, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου δε μεταβάλλονται ανάλογα με την επιφάνειά του, αλλά είναι συνάρτηση του μεγέθους του, του προσανατολισμού του, των δομικών υλικών του, της χρήσης του κ.λπ. Η δε εφαρμογή της κατανομής με βάση την ισχύ των σωμάτων επιβάρυνε δυσανάλογα τους ενοίκους των τελευταίων ορόφων.

Με τη διάδοση της αυτονομίας στη λειτουργία το πρόβλημα πήρε μια πιο σύνθετη διάσταση, δεδομένου ότι εμφανιζόταν πλέον και ο παράγοντας των διαφορετικών χρόνων λειτουργίας.

Σήμερα ο τρόπος κατανομής καθορίζεται νομοθετικά με το ΠΔ της 27/9/1985, ΦΕΚ 631 Δ (7.11.85) Πρέπει να πούμε εξ αρχής ότι η εφαρμογή του απαιτεί ευχέρεια σε πράξεις και υπολογισμούς διάφορων συντελεστών και παραμέτρων και γι' αυτό συνήθως ανατίθεται σε κάποιο εξειδικευμένο γραφείο.

Το νέο στοιχείο που εισάγει ο τρόπος αυτός είναι η διαφορετική αντιμετώπιση των διάφορων ειδών θερμικών απωλειών των χώρων. Έτσι, οι απώλειες όλων των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων) θεωρούνται απώλειες “κοινόχρηστων επιφανειών” και επιβαρύνουν τους ιδιοκτήτες ανάλογα με τον όγκο των ιδιοκτησιών τους.

Επίσης ρυθμίζεται και το θέμα της συμμετοχής στις δαπάνες θέρμανσης των ιδιοκτησιών που για ορισμένα χρονικά διαστήματα παραμένουν κλειστές, εισπράττουν όμως θερμικά φορτία από τους θερμαινόμενους χώρους με τους οποίους συνορεύουν.

## 12.2 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Στο έντυπο που πρέπει να συμπληρώνεται για την κατανομή των δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης υπάρχουν όλα τα σχετικά μεγέθη με τα σύμβολα και τις μονάδες τους.

1	ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ	$Q_{sk}$	kcal/h	2	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΛΩΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	$Q_{sk}$	kcal/h	3	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΛΩΕΙΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	$Q_{\sigma}$	kcal/h	4	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΛΩΕΙΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	$Q_{\sigma\alpha}$	kcal/h	5	ΟΛΙΚΕΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΛΩΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$Q_{\sigma\alpha}$	kcal/h	6	ΟΡΚΟΣ	$V_i$	m <sup>3</sup>	7	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΠΛΩΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$q_b$	kcal/h <sup>3</sup>	8	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΛΩΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$Q_i$	kcal/h	9	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$\epsilon_i$	10	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	$F_{\epsilon\epsilon i}$	m <sup>2</sup>	11	ΣΥΝΟΛ. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΗ ΕΠΙΦΑΝ. ΚΤΙΡΙΟΥ	$F_{\sigma\sigma i}$	m <sup>2</sup>	12	ΛΟΤΟΣ ΕΣ. / ΕΞ. ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	$\sigma_i$	13	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$\omega_i$	14	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΣΩΛΗΝΟΣΕΩΝ	$\chi_i$	15	ΕΜΒΑΔΟΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	$F_i$	m <sup>2</sup>	16	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΜΒΑΔΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	$V_i$	17	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡ. ΕΠΙΦΑΝ. ΚΤΙΡΙΟΥ	$Z_i$	18	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΝΟΥΣΑΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣ. ΚΤΙΡΙΟΥ	$f_i$	19	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	$S_i$	m <sup>2</sup>	20	ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΝΔΕΞΕΩΝ ΜΕΤΡΗΤΗ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ	$M_i$	21	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$\epsilon_i$	22	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$f_i \times \epsilon_i$	23	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$\Pi_{\epsilon\lambda}$	(%)	24	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	$\Pi_{\epsilon\delta}$	(%)
---	-------------	----------	--------	---	----------------------------------	----------	--------	---	-------------------------------------	--------------	--------	---	------------------------------------	--------------------	--------	---	--------------------------------	--------------------	--------	---	-------	-------	----------------	---	-------------------------	-------	---------------------	---	--------------------------	-------	--------	---	---------------------------------	--------------	----	--	--------------------------	----------------	----	--	----------------------	----------------	----	--	------------	----	--	------------	----	----------------------------------	----------	----	-----------------	-------	----------------	----	-----------------------------	-------	----	--	-------	----	---	-------	----	--------------------------------------	-------	----------------	----	--------------------------------------	-------	----	---------------------------------	--------------	----	-----------------------------	-------------------------	----	-----------------------------	-------------------------	-----	----	-----------------------------	------------------------	-----

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΔΑΠΑΝΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ

Στη συνέχεια θα δώσουμε ανάλυση των ορισμών.

### 12.2.1 Βασικές θερμικές απώλειες $Q_B$

Είναι οι θερμικές απώλειες από τις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου, οριζόντιες και κατακόρυφες, εκτός εκείνων από τα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα). Οι επιφάνειες αυτές θεωρούνται κοινόχρηστες και οι απώλειές τους κατανέμονται σε όλες τις ιδιοκτησίες ανάλογα με τον όγκο τους. Αναγράφονται στη στήλη 5 του εντύπου.

Αν διαιρέσουμε τις  $Q_B$  με το άθροισμα των όγκων όλων των ιδιοκτησιών, προκύπτουν οι ειδικές βασικές απώλειες  $q_B$  που αναγράφονται στη στήλη 7.

### 12.2.2 Απώλειες εξωτερικών ανοιγμάτων $Q_F$

Είναι οι απώλειες από τα ανοίγματα κάθε ιδιοκτησίας και θεωρείται ότι επιβαρύνουν τον ιδιοκτήτη της. Αναγράφονται στη στήλη 3 του εντύπου.

### 12.2.3 Απώλειες χαραμάδων εξωτερικών ανοιγμάτων $Q_a$

Είναι οι απώλειες από την ανανέωση του αέρα των χώρων μέσα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων του. Επιβαρύνουν και αυτές την κάθε ιδιοκτησία χωριστά. Αναγράφονται στη στήλη 4 του εντύπου.

### 12.2.4 Θερμικές απώλειες ιδιοκτησίας $Q$

Είναι το σύνολο των απωλειών που επιβαρύνουν την κάθε ιδιοκτησία και προκύπτει από το άθροισμα των  $Q_F + Q_a$  και του ποσοστού που αναλογεί στην ιδιοκτησία από τις  $Q_B$ . Το ποσοστό αυτό προκύπτει από τον όγκο της ιδιοκτησίας και τις ειδικές βασικές απώλειες  $q_B$  (με πολλαπλασιασμό τους). Αναγράφονται στη στήλη 8 του εντύπου.

### 12.2.5 Συντελεστής επιβάρυνσης $\varepsilon$

Είναι το ποσοστό των  $Q$  (12.2.4) σε σχέση με τις συνολικές  $Q_{ολ}$  (στήλη 1) απώλειες του κτιρίου. Αναγράφεται στη στήλη 9 του εντύπου. Είναι ο βασικός παράγοντας προσδιορισμού της συμμετοχής κάθε ιδιοκτησίας στις δαπάνες Κεντρικής Θέρμανσης.

### 12.2.6 Συντελεστής παραμένουσας επιβάρυνσης $f$

Ορίζεται ως ο λόγος του θερμικού φορτίου που δέχεται η ιδιοκτησία όταν είναι κλειστή ως προς εκείνο της κανονικής της λειτουργίας. Υπολογίζεται κατά προσέγγιση από τους παράγοντες των στηλών 10 ~ 17 και αναγράφεται στη στήλη 18 του εντύπου. Χρησιμεύει για τον καταλογισμό δαπανών στα διαστήματα που η ιδιοκτησία είναι κλειστή.

## 12.3 ΣΧΕΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Όταν είναι γνωστοί όλοι οι παραπάνω παράγοντες, η κατανομή των δαπανών γίνεται με τη χρήση ειδικών τύπων που εφαρμόζονται με δεδομένα και τα στοιχεία λειτουργίας κάθε αυτονομίας (εάν υπάρχουν), δηλαδή τις ώρες λειτουργίας της ή το θερμικό ποσό που κατανάλωσε κάθε μήνα. Τελικά υπολογίζεται το ποσοστό  $\Pi$  επιβάρυνσης κάθε ιδιοκτησίας (%). Θα αναφέρουμε ενδεικτικές περιπτώσεις, για να δώσουμε τη λογική των υπολογισμών αυτών.

Χωρίς αυτονομίες

α) Για λειτουργία όλων των ιδιοκτησιών

είναι  $\Pi_i = \varepsilon_i \times 100$ , όπου  $\Pi_i$  και  $\varepsilon_i$  τα στοιχεία κάθε ιδιοκτησίας

β) Για μερικές ιδιοκτησίες εκτός λειτουργίας (με δείκτη  $\lambda$ )

είναι  $\Pi_\lambda = f_\lambda \varepsilon_\lambda \times 100$ , γι' αυτές και

$\Pi_i = \varepsilon_i [(1 - \sum f_\lambda \varepsilon_\lambda) / (1 - \sum \varepsilon_\lambda)] \times 100$  για τις υπόλοιπες.

Με αυτονομίες και ωρομετρητές

είναι

$$\Pi_i = \{f_i \varepsilon_i + (\Omega_i \varepsilon_i / \sum \Omega_i \varepsilon_i) (1 - \sum f_i \varepsilon_i)\} \times 100,$$

όπου  $\Omega_i$  η ένδειξη του ωρομετρητή για το συγκεκριμένο διάστημα της κατανομής.

Με αυτονομίες και θερμιδομετρητές

είναι

$$\Pi_i = \{f_i \varepsilon_i + (M_i / \sum M_i) (1 - \sum f_i \varepsilon_i)\} \times 100$$

όπου  $M_i$  η ένδειξη του θερμιδομετρητή για το συγκεκριμένο διάστημα της κατανομής.

Οι σχέσεις των αυτονομιών καλύπτουν και τις περιπτώσεις των κλειστών ιδιοκτησιών, οπότε  $\Omega_i = 0$  ή  $M_i = 0$ . Τότε γι' αυτές είναι:

$$\Pi_\lambda = f_\lambda \varepsilon_\lambda \times 100$$



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατανομή των δαπανών για την Κεντρική Θέρμανση ενός κτιρίου με περισσότερες της μίας ιδιοκτησίες παλαιότερα γινόταν με τρόπους που βασίζονταν είτε στο μέγεθος των ιδιοκτησιών είτε στην ισχύ των θερμαντικών τους σωμάτων.

Σήμερα ο τρόπος κατανομής καθορίζεται νομοθετικά με το ΠΔ της 27/9/1985. ΦΕΚ 631 Δ (7.11.85),

Τα βασικά μεγέθη για την κατανομή είναι:

- Βασικές θερμικές απώλειες
- Απώλειες εξωτερικών ανοιγμάτων
- Απώλειες χαραμάδων εξωτερικών ανοιγμάτων
- Συντελεστής επιβάρυνσης
- Συντελεστής παραμένουσας επιβάρυνσης

Για την κατανομή συμπληρώνεται ειδικό έντυπο με βάση τα στοιχεία της μελέτης Κεντρικής Θέρμανσης του κτιρίου.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες είναι οι αδυναμίες των παλαιότερων τρόπων κατανομής δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης;
2. Ποιοι είναι οι βασικοί παράγοντες κατανομής με το θεσμικό πλαίσιο που ισχύει σήμερα;
3. Ποιοι από τους προηγούμενους παράγοντες επιβαρύνουν την κάθε ιδιοκτησία και ποιοι θεωρούνται κοινόχρηστα έξοδα;
4. Πώς επιβαρύνονται οι κλειστές για ένα διάστημα ιδιοκτησίες;



Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

*Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.*

Κωδικός βιβλίου: 0-24-0041  
ISBN Set 978-960-06-2828-9



(01) 000000 0 24 0041 9