

ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΟΛΥΖΟΣ Α. ΚΑΡΑΛΗΣ

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Α. ΜΟΡΦΗΣ

Επιβλέπων : Αντώνης Γ. Νάζος
Καθηγητής Εφαρμογών ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ

Πειραιάς, Μάιος 2017



PIRAEUS UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

PIRAEUS UNIVERSITY OF APPLIED
SCIENCES

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

**ANALYSIS AND DESIGN FOR MECHANICAL
FACILITIES IN RESIDENTIAL BUILDINGS**

THESIS

POLYZOS A. KARALIS

VASILEIOS A. MORFIS

Supervisor : Antonis G. Nazos
Lecturer of Piraeus University of applied Science

Piraeus, May 2017

Περίληψη

Ο σχεδιασμός κτηριακών εγκαταστάσεων αποτελεί αντικείμενο μελέτης για πολλούς κλάδους μηχανικών (Πολιτικούς, Μηχανολόγους, Αρχιτέκτονες και Ηλεκτρολόγους). Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί μία παρουσίαση των κυριότερων μηχανολογικών εγκαταστάσεων που συναντάμε σε κτήρια κατοικιών. Γίνεται αναφορά σε όλες τις εγκαταστάσεις που αφορούν τον μελετητή Μηχανολόγο Μηχανικό, την περιγραφή κάθε συστήματος ξεχωριστά καθώς και τον σχεδιασμό του.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης, στο δεύτερο κεφάλαιο οι εγκαταστάσεις αποχέτευσης, στο τρίτο κεφάλαιο οι εγκαταστάσεις φυσικού αερίου, στο τέταρτο κεφάλαιο οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, στο πέμπτο οι εγκαταστάσεις κλιματισμού & αερισμού και στο έκτο οι εγκαταστάσεις πυρόσβεσης. Σε κάθε κεφάλαιο γίνεται εκτενή αναφορά των στοιχείων που απαρτίζουν κάθε εγκατάσταση, καθώς και ο αναλυτικός υπολογισμός τους.

Λέξεις κλειδιά:

Μηχανολογικές εγκαταστάσεις, εγκαταστάσεις κτηρίων κατοικιών, ύδρευση, θέρμανση, κλιματισμός, φυσικό αέριο, πυρόσβεση.

Abstract

The design of building facilities is subject of study for many Departments of Engineering (Civil, Mechanical, Architecture or Electrical). The aim of this thesis is to present the design of the fundamental mechanical facilities that are encountered in residential buildings. All relevant to the Mechanical Engineer elements are outlined, the description of each system as well as the design of the same.

The first chapter analyzes the facilities of drinking and hot water of use, in the second chapter are analyzed the drainage facilities, in the third chapter are analyzed the natural gas facilities, in the fourth chapter are analyzed the heating facilities, in the fifth chapter are analyzed the air conditioning and ventilation facilities and finally in the sixth chapter are analyzed the fire extinguishing facilities. Each chapter analyzes extensively the components of each facility and its calculation.

Key words:

Mechanical facilities, facilities of residential buildings, water supply, heating, air conditioning, HVAC, natural gas, fire extinguishing

Δήλωση ακαδημαϊκής ακεραιότητας

(*Declaration of academic integrity*)

Οι υπογράφοντες υπεύθυνα δηλώνουν ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Ανάλυση και σχεδιασμός μηχανολογικών εγκαταστάσεων σε κτήρια» είναι προϊόν δικής μας δουλειάς και ότι όλες οι πηγές που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη σύνταξη της αναφέρονται πλήρως.

Καραλής Α. Πολύζος _____

Μόρφης Α. Βασίλειος _____

Copyright © Καραλής Α. Πολύζος – Μόρφης Α. Βασίλειος, 2017.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ.

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Καθηγητή μας κ. Αντώνη Γ. Νάζο Καθηγητή Εφαρμογών του ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ τόσο για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε αναθέτοντάς μας την διεκπεραίωση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, όσο και για τις υποδείξεις του όπου χωρίς αυτές θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την αμέριστη υποστήριξη και υπομονή που μας έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας. Ακόμα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλο το εκπαιδευτικό προσωπικό του ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ για τις γνώσεις που αποκομίσαμε.

«Όποιος σήμερα θέλει να πολεμήσει την ψευτιά και την
αμάθεια και να γράφει την αλήθεια έχει ξεπεράσει το
λιγότερο πέντε δυσκολίες. Πρέπει να έχει το **θάρος** να
γράφει την αλήθεια παρόλο που παντού την καταπνίγουν
την **εξυπνάδα** να την αναγνωρίσει παρόλο που τη
σκεπάζουν παντού την **τέχνη** να την κάνει
ευκολομεταχειρίσιμη σαν όπλο την **κρίση** να διαλέξει
εκείνους που στα χέρια τους η αλήθεια θ' αποκτήσει
δύναμη την **πονηριά** να τη διαδώσει ανάμεσα τους».

Μπέρτολτ Μπρεχτ

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract.....	7
Ευχαριστίες.....	9

Κεφάλαιο 1**Εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης**

1.1 Εισαγωγή.....	17
1.2 Υδραυλική εγκατάσταση.....	18
1.3 Εγκατάσταση πόσιμου νερού.....	19
1.3.1 Προδιαγραφές καταλληλότητας νερού για ανθρώπινη χρήση.....	19
1.3.2 Εξοπλισμός ειδών υγιεινής σε κτήρια κατοικιών...	22
1.3.3 Υλικά κατασκευής ειδών υγιεινής.....	23
1.3.4 Είδη κρουνοποιίας και μπαταρίες.....	24
1.4 Δίκτυα και είδη σωληνώσεων εγκαταστάσεων πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης.....	30
1.4.1 Χάλκινοι σωλήνες.....	31
1.4.2 Πλαστικοί σωλήνες.....	37
1.4.3 Πολυστρωματικοί σωλήνες.....	40
1.4.4 Χαλυβδοσωλήνες.....	42
1.5 Ζεστό νερό χρήσης.....	44
1.5.1 Τροφοδοσία εγκατάστασης ζεστού νερού χρήσης..	44
1.5.2 Παραγωγή και αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης..	45
1.5.3 Όργανα ελέγχου και ασφάλειας εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης.....	48
1.5.4 Ανακυκλοφορία ζεστού νερού χρήσης.....	49
1.6 Αρχές Μηχανικής Ρευστών.....	50
1.7 Αναλυτικός υπολογισμός εγκαταστάσεων πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης σε κτήρια κατοικιών.....	55

Κεφάλαιο 2

Εγκαταστάσεις αποχέτευσης

2.1	Εισαγωγή.....	70
2.2	Συστήματα και δίκτυα αποχέτευσης	71
2.3	Αποχετευτικό δίκτυο λυμάτων.....	71
	2.3.1 Αποχέτευση κουζίνας.....	72
	2.3.2 Αποχέτευση λουτρού.....	72
	2.3.3 Αποχέτευση χώρου οικοκυρικής.....	73
2.4	Αποχετευτικό δίκτυο όμβριων υδάτων.....	74
	2.4.1 Απορροή μπαλκονιών.....	74
	2.4.2 Απορροή ταρατσών	75
	2.4.3 Απορροή στέγης.....	76
2.5	Σωληνώσεις δικτύου αποχέτευσης.....	76
2.6	Εξαρτήματα δικτύου αποχέτευσης.....	77
	2.6.1 Σιφόνια.....	78
	2.6.2 Διαχωριστές.....	79
	2.6.3 Φρεάτια επιθεώρησης και καθαρισμού.....	80
	2.6.4 Αντιπλημμυρικά εξαρτήματα υπόγειων χώρων....	80
2.7	Εξαερισμός δικτύου.....	81
2.8	Δεξαμενές λυμάτων.....	82
	2.8.1 Σηπτική δεξαμενή.....	82
	2.8.2 Απορροφητική δεξαμενή.....	83
2.9	Αναλυτικός υπολογισμός εγκαταστάσεων αποχέτευσης σε κτήρια κατοικιών.....	84
	2.9.1 Διαστασιολόγηση εγκαταστάσεων λυμάτων.....	85
	2.9.2 Διαστασιολόγηση εγκαταστάσεων όμβριων υδάτων.....	89
	2.9.3 Διαστασιολόγηση μικτών εγκαταστάσεων αποχέτευσης.....	92

Κεφάλαιο 3

Εγκαταστάσεις φυσικού αερίου

3.1	Εισαγωγή.....	93
3.2	Θερμοδυναμικές και ρευστομηχανικές ιδιότητες φυσικού αερίου.....	94
	3.2.1 Θερμογόνος δύναμη	95
	3.2.2 Πυκνότητα	96
	3.2.3 Δείκτης Wobbe	97
3.3	Συσκευές φυσικού αερίου	98
	3.3.1 Μαγειρικές εστίες και φούρνοι.....	99
	3.3.2 Θερμαντήρες νερού.....	99
	3.3.3 Θερμαντήρες χώρου.....	101
3.4	Δίκτυα, σωληνώσεις και εξαρτήματα εγκαταστάσεων φυσικού αερίου.....	107
	3.4.1 Χάλκινοι σωλήνες.....	108
	3.4.2 Χαλυβδοσωλήνες.....	109
	3.4.3 Εξαρτήματα σύνδεσης δικτύων φυσικού αερίου....	109
3.5	Δοκιμή εγκατάστασης και σωληνώσεων φυσικού αερίου...	110
3.6	Υπολογισμός διαμέτρου σωληνώσεων φυσικού αερίου.....	111

Κεφάλαιο 4

Εγκαταστάσεις Θέρμανσης

4.1	Εισαγωγή.....	120
4.2	Αρχές μετάδοσης θερμότητας.....	121
	4.2.1 Μετάδοση θερμότητας με αγωγή.....	122
	4.2.2 Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή.....	124
	4.2.3 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.....	125
4.3	Υπολογισμός θερμικών αναγκών κτηρίων.....	126
	4.3.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών από τα δομικά στοιχεία.....	126
	4.3.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών λόγω αερισμού του χώρου.....	146

4.3.3	Περιοδικά θερμαινόμενοι χώροι.....	154
4.4	Συστήματα θέρμανσης	156
4.4.1	Δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης.....	157
4.4.2	Μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης.....	158
4.4.3	Διαστασιολόγηση συστημάτων θέρμανσης.....	159
4.4.4	Εκλογή θερμαντικών σωμάτων.....	166
4.4.5	Ενδοδαπέδια θέρμανση.....	177
4.4.6	Μονώσεις εγκαταστάσεων θέρμανσης.....	179
4.5	Μηχανήματα και συσκευές θέρμανσης.....	180
4.5.1	Λέβητες.....	180
4.5.2	Αντλίες θερμότητας.....	183
4.5.3	Συσκευές τοπικής θέρμανσης.....	185
4.6	Καυστήρες.....	188
4.6.1	Καυστήρες υγρών καυσίμων.....	189
4.6.2	Καυστήρες αερίων καυσίμων.....	190
4.6.3	Επιλογή καυστήρα.....	191
4.7	Συσκευές και όργανα εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης.....	192
4.7.1	Διακόπτες θερμαντικών σωμάτων.....	192
4.7.2	Συλλέκτες – διανομείς και ρυθμιστικές βαλβίδες... ..	193
4.7.3	Κυκλοφορητές.....	194
4.7.4	Δοχεία διαστολής.....	196
4.7.5	Απαγωγή καυσαερίων.....	198
4.7.6	Δεξαμενές καυσίμων.....	199

Κεφάλαιο 5

Εγκαταστάσεις κλιματισμού και αερισμού

5.1	Εισαγωγή.....	200
5.2	Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων.....	201
5.2.1	Μέθοδοι υπολογισμού ψυκτικού φορτίου.....	202
5.2.2	Μέθοδος υπολογισμού CLTD/CLF.....	202
5.3	Αρχές ψυχομετρίας	226

5.3.1	Αισθητή θερμότητα και θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου.....	226
5.3.2	Λανθάνουσα θερμότητα και θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου.....	226
5.3.3	Θερμοκρασία σημείου δρόσου.....	226
5.3.4	Ολική θερμότητα.....	226
5.3.5	Ψυχομετρικός χάρτης.....	227
5.4	Δίκτυα διανομής αέρα.....	229
5.4.1	Δίκτυα αεραγωγών.....	229
5.4.2	Στόμια αέρα.....	235
5.4.3	Ανεμιστήρες.....	237
5.5	Δίκτυα σωληνώσεων.....	240
5.5.1	Δίκτυα διανομής νερού.....	240
5.5.2	Δίκτυα διανομής ψυκτικών ρευστών.....	240
5.5.3	Διαστασιολόγηση δικτύων σωληνώσεων.....	241
5.6	Ψυκτικές μηχανές και πύργοι ψύξεως.....	241
5.6.1	Ψυκτικός κύκλος συμπίεσης ατμού.....	242
5.6.2	Απόδοση ψυκτικών μηχανών.....	245
5.6.3	Ψυκτικά ρευστά.....	246
5.6.4	Αρχή λειτουργίας και κατηγορίες πύργων ψύξεως.....	248
5.7	Κλιματιστικές μονάδες.....	250
5.7.1	Τοπικές κλιματιστικές μονάδες.....	250
5.7.2	Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες.....	251

Κεφάλαιο 6

Εγκαταστάσεις πυρόσβεσης

6.1	Εισαγωγή.....	253
6.2	Προϋποθέσεις για την ανάπτυξη πυρκαγιάς.....	253
6.3	Παθητική και ενεργητική πυροπροστασία.....	254
6.4	Συστήματα πυρόσβεσης.....	255
6.4.1	Τοπικά μέσα κατάσβεσης.....	256
6.4.2	Πυροσβεστικές λήψεις.....	257
6.4.3	Καταιονητήρες.....	259

6.5	Αναλυτικός υπολογισμός υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου.....	265
6.5.1	Υπολογισμός δικτύου συστήματος πυροσβεστικών λήψεων.....	266
6.5.2	Υπολογισμός δικτύου συστήματος καταιονητήρων.....	267
6.6	Υδροδοτικά πιεστικά συγκροτήματα.....	268
6.6.1	Αντλίες.....	269
6.6.2	Αυτόματο αντλητικό συγκρότημα.....	273
6.6.3	Δεξαμενή αναρρόφησης.....	276
	Παράρτημα – Πίνακες.....	283
	Βιβλιογραφία.....	309

Κεφάλαιο 1

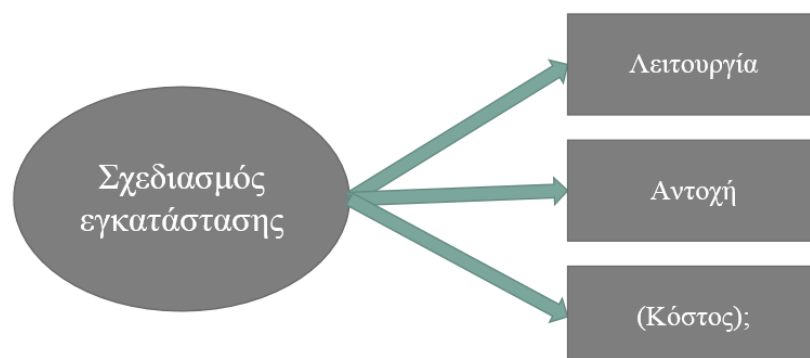
Εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης

1.1 Εισαγωγή :

Κάθε κτήριο ανεξαρτήτως σκοπού τον οποίο προορίζεται να εξυπηρετεί (κτήρια γραφείων, εμπορικά κέντρα, ξενοδοχεία, κτήρια βιομηχανίας, κτήρια κατοικιών κα) πρέπει να πληροί ορισμένα κριτήρια όπως :

- Την σωστά σχεδιασμένη υδραυλική εγκατάσταση
- Τις ικανοποιητικές συνθήκες άνεσης, θέρμανση – δροσισμός – αερισμός , του χώρου
- Την σωστή επιλογή και εφαρμογή μόνωσης, είτε πρόκειται για θερμομόνωση είτε για μόνωση αδιαβροχοποίησης είτε και για ηχομόνωση σε ειδικές περιπτώσεις (πχ κτήρια που πρόκειται να στεγάσουν στούντιο ηχογραφήσεων, κινηματογράφους κα)
- Την σωστά σχεδιασμένη ηλεκτρική εγκατάσταση και τον επαρκή φωτισμό του κτηρίου, είτε είναι φυσικός είτε τεχνητός
- Την σωστή διαρρύθμισή του χώρου και την σωστή στατικότητα του κτηρίου από τον Αρχιτέκτονα και τον Πολιτικό Μηχανικό αντίστοιχα.

Με τον όρο “σωστός σχεδιασμός” μίας εγκατάστασης ή ενός μηχανήματος ή μίας κατασκευής γενικότερα ο σχεδιαστής – μελετητής Μηχανικός καλείται να σχεδιάσει μία κατασκευή η οποία να εκπληρώνει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις προϋποθέσεις (τεχνολογικές, υλικών, οικονομικών, περιβαλλοντικές και νομικές) που έχουν τεθεί. Οπότε με βάση τα παραπάνω θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο σωστός σχεδιασμός μίας κατασκευής ή εγκατάστασης στην προκειμένη περίπτωση ακολουθεί τον εξής κανόνα:



Στο παραπάνω σχεδιάγραμμα βλέπουμε σχηματικά ότι ο σωστός σχεδιασμός μιας εγκατάστασης προεξοφλεί την σωστή λειτουργία για την οποία είναι σχεδιασμένη καθώς και την αντοχή της. Παρατηρούμε επίσης ότι υπάρχει και το κόστος μέσα σε αγκύλες () και με ερωτηματικό στο τέλος, αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι αφού σχεδιαστεί μία εγκατάσταση ως προς την λειτουργία της και την αντοχή της έρχεται και ο οικονομικός παράγοντας ο οποίος στις μέρες μας δεν αποτελεί στοιχείο το οποίο θα μπορούσαμε να παρακάμψουμε εύκολα. Το κόστος λοιπόν μίας εγκατάστασης έρχεται πάντα τελευταίο και μπορούμε να το μεταβάλλουμε σε περίπτωση που δεν επηρεάζει την λειτουργία για την οποία είναι σχεδιασμένη η εγκατάσταση και την αντοχή της.

1.2 Υδραυλική εγκατάσταση :

Ένα από τα βασικότερά κριτήρια που καλούμαστε να αναλύσουμε είναι η υδραυλική εγκατάσταση ενός κτηρίου. Η υδραυλική εγκατάσταση ενός κτηρίου περιλαμβάνει τα εξής:

- Την τροφοδότηση της εγκατάστασης με πόσιμο νερό
- Την παραγωγή και αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) καθώς και την ανακυκλοφορία αυτού
- Τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση πιεστικού συγκροτήματος ύδρευσης όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο
- Την απομάκρυνση των λυμάτων από το κτήριο και την σύνδεση τους είτε με το αποχετευτικό δίκτυο της πόλεως εάν αυτό υπάρχει είτε με εξωτερικό αποχετευτικό δίκτυο (δεξαμενή λυμάτων) και
- Την απαγωγή των όμβριων υδάτων από την ταράτσα, τις στέγες και τα μπαλκόνια.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναλύσουμε την τροφοδότηση πόσιμου νερού και την παραγωγή και αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης και την ανακυκλοφορία.

1.3 Εγκατάσταση πόσιμου νερού :

Το νερό είναι ένα από τα πολυτιμότερα αγαθά του πλανήτη μας, παρόλο που το νερό καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη μας μόνο το 3% είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε άλατα και από αυτό το μεγαλύτερο μέρος (75%) του είναι σε στερεή κατάσταση. Κατά συνέπεια μόνο 1% του νερού του πλανήτη μας είναι τελικά πόσιμο. Το πόσιμο νερό παίζει μεγάλο ρόλο στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Το πόσιμο νερό σε κτήρια εξυπηρετεί τις εξής ανάγκες :

- Τον καθαρισμό των ανθρώπων που διαμένουν ή εργάζονται σε ένα κτήριο
- Την πόση
- Τον καθαρισμό αντικειμένων
- Το μαγείρεμα
- Το πότισμα κήπων

1.3.1 Προδιαγραφές καταλληλότητας νερού για ανθρώπινη χρήση :

Η καταλληλότητα του νερού ποικίλει ανάλογα με την χρήση του, καθορίζεται με βάση το είδος των αλάτων που περιέχει και την περιεκτικότητά τους. Παρόλο που η ανώτερη περιεκτικότητα του νερού σε άλατα είναι 500 mg/l υπάρχουν περιοχές στην γη όπου η περιεκτικότητα του νερού σε άλατα είναι 1500 ~ 2000 mg/l και χρησιμοποιείται ως πόσιμο. Επίσης περιεκτικότητα χλωριούχων μεγαλύτερη από 600 mg/l αλλοιώνει την γεύση του νερού και διαβρώνει τις σωληνώσεις και περιεκτικότητα θεικών μεγαλύτερη από 400 mg/l προκαλεί γαστρεντερικούς ερεθισμούς.

Άλλοι παράμετροι που καθορίζουν την καταλληλότητα του νερού είναι : Το pH, η αγωγιμότητα, η σκληρότητα, τα χλωρίοντα, τα θειικά ιόντα, τα ανθρακικά ιόντα, τα υδρογονοανθρακικά ιόντα, τα νιτρώδη, το αμμώνιο, τα κατιόντα νατρίου, τα κατιόντα καλίου, τα κατιόντα ασβεστίου, τα κατιόντα μαγνησίου και τα κατιόντα σιδήρου.

Στην Ελλάδα ισχύει η Κ.Υ.Α Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/Β'/11.7.2001) Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998. Στους παρακάτω πίνακες δίνονται ορισμένα στοιχεία για την καταλληλότητα του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση.

Χημικοί παράμετροι :

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Ακρυλαμίδιο	0,10	μg/l
Αντιμόνιο	5,0	μg/l
Αρσενικό	10	μg/l
Βενζόλιο	1,0	μg/l
Βενζο-α-πυρένιο	0,010	μg/l
Βόριο	1,0	mg/l
Βρωμικά	10	μg/l
Κάδμιο	5,0	μg/l
Χρώμιο	50	μg/l
Χαλκός	2,0	mg/l
Κυανιούχα	50	μg/l
1,2 – διχλωροαιθάνιο	3,0	μg/l
Επιχλωροδρίνη	0,10	μg/l
Φθοριούχα	1,5	mg/l
Μόλυβδος	10	μg/l
Υδράργυρος	1,0	μg/l
Νικέλιο	20	μg/l
Νιτρικά	50	mg/l
Νιτρώδη	0,50	mg/l
Παρασιτοκτόνα	0,10	μg/l
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	μg/l
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	μg/l
Σελήνιο	10	μg/l
Τερταχλωροαιθηνιο και Τριχλωροαιθένιο	10	μg/l
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	μg/l
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	μg/l

Πίνακας 1.1

Ενδεικτικές παράμετροι :

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Αργίλιο	200	μg/l
Αμμώνιο	0,50	mg / l
Χλωριούχα	250	mg / l
Clostridium perfringers	0	Αριθμός / 100 ml
Χρώμα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Αγωγιμότητα	2500	μS cm ⁻¹ στους 20 °C
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	≥ 6,5 και ≤ 9,5	Μονάδες PH
Σίδηρος	200	μg/l
Μαγνήσιο	50	μg/l
Οσμή	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Οξειδωσιμότητα	5,0	mg / l O ₂
Θειικά	250	mg / l
Νάτριο	200	mg / l
Γεύση	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Αριθμός αποικιών σε 20 °C και 37 °C	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Κολοβακτηριοειδή	0	Αριθμός / 100 ml
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Υπολειμματικό χλώριο		mg / l
Θολότητα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	

Πίνακας 1.2

Ραδιενέργεια :

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Τρίτιο	100	Becquerel / l
Ολική ενδεικτική δόση	0,10	mSv /έτος

Πίνακας 1.3

1.3.2 Εξοπλισμός ειδών υγιεινής σε κτήρια κατοικιών :

Ο εξοπλισμός ειδών υγιεινής ποικίλει ανάλογα με το είδος του χώρου, τα άτομα για τα οποία είναι σχεδιασμένος να εξυπηρετεί μία κατοικία καθώς και το μέγεθος του χώρου. Τα είδη υγιεινής πρέπει να τοποθετούνται στους αντίστοιχους χώρους με τρόπο τέτοιο ώστε να εξυπηρετεί τους χρήστες και να μην εμποδίζουν κινήσεις ή εργασίες στους χώρους. Ο σχεδιασμός και η διαρρύθμιση των χώρων είναι όπως προείπαμε στο πεδίο ενασχόλησης του Αρχιτέκτονα.

Σύμφωνα με το πρότυπο DIN 18022 τα κτήρια κατοικιών πρέπει να έχουν κάποιο εξοπλισμό ειδών υγιεινής ο οποίος φαίνεται στον παρακάτω πίνακα .

Εξοπλισμός ειδών υγιεινής σε κτήρια κατοικίας		
Είδος Χώρου	Ελάχιστες απαιτήσεις	Προαιρετικές συμπληρώσεις
Κουζίνα	Διπλός νεροχύτης με πάγκο και επιφάνεια αποστραγγίσεως	Πλυντήριο πιάτων
WC	Λεκάνη WC Νιπτήρας	Ουροδόχος
Λουτρό	Μπανιέρα ή Ντουζιέρα Νιπτήρας Λεκάνη WC	Ντουζιέρα Πρόσθετος νιπτήρας ή διπλός νιπτήρας Πυγολουτήρας (Μπιντέ)
Χώρος οικοκυρικής	Πλυντήριο ρούχων Νιπτήρας ή βοηθητική λεκάνη	Στεγνωτήριο ρούχων

Πίνακας 1.4

1.3.3 Υλικά κατασκευής ειδών υγιεινής :

Οι ποικιλία των ειδών υγιεινής καθώς και οι απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού προϋποθέτουν υλικά με ανάλογες ιδιότητες.

Τα συνηθέστερα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα για την κατασκευή ειδών υγιεινής είναι :

- Κεραμικά υλικά όπως πορσελάνη, πηλός, αργιλοπυριτικά πετρώματα, καολίνη, χαλαζίας και πυρίμαχος πηλός
- Μεταλλικά υλικά όπως χαλυβδοελάσματα και ανοξείδωτοι χάλυβες.
- Πολυμερή υλικά όπως Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), ο μεθακρυλικός μεθυλεστέρας (PMMA) και οι πολυεστέρες ενισχυμένοι με ίνες γυαλιού.

Κεραμικά υλικά :

Κεραμικά υλικά καλούνται όλα τα ανόργανα μη μεταλλικά υλικά, τα οποία έχουν υποστεί θερμική κατεργασία σε υψηλές θερμοκρασίες (> 1000 °C) είτε κατά το στάδιο της επεξεργασίας τους είτε κατά το στάδιο της εφαρμογής. Η δομή τους περιλαμβάνει δύο ή περισσότερα υλικά (πχ Al_2O_3 , $MgAl_2O_4$) τα οποία συνδέονται με ισχυρούς δεσμούς. Όσον αφορά τα είδη υγιεινής, τα κεραμικά υλικά χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή λεκάνης WC, νιπτήρα και πυγολουτήρα.

Τα κύρια πλεονεκτήματά τους είναι :

- Σχετικά χαμηλή πυκνότητα
- Υψηλό σημείο τήξης
- Υψηλό μέτρο ελαστικότητας
- Χαμηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα

- Καλή αντίσταση σε θλίψη
- Πολύ υψηλή σκληρότητα και
- Ανώτερη πυρίμαχη, αντιδιαβρωτική και αντιτριβική συμπεριφορά ως συνδυασμός των ανωτέρω ιδιοτήτων.

Μεταλλικά υλικά :

Χρησιμοποιείται κυρίως ο ανοξείδωτος χάλυβας για την κατασκευή μεταλλικού νεροχύτη λόγω της αντοχής του στην διάβρωση. Επίσης χρησιμοποιείται και ο χυτοσίδηρος (μαντέμι) για την κατασκευή μπανιέρας με ακρυλική επίστρωση (εμαγιέ) για αντιδιαβρωτική προστασία.

Πολυμερή υλικά :

Συνήθως χρησιμοποιείται ο μεθακρυλικός μεθυλεστέρας (PMMA), κοινώς ακρυλική ύαλος ή πλεξιγκλάς, για την κατασκευή σε ειδικές περιπτώσεις μπανιέρας (πχ για μπανιέρες Jacuzzi). Η ακρυλική ύαλος παρουσιάζει υψηλή στιλπνότητα και είναι ανθεκτική στην ηλιακή ακτινοβολία και σε πολλά οξέα και βάσεις.

1.3.4 Είδη κρουνοποιίας και μπαταρίες :

α) Είδη κρουνοποιίας :

Τα είδη κρουνοποιίας στις εγκαταστάσεις πόσιμου αλλά και ζεστού νερού περιλαμβάνουν τους διακόπτες και τις βάνες και χρησιμοποιούνται ως εξής :

- Για την διακοπή λειτουργίας παροχής ή λήψης
- Για την απομόνωση μέρους της υδραυλικής εγκατάστασης
- Για την ρύθμιση ταχύτητας και παροχής μάζας και
- Για την ανάμιξη νερού

Η ρύθμιση της ταχύτητας και παροχής μάζας του νερού γίνεται μόνο με την χρήση ρυθμιστικής βαλβίδας (ή βαλβίδα στατικής εξισορρόπησης) και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου έχουμε μεγάλες ταχύτητες νερού.

Βάνες διακοπής λειτουργίας :

α) Σφαιρικός διακόπτης



β) Διακόπτης με σύρτη



γ) Διακόπτης τύπου πεταλούδα (Butterfly)

Εικόνα 1.1

Κατά βάση σε εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού συνήθως χρησιμοποιείται ο σφαιρικός διακόπτης (εικόνα 1.1α) και σπανιότερα ο διακόπτης με σύρτη (εικόνα 1.1β) , ο διακόπτης τύπου πεταλούδα (εικόνα 1.1γ) χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις θέρμανση - κλιματισμού και σε εγκαταστάσεις αντλιοστασίων.

Ρυθμιστικοί διακόπτες ή βαλβίδα στατικής εξισορρόπησης :

Ρυθμιστικός διακόπτης

Εικόνα 1.2

Χρησιμοποιείται κατά βάση σε εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού και σπανιότερα σε εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού. Σε αντίθεση με τους παραπάνω διακόπτες ο ρυθμιστικός έχει μόνο μία είσοδο νερού και μία έξοδο (κατά τη φορά του βέλους). Στα δύο ακροφύσια που βλέπουμε (κόκκινο – μπλε) τοποθετείται όργανο με το οποίο μετράμε ταχύτητα και παροχή στην είσοδο και έξοδο της βάνας και ανάλογα μπορούμε να ρυθμίσουμε την επιθυμητή τιμή.

Διακόπτες απομόνωσης λήψης :



α) γωνιακός διακόπτης



β) ίσιος διακόπτης

Εικόνα 1.3

Χρησιμοποιούνται κατά βάση για την απομόνωση μίας λήψης, σε μπαταρίες νιπτήρα, μπαταρίες νεροχύτη κα.

Τρίοδος βάνα :



α) Τρίοδος βάνα



β) Τρίοδος βάνα αναμίξεως

Εικόνα 1.4

Χρησιμοποιείται κυρίως σε εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης για να αναμίξουμε από δύο πηγές ή να επιλέξουμε ζεστό νερό από μία εκ των δύο (πχ ζεστό νερό από τον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα και ζεστό νερό από τον ηλιακό θερμοσίφωνα). Η τρίοδος βάνα αναμίξεως (εικόνα 1.4β) βρίσκει την εφαρμογή της κυρίως σε συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης όπου αναμιγνύουμε το νερό προσαγωγής από θερμαντικό μέσο (πχ λέβητας) όπου συνήθως είναι 70 ~ 80 °C με το νερό της επιστροφής προς αυτό με σκοπό να πετύχουμε χαμηλότερη θερμοκρασία προσαγωγής προς την εγκατάστασή μας, θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

β) Μπαταρίες νερού :

Ως μπαταρίες νερού ορίζουμε τους υδραυλικούς υποδοχείς οι οποίοι τοποθετούνται στα είδη υγιεινής με σκοπό την πλήρωση τους με νερό. Οι μπαταρίες νερού κατατάσσονται σε κατηγορίες με διάφορα κριτήρια, με βάση τα είδη υγιεινής τα οποία είναι σχεδιασμένες να εξυπηρετούν και με βάση τον τρόπο που αναμειγνύουν το ζεστό και κρύο νερό. Έτσι λοιπόν έχουμε :

Με βάση τα είδη υγιεινής τα οποία είναι σχεδιασμένες να εξυπηρετούν:

➤ Μπαταρίες νιπτήρα



α) Αναμεικτική Μπαταρία νιπτήρα

β) Μπαταρία νιπτήρα τύπου γέφυρα

γ) Εντοιχισμένη Μπαταρία νιπτήρα

Εικόνα 1.5

➤ Μπαταρίες νεροχύτη



α) Αναμεικτική Μπαταρία νεροχύτη

β) Μπαταρία νεροχύτη τοίχου

Εικόνα 1.6

➤ Μπαταρία λουτρού



α) Αναμεικτική Μπαταρία λουτρού



β) Θερμοστατική Μπαταρία λουτρού



γ) Εντοιχισμένη Μπαταρία λουτρού

Εικόνα 1.7

➤ Μπαταρία πυγολουτήρα



Μπαταρία πυγολουτήρα
Εικόνα 1.8

Η μπαταρία πυγολουτήρα παρατηρούμε ότι είναι όμοια με τις μπαταρίες νιπτήρα, η διαφορά τους έγκειται στο ότι η μπαταρία πυγολουτήρα έχει περιστρεφόμενο ρουξούνι για τον καθαρισμό των ευπαθών σημείων.

➤ Βαλβίδες και δοχεία έκπλυσης λεκάνης :



α) Βαλβίδα έκπλυσης λεκάνης



β) Δοχείο έκπλυσης λεκάνης (καζανάκι)



γ) Εντοιχισμένο δοχείο έκπλυσης λεκάνης

Εικόνα 1.9

Με βάση τον τρόπο που αναμειγνύουν το ζεστό και κρύο νερό :

- **Μπαταρίες δύο λαβών**, οι οποίες έχουν μία λαβή για το κρύο νερό (μπλε) και μία λαβή για το ζεστό (κόκκινη). Η ανάμιξη γίνεται στο θάλαμο ανάμιξης και ο έλεγχος της θερμοκρασίας του νερού με τα χέρια (εικόνες 1.5β και 1.6β).
- **Αναμεικτικές μπαταρίες μίας λαβής**, οι οποίες ρυθμίζουν την θερμοκρασία του νεύρου περιστρέφοντας την λαβή δεξιά – αριστερά (δεξιά το κρύο και αριστερά το ζεστό) και την ποσότητα του νερού με την άνωση ή την έλξη της λαβής (εικόνες 1.5α, 1.6α, 1.7α, 1.8).
- **Θερμοστατικές μπαταρίες**, οι οποίες ρυθμίζουν αυτόματα την θερμοκρασία του νερού σε μία προκαθορισμένη τιμή. Ο ένας διακόπτης (συνήθως αριστερά) ρυθμίζει την ποσότητα του νερού και ο άλλος είναι βαθμονομημένος, συνήθως από 20 ~ 38° C, και ρυθμίζει την επιθυμητή θερμοκρασία του νερού (εικόνα 1.7β). Η αρχή λειτουργίας τους έγκειται σε ένα μεταλλικό αισθητήρα θερμότητας που έχουν ο οποίος ρυθμίζει την ποσότητα του ζεστού νερού προς μίξη.

1.4 Δίκτυα σωληνώσεων και είδη σωλήνων εγκαταστάσεων πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης :

Τα δίκτυα σωληνώσεων σε εγκαταστάσεις ζεστού και κρύου χρησιμοποιούνται για την μεταφορά του νερού και πρέπει να ανταποκρίνονται σε κάποιες βασικές προδιαγραφές όπως:

- Την αντοχή τους στην διάβρωση είτε αυτή προκαλείται από το νερό το οποίο κυκλοφορεί μέσα σε αυτές είτε από το εξωτερικό περιβάλλον
- Την στεγανότητα τους και την αντοχή τους στην πίεση του δικτύου και
- Την καταλληλότητα τους για ανθρώπινη χρήση

Τα κύρια είδη σωλήνων που χρησιμοποιούνται για εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης είναι :

- Χάλκινοι σωλήνες
- Πλαστικοί σωλήνες
- Πολυστρωματικοί σωλήνες
- Χαλυβδοσωλήνες

Σήμερα στις σύγχρονες εγκαταστάσεις πόσιμου νερού σε κτήρια κατοικιών εφαρμογή βρίσκουν οι πολυστρωματικοί και πλαστικοί σωλήνες τόσο λόγω του χαμηλού κόστους προμήθειας τους όσο και για την ευκολία κατασκευής δικτύου ύδρευσης λόγω του μικρού βάρους τους αλλά και λόγω της ευκολίας συναρμολόγησής τους. Από την άλλη οι χαλκοσωλήνες λόγω της συνεχώς μεταβαλλόμενης και υψηλής τιμής τους βρίσκουν μικρότερη εφαρμογή από τις πολυστρωματικές και πλαστικές σωλήνες. Τέλος οι χαλυβδοσωλήνες λόγω του βάρους τους, του αυξημένου χρόνου που χρειάζεται για την συναρμολόγηση και την σύνδεση του αλλά κυρίως λόγω της ευαισθησίας τους στην διάβρωση δεν βρίσκουν σήμερα μεγάλη εφαρμογή σε εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης αλλά κυρίως σε εγκαταστάσεις διανομής φυσικού αερίου, εγκαταστάσεις θέρμανσης και εγκαταστάσεις τυρόσβεσης.

1.4.1 Χάλκινοι σωλήνες :

Οι χάλκινοι σωλήνες άρχισαν να χρησιμοποιούνται στις εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις κτηρίων στα τέλη της δεκαετίας του '80 και αντικατέστησαν τους χαλυβδοσωλήνες.

Τα κύρια πλεονεκτήματα των χαλκοσωλήνων έναντι των χαλυβδοσωλήνων είναι:

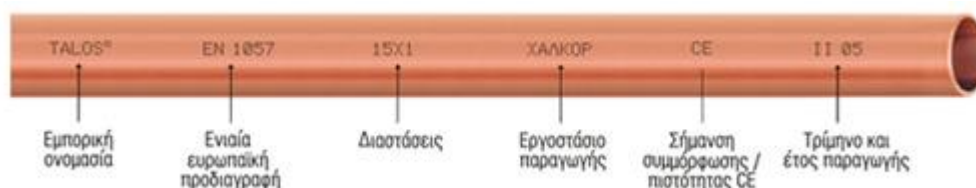
- Ευκολία και ταχύτητα συναρμολόγησης και σύνδεσης χαλκοσωλήνων, επειδή είναι ελαφριοί και συνδέονται με ειδικά εξαρτήματα, με την μέθοδο της τριχοειδής συγκόλλησης.
- Έχουν λεία επιφάνεια ($K=0.0015$ mm) και έτσι έχουμε σχετικά μικρή πτώση πίεσης
- Μεγάλη αντοχή στην οξείδωση, επειδή ο χαλκός καλύπτεται από ένα λεπτό στρώμα οξειδίου που τον προστατεύει από την οξείδωση
- Δεν πίνουν άλατα και αυτό τους καθιστά καταλληλότερους για εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης και εγκαταστάσεις θέρμανσης.
- Αντέχουν σε πολύ μεγάλες πιέσεις

Οι κύριοι εχθροί του χαλκοσωλήνα είναι οι θεικές σκουριές και αμμωνιούχα προϊόντα.

Οι χαλκοσωλήνες εκτός από τις εγκαταστάσεις πόσιμου νερού χρησιμοποιούνται και σε εγκαταστάσεις θέρμανσης – κλιματισμού, εγκαταστάσεις καυσίμων αερίων (φυσικό αέριο), σε εγκαταστάσεις πυρόσβεσης, σε εγκαταστάσεις διανομής ιατρικών αερίων καθώς και στη μεταφορά ψυκτικών ρευστών. Οι χαλκοσωλήνες σε αντίθεση με τους χαλυβδοσωλήνες τυποποιούνται σε χιλιοστά και όχι σε ίντσες εκτός από τους χαλκοσωλήνες που μεταφέρουν ψυκτικά ρευστά οι οποίοι τυποποιούνται σε ίντσες.

Οι χαλκοσωλήνες που διατίθενται στο εμπόριο διακρίνονται σε ελαφρού και βαρέως τύπου, ανάλογα με το πάχος του τοιχώματός τους, καθώς και με ή χωρίς εξωτερική πλαστική επένδυση.

Εκτός από τους χαλκοσωλήνες σε ευθύγραμμα τμήματα (βέργες) διατίθενται και οι χαλκοσωλήνες σε ρολούς (κουλούρες), αυτοί εκτός της πλαστικής επένδυσης διατίθενται και με αφρώδη μόνωση (armaflex).

Χαλκοσωλήνες χωρίς επένδυση :Υλικό κατασκευής:

Χαλκός αποξειδωμένος με φώσφορο (DHP-Cu) με ελάχιστη περιεκτικότητα σε χαλκό 99,9% και P= 0,015% - 0,040%

Μηχανικά Χαρακτηριστικά			
Κατάσταση Προϊόντος	Συμβολισμός Κατά EN 1057	Ελάχιστο φορτίο Θραύσης N/mm ²	Ελάχιστη Επιμήκυνση A%
Μαλακό	R – 220	220	40
Ημίσκληρο	R – 250	250	20
Σκληρό	R – 290	290	3

I. ΕΥΘΥΓΡΑΜΟΙ ΗΜΙΣΚΛΗΡΟΙ						
Διάμετρος x πάχος d x s (mm)	Εσωτερική διάμετρος d _i (mm)	Ονομαστικό βάρος χαλκού (Kg / m)	Εξωτερική επιφάνεια (m ² / m)	Όγκος πλήρωσης (l / m)	Ευθύγραμμο μήκη (m)	Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργείας (bar)
10x0.70	8.6	0.182	0.031	0.058	3	90
10x1.00	8.0	0.252	0.031	0.050	4	133
12x0.70	10.6	0.221	0.038	0.088	3	74
12x1.00	10.0	0.308	0.038	0.079	4	109
15x0.70	13.6	0.280	0.047	0.145	3	59
15x0.80	13.4	0.318	0.047	0.141	3	68
15x1.00	13.0	0.391	0.047	0.133	4	86
15x1.20	12.6	0.463	0.047	0.125	4	104
18x0.80	16.4	0.384	0.057	0.211	3	56
18x1.00	16.0	0.475	0.057	0.201	4	71
18x1.20	15.6	0.563	0.057	0.191	4	86
22x0.80	20.4	0.474	0.069	0.327	3	45
22x0.90	20.2	0.531	0.069	0.320	3	51
22x1.00	20.0	0.587	0.069	0.314	4	57
22x1.50	19.0	0.860	0.069	0.284	4	88

II. ΕΥΘΥΓΡΑΜΟΙ ΣΚΛΗΡΟΙ						
Διάμετρος x πάχος d x s (mm)	Εσωτερική διάμετρος d _i (mm)	Ονομαστικό βάρος χαλκού (Kg / m)	Εξωτερική επιφάνεια (m ² / m)	Όγκος πλήρωσης (l / m)	Ευθύγραμμο μήκη (m)	Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργείας (bar)
28x0.80	26.4	0.609	0.088	0.547	3	43
28x0.90	26.2	0.682	0.088	0.539	3	48
28x1.00	26.0	0.755	0.088	0.531	4	54
28x1.50	25.0	1.111	0.088	0.491	4	82
35x1.00	33.0	0.950	0.110	0.855	3	43
35x1.50	32.0	1.405	0.110	0.804	4	65
35x2.00	31.0	1.844	0.110	0.755	4	88
42x1.00	40.0	1.146	0.132	1.257	3	35
42x1.20	39.6	1.368	0.132	1.232	3 & 4	43
42x1.50	39.0	1.700	0.132	1.195	4	54
54x1.00	52.0	1.484	0.170	2.124	3	27
54x1.20	51.6	1.771	0.170	2.091	3 & 4	33
54x1.50	51.0	2.202	0.170	2.043	4	41
54x2.00	50.0	2.908	0.170	1.963	4	56
64x2.00	60.0	3.467	0.201	2.827	3	47
76.1x2.00	72.1	4.144	0.239	4.083	3	39
88.9x2.00	84.9	4.859	0.279	5.661	4	33
108x2.50	103.0	7.375	0.339	8.332	4	34

III. ΡΟΛΟΙ ΜΑΛΑΚΟΙ						
Διάμετρος x πάχος d x s (mm)	Εσωτερική διάμετρος d _i (mm)	Ονομαστικό βάρος χαλκού (Kg / m)	Εξωτερική επιφάνεια (m ² / m)	Όγκος πλήρωσης (l / m)	Γυμνοί σε ρολούς μήκους (m)	Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργείας (bar)
11x0.75	9.5	0.215	0.035	0.071	50	67
15x1.00	13.0	0.391	0.047	0.133	50	66
18x1.00	16.0	0.475	0.057	0.201	25	54
22x1.00	20.0	0.587	0.069	0.314	25	44
18x1.50	15.0	0.692	0.057	0.177	25	84
22x1.50	19.0	0.860	0.069	0.284	25	67

Χαλκοσωλήνες με πλαστική επένδυση :



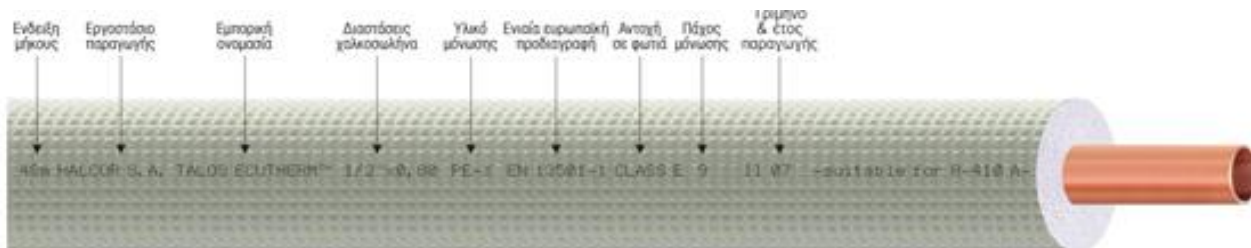
Υλικό κατασκευής:

Χαλκός αποξειδωμένος με φώσφορο (DHP-Cu) με ελάχιστη περιεκτικότητα σε χαλκό 99,9% και P= 0,015% - 0,040%

Μηχανικά Χαρακτηριστικά			
Κατάσταση Προϊόντος	Συμβολισμός Κατά EN 1057	Ελάχιστο φορτίο Θραύσης N/mm ²	Ελάχιστη Επιμήκυνση A%
Μαλακό	R – 220	220	40
Σκληρό	R – 290	290	3

I. ΡΟΛΟΙ ΜΑΛΑΚΟΙ						
Διάμετρος x πάχος d x s (mm)	Ολική Εξωτερική διάμετρος D (mm)	Όγκος πλήρωσης (l/m)	Ονομαστικό βάρος χαλκού (Kg / m)	Θερμική ικανότητα (kcal/h)	Ελάχ. ακτίνα κάμψης με το χέρι (mm)	Συσκευασία σε ρολούς μήκους (m)
12x1.00	16	0.079	0.308	6700	100	25 ή 50
15x1.00	19	0.133	0.391	11000	120	
16x1.00	20	0.154	0.420	13300	130	
18x1.00	22	0.201	0.475	17200	145	
22x1.00	26	0.314	0.587	27200	175	25
15x0.80	19	0.141	0.318	12100	125	25 ή 50
16x0.80	20	0.163	0.340	14000	135	
18x0.80	22	0.211	0.385	18200	150	

II. ΕΥΘΥΓΡΑΜΟΙ ΣΚΛΗΡΟΙ						
Διάμετρος x πάχος d x s (mm)	Ολική Εξωτερική διάμετρος D (mm)	Όγκος πλήρωσης (l/m)	Ονομαστικό βάρος χαλκού (Kg / m)	Θερμική ικανότητα (kcal/h)	Ελάχ. ακτίνα κάμψης με κουρμπαδόρο (mm)	Συσκευασία σε ευθύγραμμοι μήκοι (m)
15x1.00	19	0.133	0.391	11000	55	4
16x1.00	20	0.154	0.420	13300	60	
18x1.00	22	0.201	0.475	17200	70	
22x1.00	26	0.314	0.587	27200	80	

Χαλκοσωλήνες με αφρώδη επένδυση (armaflex) :

ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΤΕΙΣ ΚΑΤΑ EN 1057

Εξωτερική διάμετρος χαλκοσωλήνα (mm)	Πάχος τοιχώματος χαλκοισωλήνα (mm)	Ολική διάμετρος με μόνωση πάχους 9 mm (mm)	Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας (bar)
6	0.80	24	169
8	0.80	26	122
10	0.80	28	96
12	1.00	30	100
15	1.00	33	79
16	1.00	34	73
18	1.00	36	65
22	1.00	40	52

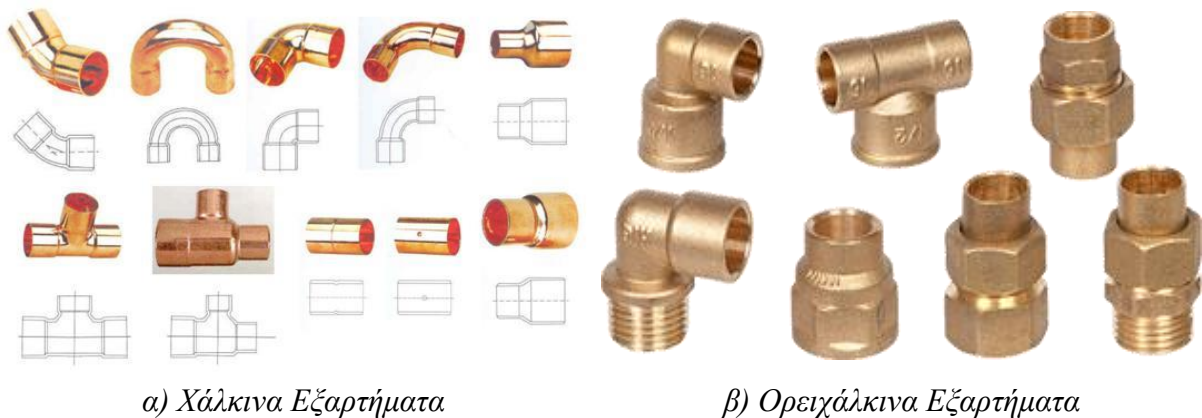
ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΤΕΙΣ ΚΑΤΑ EN 12735 – 1

Εξωτερική διάμετρος χαλκοσωλήνα (inch) (mm)	Πάχος τοιχώματος χαλκοισωλήνα (mm)	Ολική διάμετρος με μόνωση πάχους 9 mm (mm)	Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας (bar)
3/16 4.76	0.80	22.76	222
1/4 6.35	0.80	24.35	159
5/16 7.94	0.80	25.94	123
3/8 9.52	0.80	27.52	101
1/2 12.70	0.80	30.70	74
5/8 15.87	1.00	33.87	74
3/4 19.05	1.00	37.05	61
7/8 22.23	1.00	40.23	52

Εξαρτήματα και σύνδεση χαλκοσωλήνων :

Τα εξαρτήματα για την σύνδεση χαλκοσωλήνων κατασκευάζονται από χαλκό, ορείχαλκο ή ερυθρό ορείχαλκο και περιλαμβάνουν πλήθος εξαρτημάτων όπως Ταυ, καμπύλες 90° και 45°, γωνιές, μούφες, συστολές, ωμέγα κα.

Τα εξαρτήματα για την απευθείας σύνδεση χαλκοσωλήνα με χαλκοσωλήνα είναι κατασκευασμένα από χαλκό και εργοστασιακή εν ψυχρώ διαμόρφωση. Ενώ τα εξαρτήματα τα οποία φέρουν σπείρωμα είναι είτε από ορείχαλκο με εν θερμώ διαμόρφωση ράβδου ορείχαλκου και στην συνέχεια εν ψυχρώ επεξεργασία για την τελική διαμόρφωση (σπείρωμα), είτε από ερυθρό ορείχαλκο παραγόμενα από χύτευση και εν ψυχρώ τελική διαμόρφωση.



α) Χάλκινα Εξαρτήματα

β) Ορειχάλκινα Εξαρτήματα

Εικόνα 1.10

Για την σύνδεση χαλκοσωλήνων υπάρχουν οι εξής τρόποι :

- Με συγκόλληση, είτε με χρήση κασσίτερου (μαλακή συγκόλληση) με θερμοκρασία κάτω των 450° C είτε με χρήση χαλκοκόλλησης (σκληρή κόλληση) με θερμοκρασία άνω των 450° C.
- Με μηχανική σύσφιξη, χρησιμοποιούνται κυρίως σε εξωτερικές εγκαταστάσεις και όπου είναι αδύνατη η σύνδεση με συγκόλληση. Η σύνδεση με εξαρτήματα μηχανικής σύσφιξης αποτελεί λυόμενο τρόπο σύνδεσης και είναι πιο γρήγορη από τη σύνδεση με συγκόλληση.
- Με πρεσαριστά εξαρτήματα . Τα πρεσαριστά εξαρτήματα είναι διαδεδομένα τα τελευταία χρόνια και αποτελούν το πιο γρήγορο τρόπο σύνδεσης για χαλκοσωλήνες. Η σύνδεση πραγματοποιείται με κατάλληλα διαμορφωμένα εξαρτήματα χαλκού και ορείχαλκου όπου στο εσωτερικό τους φέρουν εξάρτημα O – ring για την στεγανότητα, η σύνδεση πραγματοποιείται με ηλεκτρική ή υδραυλική πρέσα.

1.4.2 Πλαστικές σωλήνες :

Οι πλαστικοί σωλήνες χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια λόγω του σχετικά μικρού χρόνου που χρειάζεται για την σύνδεση τους και του μικρού κόστους προμήθειάς τους. Οι πλαστικές σωλήνες όπως και οι χαλκοσωλήνες διατίθενται σε ρολούς και σε βέργες.

Πλαστικές σωλήνες σε ρολούς



*Πλαστικές σωλήνες σε ρολούς
Εικόνα 1.11*

Διατομές πλαστικών σωλήνων		
Εξωτερική διάμετρος d mm	Πάχος τοιχώματος s mm	Εσωτερική διάμετρος d _i mm
15	2.5	10
16	2.0	12
18	2.0	14
18	2.5	13
20	2.0	16
22	3.0	16
28	3.0	22
32	3.0	26

Εξαρτήματα και σύνδεση πλαστικών σωλήνων σε ρολούς :

Τα εξαρτήματα για την σύνδεση πλαστικών σωλήνων σε ρολούς είναι ορειχάλκινα και η σύνδεση πραγματοποιείται με μηχανική σύσφιξη.



*Εξαρτήματα πλαστικών σωλήνων
σε ρολούς
Εικόνα 1.12*

Αυτοσυγκολλούμενες πλαστικές σωλήνες :

Οι αυτοσυγκολλούμενες πλαστικές σωλήνες χρησιμοποιούνται τα τελευταία 30 χρόνια σε εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήση, εγκαταστάσεις θέρμανσης – κλιματισμού και εγκαταστάσεις πυρόσβεσης. Τα κύρια πλεονεκτήματά τους είναι :

- Καλές μηχανικές ιδιότητες
- Αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις
- Σχετική χαμηλή τραχύτητα ($K=0.007$ mm)
- Αντοχή σε χημικά
- Καλή θερμομονωτική ικανότητα ($\lambda=0.15$ W/m K)



Αυτοσυγκολλούμενες πλαστικές σωλήνες
Εικόνα 1.13

Τυποποιημένες διαστάσεις αυτοσυγκολλούμενων πλαστικών σωλήνων				
Εξωτερική διάμετρος d	Πάχος Τοιχώματος s	Εσωτερική διάμετρος di	Όγκος πλήρωσης	Βάρος σωλήνα
mm	mm	mm	l/m	Kg/m
20	3,4	13,2	0,137	0,187
25	4,2	16,6	0,216	0,282
32	5,4	21,2	0,353	0,456
40	5,5	29,0	0,661	0,590
50	6,9	36,2	1,029	0,919
63	8,6	45,8	1,647	1,444
75	10,3	54,4	2,324	2,054
90	12,3	65,4	3,359	2,943
110	15,1	79,8	5,001	4,403
125	17,1	90,8	6,475	5,669
160	21,9	116,2	10,604	9,710
200	27,4	145,2	16,550	15,051
250	34,2	181,6	25,888	23,479

Εξαρτήματα και σύνδεση αυτοσυγκολλούμενων πλαστικών σωλήνων :

Τα εξαρτήματα των αυτοσυγκολλούμενων πλαστικών είναι κατασκευασμένα με χύτευση και από το ίδιο υλικό με τους σωλήνες. Η σύνδεση πραγματοποιείται με τη μέθοδο της θερμικής αυτοσυγκόλλησης με κατάλληλο μηχάνημα το οποίο θερμαίνει την σωλήνα και το προς συγκόλληση εξάρτημα.



*Παράδειγμα συγκόλλησης αυτοσυγκολλούμενων πλαστικών σωλήνων
Εικόνα 1.14*

1.4.3 Πολυστρωματικοί σωλήνες :

Οι πολυστρωματικές σωλήνες άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα τελευταία 15 χρόνια με μεγάλη επιτυχία στις εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης. Ο όρος «πολυστρωματική σωλήνα» προκύπτει από τα τρία διαφορετικά στρώματα που έχει. Το εξωτερικό της κέλυφος είναι από πολυαιθυλένιο όπως και το εσωτερικό της και ενδιάμεσα έχει μία στρώση αλουμινίου πάχους 0.2 ~ 0.6 mm ανάλογα με τον κατασκευαστή και την διατομή της σωλήνας. Οι πολυστρωματικές σωλήνες είναι κατάλληλες για εσωτερικές εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης καθώς και για εγκαταστάσεις θέρμανσης – κλιματισμού. Τα κύρια πλεονεκτήματά τους είναι:

- Καλές μηχανικές ιδιότητες
- Λεία εσωτερική επιφάνεια
- Υψηλή αντοχή στη θερμική διαμόρφωση
- Αντοχή στην διάβρωση
- Μικρός βάρος



Τομή πολυστρωματικής σωλήνας

Εικόνα 1.15

Διατομές πολυστρωματικής σωλήνας		
Εξωτερική διάμετρος d mm	Πάχος τοιχώματος s mm	Εσωτερική διάμετρος d _i mm
16	2.2	11.6
20	2.8	17.2
25	3.5	18.0
32	4.4	23.2
40	5.5	29.0
50	6.9	36.2
63	8.6	45.8

Εξαρτήματα και σύνδεση πολυστρωματικών σωλήνων :

Τα εξαρτήματα των πολυστρωματικών σωλήνων είναι κατασκευασμένα από ορείχαλκο ο οποίος έχει επιμετάλλωση νικελίου. Τα εξαρτήματα των πολυστρωματικών σωλήνων περιλαμβάνουν γωνιές, καμπύλες, Ταυ, μαστούς με αρσενικό και θηλυκό σπείρωμα, ρακόρ, συστολές κα. Η σύνδεση γίνεται με ηλεκτρική ή υδραυλική πρέσα παρόμοια με αυτή για τους χαλκοσωλήνες, ενώ για τους μικρής διατομής σωλήνες υπάρχει και χειροκίνητη πρέσα.



α) Εξαρτήματα πολυστρωματικής σωλήνας



β) Σύνδεση πολυστρωματικής σωλήνας

Εικόνα 1.16

1.4.4 Χαλυβδοσωλήνες :

Οι χαλυβδοσωλήνες ήταν από τις πρώτες σωλήνες που χρησιμοποιήθηκαν για τις εγκαταστάσεις ζεστού και πόσιμου νερού χρήσης και αντικαταστάθηκαν, όπως προείπαμε, από τους χαλκοσωλήνες. Οι χαλυβδοσωλήνες διακρίνονται σε γαλβανισμένους οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις ύδρευσης, καυσίμων αερίων και πυρόσβεσης και σε μαύρους για εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης, το υλικό κατασκευής τους είναι χάλυβας St 32 ή St 34 – 2 και σαν καλύτερη ποιότητα ο χάλυβας St 37 – 2. Η ονομαστική διάμετρος τους τυποποιείται κατά DIN 2440 και ΕΛΟΤ 271 σε ίντσες και αντιπροσωπεύει (περίπου) την εσωτερική τους διάμετρο, διατίθενται σε βέργες μήκους 6 μέτρων. Επίσης οι χαλυβδοσωλήνες ως προς την αντοχή τους διακρίνονται σε :

- Ελαφρού τύπου με ραφή (κίτρινη ετικέτα)
- Μέσου τύπου χωρίς ραφή (κόκκινη ετικέτα)
- Βαρέως τύπου χωρίς ραφή (πράσινη ετικέτα)

Εξαρτήματα και σύνδεση χαλυβδοσωλήνων :

Τα εξαρτήματα των χαλυβδοσωλήνων διακρίνονται σε ταυ, σταυρούς, μούφες, καμπύλες, γωνιές, μαστούς, συστολές, ρακόρ κα. Η σύνδεση τους πραγματοποιείται με την δημιουργία σπειρώματος στην σωλήνα. Το εξωτερικό τους σπείρωμα (σπείρωμα στην σωλήνα) είναι κωνικό ενώ το εσωτερικό (σπείρωμα στο εξάρτημα) είναι κυλινδρικό . Το σπείρωμα πραγματοποιείται με την χρήση βιδολόγου είτε ηλεκτρικού είτε χειροκίνητου (φιλέρια). Η στεγανοποίηση της σύνδεσης γίνεται με επίστρωση κάρναβης επί του σπειρώματος και κατά την φορά του, επίσης χρησιμοποιείται και μίγμα λινέλαιο με μίνιο για αντιδιαβρωτική προστασία.



α) Εξαρτήματα χαλυβδοσωλήνων



β) Δημιουργία σπειρώματος χαλυβδοσωλήνας με ηλεκτρικό βιδολόγο

Εικόνα 1.17

Κάμψη χαλυβδοσωλήνων :

Λόγω της ελαστικότητας και της δυσθραυστότητας που παρουσιάζουν οι χαλυβδοσωλήνες πολλές φορές πραγματοποιείται κάμψη (κουρμπάρισμα) με σκοπό την ταχύτερη συναρμολόγηση δικτύου κατασκευασμένου από χαλυβδοσωλήνες καθώς και την εξοικονόμηση εξαρτημάτων. Το κουρμπάρισμα των χαλυβδοσωλήνων πραγματοποιείται με την χρήση κουρμπαδόρου είτε ηλεκτρικού είτε χειροκίνητου.



α) Χειροκίνητος κουρμπαδόρος



β) Ηλεκτρικός κουρμπαδόρος

Εικόνα 1.18

Τυποποιημένες διαστάσεις χαλυβδοσωλήνων							
DN	D	Ελαφρού τύπου (κίτρινη ετικέτα)		Μεσαίου τύπου (κόκκινη ετικέτα)		Βαρέως τύπου (πράσινη ετικέτα)	
		Πάχος τοιχώματος t (mm)	Ειδικό βάρος (kg/m)	Πάχος τοιχώματος t (mm)	Ειδικό βάρος (kg/m)	Πάχος τοιχώματος t (mm)	Ειδικό βάρος (kg/m)
10	3/8"	2.00	0.75	-	-	2.30	0.85
15	1/2"	2.00	0.95	2.30	1.08	2.60	1.21
20	3/4"	2.30	1.39	2.30	1.39	2.60	1.56
25	1"	2.60	1.98	2.90	2.20	3.20	2.41
32	1 1/4"	2.60	2.54	2.90	2.82	3.20	3.10
40	1 1/2"	2.90	3.24	2.90	3.24	3.20	3.56
50	2"	2.90	4.08	3.20	4.49	3.60	5.03
65	2 1/2"	3.20	5.37	3.20	5.73	3.60	6.42
80	3"	3.20	6.72	-	-	4.00	8.53
100	4"	3.60	9.75	-	-	4.50	12.20
125	5"	-	-	-	-	4.85	16.20
150	6"	-	-	-	-	4.85	19.20

1.5 Ζεστό νερό χρήσης (ZNX) :

Ο άνθρωπος σήμερα με την αύξηση του βιοτικού επιπέδου της κοινωνίας και την ανάπτυξη της τεχνολογίας χρησιμοποιεί σε καθημερινή βάση το ζεστό νερό για να καλύψει ανάγκες υγιεινής. Για τον λόγο αυτό προέκυψε η ανάγκη παραγωγής και αποθήκευσης ζεστού νερού με σκοπό να εξυπηρετούνται οι ανάγκες του ανθρώπου. Οι ανάγκες που καλύπτει το ζεστό νερό χρήσης είναι οι εξής :

- Υγιεινή (λουτρό, πλύσιμο χεριών κα)
- Πλύσιμο οικιακών σκευών
- Πλύσιμο ρούχων

1.5.1 Τροφοδοσία εγκατάστασης ζεστού νερού χρήσης :

Για τις εγκαταστάσεις τροφοδοσίας ζεστού νερού χρήσης ισχύουν γενικά όσα ισχύουν και για τις εγκαταστάσεις πόσιμου νερού. Όλες οι συνδεδεμένες λήψεις ζεστού νερού σε μία εγκατάσταση πρέπει να επισημαίνονται με χαρακτηριστική ένδειξη. Εάν η επισήμανση αυτή γίνεται με χρώματα, όπως γίνεται συνήθως, χρησιμοποιείται το μπλε χρώμα για κρύο (πόσιμο) νερό και το κόκκινο για το ζεστό. Σε παραπλήσια τοποθέτηση των λήψεων ζεστού και κρύου νερού η λήψη του ζεστού τοποθετείται αριστερά και του κρύου δεξιά. Η διάταξη αυτή εφαρμόζεται και στις μπαταρίες ζεστού και κρύου νερού. Στις εγκαταστάσεις τροφοδοσίας ζεστού νερού κατά την επιλογή του υλικού των σωληνώσεων λαμβάνονται υπόψη οι αυξημένες διαβρωτικές συνθήκες που παρουσιάζονται. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να προστατεύονται σχολαστικά τα μεταλλικά τμήματα των σωληνώσεων και ειδικά τα χαλύβδινα από τις διαβρώσεις αυτές. Προστατευτικές βαφές ή επιμεταλλώσεις πρέπει να είναι ανθεκτικές στις θερμοκρασίες που εμφανίζονται στις εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης. Στους γαλβανιζμένους χαλυβδοσωλήνες παρατηρείται το φαινόμενο αλλαγής της πολικότητας του γαλβανικού στοιχείου σιδήρου – ψευδάργυρου μετά τους 66° C, για το λόγο αυτό πρέπει στις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται χαλυβδοσωλήνες η θερμοκρασία του ζεστού νερού να μην ξεπερνά τους 60° C. Αυξημένες επικαθίσεις αλάτων, κυρίως όταν το νερό είναι ιδιαίτερα σκληρό, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαστασιολόγηση των σωληνώσεων σε συνάρτηση με το υλικό τους. Συσκευές αποσκλήρυνσης νερού συνίστανται εφόσον λαμβάνεται μέριμνα για την αντιμετώπιση διαβρωτικών τάσεων.

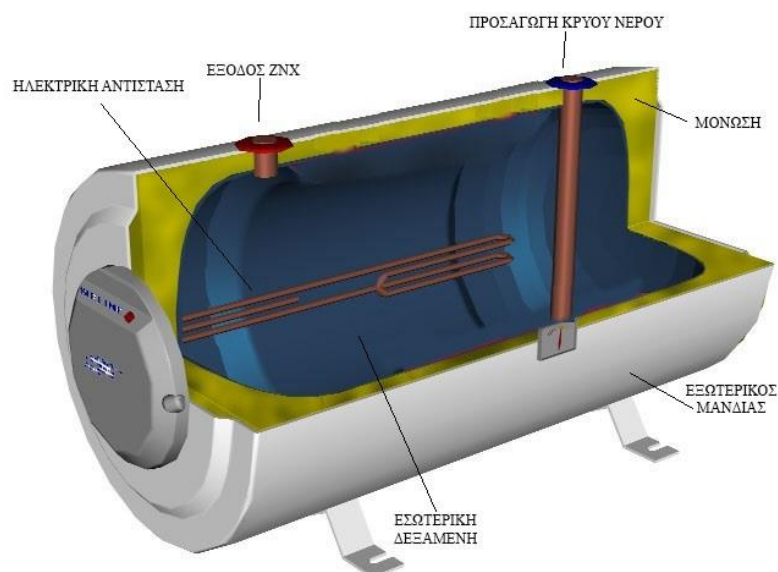
Ξεχωρίζουμε τρεις βασικούς τρόπους τροφοδοσίας που χαρακτηρίζονται από την απόσταση παρασκευής του ζεστού νερού από το σημείο κατανάλωσης και από τον αριθμό των σημείων λήψης, που είναι συνδεδεμένα σε ένα παρασκευαστήρα ζεστού νερού. Έτσι διακρίνουμε :

- Την μεμονωμένη τροφοδοσία ζεστού νερού, όταν πρόκειται για την τροφοδότηση μίας ή δύο λήψεων απευθείας από το πηγή παραγωγής ZNX.
- Την τροφοδοσία νερού σε ομάδες κατανάλωσης, όταν πρόκειται για την τροφοδότηση μίας εγκατάστασης με ZNX.
- Την κεντρική τροφοδοσία με ζεστό νερό, όταν πρόκειται για την τροφοδότηση ενός κτηρίου από μια πηγή παραγωγής ZNX.

1.5.2 Παραγωγή και αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης :

α) Παραγωγή ZNX :

Τα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χαρακτηρίζονται σε ροής ή διέλευσης (ταχυθερμοσίφωνες) και σε εναποθήκευσης. Οι θερμαντήρες νερού ροής ή διέλευσης αποτελούν μέσο μεμονωμένης παραγωγής ZNX. Χρησιμοποιούνται συνήθως για την τροφοδότηση της μπαταρίας νεροχύτη και για την τροφοδότηση της μπαταρίας λουτρού. Οι συνηθέστεροι θερμαντήρες ροής χρησιμοποιούν ως μέσο θέρμανσης νερού την ηλεκτρική ενέργεια ωστόσο υπάρχουν και θερμαντήρες ροής που χρησιμοποιούν ως μέσο την χημική ενέργεια δια μέσου εναλλάκτη θερμότητας.

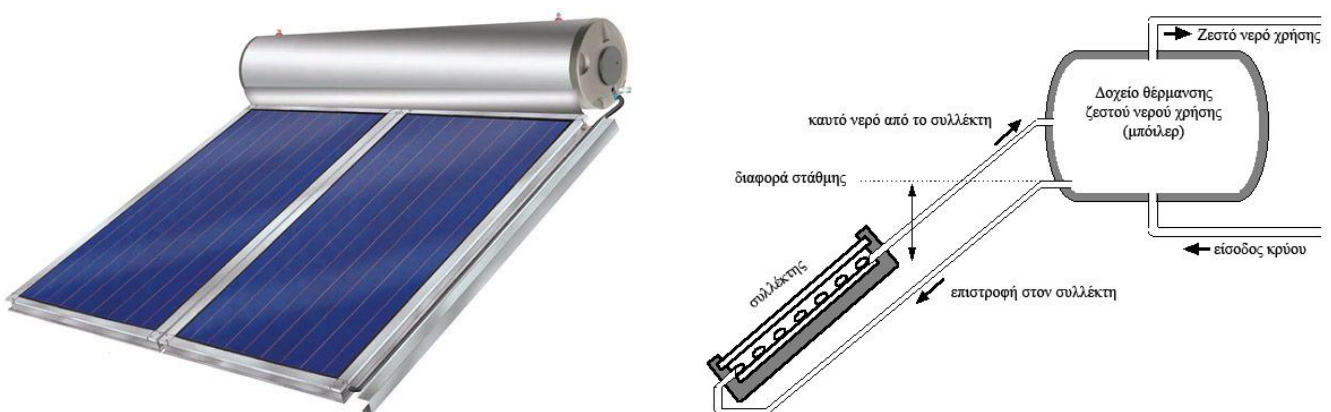


*Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνας
Εικόνα 1.19*

Στους εναποθηκευτές το νερό θερμαίνεται μέσα σε ένα κλειστό δοχείο κατάλληλα διαμορφωμένο όπου στο χαμηλότερο σημείο του φέρει το μέσο με το οποίο γίνεται η άμεση ή έμμεση προσαγωγή θερμότητας. Στην έμμεση θέρμανση η προσαγωγή ενέργειας γίνεται με την χρήση εναλλάκτη θερμότητας, όπου ως θερμαντικό μέσο χρησιμοποιείται συνήθως το νερό και ως μέσο ενέργειας η ηλιακή ενέργεια ή η χημική μέσω ενός λέβητα. Η άμεση θέρμανση νερού γίνεται με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης (ηλεκτρικός θερμοσίφωνα).

Ηλιακοί θερμοσίφωνες :

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης είναι η πλέον ενδεδειγμένη ενεργειακή και περιβαλλοντική μέθοδος, για τον λόγο ότι υπάρχει σε αφθονία ειδικά στην χώρα μας, δεν έχει κόστος και ρύπους. Είναι δύσκολο να εφαρμοστεί σε πολυκατοικίες ως κεντρική παραγωγή και τροφοδοσία ΖΝΧ για όλα τα διαμερίσματα γιατί απαιτεί μεγάλη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών και δοχείου αποθήκευσης καθώς και αντλία ανακυκλοφορίας νερού. Ωστόσο ως μέσο τοπικής παραγωγής ΖΝΧ είναι η πιο διαδεδομένη. Η λειτουργία του ηλιακού θερμοσίφωνα παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, αποτελεί μέσο συμπαραγωγής ΖΝΧ για τον λόγο ότι έχουμε παραπάνω από μία πηγή για την παραγωγή ΖΝΧ. Οι κοινοί ηλιακοί θερμοσίφωνές διακρίνονται σε διπλής και τριπλής ενέργειας, οι διπλής ενέργειας χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια μέσω ηλεκτρικής αντίστασης και την ηλιακή ενέργεια μέσω εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος συνήθως βρίσκεται στα τοιχώματα του δοχείου και κατά μήκος του, οι τριπλής ενέργειας από την άλλη έχουν και ένα δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος αποδίδει θερμότητα μέσω μίας συσκευής θέρμανσης νερού (πχ λέβητας).

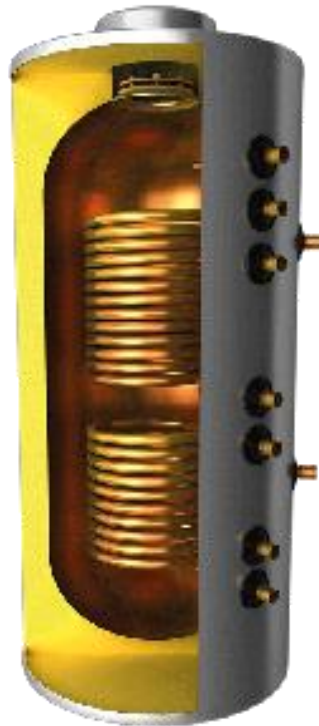


Ηλιακός Θερμοσίφωνας

Εικόνα 1.20

β) Αποθήκευση ΖΝΧ :

Η αποθήκευση του ζεστού νερού χρήσης γίνεται σε θερμοδοχείο (Boiler) κατάλληλα διαμορφωμένο, αποτελούμενο από το εσωτερικό δοχείο όπου βρίσκεται το προς θέρμανση νερό, το εξωτερικό του κέλυφος και την μόνωση η οποία βρίσκεται ενδιάμεσα δοχείου και κελύφους. Το υλικό κατασκευής του δοχείου συνήθως είναι από ειδικό χάλυβα πάχους από 2.0 ~ 2.5 mm με διπλή αντιοξειδωτική επισμάλτωση (glass), ωστόσο τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται και δοχεία από ανοξείδωτο χάλυβα καθώς και από χαλκό. Τα εξωτερικό κέλυφος είναι από χαλύβδινη λαμαρίνα με ηλεκτροστατική βαφή για προστασία από την διάβρωση. Η μόνωση είναι από πολυουρεθάνη.



Θερμοδοχείο νερού κατασκευασμένο από χαλκό με δύο εναλλάκτες θερμότητας

Εικόνα 1.21

1.5.3 Όργανα ελέγχου και ασφάλειας εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης :

Το πρόβλημα που μπορεί να συναντήσουμε σε μία εγκατάσταση ZNX είναι η χωρίς έλεγχο και όριο αύξηση της θερμοκρασίας του νερού. Σε περίπτωση που το νερό ξεπεράσει τους 100° C μετατρέπεται σε ατμό και όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του αυξάνεται και η πίεση του με κίνδυνο την καταστροφή του θερμοδοχείου που είναι αποθηκευμένο. Προς ασφάλεια λοιπόν της εγκατάστασης τοποθετείται θερμοστάτης ο οποίος συνήθως ρυθμίζεται στους 60 ~ 70° C και είτε διακόπτει την τροφοδοσία της ηλεκτρικής αντίστασης, σε περίπτωση ηλεκτρικού θερμοσίφωνα, είτε είναι συνδεδεμένος με ηλεκτροβάννα και διακόπτει την τροφοδοσία του μέσου με το οποίο γίνεται η θέρμανση του νερού, σε περίπτωση που η θέρμανση γίνεται με εναλλάκτη θερμότητας. Σε περίπτωση που εγκατάσταση ZNX είναι κατασκευασμένη με γαλβανισμένους χαλυβδοσωλήνες τότε η θερμοκρασία του νερού, όπως προείπαμε, δεν πρέπει να ξεπερνάει τους 60° C. Εκτός από το θερμοστάτη, για την ασφάλεια της εγκατάστασης από αύξηση της πίεσης, χρησιμοποιείται ασφαλιστικές βαλβίδες καθώς και δοχεία διαστολής. Οι ασφαλιστικές βαλβίδες είναι ρυθμισμένες σε μία πίεση λειτουργίας, συνήθως 10 bar, και σε περίπτωση αύξησης της τιμής αυτής εκτονώνει μία ποσότητα νερού με σκοπό την μείωση της πίεσης, ενώ το δοχείο διαστολής αποθηκεύει το διαστελλόμενο νερό από την αύξηση της θερμοκρασίας.



α) Θερμοστάτης



β) Βαλβίδα ασφαλείας

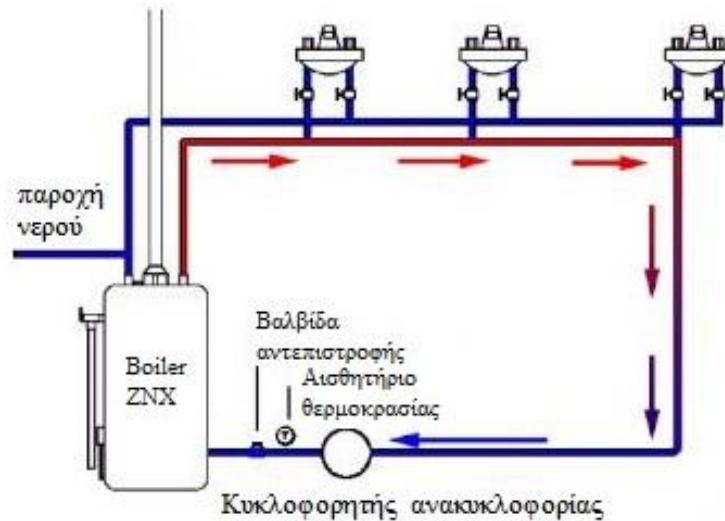


γ) Δοχείο διαστολής

Εικόνα 1.22

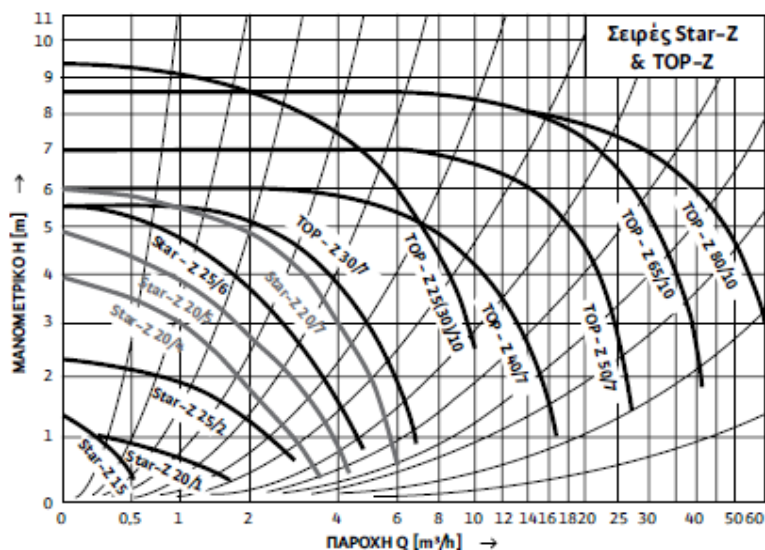
1.5.4 Ανακυκλοφορία ζεστού νερού χρήσης :

Ένα πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι εγκαταστάσεις ZNX είναι η καθυστέρηση του ζεστού νερού ιδιαίτερα όταν η εγκατάσταση είναι σε πολυώροφη πολυκατοικία. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την εγκατάσταση γραμμής ανακυκλοφορίας ZNX και κυκλοφορητή. Η γραμμή της ανακυκλοφορίας συνδέεται στη γραμμή ZNX και ο κυκλοφορητής τοποθετείται στην γραμμή ανακυκλοφορίας με τρόπο τέτοιο ώστε να «τραβάει» νερό από την εγκατάσταση και να το επιστρέφει στο boiler.



Διάγραμμα γραμμής ανακυκλοφορίας
Εικόνα 1.23

Η επιλογή του κυκλοφορητή ανακυκλοφορίας γίνεται σε συνάρτηση της υψομετρικής διαφοράς του boiler με την εγκατάσταση και την παροχή ZNX με χρήση του παρακάτω διαγράμματος.



Διάγραμμα επιλογής κυκλοφορητή ανακυκλοφορίας
Εικόνα 1.24

1.6 Αρχές Μηχανικής Ρευστών :

Η μηχανική ρευστών αντιπροσωπεύει τον κλάδο της μηχανικής που ασχολείται με την συμπεριφορά των ρευστών σε ηρεμία και κίνηση. Στην ανάπτυξη των αρχών της μηχανικής ρευστών μερικές από τις ιδιότητες των ρευστών, όπως η πυκνότητα και η συνεκτικότητα, έχουν μεγάλη σημασία. Στην συγκεκριμένη παράγραφο θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μερικές από τις βασικές αρχές της μηχανικής ρευστών με σκοπό τον υπολογισμό των υδραυλικών δικτύων πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης.

Η έννοια του ρευστού :

Ως ρευστό θα μπορούσαμε να ορίσουμε κάθε σώμα το οποίο υπό την άσκηση διατμητικής τάσης, οποιουδήποτε μέτρου, δε παραμένει σε κατάσταση στατικής ισορροπίας. Τα ρευστά διακρίνονται σε υγρά και αέρια και οι βασικές του διαφορές είναι ότι τα υγρά είναι πρακτικά ασυμπίεστα, ενώ τα αέρια είναι συμπιεστά και ότι τα υγρά καταλαμβάνουν ορισμένο όγκο ενώ μία δεδομένη μάζα αερίου απλώνεται μέχρι να καταλάβει όλο τον χώρο.

Πυκνότητα :

Πυκνότητα ορίζουμε την μάζα ενός σώματος ανά μονάδα όγκου. Η πυκνότητα στα ρευστά μεταβάλλεται σε συνάρτηση της πίεσης και της θερμοκρασία τους. Στον νερό η πυκνότητα του ισούται με 1000 Kg/m^3 σε θερμοκρασία $4 \text{ }^\circ\text{C}$ και πίεσης μίας ατμόσφαιρας.

Συνεκτικότητα :

Με τον όρο συνεκτικότητα ή ιξώδες ενός ρευστού εννοούμε την αντίσταση του ρευστού κάτω από συνθήκες διατμήσεως. Η συνεκτικότητα αποτελεί θεμελιώδες μέγεθος ενός ρευστού και οφείλεται στην αλληλεπίδραση, κατά την σχετική κίνηση των μορίων, δύο συνεχών και παράλληλων στρωμάτων του ρευστού.

Πίεση ρευστού

Πίεση ρευστού γενικά θα μπορούσαμε να ορίσουμε το πηλίκο της κάθετης δύναμης που το ρευστό ασκεί πάνω σε μία κάθετη επιφάνεια προς το εμβαδό της επιφάνειας αυτής. Η μονάδα μέτρησης της πίεσης στο διεθνές σύστημα (SI) είναι το *Pascal* (Pa) και γενικά ισχύει ότι :

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Η μονάδα *Pascal* είναι πολύ μικρή για να περιγράψει τις πιέσεις που συναντάμε σε πρακτικές εφαρμογές. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται τα πολλαπλάσια αυτού του μεγέθους όπως το *kilopascal* ($1\text{KPa} = 10^3 \text{ Pa}$) και το *megapascal* ($1\text{MPa} = 10^6 \text{ Pa}$). Τρεις άλλες σύνηθες μονάδες πίεσης που χρησιμοποιούνται στην πράξη, ιδίως στην Ευρώπη, είναι το μπαρ, η ατμόσφαιρα, και χιλιόγραμμα δύναμης ανά τετραγωνικό εκατοστό:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0.1 \text{ MPa} = 100 \text{ KPa}$$

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ KPa} = 1.01325 \text{ bar}$$

$$1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 9.807 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 9.807 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0.9807 \text{ bar} = 0.9676 \text{ atm}$$

Αριθμός Reynolds :

Η μετάβαση από στρωτή ροή σε τυρβώδη εξαρτάται από την γεωμετρία του αγωγού, την τραχύτητα της επιφάνειας, την ταχύτητα του ρευστού, την θερμοκρασία και το είδος του ρευστού. Μετά από πειράματα ο Ιρλανδός φυσικός *Osborne Reynolds* ανακάλυψε ότι το είδος της ροής εξαρτάται κυρίως από τον λόγο των δυνάμεων αδράνειας προς τις δυνάμεις βαρύτητας και για την εσωτερική ροή σε κυλινδρικό αγωγό εκφράζεται :

$$Re = \frac{\text{δυνάμεις αδράνειας}}{\text{δυνάμεις βαρύτητας}} = \frac{\bar{U} \cdot D \cdot \rho}{\nu} = \frac{\bar{U} \cdot D}{\mu}$$

Όπου :

\bar{U}	η μέση ταχύτητας ροής	(m/s)
D	χαρακτηριστική διάμετρος αγωγού	(m)
ρ	η πυκνότητα του ρευστού	(kg/m ³)
ν	κινηματικό ιξώδες	(m ² /s)
μ	Δυναμικό ιξώδες ($\mu=\rho\nu$)	(kg/m s)

Ο αριθμός Reynolds στον οποίο η ροή γίνεται τυρβώδεις καλείται *κρίσιμος αριθμός Reynolds* (Re_{cr}). Η τιμή του κρίσιμου αριθμού Reynolds ποικίλει για διαφορετικές γεωμετρίες αγωγού και συνθήκες ροής. Για εσωτερική ροή και κυκλικό αγωγό ισχύει ότι:

$Re \leq 2300$	Στρωτή ροή
$2300 \leq Re \leq 4000$	Μεταβατική ροή
$Re > 4000$	Τυρβώδης ροή

Πτώση πίεσης και ύψος υδραυλικών απωλειών:

Πτώση πίεσης σε αγωγό κυκλικής διατομής (D) καλείται η διαφορά πίεσης ($P_1 - P_2$) η οποία είναι ανάλογη του μήκους (L) του αγωγού και του τετραγώνου της ταχύτητας. Η πτώση πίεσης υπολογίζεται από τη σχέση *Darcy – Weisbach* η οποία είναι:

$$\Delta P_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho \cdot u^2}{2}$$

Όπου :

- f συντελεστής τραχύτητας
- L μήκος αγωγού
- D διάμετρος αγωγού
- ρ η πυκνότητα του ρευστού
- u ταχύτητα ρευστού

Ο συντελεστής τραχύτητας (f) συχνά καλείται και συντελεστής τραχύτητας *Darcy* και για πλήρως αναπτυγμένη στρωτή ροή υπολογίζεται από την σχέση:

$$f = \frac{64 \mu}{\rho \cdot D \cdot \bar{u}} = \frac{64}{Re}$$

Το ύψος υδραυλικών απωλειών κατά την ροή ενός ρευστού σε ευθύγραμμο κλειστό αγωγό κυκλικής διατομής εκφράζει την διαφορά πίεσης που προκαλείται λόγω δυνάμεων βαρύτητας και εκφράζεται από την σχέση *Darcy – Weisbach*:

$$h_L = \frac{\Delta P_L}{\rho \cdot g} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{u^2}{2g}$$

Υδραυλικές απώλειες λόγω εξαρτημάτων:

Σε ένα υδραυλικό δίκτυο εκτός από τις προαναφερθέντες απώλειες παρατηρούνται και απώλειες οι οποίες προκύπτουν από τα διάφορα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται στο δίκτυο. Ο συντελεστής απώλειας (K_L) εξαρτάται κυρίως από την γεωμετρία του εκάστοτε εξαρτήματος και υπολογίζεται από την σχέση:

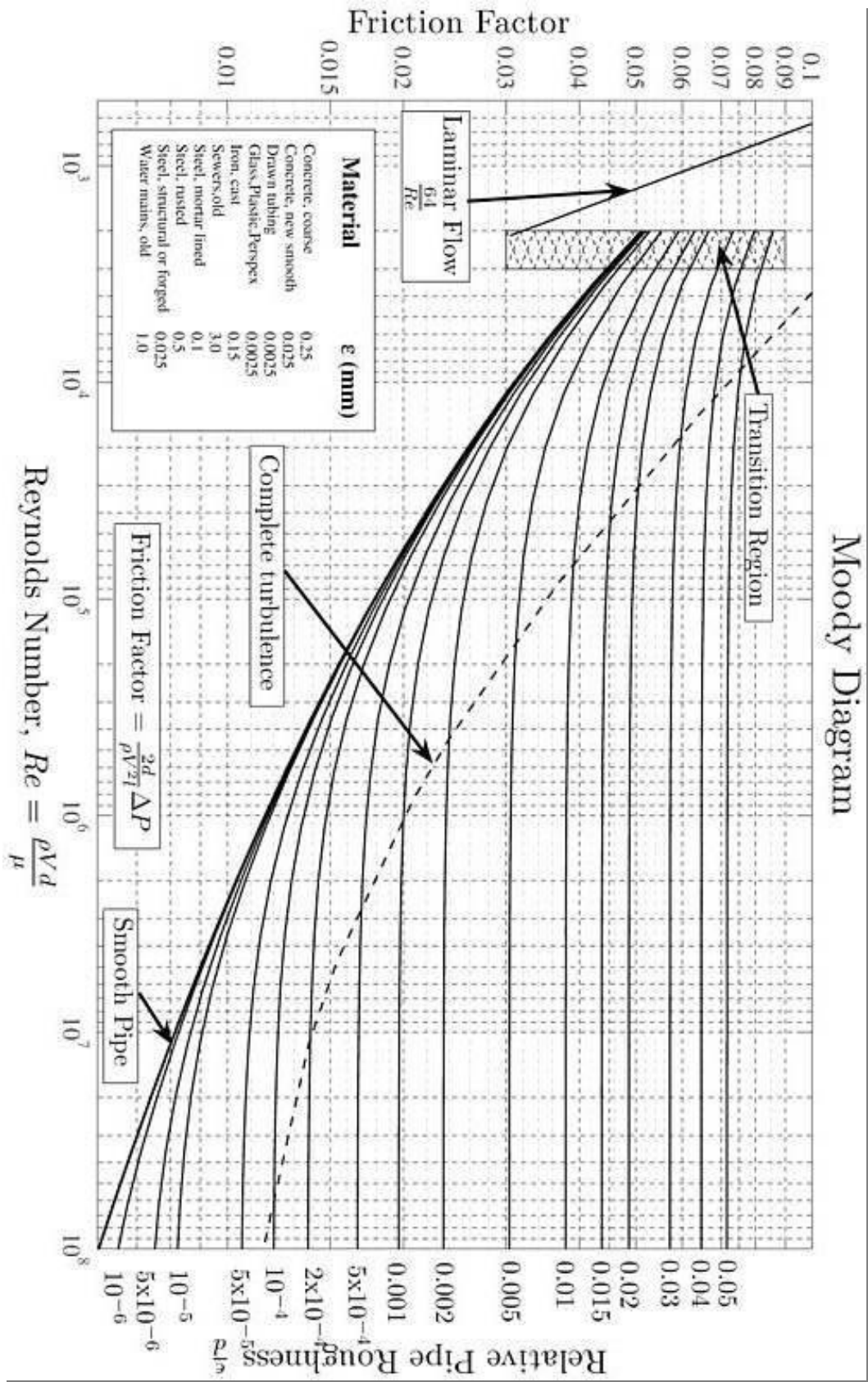
$$K_L = \frac{h_L \cdot 2g}{u^2}$$

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι οι υδραυλικές απώλειες λόγω εξαρτημάτων δίνονται από την σχέση:

$$h_L = K_L \cdot \frac{u^2}{2g}$$

Διάγραμμα Moody:

Το διάγραμμα Moody μας δείχνει το συντελεστή τριβής συναρτήσει του αριθμού Reynolds. Ο συντελεστής τριβής f εξαρτάται από το Re και από τον συντελεστή σχετικής τραχύτητας e/D .



Διάγραμμα Moody

1.7 Αναλυτικός υπολογισμός εγκαταστάσεων πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης σε κτήρια κατοικιών :

Ο υπολογισμός μιας εγκατάστασης πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης αφορά στη διαστασιολόγηση των σωληνώσεων και των συνδεδεμένων σε αυτές λήψεις. Οι διαστάσεις των σωληνώσεων επιλέγονται ανάλογα με το υλικό κατασκευής, την πίεση του τοπικού δικτύου, την ποσότητα του νερού που απαιτείται για κάθε λήψη καθώς και την υψομετρική διαφορά όπου βρίσκονται εγκατεστημένες οι καταναλώσεις έτσι ώστε να τροφοδοτούνται με επάρκεια νερού.

Ανεξάρτητα από τον υπολογισμό δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση σωλήνων μικρότερης διαμέτρου από τις παρακάτω :

Αγωγός υδροδότησης	DN 20
Κλάδος διανομής	DN 20
Στήλη διανομής	DN 20
Σωλήνωση σύνδεσης για μια λήψη	DN 15

Η απαιτούμενη ποσότητα νερού σε μία εγκατάσταση πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης αποτελεί καθοριστικό μέγεθος για τους υπολογισμούς και εξαρτάται από το είδος των λήψεων και από το πλήθος τους.

Υπολογισμός Παροχής Αιχμής (Q_S) :

Η παροχή αιχμής υπολογίζεται σύμφωνα με τον πίνακα 1.6 καθώς και τα διαγράμματα 1 και 2 ως συνάρτηση της συνολικής παροχής (ΣQ_R) που είναι το άθροισμα των παροχών υπολογισμού (Q_R) των συνδεδεμένων υποδοχέων στις διάφορες λήψεις σύμφωνα με τον πίνακα 1.5.

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού (f) είναι ο λόγος της παροχής αιχμής προς την συνολική παροχή ($f = Q_S / \Sigma Q_R$). Για μία λήψη ο συντελεστής ταυτοχρονισμού ισούται με μονάδα ($f = 1$), άρα η παροχή αιχμής ισούται με την συνολική παροχή ή με την παροχή του κλάδου ή της στήλης διανομής, ανάλογα με την εγκατάσταση ($Q_S = \Sigma Q_R$).

Για συνδεδεμένους υποδοχείς με παροχή υπολογισμού $Q_R \geq 0.5 \text{ l/s}$, όπου προβλέπεται να λειτουργήσουν σε διάρκεια τάξεως δευτερολέπτων τότε περιλαμβάνονται στο άθροισμα για τον υπολογισμό της παροχής αιχμής. Σε περίπτωση που οι υποδοχείς προσδιορίζεται να λειτουργήσουν σε διάρκεια τάξεως λεπτών τότε δεν περιλαμβάνονται στον υπολογισμό του Q_R αλλά προστίθενται στο Q_S όπου θα προκύψει με τις υπόλοιπες λήψεις.

Λήψη	DN	Ποσότητα μίας χρήσης <i>l</i>	Θερμοκρασία νερού στην έξοδο °C	Ελάχιστη πίεση εκροής (P _{MF}) bar	Παροχή Υπολογισμού Κρύο νερό (Q _{RKN}) l/s	Ζεστό νερό (Q _{RZN}) l/s
ΝΕΡΟΧΥΤΕΣ						
Διακόπτης εκροής	15	6 ~ 10	15 ή 65	1.0	0.15	0.15
Μπαταρία οικιακής κουζίνας	15	6 ~ 10	40	1.0	0.15	0.15
Μπαταρία πλύσεως συσκευών	15	12 ~ 20	50 ~ 55	1.0	0.07	0.10
	20	35 ~ 50	50 ~ 55	1.0	0.20	0.70
Βαλβίδα έκπλυσης	20	7 ~ 10	—	1.2	1.0	—
ΝΥΠΤΗΡΕΣ						
Διακόπτης εκροής	15	5	15	0.5	0.07	—
Μπαταρία οικιακού λουτρού	15	15	35	1.0	0.07	0.07
Μπαταρία ομαδικού λουτρού	15	10 ~ 20	35	1.0	0.05	0.05
ΚΑΤΑΙΟΝΗΤΗΡΕΣ						
Κινητή κεφαλή οικιακού λουτρού	15	10 ~ 15	38	1.0	0.05	0.05
Σταθερή κεφαλή οικιακού λουτρού	15	60 ~ 90	38	1.0	0.15	0.15
	20	90 ~ 120	38	1.0	0.20	0.20
	25	120 ~ 200	38	1.0	0.35	0.35
Κεφαλή ομαδικού λουτρού	15	60 ~ 90	38	1.0	0.15	0.15
ΠΥΓΟΛΟΥΤΗΡΕΣ						
Διακόπτης εκροής	15	10 ~ 15	15 ή 65	1.0	0.07	0.07
Μπαταρία	15	10 ~ 15	35 ~ 40	1.0	0.07	0.07

Πίνακας 1.5

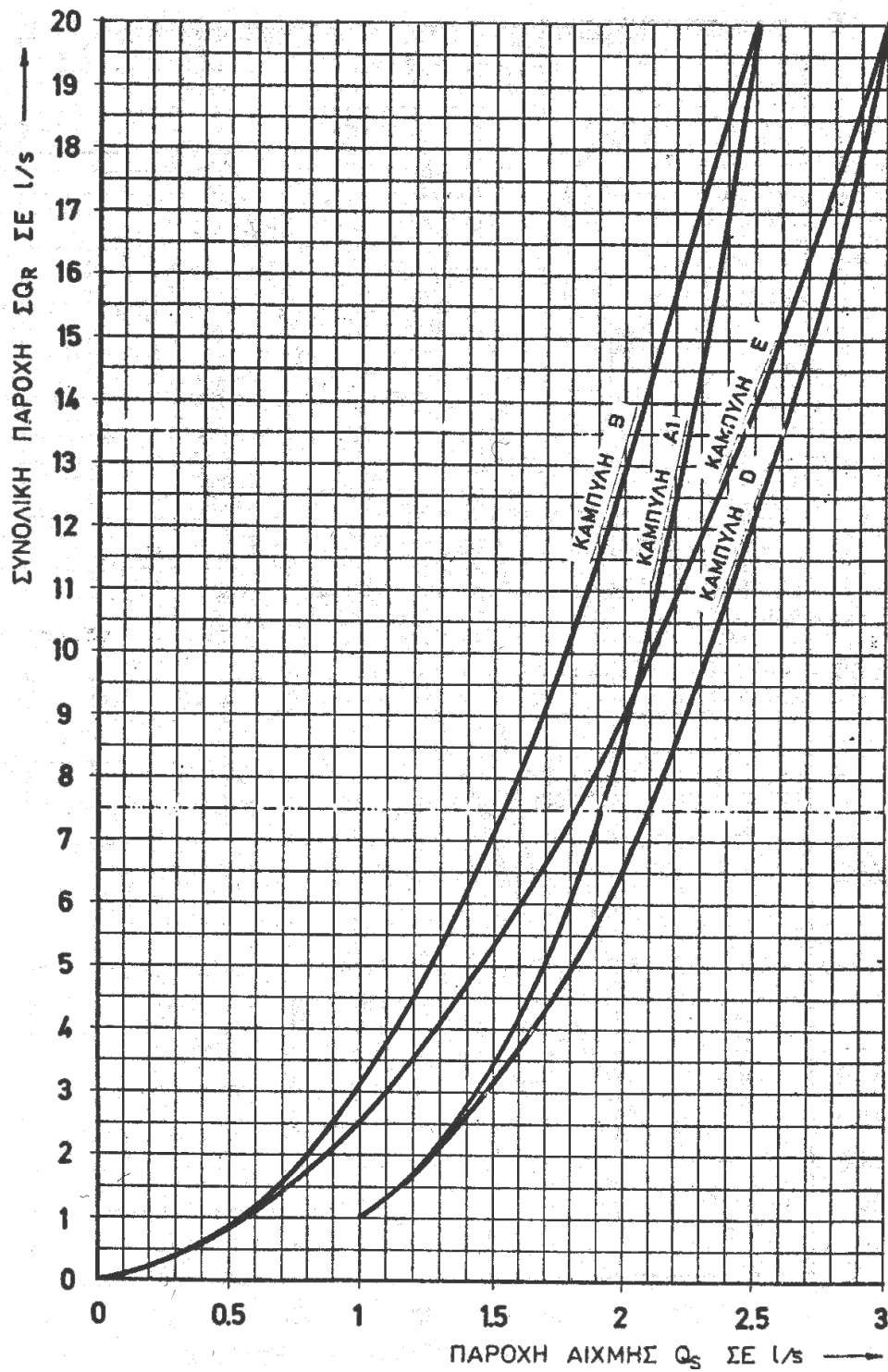
[Πηγή: TOTEE 2411/86]

Λήψη	DN	Ποσότητα μίας χρήσης <i>l</i>	Θερμοκρασία νερού στην έξοδο °C	Ελάχιστη πίεση εκροής (P _{MF}) bar	Παροχή Υπολογισμού		
					Κρύο νερό (Q _{RKN}) <i>l/s</i>	Ζεστό νερό (Q _{RZN}) <i>l/s</i>	
ΛΕΚΑΝΕΣ							
Βαλβίδα έκπλυσης	15	6 ~ 7	15	1.2	0.7	—	
	20	6 ~ 8	15	1.2	1.0	—	
	25	6 ~ 9	15	0.4	1.0	—	
Δοχείο έκπλυσης	15	9	15	0.5	0.13	—	
ΟΥΡΗΤΗΡΙΑ							
Βαλβίδα έκπλυσης	15	4	15	1.2	0.03	—	
Δοχείο έκπλυσης	15	9	15	0.5	0.13	—	
ΠΛΗΣΗ ΣΚΩΡΑΜΙΔΩΝ							
Βαλβίδα έκπλυσης	15	6 ~ 9	15 ή 65	1.2	0.7	0.7	
	20	7 ~ 10	15	1.2	1.0	—	
ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ							
Πλυντήριο πιάτων	—	—	15	1.0	0.15	—	
Πλυντήριο ρούχων	—	—	15	1.0	0.25	—	
ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ							
Ηλ/κός ροής	6 KW	—	—	15	1.0	0.07	—
	12 KW	—	—	15	1.0	0.1	—
	18 KW	—	—	15	1.0	0.15	—
Ηλεκτρικός πίεσεως	—	—	15	1.0 ή 0.5	0.15	—	
Αερίου ροής	12 KW	—	—	15	1.0	0.1	—
	21 KW	—	—	15	1.0	0.17	—

Πίνακας 1.5 (συνέχεια)
[Πηγή: TOTEE 2411/86]

Για τον προσδιορισμό των παροχών υπολογισμού ελήφθη θερμοκρασία ζεστού νερού $t_{ZN} = 65$ °C. Για διαφορετική θερμοκρασία νερού αναπροσαρμόζονται ανάλογα οι ποσότητες ζεστού – κρύου νερού.

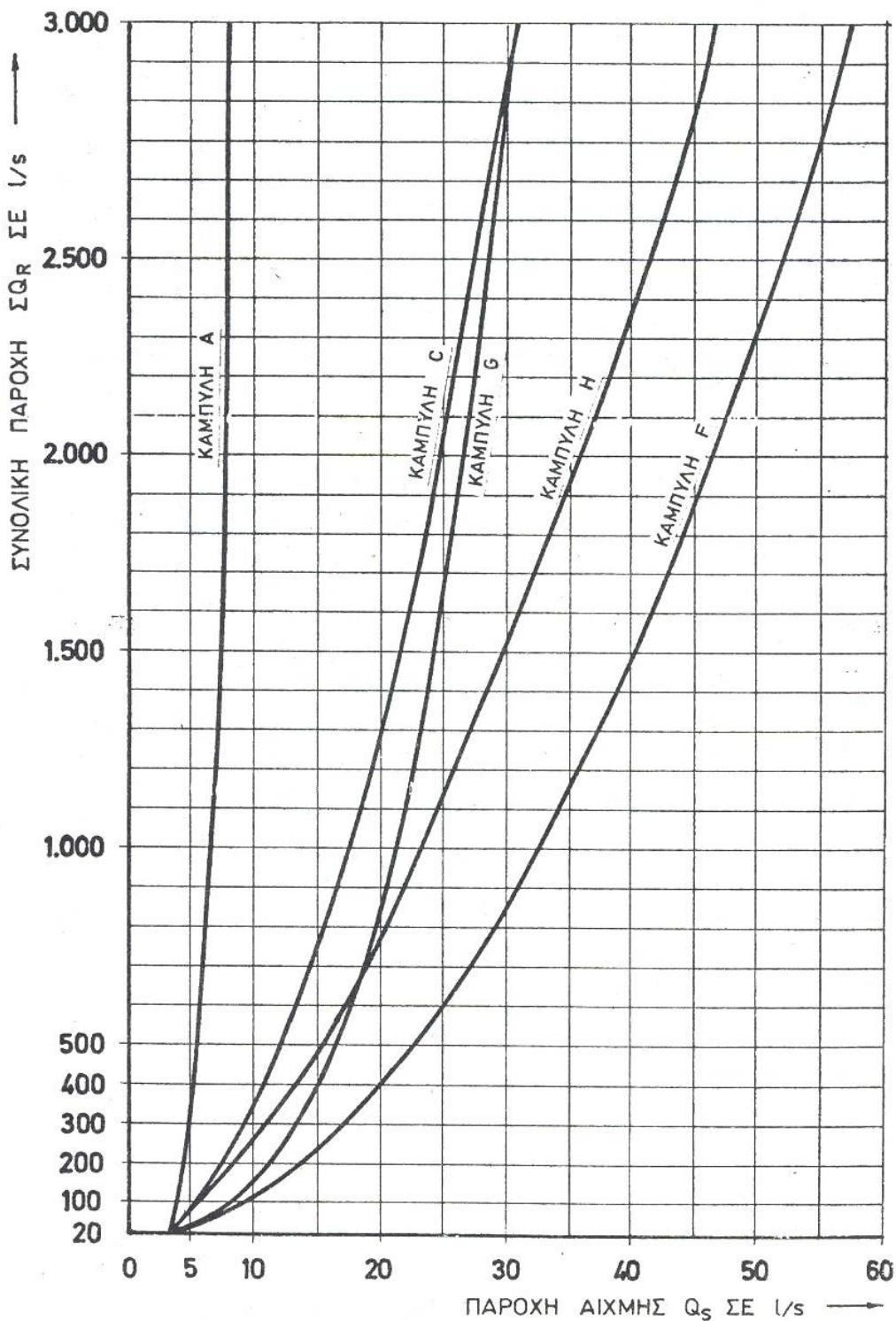
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1. Υπολογισμός της Παροχής Αιχμής Q_s συναρτήσει της Συνολικής Παροχής ΣQ_R

[Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2411/86]

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.2. Υπολογισμός της Παροχής Αιχμής Q_s συναρτήσει της Συνολικής Παροχής ΣQ_R

[Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2411/86]

Είδος κτηρίου	Τύπος	Παροχή Εφαρμογής	Καμπύλη
Κτήρια κατοικιών ¹	$Q_S = 1.7 (\Sigma Q_R)^{0.21} - 0.7$	$\Sigma Q_R > 1.0 \text{ l/s}$	A *
	$Q_S = 0.682 (\Sigma Q_R)^{0.45} - 0.14$	$0.7 < \Sigma Q_R < 20 \text{ l/s}$	B
Κτήρια γραφείων	$Q_S = 1.7 (\Sigma Q_R)^{0.21} - 0.7$	$\Sigma Q_R > 1.0 \text{ l/s}$	A *
	$Q_S = 0.682 (\Sigma Q_R)^{0.45} - 0.14$	$0.7 < \Sigma Q_R < 20 \text{ l/s}$	B
	$Q_S = 0.4 (\Sigma Q_R)^{0.54} + 0.48$	$\Sigma Q_R > 20 \text{ l/s}$	C
Ξενοδοχεία	$Q_S = (\Sigma Q_R)^{0.366}$	$1.0 < \Sigma Q_R < 20 \text{ l/s}$	D *
	$Q_S = 0.698 (\Sigma Q_R)^{0.5} - 0.12$	$0.1 < \Sigma Q_R < 20 \text{ l/s}$	E
	$Q_S = 1.08 (\Sigma Q_R)^{0.5} - 1.83$	$\Sigma Q_R > 20 \text{ l/s}$	F
Καταστήματα	$Q_S = (\Sigma Q_R)^{0.366}$	$1.0 < \Sigma Q_R < 20 \text{ l/s}$	D *
	$Q_S = 0.698 (\Sigma Q_R)^{0.5} - 0.12$	$0.1 < \Sigma Q_R < 20 \text{ l/s}$	E
	$Q_S = 4.3 (\Sigma Q_R)^{0.27} - 6.55$	$\Sigma Q_R > 20 \text{ l/s}$	G
Νοσοκομεία	$Q_S = (\Sigma Q_R)^{0.366}$	$1.0 < \Sigma Q_R < 20 \text{ l/s}$	D *
	$Q_S = 0.698 (\Sigma Q_R)^{0.5} - 0.12$	$0.1 < \Sigma Q_R < 20 \text{ l/s}$	E
	$Q_S = 0.25 (\Sigma Q_R)^{0.65} + 1.25$	$\Sigma Q_R > 20 \text{ l/s}$	H

Πίνακας 1.6
[Πηγή: TOTEE 2411/86]

* Οι καμπύλες A και D ισχύουν όταν στις λήψεις είναι συνδεδεμένοι υποδοχείς με παροχή υπολογισμού $Q_R \geq 0.5 \text{ l/s}$.

Για $\Sigma Q_R > 20 \text{ l/s}$ ακολουθείται η καμπύλη A στο διάγραμμα 2.

1 Για κτήρια άλλων ειδικών χρήσεων απαιτούνται ειδικοί υπολογισμοί για τον προσδιορισμό του ταυτοχρονισμού των παροχών των συνδεδεμένων λήψεων.

Υπολογισμός Ελάχιστης Διατιθέμενης Πίεσης (P_V) :

Η διατιθέμενη πίεση πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα της πτώσης πίεσης στις σωληνώσεις, είτε αυτές προέρχονται από γραμμικές απώλειες είτε από τοπικές, από την ελάχιστη πίεση εκροής και την υψομετρική διαφορά της πίεσης.

$$P_V > \Delta P_R + \Delta P_E + P_{MF} + H_{geo} \quad \Sigma\chi 1.1$$

Όπου :

ΔP_R Γραμμικές απώλειες (mmH₂O ή mbar)

ΔP_E Τοπικές απώλειες (mmH₂O ή mbar)

P_{MF} Ελάχιστη πίεση εκροής (bar)

H_{geo} Υψομετρική διαφορά (m)

Υπολογισμός γραμμικών απωλειών (ΔP_R) :

Οι γραμμικές απώλειες είναι συνάρτηση του ρευστού, της ταχύτητας και του υλικού του αγωγού. Ο υπολογισμός των γραμμικών απωλειών γίνεται από τον παρακάτω τύπο :

$$\Delta P_R = R \cdot l \quad \Sigma\chi 1.2$$

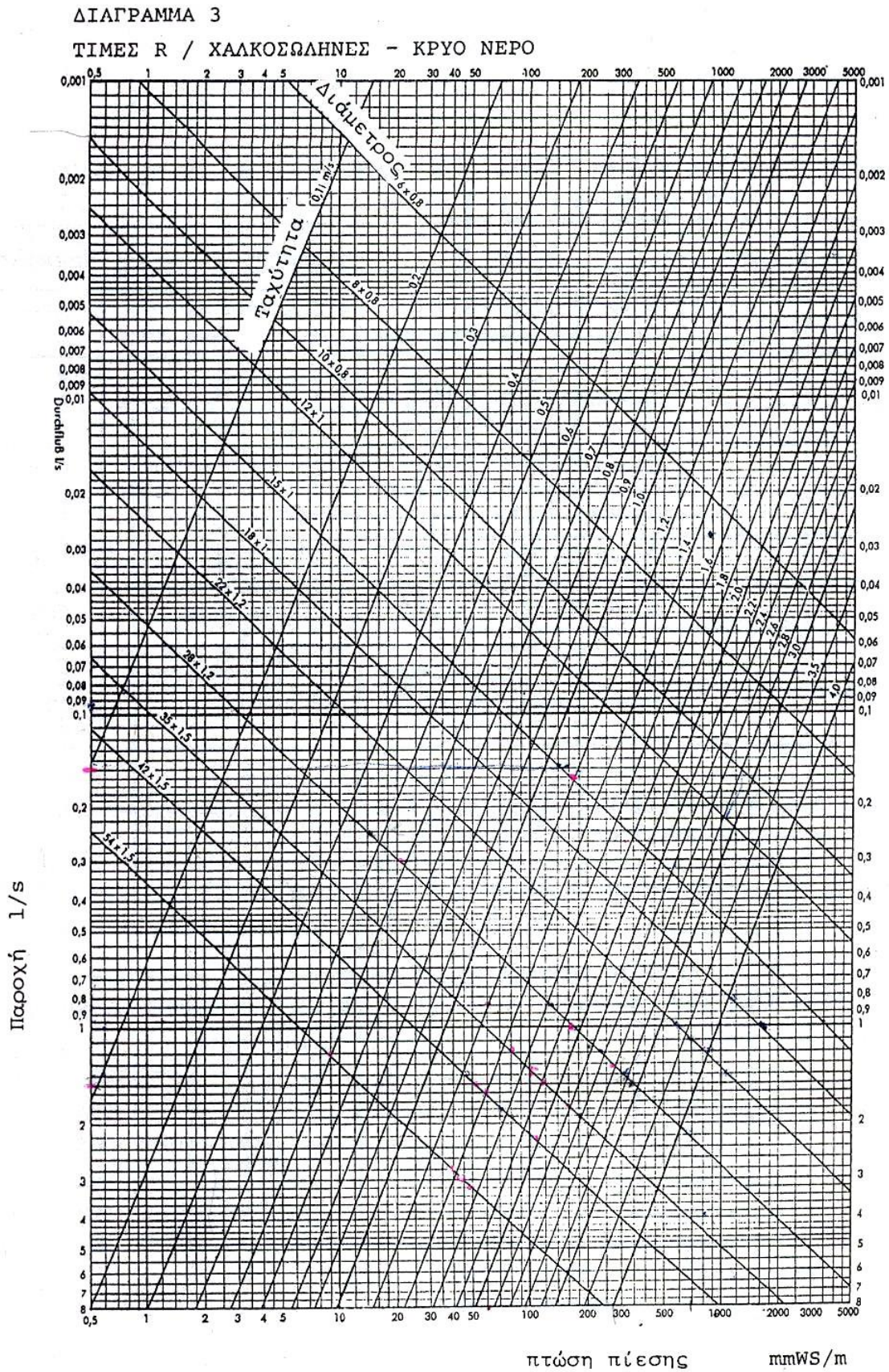
Όπου :

R Η πτώση πίεσης ανηγμένη στην μονάδα του μήκους (mmH₂O / m ή mbar / m)

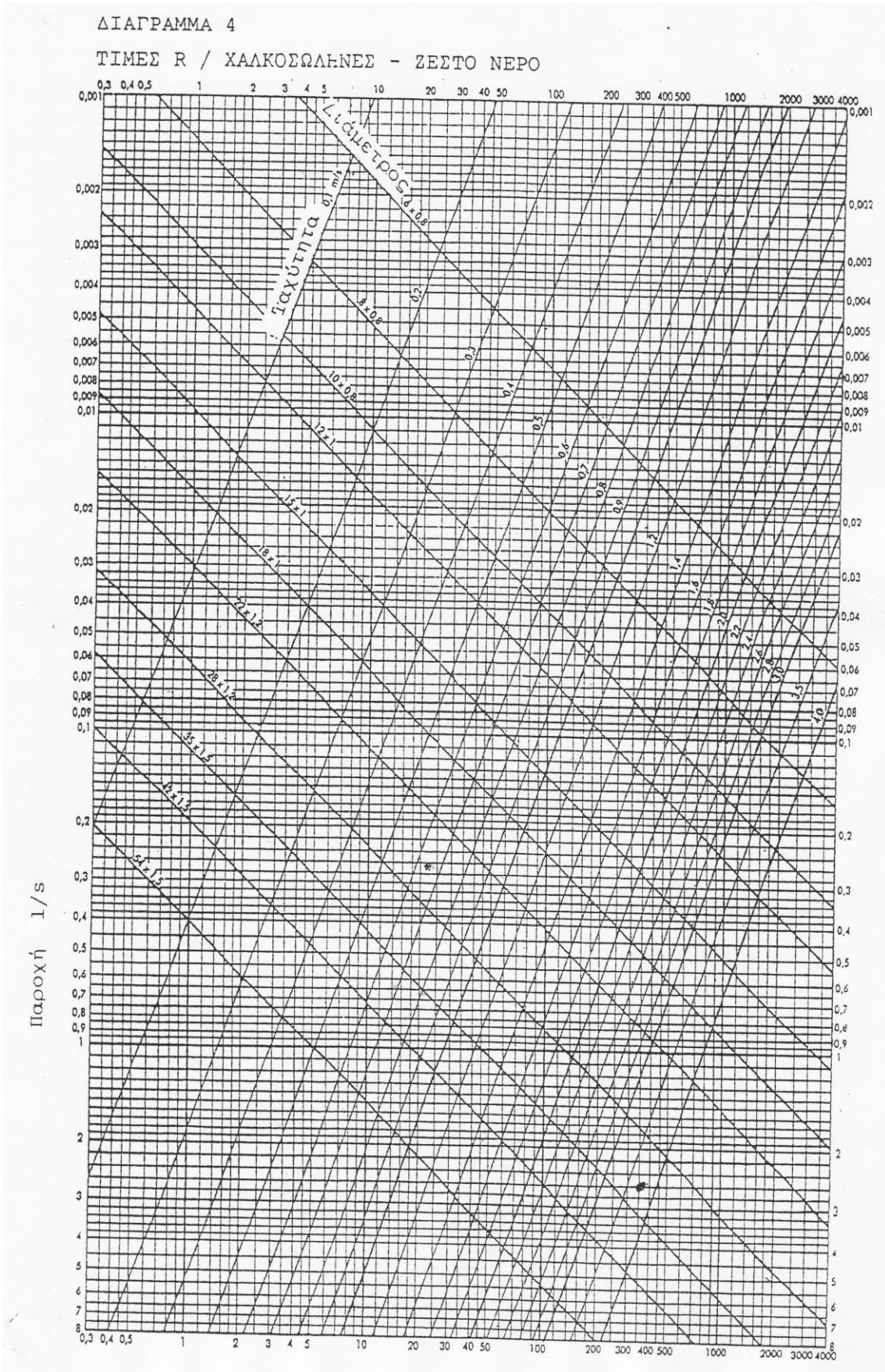
l Μήκος σωλήνας (m)

Η τιμή του R υπολογίζεται από τα διαγράμματα 3, 4 για τους χαλκοσωλήνες και 5, 6 για τους γαλβανισμένους χαλυβδοσωλήνες και από τους πίνακες στο παράρτημα για τους πλαστικούς σωλήνες και για τους πολυστρωματικούς, με βάση την διάμετρο του σωλήνα, την παροχή αιχμής καθώς και την ταχύτητα ροής. Τα διαγράμματα καθώς και οι πίνακες δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα για τις εγκαταστάσεις πόσιμου και ζεστού νερού χρήσης, σε σχέση με τις δοκιμασμένες αναλυτικές μεθόδους Darcy – Weisbach και Hasen – Williams.

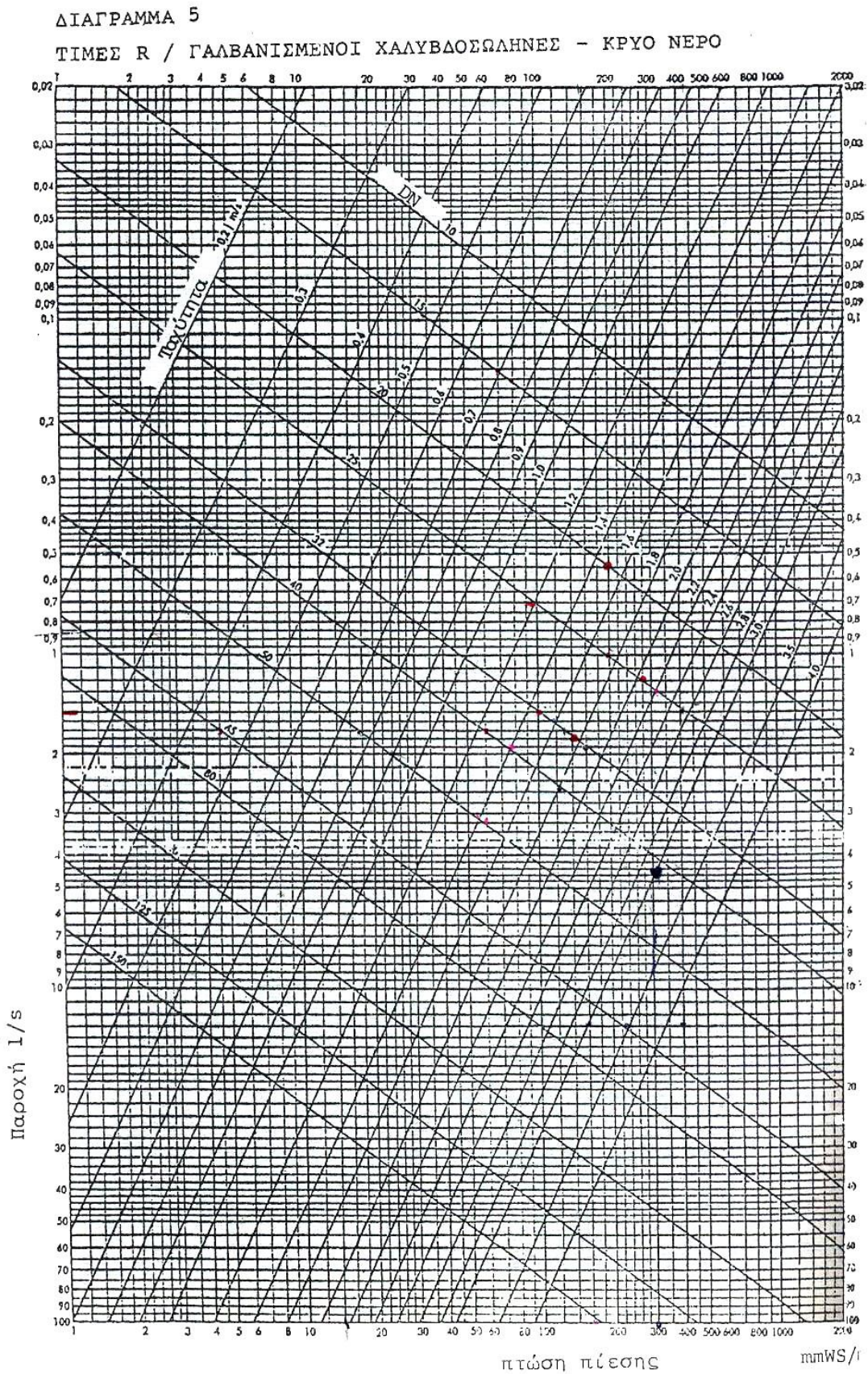
Ο περιορισμός που έχουμε για την ταχύτητα ροής είναι ότι δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 3 m/s . Για την διαστασιολόγηση των σωληνώσεων, είτε από τα διαγράμματα είτε από τους πίνακες, παίρνουμε 1.5 ~ 2.0 m/s.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.3. Τιμές του R για Χαλκοσωλήνες - Κρύο Νερό
[Πηγή: TOTEE 2411/86]



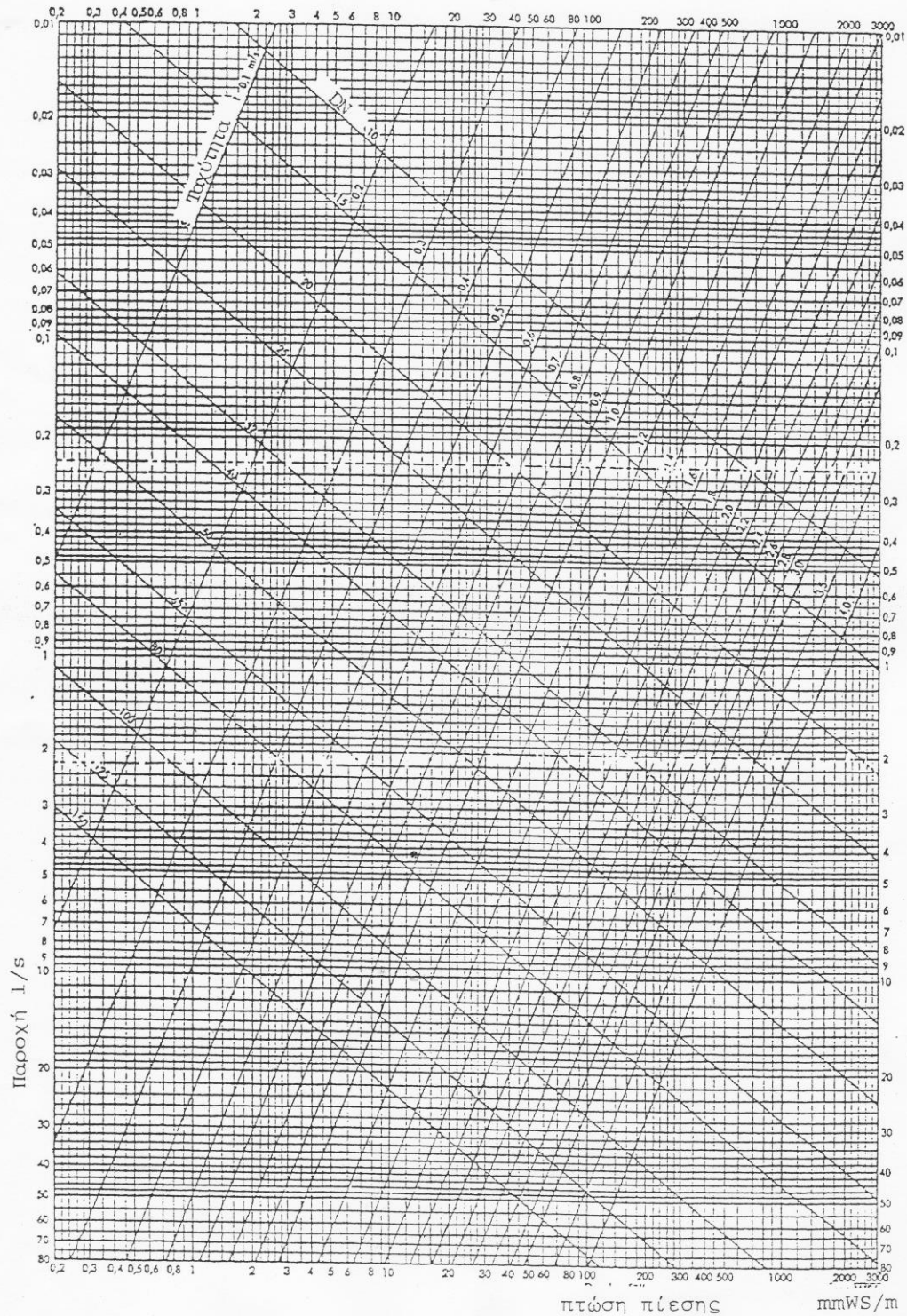
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.4. Τιμές του R για Χαλκοσωλήνες - Ζεστό Νερό
 [Πηγή: TOTEE 2411/86]



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.5. Τιμές του R για Γαλβανισμένους Χαλυβδοσωλήνες - Κρύο Νερό
[Πηγή: TOTEE 2411/86]

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6

ΤΙΜΕΣ R / ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟΙ ΧΑΛΥΒΔΟΣΩΛΗΝΕΣ - ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.6. Τιμές του R για Γαλβανισμένους Χαλυβδосωλήνες - Ζεστό Νερό
[Πηγή: TOTEE 2411/86]

Υπολογισμός τοπικών απωλειών (ΔP_E) :

Τοπικές απώλειες καλούμε την πτώση πίεσης που εμφανίζεται λόγω της παρεμβολής εξαρτημάτων στο κύκλωμα και υπολογίζονται από την σχέση

$$\Delta P_E = Z = \sum \zeta \cdot \frac{\rho_v \cdot u^2}{2} \quad \text{Σχ 1.3}$$

Όπου :

- ζ Συντελεστής τοπικής αντίστασης (Πίνακας 1.11)
- ρ_v Πυκνότητα νερού (1000 kg/m³)
- u Ταχύτητα νερού (m/s)

Το αποτέλεσμα της παραπάνω σχέσης είναι σε *Pascal*, γενικά ισχύει ότι $1 Pa \approx 10^5 bar \approx 0.1 mmH_2O$.

Υπολογισμός ισοδύναμου μήκους l_{gl} :

Ένας άλλος τρόπος προσέγγισης των τοπικών απωλειών είναι με την χρήση του ισοδύναμου μήκους l_{gl} . Θεωρούμε ότι η πτώση πίεσης που προκαλείται από τα εξαρτήματα ενός τμήματος είναι ισοδύναμη, προκαλεί δηλαδή την ίδια πτώση πίεσης, με την πτώση πίεση από τον ισοδύναμο μήκος και υπολογίζεται από την σχέση 1.4 και με χρήση των πινάκων 1.12α και 1.12β.

$$\Delta P_E' = Z' = R \cdot l_{gl} \quad \text{Σχ 1.4}$$

Όπου :

- R πτώση πίεσης ανηγμένη στην μονάδα του μήκους (mmH₂O / m ή mbar / m)
- l_{gl} Ισοδύναμο ευθύγραμμο μήκος (m)

Αυτή η μεθοδολογία χρησιμοποιείται κυρίως στις εγκαταστάσεις θέρμανσης και μπορεί γενικά να μας διευκολύνει για τον λόγο ότι μπορούμε να υπολογίσουμε γρηγορότερα τις τοπικές απώλειες.

Από την σχέση 1.4 και την σχέση 1.2 προκύπτει ότι :

$$\Delta P_{RE} = \Delta P_R + \Delta P_E' = R \cdot (l + l_{gl}) \quad \text{Σχ 1.5}$$

Τιμές συντελεστή τοπικής αντίστασης ζ για διάφορα εξαρτήματα [Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2411/86]							
ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ζ	ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	DN	ΣΥΜΒΟΛΟ	ζ	
ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ		1,3	ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΚΑΘΕΤΗΣ ΕΔΡΑΣ	15		10,0	
		0,9		20		8,5	
				25		7,0	
				32		6,0	
		0,3	ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΔΡΑΣ	40 ~ 100		5,0	
		0,6		15		3,5	
				20		2,5	
		3,0		25 ~ 50		2,0	
	ΚΑΤΑΝΕΜΗΤΗΣ		1,3	ΚΡΟΥΝΟΣ	65		0,7
			0,9		15		2,0
					20 ~ 25		1,5
					32 ~ 50		1,0
			0,4	65 ~ 80	0,7		
				~ 100	0,6		
		10		7,0			
ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ			0,3	ΓΩΝΙΑΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	15		4,0
					20 ~ 40		2,0
					50 ~ 100		3,5
		10 ~ 15			1,0		
ΚΑΤΑΝΕΜΗΤΗΣ		0,5	ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΣΥΡΤΗ	20 ~ 25		0,5	
				25 ~ 40		0,3	
				50		2,5	
				65 ~ 100		7,7	
ΚΑΜΠΥΛΗ 90°		1,0	ΟΡΓΑΝΟ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗ	20		6,0	
				15 ~ 20		5,0	
				25 ~ 40		7,7	
ΓΩΝΙΑ 90°		0,51	ΟΡΓΑΝΟ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ	50		1,5	
				100		1,2	
				200		1,0	
ΓΩΝΙΑ 45°		0,30	ΚΛΑΠΕΤΟ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ	50		1,5	
				100		1,2	
				200		1,0	
ΣΥΣΤΟΛΙΚΟ		0,4	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ	15 ~ 20		15	
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΟ		0,6		25 ~ 50		13	
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΟ ΩΜΕΓΑ		1,0	ΛΗΨΗ ΣΕ ΑΓΩΓΟ	25 ~ 70		5,0	
ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ		2,0	ΜΕΙΩΤΗΡΑΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΝΟΙΚΤΟΣ			30	

Πίνακας 1.11

Τιμές Ισοδύναμου μήκους l_{gl} :

DN	Ισοδύναμο μήκος σε m ανά εξάρτημα							
	Καμπύλη 90°	Καμπύλη 90° (Μεγάλης ακτίνας)	Καμπύλη 90° (ΑΡΣΕΝ – ΘΥΛ)	Καμπύλη 45°	Καμπύλη 90° (ΑΡΣΕΝ – ΘΥΛ)	Διακλάδωση	Συστολικό 1:4	Συστολικό 1:2
10	0,42	0,27	0,70	0,21	0,33	0,80	0,35	0,42
15	0,48	0,30	0,75	0,24	0,39	1,00	0,42	0,43
20	0,60	0,42	0,95	0,27	0,48	1,20	0,57	0,80
25	0,78	0,51	1,20	0,39	0,63	1,50	0,70	0,80
32	1,00	0,69	1,70	0,51	0,90	2,10	0,90	1,00
40	1,20	0,78	1,90	0,63	1,02	2,40	1,10	1,20
50	1,50	1,00	2,50	0,78	1,35	3,00	1,40	1,50
65	1,80	1,20	3,00	0,95	1,58	3,60	1,70	1,80
80	2,25	1,50	3,60	1,20	1,90	4,50	2,10	2,20
100	3,00	2,00	5,10	1,55	2,50	8,30	2,70	3,00

Πίνακας 1.12α

DN	Ισοδύναμο μήκος σε m ανά εξάρτημα					
	Ευθύγραμμος Διακόπτης	Διακόπτης 60° Τύπου Υ	Διακόπτης 45° Τύπου Υ	Γωνιακός Διακόπτης	Βαλβίδα Αντεπιστροφής	Φίλτρο Νερού
10	5,10	2,40	1,80	0,18	—	—
15	5,40	2,70	2,10	2,10	1,80	—
20	6,60	3,30	2,70	2,70	2,40	—
25	8,70	4,90	3,6	3,60	3,00	—
32	11,40	6,00	4,50	4,50	4,20	—
40	13,00	7,20	5,40	5,40	4,80	—
50	16,50	9,00	7,20	7,20	6,00	8,10
65	21,00	10,50	8,70	8,70	7,50	8,40
80	25,00	12,90	10,50	10,50	9,00	12,60
100	36,00	17,40	14,10	14,10	12,00	18,00

Πίνακας 1.12β

Για τον υπολογισμό των τοπικών απωλειών προτείνεται ο αναλυτικός τρόπος (ΔP_E) γιατί το αποτέλεσμά του είναι πιο κοντά στην πραγματική τιμή. Ωστόσο και η μέθοδος με τον υπολογισμό του ισοδύναμου μήκους μας δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα.

Υπολογισμός ελάχιστης πίεσης εκροής P_{MF} :

Ελάχιστη πίεση εκροής ορίζουμε την στατική υπερπίεση στο σημείο σύνδεσης μιας λήψης κατά τη διάρκεια της παροχής υπολογισμού και υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 1.5. Η τιμή που λαμβάνουμε για τον υπολογισμό της ελάχιστης πίεσης εκροής είναι η μέγιστη τιμή από τις εκάστοτε λήψεις.

Υπολογισμός υψομετρικής διαφοράς πίεσης h_{geo} :

Υψομετρικής διαφοράς πίεσης ορίζουμε την διαφορά υψών μεταξύ του κέντρου της διαμέτρου της σωλήνωσης σύνδεσης της λήψης στο υψηλότερο σημείο του κτηρίου και του κέντρου της διαμέτρου του αγωγού του δικτύου υδροδότησης στο σημείο παροχής του κτηρίου. Γενικά ισχύει $1m \approx 100 \text{ mbar}$ ή $10m \approx 1bar$.

Κεφάλαιο 2

Εγκαταστάσεις αποχέτευσης

2.1 Εισαγωγή:

Με τον όρο εγκαταστάσεις αποχέτευσης καλούμε το σύνολο των εγκατεστημένων στοιχείων (σωλήνων, εξαρτημάτων, ειδικών τεμαχίων κα) που συμβάλουν στην απομάκρυνση των λυμάτων καθώς και των όμβριων υδάτων που έχουν προέλθει από ανθρώπινες δραστηριότητες μέσα στο κτήριο. Το σύνολο των εγκατεστημένων στοιχείων καταλήγει είτε στο δίκτυο πόλεως, εάν υπάρχει, είτε σε προκατασκευασμένες δεξαμενές λυμάτων (βόθρους) οι οποίες είναι εγκατεστημένες είτε στον χώρο του οικοπέδου του υφιστάμενου κτηρίου είτε απομακρυσμένες.

Το ζήτημα των εγκαταστάσεων αποχέτευσης ανάγεται στην χάραξη και μελέτη του όλου θέματος της ροής από κάθε εγκατεστημένο υδραυλικό υποδοχέα έως το σημείο σύνδεσης με τον κεντρικό αποχετευτικό αγωγό.

Το αποχετευτικό δίκτυο αποτελείται από τις κατακόρυφες και οριζόντιες στήλες (με ελαφρά κλίση) καθώς και από τα σημεία επιθεώρησης (φρεάτια). Κάθε εγκατάσταση αποχέτευσης πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την απορροή των λυμάτων στον ελάχιστο αναγκαίο χρόνο και χωρίς κίνδυνο εμφράξεως
- Χαμηλή στάθμη θορύβου κατά την απορροή των λυμάτων
- Να μην δημιουργούνται πιέσεις ή υποπιέσεις για να μπορούν να λειτουργούν τα σιφόνια χωρίς ανωμαλίες
- Προσβασιμότητα στον έλεγχο και τον καθαρισμό
- Την απορρόφηση των δυσάρεστων οσμών από τους χώρους του κτηρίου

Μια εγκατάσταση αποχέτευσης εκτός από την απορροή των λυμάτων και των όμβριων από τον χώρο συμβάλει ουσιαστικά και στην υγιεινή του χώρου. Μια λανθασμένη εγκατάσταση αποχέτευσης μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε εστία μόλυνσεως και να προκαλέσει προβλήματα στην υγεία των ατόμων που κατοικούν ή εργάζονται στο κτήριο.

Σε περιοχές όπου δεν υπάρχει αποχετευτικό δίκτυο πόλεως και τα λύματα καταλήγουν σε δεξαμενές λυμάτων, τότε είναι πολύ πιο εύκολο να δημιουργηθούν εστίες μόλυνσης κυρίως σε παλαιά κτήρια όπου η δεξαμενή έχει χάσει την απορροφητικότητά της. Για τον λόγο αυτό καλούμαστε ανά τακτά χρονικά διαστήματα να εκκενώνουμε και να καθαρίζουμε τις δεξαμενές.

2.2 Συστήματα και δίκτυα αποχέτευσης:

Συστήματα αποχέτευσης:

Ανάλογα με την διάταξη των αγωγών το εσωτερικό σύστημα αποχέτευσης διακρίνεται στο μεικτό ή παντοροϊκό σύστημα όπου αποχετεύονται μαζί τα λύματα και τα βρόχινα νερά και το διπλό ή χωριστό σύστημα όπου έχουμε δύο ξεχωριστά δίκτυα το ένα για τα λύματα και το δεύτερο για τα βρόχινα νερά.

Δίκτυα αποχέτευσης:

Ανεξάρτητα με το σύστημα αποχέτευσης που εφαρμόζεται σε κάθε κτήριο, μεικτό ή χωριστό, κάθε σύστημα διακρίνεται στα εξής δίκτυα:

- Στο δίκτυο λυμάτων, όπου αποχετεύονται τα νερά από τον χώρο του λουτρού, του WC, της κουζίνας καθώς και του χώρου οικοκυρικής
- Το δίκτυο όμβριων υδάτων, όπου αποχετεύονται τα βρόχινα νερά από τα μπαλκόνια τις στέγες και την ταράτσα

2.3 Αποχετευτικό δίκτυο λυμάτων:

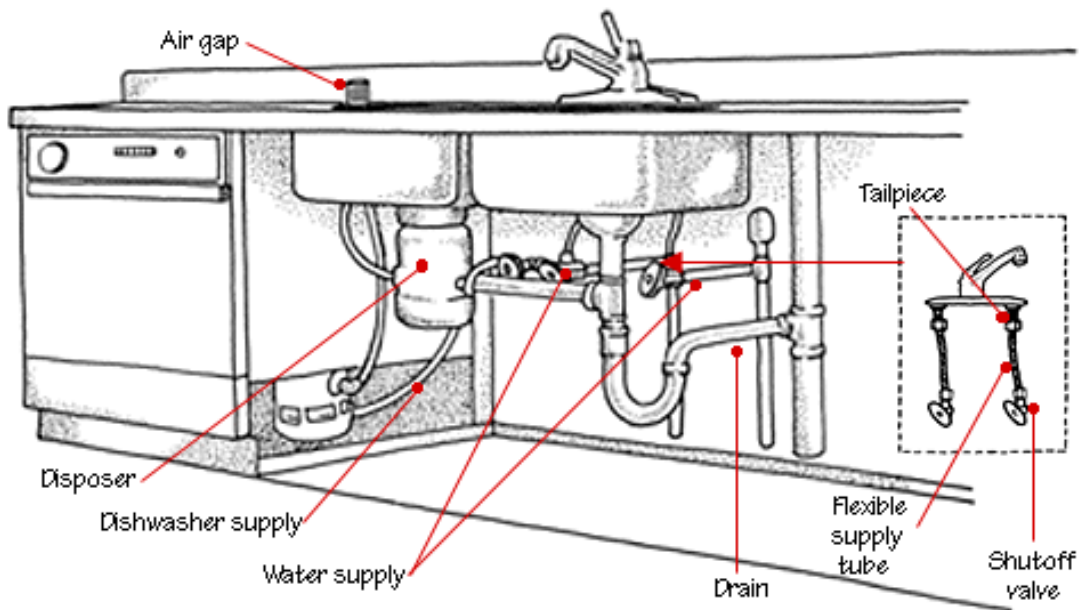
Με τον όρο λύματα καλούμε το σύνολο από υγρά και μεταφερόμενα με αυτά στερεά που απορρέουν συγκεντρωμένα μέσα σε ένα δίκτυο αγωγών, αποβαλλόμενα από τους χώρους όλων των δραστηριοτήτων μιας περιοχής με φορέα το νερό.

Τα λύματα ανάλογα με την σύνθεση και την προέλευσή τους διακρίνονται στα οικιακά λύματα, και στα απόβλητα. Τα οικιακά λύματα περιλαμβάνουν τα αποχωρήματα που περιέχουν απορριμματικά υγρά και στερεά του ανθρώπινου οργανισμού, απόπλυτα που περιέχουν υγρά χρησιμοποιούμενα για πλύσιμο σώματος, ρουχισμού και μαγειρικών συσκευών, βρόχινα νερά, σε περίπτωση παντοροϊκού συστήματος καθώς και συμπυκνώματα ψυγείων και κλιματιστικών. Στα απόβλητα συγκαταλέγονται υγρά και μεταφερόμενα με αυτά στερεά που απορρέουν αποβαλλόμενα κυρίως από χώρους παραγωγικών δραστηριοτήτων του ανθρώπου, τέτοιοι χώροι είναι, βιομηχανικοί – βιοτεχνικοί, χώροι ειδικών δραστηριοτήτων όπως νοσοκομεία, ιατρεία, εργαστήρια, συνεργεία, σφαγεία κα. Με την λογική αυτή τα απόβλητα μπορούν να ταξινομηθούν με κριτήριο την προέλευσή τους (πχ βιομηχανικά απόβλητα, νοσοκομειακά απόβλητα κα). Τα απόβλητα προκειμένου να αποδοθούν στο φυσικό περιβάλλον ή στο δίκτυο συγκέντρωσης λυμάτων πρέπει να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία που προβλέπουν ειδικές υγειονομικές διατάξεις ή ο φορέας που ελέγχει το δίκτυο

συλλογής, την επεξεργασία και την τελική διάθεση του συνόλου των λυμάτων μιας περιοχής.

2.3.1 Αποχέτευση κουζίνας:

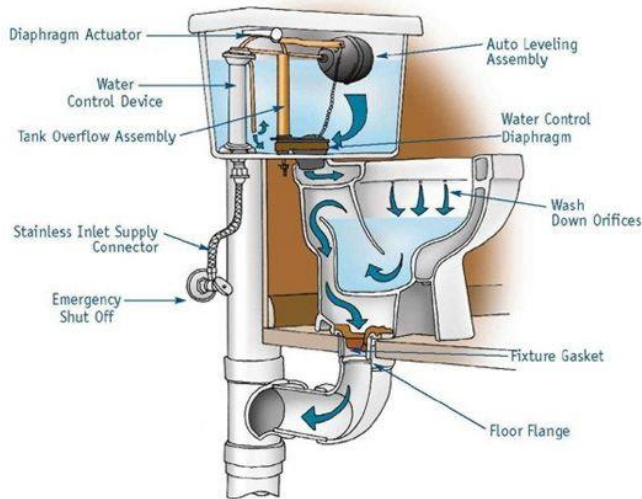
Σε μια τυπική αποχέτευση κουζίνας τα απορρέοντα λύματα προέρχονται από τον νεροχύτη και το πλυντήριο πιάτων. Η διάταξη μιας αποχέτευσης κουζίνας περιλαμβάνει ένα σифώνι και αγωγούς που συνδέουν την αποχέτευση του πλυντηρίου πιάτων και του νεροχύτη με το κεντρικό δίκτυο αποχέτευσης. Μια τυπική διάταξη αποχέτευσης κουζίνας φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 2.1

2.3.2 Αποχέτευση λουτρού:

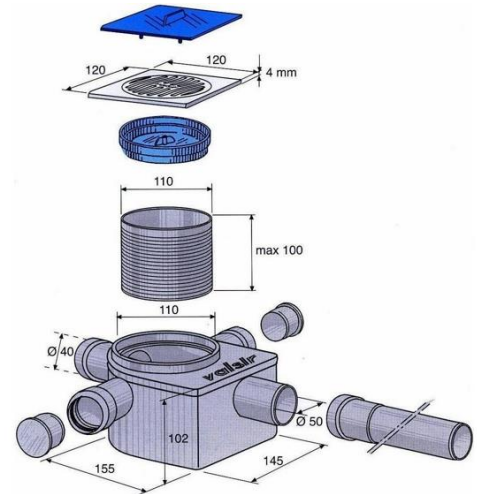
Στην αποχέτευση λουτρού τα λύματα προέρχονται από τις λεκάνες αποχωρητηρίων, τους νιπτήρες, τους πυγολουτήρες και μπανιέρες – ντουζιέρες. Μια τυπική διάταξη αποχέτευσης λουτρού περιλαμβάνει ένα σифώνι δαπέδου συνδεδεμένο στο κεντρικό δίκτυο αποχέτευσης. Στο σифώνι δαπέδου καταλήγουν αποχετεύσεις του νιπτήρα, του πυγολουτήρα και της μπανιέρας – ντουζιέρας. Η αποχέτευση της λεκάνης καταλήγει κατευθείαν στο κεντρικό δίκτυο αποχέτευσης. Η σύνδεση της λεκάνης με το κεντρικό δίκτυο αποχέτευσης καθώς και το σифώνι δαπέδου φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



For illustration only, may not be acceptable for every local code.

©2000 Hi. Rooter Corporation

α) Σύνδεση λεκάνης με κεντρικό δίκτυο αποχέτευσης

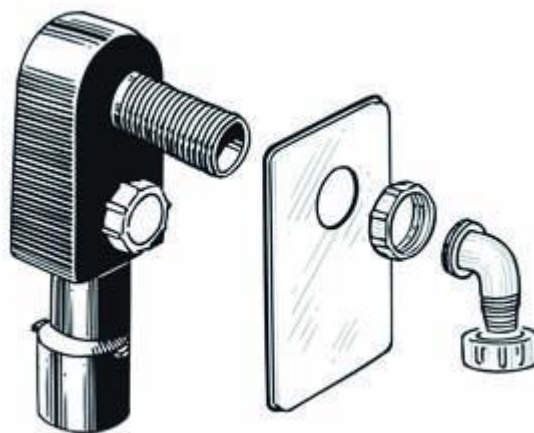


β) Σιφώνι δαπέδου

Εικόνα 2.2

2.3.3 Αποχέτευση χώρου οικοκυρικής:

Οι χώροι οικοκυρικής, όπου αυτοί υπάρχουν, περιλαμβάνουν το πλυντήριο ρούχων και ενίοτε έναν νιπτήρα. Στην αποχέτευση του χώρου οικοκυρικής υπάρχει ένα σιφώνι δαπέδου στο οποίο καταλήγει η αποχέτευση του νιπτήρα, όπως και στην αποχέτευση λουτρού. Η αποχέτευση του πλυντηρίου καταλήγει είτε στο σιφώνι δαπέδου είτε απευθείας στο κεντρικό δίκτυο αποχέτευσης με την παρεμβολή σιφωνιού πλυντηρίου.



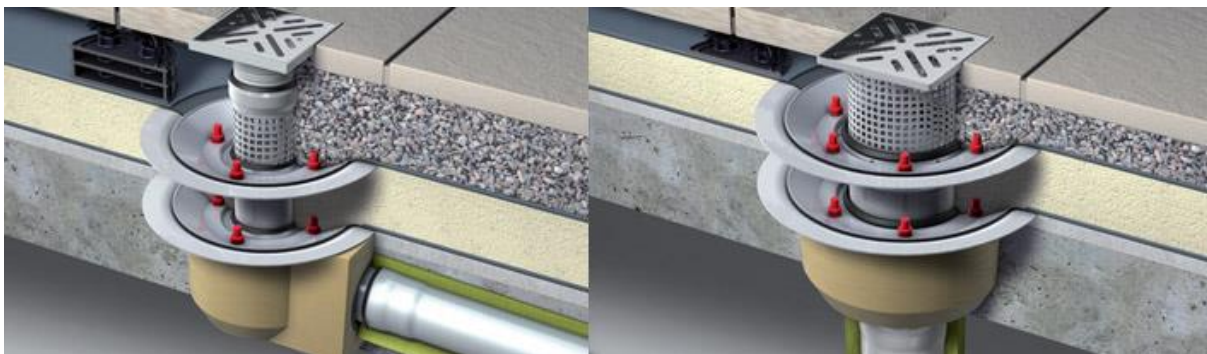
Εικόνα 2.3 σιφώνι πλυντηρίου

2.4 Αποχετευτικό δίκτυο όμβριων υδάτων:

Στις εγκαταστάσεις όμβριων υδάτων απορρέουν τα νερά που συσσωρεύονται στις ταράτσες στις στέγες και στα μπαλκόνια από τις βροχοπτώσεις. Η απομάκρυνση συνήθως γίνεται με την κλίση των επιστεγασμάτων, των ακάλυπτων χώρων καθώς και με την κεκλιμένη διαμόρφωση των χώρων γύρω από τα κτήρια. Οι αγωγοί των βρόχινων νερών μπορεί να είναι είτε κλειστοί είτε ανοικτοί σε περίπτωση απορροής στέγης. Ταχύτερη απομάκρυνση των βρόχινων νερών επιτυγχάνετε όταν είναι μεγάλες οι κλίσεις των επιστεγασμάτων. Αυτό εξαρτάτε όμως από την αρχιτεκτονική διαμόρφωση των κτηρίων και από το αν τα επιστεγάσματα είναι βατά. Τις περισσότερες φορές τα βρόχινα νερά απορρέουν ελεύθερα από τις στέγες και τις ταράτσες. Οι αγωγοί απομάκρυνσης των βρόχινων νερών καλούνται υδρορροές. Οι υδρορροές όταν υπάρχει στηθαίο στην ταράτσα ή στηθαίο που υψώνεται πάνω το ίχνος της στέγης, το διαπερνούν και μαζεύουν τα βρόχινα νερά απευθείας από την ταράτσα ή την οριζόντια συλλεκτήρια υδρορροή της στέγης. Οι κατακόρυφες υδρορροές τοποθετούνται συνήθως στον εξωτερικό τοίχο του κτηρίου. Σε ειδικά ή σημαντικά κτήρια μπορεί να είναι εντοιχισμένες, στην περίπτωση αυτή πρέπει να προβλέπονται στόμια καθαρισμού και ελέγχου.

2.4.1 Απορροή μπαλκονιών:

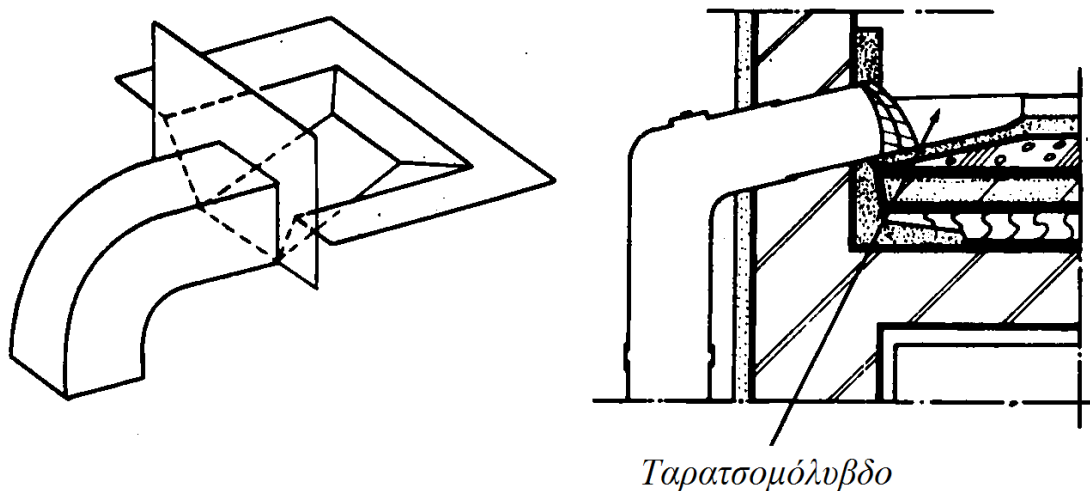
Η απομάκρυνση των βρόχινων νερών από τα μπαλκόνια γίνεται με χρήση καθολικής κλίσης του μπαλκονιού προς ένα σημείο. Στο σημείο που μαζεύονται τα βρόχινα νερά τοποθετείται σιφώνι το οποίο συλλέγει τα βρόχινα νερά και τα εναποθέτει στην κατακόρυφη υδρορροή.



Εικόνα 2.4 Διάταξη απορροής μπαλκονιού

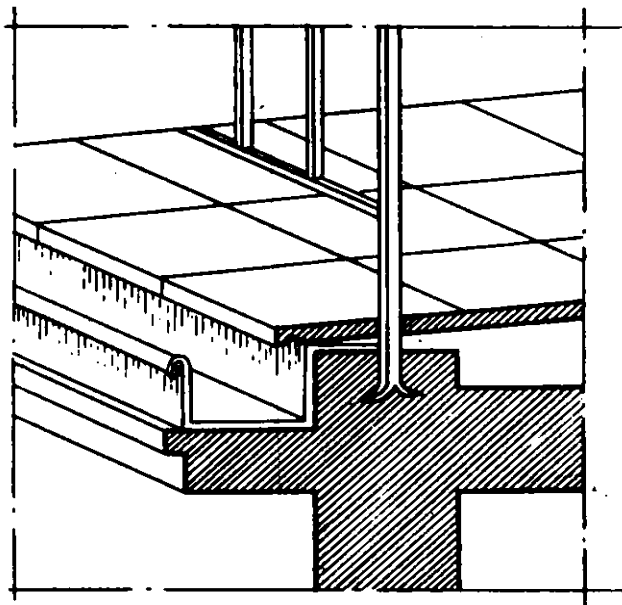
2.4.2 Απορροή ταρατσών:

Οι ταρατσες περικλείονται είτε από συμπαγές στηθαίο είτε από κιγκλίδωμα. Οι κλίσεις απορροής οδηγούν συνήθως τα βρόχινα νερά προς το στηθαίο όπου κατασκευάζεται μολύβδινο στόμιο συλλογής (ταρατσομόλυβδο) το οποίο συνδέεται με την κατακόρυφη υδρορροή και οδηγεί τα βρόχινα νερά στα κατώτερα σημεία του κτηρίου. Τυπική διάταξη απορροής ταρατσας με χρήση ταρατσομόλυβδου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.5

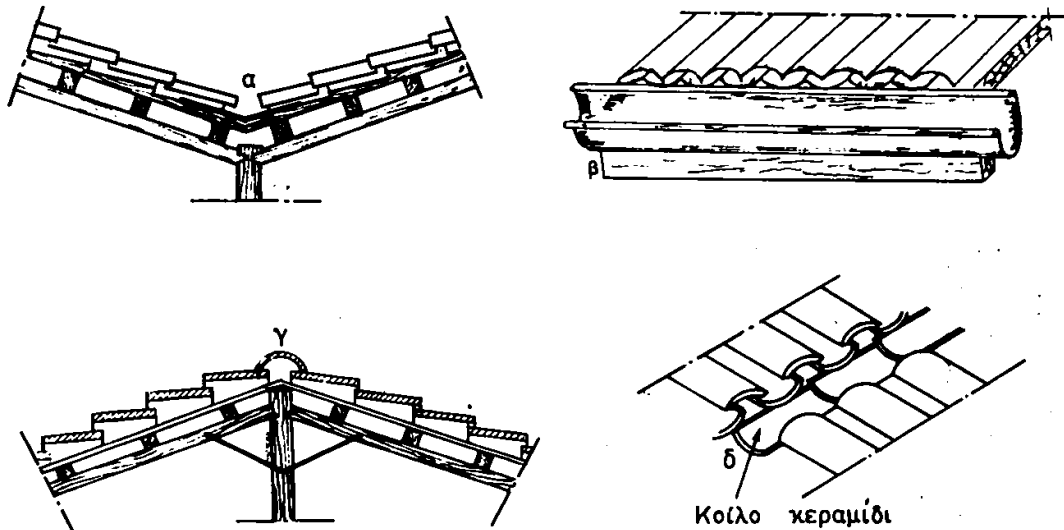
Όταν υπάρχει κιγκλίδωμα τοποθετείτε οριζόντια συλλεκτήρια υδρορροή, τυπική διάταξη φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.6

2.4.3 Απορροή στέγης:

Η απορροή των βρόχινων νερών από τις στέγες όπως στις ταράτσες και στα μπαλκόνια γίνεται με την χρήση κλίσης. Λόγω της κεκλιμένης γεωμετρίας τους οι στέγες αποβάλουν το νερό στο χαμηλότερο σημείο τους όπου τοποθετείτε οριζόντια ανοιχτή υδρορροή συλλογής όμβριων υδάτων που συνδέεται με την κατακόρυφη υδρορροή. Τυπικές διατάξεις απορροής στέγης φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.6

Η εικόνα «α» απεικονίζει τον τρόπο κατασκευής σε γραμμή συλλογής όμβριων υδάτων. Η εικόνα «β» απεικονίζει την απορροή ακραίας στέγης. Η εικόνα «γ» απεικονίζει απορροή στην κορυφή της στέγης και τέλος η εικόνα «δ» απεικονίζει απορροή στέγης σε γραμμή αυλακίου.

2.5 Σωληνώσεις δικτύου αποχέτευσης:

Οι σωληνώσεις που χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια για τα αποχετευτικά δίκτυα είναι πλαστικές κατασκευασμένες είτε από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) είτε από πολυπροπυλένιο (PP), αντικαθιστώντας τους μολυβδοσωλήνες. Οι πλαστικοί σωλήνες παρουσιάζουν υψηλή αντοχή, ευκολία στην κατασκευή των δικτύων καθώς και χαμηλό κόστος προμήθειας. Η κατασκευή τους γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 1329 – 1 και EN 1451. Οι συνήθεις διαμέτροι που χρησιμοποιούνται στις κτηριακές εγκαταστάσεις είναι από 32 – 200 mm. Τα εξαρτήματα σύνδεσής τους κυρίως είναι: γωνίες διαφόρων μοιρών, εξαρτήματα διακλάδωσης (Ταφ και ημιτάφ) καθώς και στοιχεία συστολής.

Πλαστικοί σωλήνες κτηριακής αποχέτευσης		
Εξωτερική διάμετρος (mm)	Πάχος τοιχώματος (mm)	Ειδικό βάρος (kg/m)
32	3,0	0,42
40	3,0	0,53
50	3,0	0,67
63	3,0	0,86
75	3,0	1,03
100	3,0	1,39
125	3,2	1,87
140	3,5	2,28
160	4,0	2,95
200	4,9	4,50

Πίνακας 2.1



α) Πλαστική σωλήνα

β) Εξαρτήματα πλαστικής σωλήνας

Εικόνα 2.7

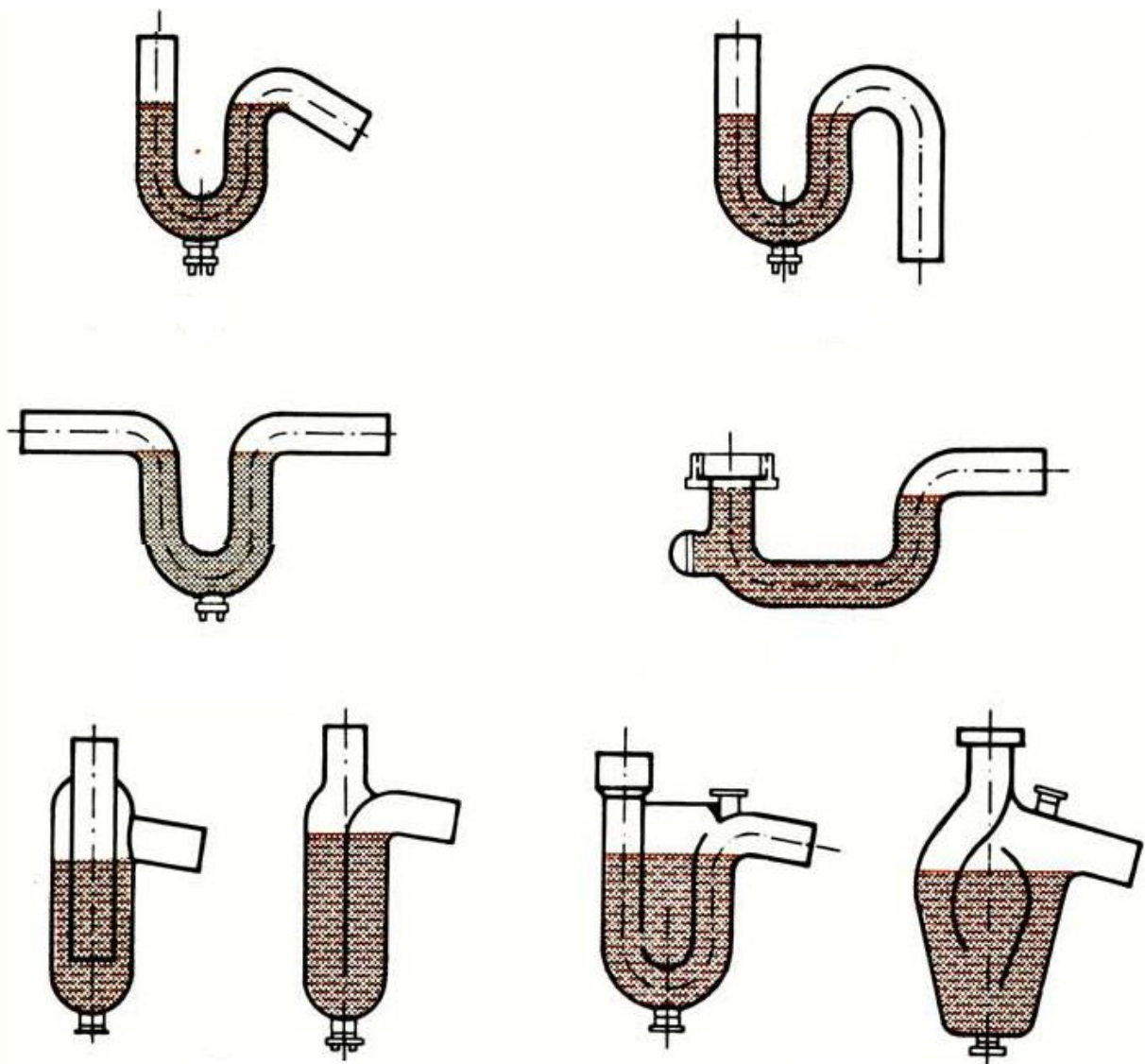
2.6 Εξαρτήματα δικτύου αποχέτευσης:

Ως εξαρτήματα δικτύου αποχέτευσης καλούμε τα ειδικά τεμάχια το οποία τοποθετούνται στο δίκτυο σωληνώσεων με σκοπό είτε την αποφυγή δυσάρεστων οσμών είτε τον έλεγχο του δικτύου. Τέτοια εξαρτήματα είναι:

- τα σιφόνια
- οι διαχωριστές
- τα φρεάτια καθαρισμού και επιθεώρησης και
- τα αντιπλημμυρικά εξαρτήματα υπογείων χώρων

2.6.1 Σιφώνια

Τα σιφώνια είναι συνήθως ένας σωλήνας τύπου U που συγκρατεί μία ποσότητα νερού στο κάτω μέρος του με σκοπό να εμποδίζει την διόδο αερίων και οσμών από το δίκτυο της αποχέτευσης προς τον χώρο του κτηρίου. Υπάρχουν διάφορα είδη σιφωνιών ανάλογα με την θέση που τοποθετούνται και τον σκοπό που εξυπηρετούν. Στο κάτω μέρος του σιφωνιού συγκεντρώνονται συνήθως στερεές ύλες και υπάρχει κίνδυνος εμφράγματος, για το λόγο αυτό τοποθετείτε στόμιο καθαρισμού. Είναι αυτονόητο ότι, όταν το σιφώνι δεν έχει την απαιτούμενη ποσότητα νερού παύει να εκπληρώνει το σκοπό λειτουργίας του. Αυτό μπορεί να συμβεί κυρίως όταν το νερό εξατμιστεί από το σιφώνι.



Εικόνα 2.8

2.6.2 Διαχωριστές:

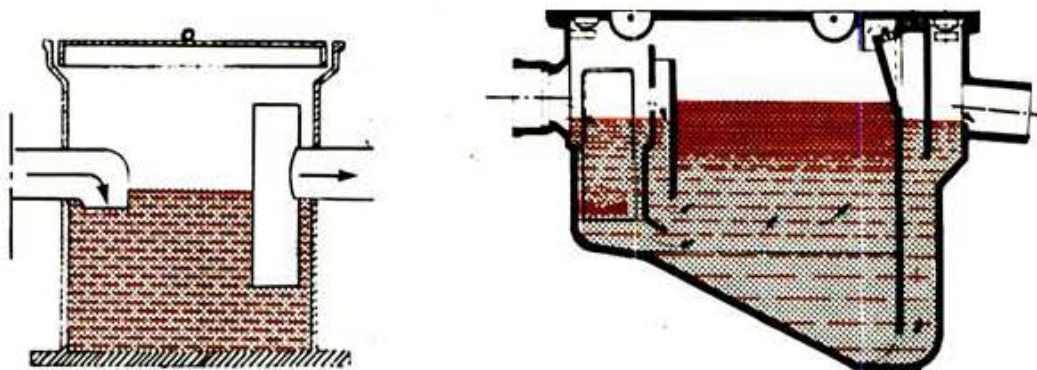
Οι διαχωριστές έχουν σκοπό την συλλογή διαφόρων συστατικών που μεταφέρονται με το δίκτυο αποχέτευσης και είναι επικίνδυνα είτε για την έμφραξη του δικτύου είτε για την δημιουργία εκρηκτικών αερίων. Οι διαχωριστές διακρίνονται στους διαχωριστές λιπών και βενζίνης.

Διαχωριστές λιπών:

Τα λίπη είναι γνωστό ότι δεν διαλύονται στο νερό, είναι ελαφρότερα του και έτσι επιπλέουν. Επίσης, διασπώνται μόνο με την επίδραση διαφόρων βακτηριδίων και οξυγόνου, δηλαδή αλλοιώνονται και ταγγίζουν αποκτώντας δυσάρεστη οσμή. Παράλληλα επειδή όταν ενώνονται με άλλα συστατικά κολλάνε στους αγωγούς, πρέπει τα λίπη που χύνονται από μεγάλες κουζίνες ή βιομηχανίες να συγκεντρωθούν και να διαχωριστούν με συλλέκτες διαχωριστές. Τέλος, πρέπει να απομακρύνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα προς αποφυγή κινδύνου εμφράξεως του δικτύου. Οι υποδοχείς αυτοί τοποθετούνται αμέσως μετά από τους υποδοχείς που εξυπηρετούν.

Διαχωριστές βενζίνης:

Οι διαχωριστές αυτοί πρέπει να κατασκευάζονται σύμφωνα με τον κανονισμό 1999. Πιο σωστή ονομασία τους είναι διαχωριστές ελαφρών υγρών ή υλικών που είναι ελαφρότερα από το νερό. Γενικά όλοι οι διαχωριστές πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά που δεν προσβάλλονται από τα υγρά που διοχετεύονται σε αυτούς. Για διαχωριστές βενζίνης χρησιμοποιείτε ως υλικό κατασκευής το μπετό και επάλειψη τσιμεντοκονίας.



Εικόνα 2.9

2.6.3 Φρεάτια επιθεώρησης και καθαρισμού:

Για την επιθεώρηση και τον καθαρισμό των οριζόντιων κλάδων των δικτιών αποχέτευσης είναι απαραίτητη η τοποθέτηση φρεατίων. Τα φρεάτια αυτά συνήθως τοποθετούνται είτε κάτω από κάθε κατακόρυφη στήλη είτε στις συμβολές των διακλαδώσεων των δευτερευόντων αγωγών με το κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο. Τα φρεάτια αυτά είναι είτε προκατασκευασμένα από πλαστικό είτε κατασκευάζονται από μπετό.



α) Πλαστικό φρεάτιο



β) Φρεάτιο από μπετό

Εικόνα 2.10

2.6.4 Αντιπλημμυρικά εξαρτήματα υπογείων χώρων:

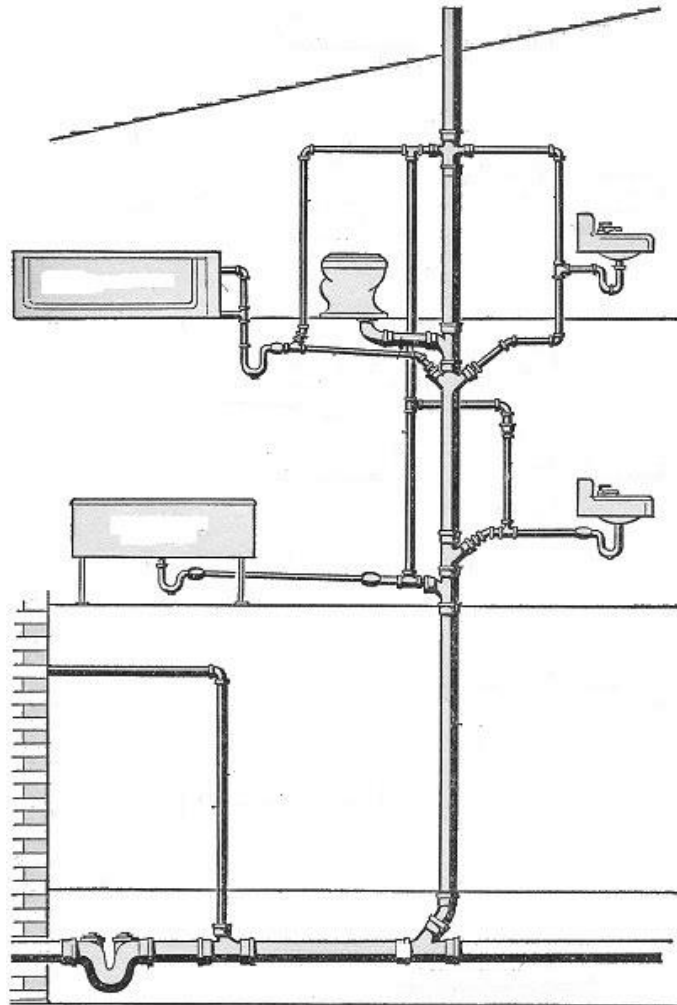
Τα εξαρτήματα αυτά είναι συνήθως βαλβίδες αντεπιστροφής με κλαπέ και είναι απαραίτητα όταν οι υδραυλικοί υποδοχείς βρίσκονται σε χαμηλότερη στάθμη από την στάθμη του υπονόμου. Σε περίοδο μεγάλων βροχοπτώσεων υπάρχει ο κίνδυνος πλημύρας υπογείων χώρων. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορούμε να εξασφαλίσουμε τους χώρους αυτούς με τα εξής εξαρτήματα:

- να τοποθετήσουμε κλαπέ αντεπιστροφής
- να τοποθετήσουμε μια διάταξη σιφωνιού δαπέδου με ενσωματωμένο κλαπέ και
- να τοποθετήσουμε βαλβίδα αντεπιστροφής. Στην περίπτωση αυτή η τοποθέτηση είναι απαραίτητη όταν η άντληση του νερού γίνεται από υπόγειους χώρους

2.7 Εξαερισμός δικτύου:

Σκοπός του αγωγού αερισμού μιας εγκατάστασης αποχέτευσης είναι η απομάκρυνση των επικίνδυνων αερίων που δημιουργούνται στην εγκατάσταση αποχέτευσης. Ένας άλλος λόγος είναι η δημιουργία αεραγωγού που δεν επιτρέπει την δημιουργία υποπίεσης σε κανένα σημείο του συστήματος και έτσι δεν μπορεί να δημιουργηθεί πουθενά κενό αέρος. Με την ύπαρξη του αερισμού αποφεύγεται η δημιουργία σιφωνισμού δηλαδή ο κίνδυνος να αδειάσουν διάφορα σιφόνια με αποτέλεσμα να μένουν δύσσομα αέρια στους χώρους το κτηρίου. Στις σύνηθες κτηριακές εγκαταστάσεις ο εξαερισμός γίνεται με την προέκταση της κατακόρυφης στήλης στο ανώτερο σημείο του κτηρίου (ταράτσα ή στέγη) και τοποθετείτε προστατευτικό κάλυμμα (καπέλο) προς αποφυγή εισχώρησης βρόχινων νερών.

Τυπική διάταξη εξαερισμού δικτύου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.11

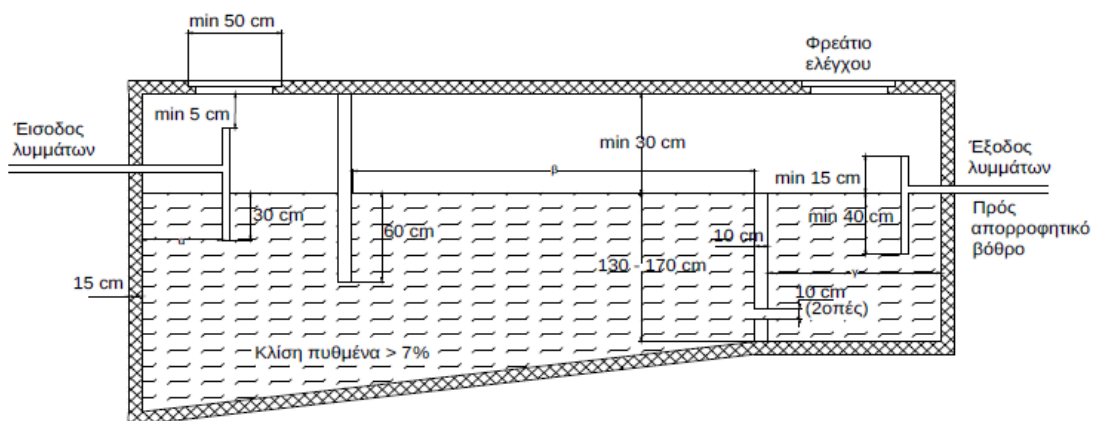
2.8 Δεξαμενές λυμάτων:

Δεξαμενές λυμάτων καλούνται τα «δοχεία» συλλογής λυμάτων. Αυτές τοποθετούνται σε περιοχές όπου δεν υπάρχει ή είναι αδύνατη η σύνδεση με το δίκτυο πόλεως. Οι δεξαμενές λυμάτων διακρίνονται στις:

- σηπτική δεξαμενή ή δεξαμενή καθίζησης και
- την απορροφητική δεξαμενή

2.8.1 Σηπτική δεξαμενή:

Η σηπτική δεξαμενή χρησιμοποιείτε συνήθως σε μικρά συστήματα αποχέτευσης (κατοικίες μικρά ξενοδοχεία), αποτελείτε από μονοθάλαμη ή συνηθέστερα από διθάλαμη ορθογωνική δεξαμενή, όπου γίνεται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών και ταυτόχρονα αναερόβια χώνευση την λάσπης στο πυθμένα για την οποία προβλέπεται ο απαιτούμενος όγκος. Σύνηθες διάγραμμα σηπτικής δεξαμενής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



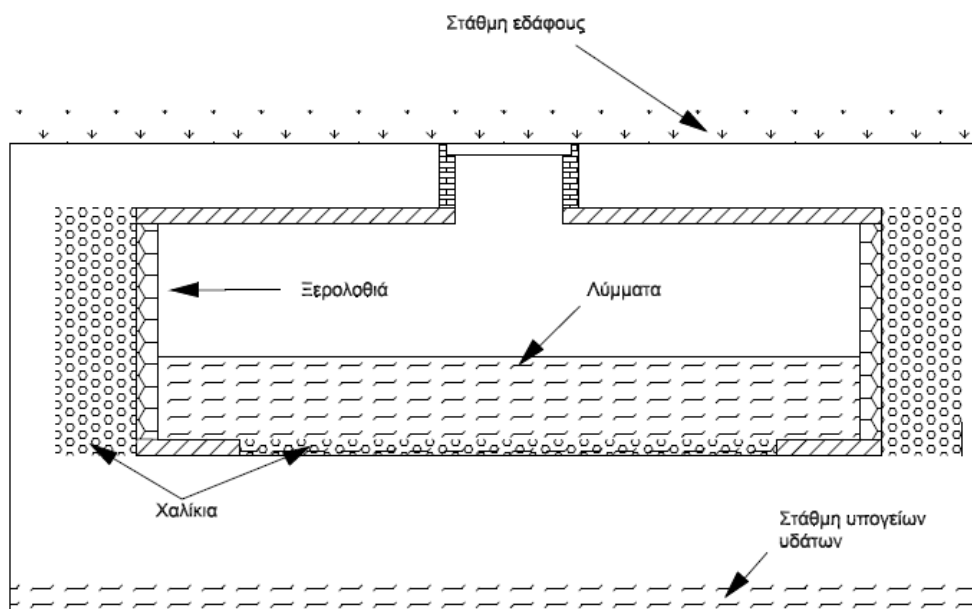
Εικόνα 2.12

Από πλευράς διαστάσεων το μήκος της σηπτικής δεξαμενής πρέπει να είναι διπλάσιο ως τριπλάσιο του πλάτους του και το βάθος των υγρών τουλάχιστον 1.2 m και πάνω από την επιφάνεια των υγρών να υπάρχει κενό τουλάχιστον 30 cm. Η σηπτικές δεξαμενές κατασκευάζονται μέσα στο έδαφος και με τοιχώματα από σκυρόδεμα ή οπτοπλινθοδομή. Έχουν οροφή από πλάκα κατασκευασμένη με οπλισμένο σκυρόδεμα, η οποία φέρει στεγανές θυρίδες επιθεώρησης κοντά στα στόμια εισροής και εκροής. Ο πυθμένας και τα τοιχώματα επιχρίονται με πατητή τσιμεντοκονία. Οι γωνίες στρογγυλεύονται για εξασφάλιση στεγανότητας. Στην είσοδο και έξοδο των υγρών τοποθετούνται σωλήνες με μορφή ταφ και προέκταση προς τα κάτω. Το βύθισμα των σωλήνων αυτών πρέπει να είναι τουλάχιστον 30 cm στην εισαγωγή και 40% του βάθους των υγρών στην εξαγωγή. Η υψομετρική διαφορά μεταξύ εισόδου και εξόδου πρέπει να είναι από 5 έως 10 cm.

2.8.2 Απορροφητική δεξαμενή:

Η απορροφητική δεξαμενή αποτελεί κατακόρυφο σύστημα διάθεσης των αποβλήτων στο υπέδαφος. Διαμορφώνεται σαν πηγάδι, με διάμετρο εκσκαφής αρκετή για την εσωτερική επένδυση στηρίζεως από το στρώμα χαλικιών πάχους τουλάχιστον 20 cm, που συνίστανται να τοποθετηθούν ανάμεσα στο έδαφος και την επένδυση. Χρησιμοποιείται για μικρές σχετικά κατοικίες και είναι αποδεκτό σαν σύστημα σε αγροτικές περιοχές που δεν διαθέτουν κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο.

Η απορροφητική δεξαμενή πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν μακριά και προς το κάτω μέρος από πηγές πόσιμου νερού και να μην εισχωρεί στα υπόγεια νερά. Τα όρια της εκσκαφής πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 30 m, κατά προτίμηση 45 – 50 m από πηγές ή πηγάδια που χρησιμοποιούνται για ύδρευση, καθώς και από ακτές κολυμβήσεως.



Εικόνα 2.13

Ενδεικτικά στοιχεία για τον υπολογισμό απορροφητικών δεξαμενών	
Είδος εδάφους	Απαιτούμενη παράπλευρη επιφάνεια εκσκαφής (m ² /m ³ λυμάτων ημερησίως)
Χονδρόκοκκοι άμμος ή χαλίκια	5
Λεπτόκοκκοι άμμος	7
Άμμος με άργιλο	12
Άργιλος με σημαντική ποσότητα άμμου ή χαλικιών	20
Άργιλος με μικρή ποσότητα άμμου ή χαλικιών	40
Πολύ συμπαγής άργιλος ή αδιαπέραστος γεωλογικός σχηματισμός	Ακατάλληλο

Πίνακας 2.2

2.9 Αναλυτικός υπολογισμός εγκαταστάσεων αποχέτευσης σε κτήρια κατοικιών:

Ο υπολογισμός των εγκαταστάσεων αποχέτευσης αφορά την διαστασιολόγηση των σωληνώσεων που συνιστούν μια εγκατάσταση αποχέτευσης. Ο τρόπος υπολογισμού γίνεται σύμφωνα με την TOTEE 2412/86. Η ονομαστική διάμετρος (DN) για κάθε σωλήνωση πρέπει να εκλέγεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε τα λύματα να μπορούν να αποχετεύονται σύμφωνα με εθνικές προδιαγραφές. Η διαστασιολόγηση λαμβάνει υπόψη της ότι η διάμετρος των σωληνώσεων αποχέτευσης κατά την φορά της ροής των λυμάτων απαγορεύεται να μειώνεται. Ο σωστός υπολογισμός των εγκαταστάσεων αποχέτευσης εξασφαλίζει ότι:

- η προκαλούμενη από την διαδικασία της απορροής λυμάτων πτώση του ύψους απομόνωσης των οσμοπαγίδων (σιφώνι) δεν θα είναι μεγαλύτερη από 25 mm
- το νερό του φραγμού μέσα στην οσμοπαγίδα ούτε θα αναρροφηθεί από υποπίεση ώστε να διακοπεί το φράγμα ούτε θα εξωθηθεί από υπερπίεση έξω από την οσμοπαγίδα
- τα λύματα θα αποχετεύουν αθόρυβα και
- ο εξαερισμός την εγκατάστασης της αποχέτευσης

Όλες οι σωληνώσεις αποχέτευσης πρέπει να αυτοεκκενώνονται, και για τον λόγο αυτό τοποθετούνται πάντα υπό κλίση ως προς την οριζόντια. Η οριζόντια σωλήνωση μεταξύ δυο σημείων καθαρισμού τοποθετείτε με την ίδια κλίση σε όλο το μήκος της. Η κλίση δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει την σχέση 1:20 (5% ή 5 cm/m) προς αποφυγή μεγάλων ταχυτήτων ροής των λυμάτων. Οι ελάχιστες επιτρεπτές κλίσεις συναρτήσει της διατομής της σωλήνωσης και του είδους των λυμάτων δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ελάχιστη επιτρεπτή κλίση (Πηγή: TOTEE 2412/86)					
Ονομαστική διάμετρος (DN)	Σωληνώσεις ακαθάρτων μέσα σε κτήρια	Σωληνώσεις βρόχινων νερών μέσα σε κτήρια	Σωληνώσεις μικτών λυμάτων μέσα σε κτήρια	Σωληνώσεις ακαθάρτων έξω από κτήρια	Σωληνώσεις μικτών και βρόχινων νερών έξω από κτήρια
Έως 100	1:50	1:100	1:50	1:DN	1:DN
Έως 125	1:66,7	1:100	1:66,7	1:DN	1:DN
Έως 150	1:66,7	1:100	1:66,7	1:DN	1:DN
Από 200 και άνω	1:DN/2	1:DN/2	1:DN/2	1:DN	1:DN

Πίνακας 2.3

2.9.1 Διαστασιολόγηση εγκαταστάσεων λυμάτων:

Καθοριστικό μέγεθος για την διαστασιολόγηση εγκαταστάσεων λυμάτων είναι η αναμενόμενη μέγιστη απορροή ακαθάρτων η οποία προσδιορίζεται αφού ληφθεί υπόψη ο ταυτοχρονισμός του συνόλου των υδραυλικών υποδοχέων. Η απορροή ακαθάρτων (Q_s) υπολογίζεται από την σχέση:

$$Q_s = K \cdot \sqrt{\sum AW_s} \quad (\Sigma\chi 2.1)$$

όπου :

K	συντελεστής απορροής ο οποίος υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 2.4	$\left(\frac{l}{s}\right)$
AW_s	τιμή σύνδεσης η οποία υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 2.5	(-)

Ενδεικτικές τιμές του συντελεστή απορροής (Πηγή: TOTEE 2412/86)	
Είδος κτηρίου	K (l/s)
Κατοικίες, εστιατόρια, ξενοδοχεία, γραφεία	0.5
Σχολεία, νοσοκομεία, μεγάλα εστιατόρια και ξενοδοχεία	0.7
Εγκαταστάσεις ομαδικών λουτήρων ή καταιονητήρων	1.0
Εγκαταστάσεις εργαστηρίων ή βιομηχανικών χώρων	1.2

Πίνακας 2.4

Τιμές σύνδεσης υδραυλικών υποδοχέων και ονομαστικές διαμέτροι των σωληνώσεων σύνδεσης (Πηγή: TOTEE 2412/86)			
Υδραυλικοί υποδοχείς ή είδος σωλήνωσης		Τιμή σύνδεσης (AW _s)	Ονομαστική διάμετρος των σωληνώσεων σύνδεσης (DN)
Νιπτήρες, πυγολουτήρες		0,5	40
Απορροές κουζίνας (νεροχύτες μιας ή δύο γουρνών ή πλυντήρια πιάτων οικιακής χρήσης και ρούχων έως 6kg με οσμοπαγίδα)		1,0	50
Πλυντήρια ρούχων 6 – 12 kg		1,5	75
Επαγγελματικά πλυντήρια πιάτων		2,0	100
Ουρητήρια μεμονωμένα		0,5	50
Απορροές στραγγισμού	DN 50	1,0	50
	DN 75	1,5	75
	DN 100	2,0	100
Λεκάνες αποχωρητηρίων		2,5	100
Ντουζιέρες ποδολουτήρες		1,0	50
Λουτήρες με άμεση σύνδεση		1,0	50
Λουτήρες με έμμεση ή άμεση σύνδεση, αλλά με σωλήνωση σύνδεσης επιφανειακά πάνω στο πάτωμα μήκους έως 1 m συνδεδεμένοι με σωλήνωση DN 75 ή σε απορροή στραγγισμού		1,0	40
Λουτήρες ή ντουζιέρες με έμμεση σύνδεση (οσμοπαγίδα δαπέδου) και σωλήνωση σύνδεσης μικρότερη από 2 m		1,0	50
Λουτήρες ή ντουζιέρες με έμμεση σύνδεση (οσμοπαγίδα δαπέδου) και σωλήνωση σύνδεσης μεγαλύτερη από 2 m		1,0	75

Πίνακας 2.5

Εάν η απορροή των ακαθάρτων που προσδιορίζεται με την παραπάνω μέθοδο είναι μικρότερη από την τιμή σύνδεσης του μεγαλύτερου σε απορροή συνδεδεμένου υδραυλικού υποδοχέα τότε καθοριστική για τον προσδιορισμό είναι η τιμή σύνδεσης αυτού. Δηλαδή η σχέση 2.1 γίνεται:

$$Q_s = K \cdot AW_{s(\max)} \quad (\Sigma\chi 2.2)$$

Για K = 1 l/s

Σε περίπτωση που έχουμε ομαδικά ουρητήρια τότε η ονομαστική διάμετρος σωληνώσεων πολλαπλής σύνδεσης υπολογίζεται με χρήση του παρακάτω πίνακα.

Τιμές σύνδεσης ομαδικών ουρητηρίων και ονομαστική διάμετρος σωληνώσεως πολλαπλής σύνδεσης (Πηγή: TOTEE 2412/86)		
Αριθμός θέσεων	Συνολική τιμή σύνδεσης (AW _s)	Ονομαστική διάμετρος των σωληνώσεων σύνδεσης (DN)
Έως 2	0,5	75
Έως 4	1,0	75
Έως 6	1,5	75
Άνω των 6	2,0	100

Πίνακας 2.6

Μείωση των τιμών σύνδεσης (Πηγή: TOTEE 2412/86)				
Περιπτώσεις χώρων υγιεινής συνδεδεμένων σε μία στήλη	Συντελεστής μείωσης	Εξοπλισμός των χώρων και οι αντίστοιχες τιμές σύνδεσης σύμφωνα με τον πίνακα 2.5 AW _s	Σύνολο των τιμών σύνδεσης χώρων υγιεινής ΣAW _s	Μειωμένη τιμή ΣAW _s (στρογγυλοποίηση σε 0.5)
Τρεις χώροι υγιεινής μιας κατοικίας (κουζίνα λουτρό WC)	0,7	<u>Κουζίνα</u> Νεροχύτης 1 <u>Λουτρό</u> Λεκάνη 2,5 Λουτήρας ή Ντουζιέρα 1 Νιπτήρας 0,5 <u>WC</u> Λεκάνη 2,5 Νιπτήρας 0,5	8	5,5
Δύο χώροι υγιεινής κατοικίας (λουτρό WC)	0,7	<u>Λουτρό</u> Λεκάνη 2,5 Λουτήρας ή Ντουζιέρα 1 Νιπτήρας 0,5 <u>WC</u> Λεκάνη 2,5 Νιπτήρας 0,5	7	5
Ένας χώρος υγιεινής λουτρό δωματίου ξενοδοχείου	0,9	Λεκάνη 2,5 Λουτήρας ή Ντουζιέρα 1 Νιπτήρας 0,5 Πυγολουτήρας 0,5	4,5	4

Πίνακας 2.7

Για τον υπολογισμό της αναμενόμενης μέγιστης απορροής ακαθάρτων (Q_s) στηλών αποχέτευσης και συλλεκτήριων σωληνώσεων και αγωγών σε ορισμένες περιπτώσεις παίρνουμε μειωμένες συνολικές τιμές σύνδεσης χώρων υγιεινής αν αυτοί αποχετεύονται σε μια στήλη αποχέτευσης. Οι περιπτώσεις αυτές και οι αντίστοιχες μειώσεις φαίνονται στον παραπάνω πίνακα. Για την διαστασιολόγηση όμως των σωληνώσεων πιθανής πολλαπλής σύνδεσης των χώρων αυτών λαμβάνονται υπόψη οι αρχικές τιμές σύνδεσης και όχι οι μειωμένες.

Για την διαστασιολόγηση των απορροών των υδραυλικών υποδοχέων χρησιμοποιούμε τις τιμές του πίνακα 2.5. Λαμβάνονται υπόψη όμως οι παρακάτω περιορισμοί:

- σε σωληνώσεις σύνδεσης νιπτήρων ή πυγολουτήρων με το πολύ 3 αλλαγές πορείας (συμπεριλαμβανομένης και της αλλαγής πορείας στην καμπύλη σύνδεσης οσμοπαγίδας) χρησιμοποιούνται σωλήνες ονομαστικής διαμέτρου DN 40. Εάν είναι απαραίτητες περισσότερες από 3 αλλαγές πορείας της σωλήνωσης σύνδεσης τότε αυτή θα πρέπει να κατασκευάζεται από σωλήνα ονομαστικής διαμέτρου DN 50.
- Σε σωληνώσεις σύνδεσης DN 40 και DN 50 (με τις αντίστοιχες ελάχιστες εσωτερικές διαμέτρους 36 και 46 mm) δεν επιτρέπεται το ανάπτυγμα του μήκους να ξεπερνά τα 3 m, και για DN 75 τα 5 m. Η μέγιστη διαφορά του ύψους σύνδεσης να είναι μικρότερη από 1 m.
- Σε σωληνώσεις σύνδεσης με ανάπτυγμα μήκους μεγαλύτερο από αυτό που ορίστηκε παραπάνω ή με διαφορά ύψους από 1 έως 3 m πρέπει ή να επιλέγεται η αμέσως επόμενη ονομαστική διάμετρος ή να προβλέπεται αερισμός για την σωλήνωση.
- Σωληνώσεις σύνδεσης με διαφορά ύψους σύνδεσης μεγαλύτερη από 3 m πρέπει να αερίζονται. Η έξοδος της οσμοπαγίδας του υποδοχέα δεν επιτρέπεται να απέχει από το τμήμα κατακόρυφης πτώσης περισσότερο από 1 m.
- Στις μη αεριζόμενες σωληνώσεις στην σύνδεση λεκάνης DN 100 επιτρέπεται μια διαφορά ύψους σύνδεσης έως 3 m. Ο υδραυλικός υποδοχέας δεν επιτρέπεται να απέχει από τμήμα κατακόρυφης πτώσης περισσότερο από 1 m.

Η εκλογή των εσωτερικών διαμέτρων των οριζόντιων σωλήνων γίνεται με χρήση του πίνακα 2.8. Στον πίνακα 2.8 αναφέρονται ονομαστικές και εσωτερικές διαμέτροι που αντιστοιχούν στην τιμή απορροής των ακαθάρτων (Q_s) και στο σύνολο τιμών σύνδεσης (ΣAW_s) για βαθμό πληρότητας $h/d = 0.5$. Οι σκιαγραφημένες τιμές του πίνακα 2.8 δεν ισχύουν για σωληνώσεις μέσα σε κτήρια. Η ελάχιστη επιτρεπόμενη ονομαστική διάμετρος για υπεδάφειες σωληνώσεις είναι DN 100.

Για ονομαστική διάμετρο αγωγών σύνδεσης εγκατεστημένων έξω από κτήρια μεγαλύτερη ή ίση από DN 150 μπορεί να προσδιορίζεται για βαθμό πληρότητας $h/d = 0.7$.

Υπολογισμός διαμέτρου για οριζόντιες σωληνώσεις ακαθάρτων (Πηγή: TOTEE2412/86)									
DN	ΕΔ με επιτρεπτή μείωση 5%	Κλίση							
		J = 1:50 (2 cm/m)		J = 1:66.7 (1.5 cm/m)		J = 1:100 (1 cm/m)		J = 1:DN/2	J = 1:DN
		Q_s (lt/s)	AW_s	Q_s (lt/s)	AW_s	Q_s (lt/s)	AW_s	Q_s (lt/s)	Q_s (lt/s)
75	75	1.5	9	-	-	-	-	-	-
100	100	4.0	64	3.4	46	2.8	31	-	2.8
125	125	7.2	207	6.2	154	5.1	104	-	4.5
150	150	11.7	548	10.1	408	8.2	269	9.5	6.7
200	200	25.1	2520	21.7	1884	17.7	1253	17.7	12.5
250	250	45.4	-	39.2	-	32	-	28.6	20.2
300	300	73.5	-	63.6	-	51.9	-	42.3	29.8
400	400	157	-	136	-	111	-	78.3	55.2
500	500	283	-	245	-	200	-	126	89.9

Πίνακας 2.8

2.9.2 Διαστασιολόγηση εγκαταστάσεων όμβριων υδάτων:

Οι εγκαταστάσεις όμβριων υδάτων διαστασιολογούνται με παρόμοιο τρόπο με αυτόν που διαστασιολογήσαμε και τις εγκαταστάσεις λυμάτων. Η ποσότητα των όμβριων υδάτων που προσπίπτουν εκφράζεται με τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και εκφράζεται με την μέγιστη τιμή βροχόπτωσης. Ο συντελεστής βροχόπτωσης είναι ένα υπολογιστικό μέγεθος που συνήθως λαμβάνεται από στατιστικά στοιχεία. Η τιμή της απορροή όμβριων υδάτων (Q_r) υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$Q_r = r \cdot A_r \cdot \Psi \cdot 10^{-4} \quad (\Sigma\chi 2.3)$$

όπου :

r	ο συντελεστής βροχόπτωσης. Ο συντελεστής αυτός λαμβάνεται προσεγγιστικά ίσος με 300	$\left(\frac{l}{s\ ha}\right)$
A_r	η βρεχόμενη επιφάνεια πρόσπτωσης	(m^2)
Ψ	ο συντελεστής απορρέουσας ποσότητας. ο συντελεστής αυτός υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 2.9	$(-)$

Τιμές συντελεστή απορροής βρόχινων νερών για διάφορα είδη επιφανειών (Πηγή: TOTEE 2412/86)	
Είδος επιφανειών	Συντελεστής απορροής βρόχινων νερών (Ψ)
Οροφές (με κλίση $>15^\circ$)	1,0
Οροφές (με κλίση $<15^\circ$)	0,8
Οροφές σκυρόστρωτες	0,5
Ταρατσόκηποι	0,3
Ράμπες και υπαίθριοι χώροι στάθμευσης	1,0
Αυλές λιθόστρωτες με γεμισμένο αρμό ή από σκυρόδεμα	0,9
Πλακόστρωτοι πεζόδρομοι	0,6
Μη στρωμένοι δρόμοι, ακάλυπτοι χώροι και δρόμοι περιπάτου	0,5
Χώροι παιχνιδιών και άθλησης	0,25
Προκήπια	0,15
Κήποι (μεγάλοι)	0,10

Πίνακας 2.9

Η εκλογή διαμέτρων σωληνώσεων βρόχινων νερών γίνεται με χρήση του πίνακα 2.10 συναρτήσει την κλίσης. Στον πίνακα αυτόν η τιμή του συντελεστή απορροής βρόχινων νερών λήφθηκε κατά προσέγγιση ίση με μονάδα ($\Psi = 1$).

Βρεχόμενες επιφάνειες και σωληνώσεις εγκαταστάσεων όμβριων υδάτων (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2412/86)											
Μέγιστη βροχόπτωση r (lt/s ha)				Απορροή (Ψ = 1) Q _r (lt/s)	J = 1:50 (2 cm/m)		J = 1:66.7 (1.5 cm/m)		J = 1:100 (1 cm/m)		
150	200	300	400		DN	Επ. Q _r (lt/s)	DN	Επ. Q _r (lt/s)	DN	Επ. Q _r (lt/s)	
Βρεχόμενη επιφάνεια (m ²)											
47	35	23	17	0,7	50	1,0	50	0,9	50	0,7	
73	55	37	28	1,1	60	1.6	60	1.4	60	1.1	
107	80	53	40	1,6					70	1.7	
113	85	57	43	1,7	70	2.4	70	2.1	80	2.5	
160	120	80	60	2,4					80	3.0	
163	125	83	63	2,5	80	3.5	80	3.0	100	4.5	
233	175	117	88	3,5							100
300	225	150	113	4,5	100	6.4	100	5.5	118	7	
367	275	183	138	5,5			118	8.6			
427	320	213	160	6,4	118	9.9	118	8.6	125	8.1	
467	350	233	175	7,0					125	10	
540	405	270	203	8,1	125	11.6	150	16.3	150	13.3	
573	430	287	215	8,6							150
660	495	330	248	9,9	150	18.8	200	34.9	200	28.5	
667	500	333	250	10,0							200
773	580	387	290	11,6	200	40.4	250	63.2	250	51.5	
887	665	443	333	13,3							250
1087	815	543	408	16,3	250	73	300	102	300	83.5	
1253	940	627	470	18,8							300
1900	1425	950	713	28,5	300	118	-	-	-	-	
2327	1745	1163	873	34,9							300
2693	2020	1347	1010	40,4	300	118	-	-	-	-	
3433	2575	1707	1288	51,5							300
4213	3160	2107	1580	63,2	300	118	-	-	-	-	
4867	3650	2433	1825	73,0							300
5567	4175	2783	2088	83,5	300	118	-	-	-	-	
6800	5100	3400	2550	102,0							300
7867	5900	3933	2950	118,0	300	118	-	-	-	-	

Πίνακας 2.10

2.9.3 Διαστασιολόγηση μικτών εγκαταστάσεων αποχέτευσης:

Σε εγκαταστάσεις όπου έχουμε μικτό σύστημα αποχέτευσης τότε χαρακτηριστικό μέγεθος για τον υπολογισμό είναι η απορροή μικτών λυμάτων. Η απορροή μικτών λυμάτων ισούται με το άθροισμα της απορροής όμβριων και ακαθάρτων και δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$Q_m = Q_s + Q_r \quad (\Sigma\chi 2.4)$$

Η εσωτερική διάμετρος των σωληνώσεων για εγκαταστάσεις των μικτών λυμάτων υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 2.11. στα μεγέθη των ονομαστικών και εσωτερικών διαμέτρων που αναφέρονται στον πίνακα αντιστοιχούν στην επιτρεπόμενη απορροή Q_m και για βαθμό πληρότητας $h/d = 0.7$. Οι σκιαγραφημένες τιμές του πίνακα 2.11 δεν ισχύουν για σωληνώσεις μέσα σε κτήρια. Επιτρεπόμενη ελάχιστη ονομαστική διάμετρος για υπόγειες – υπεδάφειες σωληνώσεις δεν μπορεί να είναι μικρότερη από DN 100.

Υπολογισμός διαμέτρου για οριζόντιες σωληνώσεις ακαθάρτων (Πηγή: TOTEE2412/86)						
DN	ΕΔ με επιτρεπτή μείωση 5%	Κλίση				
		J = 1:50 (2 cm/m)	J = 1:66.7 (1.5 cm/m)	J = 1:100 (1 cm/m)	J = 1:DN/2	J = 1:DN
		Q_s (lt/s)	Q_s (lt/s)	Q_s (lt/s)	Q_s (lt/s)	Q_s (lt/s)
75	75	2,4	2,1	1,7	-	-
100	100	6,4	5,5	4,5	-	4,5
125	125	11,6	10	8,1	-	7,3
150	150	18,8	16,3	13,3	15,3	10,8
200	200	40,4	34,9	28,5	28,5	21,1
250	250	73	63,2	51,5	46	32,4
300	300	118	102	83,5	68	48
400	400	253	119	179	126	88,8
500	500	456	394	322	203	143

Πίνακας 2.11

Κεφάλαιο 3

Εγκαταστάσεις φυσικού αερίου

3.1 Εισαγωγή:

Εγκαταστάσεις φυσικού αερίου καλούμε το σύνολο των αγωγών με τους οποίους διανέμεται το φυσικό αέριο. Μια τυπική εγκατάσταση φυσικού αερίου πρέπει να εξασφαλίζει την ασφάλεια στον χρήστη για το λόγο ότι το φυσικό αέριο είναι εύφλεκτο υλικό καθώς και ευκολία στην χρήση. Οι κύριες εφαρμογές του φυσικού αερίου στον κτηριακό τομέα είναι:

- το μαγείρεμα
- η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης
- η θέρμανση κτηρίων
- η επαγγελματική χρήση σε μαγειρεία μαζικής εστίασης και
- σε εκπαιδευτικά και ερευνητικά εργαστήρια

Οι εγκαταστάσεις φυσικού αερίου πρέπει να σχεδιάζονται και να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι:

- ικανοποιούν τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Οδηγιών, όπου αυτές προβλέπονται και στον βαθμό που σχετίζονται με τις εγκαταστάσεις αυτές για μια οικονομικά αποδεκτή διάρκεια ζωής
- αντέχουν στις περιβαλλοντικές συνθήκες των κτηρίων σε τέτοιο βαθμό ώστε να διατηρούν την ικανότητα ασφαλούς λειτουργίας και χρήσης για μια οικονομικά αποδεκτή διάρκεια ζωής υπό κανονικές συνθήκες συντήρησης και με την προϋπόθεση προβλεπτών ενεργειών επί των κτηρίων

Το φυσικό αέριο στην Ελλάδα παρέχεται με δύο τρόπους, από την Ρωσία μέσω αγωγού και υγροποιημένο από την Αλγερία. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο, μεταφέρεται με πλοία διπλού κύτους που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να χειρίζονται την χαμηλή θερμοκρασία του υγροποιημένου φυσικού αερίου.

Το φυσικό αέριο τροφοδοτεί τα κτήρια μέσω υπογείων αγωγών του δικτύου πόλεως. Πάροχος του φυσικού αερίου καθώς και για την εφαρμογή του κανονισμού νοείτε η Εταιρία Αερίου (ΔΕΠΑ, ΕΔΑ, ΕΠΑ ή άλλη).

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας ποικίλουν ανάλογα με την χρήση της εγκατάστασης. Σύμφωνα με το ΦΕΚ 976B 28.3.2012 οι μέγιστες επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας για εσωτερικές εγκαταστάσεις φυσικού αερίου δίνονται από τον παρακάτω πίνακα.

Μέγιστες επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας εντός κτηρίου (Πηγή: ΦΕΚ 976B 28.3.2012)		
α/α	Είδος χρήσης	Πίεση
1	Οικιακή χρήση (μαγείρεμα, ζεστό νερό, ατομική θέρμανση)	25 mbar
2	Λεβητοστάσια κεντρικής θέρμανσης κατοικιών	100 mbar
3	Λεβητοστάσια επαγγελματικής χρήσης	300 mbar
4	Για μεγάλες εγκαταστάσεις με συνολική παροχή $\leq 300 \text{ Nm}^3/\text{h}$	500 mbar
5	Λεβητοστάσια μεγάλων κτηρίων, νοσοκομείων, ξενοδοχείων βιομηχανιών κλπ. με συνολική παροχή $> 300 \text{ Nm}^3/\text{h}$	500 mbar
6	Επαγγελματικά μαγειρεία με συνολική παροχή $\leq 30 \text{ Nm}^3/\text{h}$	25 mbar
7	Επαγγελματικά μαγειρεία με συνολική παροχή $> 30 \text{ Nm}^3/\text{h}$	100 mbar
8	Εκπαιδευτικά εργαστήρια	100 mbar
9	Ερευνητικά εργαστήρια	500 mbar

Πίνακας 3.1

3.2 Θερμοδυναμικές και ρευστομηχανικές ιδιότητες φυσικού αερίου:

Το Φυσικό Αέριο αποτελεί μίγμα αερίων, το οποίο εξάγεται από τις υπόγειες κοιλότητες υπό υψηλή πίεση και μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας. Είναι άχρωμο και άοσμο. Η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση. Αποτελείται από μίγμα αερίων ενώσεων, κυρίως μεθάνιο και αιθάνιο ενώ περιέχονται και άλλα συστατικά σε μικρότερη αναλογία όπως προπάνιο, βουτάνιο κλπ. Η σύσταση του δεν είναι σταθερή καθώς μεταβάλλεται ανάλογα με την προέλευση του.

Περιεκτικότητα συστατικών φυσικού αερίου		
Συστατικό		Περιεκτικότητα
Υδρογονάνθρακες	Μεθάνιο	75 ~ 99%
	Αιθάνιο	1 ~ 15%
	Προπάνιο	1 ~ 10%
	κ – Βουτάνιο	0 ~ 2%
	Ισοβουτάνιο	0 ~ 1%
	κ – Πεντάνιο	0 ~ 1%
	Ισοπεντάνιο	0 ~ 1%
	Εξάνιο	0 ~ 1%
	Επτάνιο και βαρύτεροι υδρογονάνθρακες	0 ~ 0,1%
Μη υδρογονάνθρακες	Άζωτο	0 ~ 15%
	Διοξείδιο του άνθρακα	0 ~ 30%
	Υδρόθειο	0 ~ 30%
	Ήλιο	0 ~ 5%

Πίνακας 3.2

3.2.1 Θερμογόνος δύναμη:

Θερμογόνος δύναμη (H) καλείται η ποσότητα θερμότητας η οποία εκλύεται κατά την πλήρη καύση της μονάδας μάζας ή όγκο του ξηρού καυσίμου σε σταθερή πίεση 1Atm, όπου το καύσιμο εισάγεται υπό συνθήκες αναφοράς και τα παραγόμενα καυσαέρια επαναφέρονται στις ίδιες συνθήκες.

Στην τεχνική των αερίων χρησιμοποιείται για μέτρηση των ποσοτήτων αερίου ο όγκος. Η θερμογόνος δύναμη μετριέται σε MJ/m³ ή KWh/m³, τα m³ στην κατάσταση αναφοράς. Ως κατάσταση αναφοράς λαμβάνουμε την θερμοκρασία των 15 °C και πίεση 1Atm (1013.25 mbar).

Η θερμογόνος δύναμη διακρίνεται στην ανώτερη και στην κατώτερη.

Ανώτερη θερμογόνος δύναμη (H_s):

Ανώτερη θερμογόνος δύναμη ενός αερίου καλείτε η ποσότητα θερμότητας, η οποία εκλύεται κατά την πλήρη καύση 1 m³ αερίου, όταν το νερό το οποίο παράγεται κατά την καύση βρίσκεται σε υγρή φάση.

Κατώτερη θερμογόνος δύναμη (H_i):

Κατώτερη θερμογόνος δύναμη ενός αερίου καλείτε η ποσότητα θερμότητας, η οποία εκλύεται κατά την πλήρη καύση 1 m³ αερίου, όταν το νερό το οποίο παράγεται κατά την καύση βρίσκεται σε φάση ατμού.

3.2.2 Πυκνότητα:

Η πυκνότητα (ρ) ορίζεται ως ο λόγος της μάζας προς τον όγκο του αερίου σε kg/m³. Δίνει την μάζα για 1 m³ αερίου. Στην τεχνική των αερίων χρησιμοποιείται αντί της πυκνότητας η σχετική πυκνότητα.

Σχετική πυκνότητα (d) ορίζεται ως ο λόγος της πυκνότητας του αερίου προς την πυκνότητα του αέρα, για ίδια πίεση και ίδια θερμοκρασία.

Ιδιότητες συστατικών φυσικού αερίου				
Συστατικό	Μοριακό βάρος M [kg/kmol]	Μοριακός όγκος V [m ³ /kmol]	Πυκνότητα ρ [kg/m ³]	Σχετική πυκνότητα d
Μεθάνιο	16,043	22,360	0,7175	0,5549
Αιθάνιο	30,069	22,191	1,355	1,048
Προπάνιο	44,096	21,928	2,011	1,555
κ – Βουτάνιο	58,123	21,461	2,708	2,094
Ισοβουτάνιο	58,123	21,550	2,697	2,086
κ – Πεντάνιο	72,150	20,90	3,452	2,670
Ισοπεντάνιο	72,150	21,06	3,426	2,650
κ – Εξάνιο	86,177	20,10	4,29	3,315
κ – Επτάνιο	100,203	18,3	5,48	4,235
Άζωτο	28,0134	22,403	1,2504	0,9671
Διοξείδιο του άνθρακα	44,0098	22,261	1,9770	1,5290
Υδροθείο	34,076	22,192	1,5355	1,1875
Ήλιο	4,0026	22,426	0,17848	0,1380

Πίνακας 3.3

3.2.3 Δείκτης Wobbe:

Ο δείκτης Wobbe (W) είναι ο λόγος θερμογόνου δύναμης του αερίου προς την τετραγωνική ρίζα της σχετικής πυκνότητας του αερίου υπό τις ίδιες συνθήκες αναφοράς.

Ο δείκτης Wobbe μετριέται σε MJ/m^3 ή KWh/m^3 , τα m^3 στην κατάσταση αναφοράς. Όπως η θερμογόνος δύναμη αντίστοιχα ο δείκτης Wobbe διακρίνεται σε ανώτερο (W_s) και κατώτερο (W_i).

Ο δείκτης Wobbe είναι μια χαρακτηριστική τιμή για την δυνατότητα εναλλαγής των αερίων από την άποψη της θερμικής φόρτισης των συσκευών αερίου.

Αέρια με τον ίδιο δείκτη Wobbe και ίδια καταστατικά μεγέθη αποδίδουν μέσα σε μια οικογένεια αερίων για τα ίδια ακροφύσια την ίδια θερμική φόρτιση του καυστήρα. Στην πράξη ο δείκτης Wobbe χρησιμεύει για την ρύθμιση της θερμικής φόρτισης ενός καυστήρα μέσω της πίεσης του καυστήρα (μέθοδος ρύθμισης της πίεσης ακροφυσίου).

Οικογένειες αερίων:

Τα αέρια καύσιμα κατατάσσονται σε τρεις οικογένειες αερίων. Η 1^η οικογένεια αποτελείται από αέρια πλούσια σε υδρογόνο και διαιρούνται ανάλογα με τον δείκτη Wobbe στις ομάδες α και β. σημασία έχει κυρίως η ομάδα α που περιλαμβάνει τα αέρια πόλης. Η 2^η οικογένεια αποτελείται από αέρια πλούσια σε μεθάνιο, τέτοια αέρια είναι τα φυσικά αέρια (γαιαέρια, συνθετικά αέρια και τα εναλλακτικά αέρια). Ανάλογα με τον δείκτη Wobbe διαιρούνται στην ομάδα L (Low) με δείκτη Wobbe χαμηλής τιμής, την ομάδα H (High) με δείκτη Wobbe υψηλής τιμής και την ομάδα E. Η 3^η οικογένεια περιλαμβάνει τα υγραέρια που διαιρούνται σε ομάδες B/P, P και B.

- 1^η οικογένεια αερίων: Τεχνητά αέρια (αέριο πόλης, αέριο κωκερίας)
Δείκτης Wobbe $23.0 \sim 28.1 \text{ MJ/m}^3$
- 2^η οικογένεια αερίων: Φυσικά αέρια
Ομάδα L (Low): δείκτης Wobbe $37.8 \sim 46.8 \text{ MJ/m}^3$
Ομάδα H (High): δείκτης Wobbe $46.1 \sim 56.5 \text{ MJ/m}^3$
- 3^η οικογένεια αερίων: Υγραέρια
Δείκτης Wobbe $73.5 \sim 87.5 \text{ MJ/m}^3$

3.3 Συσκευές φυσικού αερίου:

Συσκευή φυσικού αερίου καλούμε κάθε διάταξη ή μηχανήμα το οποίο για να λειτουργήσει χρησιμοποιεί ως καύσιμο το φυσικό αέριο. Οι συσκευές αερίου ταξινομούνται με βάση την τεχνική έκθεση CEN/TR 1749 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης CEN και διακρίνονται ανάλογα με την τροφοδοσία του αέρα και την παραγωγή των καυσαερίων σε τρεις βασικούς τύπους:

- Τύπος Α: συσκευές αερίου χωρίς εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων
- Τύπος Β: συσκευές αερίου με θάλαμο καύσης, οι οποίες λαμβάνουν τον αέρα από τον χώρο της εγκατάστασης
- Τύπος C: συσκευές αερίου με θάλαμο καύσης, οι οποίες λαμβάνουν τον αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον μέσω ενός κλειστού συστήματος

Οι συσκευές αερίου διακρίνονται επίσης με την δυνατότητα χρήσης τους για λειτουργία με αέρια διαφορετικών οικογενειών και τυποποιούνται:

- Κατηγορία I: συσκευές που είναι σχεδιασμένες αποκλειστικά για την χρήση αερίων μιας μοναδικής οικογένειας αερίων ή μιας μοναδικής ομάδας αερίων
- Κατηγορία II: συσκευές οι οποίες είναι σχεδιασμένες για την χρήση αερίων από δύο οικογένειες
- Κατηγορία III: συσκευές οι οποίες είναι σχεδιασμένες για την χρήση αερίων από τρεις οικογένειες

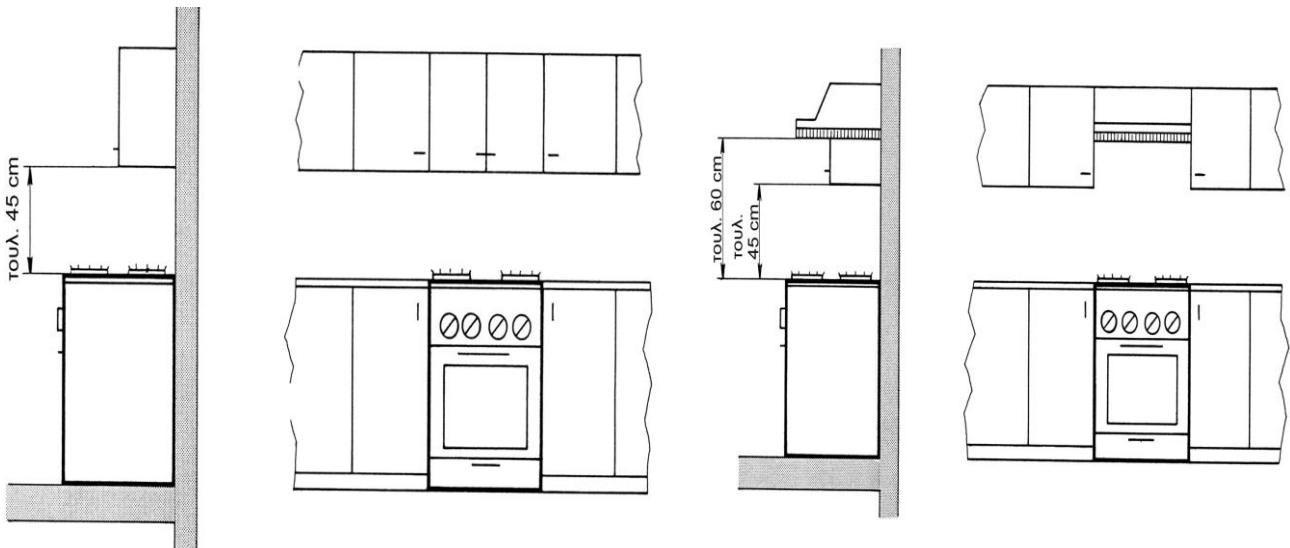
Οι σύνηθες συσκευές αερίου που συναντάμε σε κτηριακές εγκαταστάσεις είναι οι εξής:

- Μαγειρικές εστίες και φούρνοι
- Θερμαντήρες νερού
- Θερμαντήρες χώρου

3.3.1 Μαγειρικές εστίες και φούρνοι:

Μαγειρικές εστίες και φούρνοι καλούνται οι συσκευές αερίου που χρησιμοποιούν την καύση του αερίου για την μαγειρική. Οι μαγειρικές εστίες είναι συσκευές αερίου χωρίς εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων (Τύπος Α). Η απαγωγή των καυσαερίων γίνεται μέσω χοανών εξερισμού (απορροφητήρα). Σε περιπτώσεις διαρροής αερίου διακόπτεται η τροφοδότηση της συσκευής με φυσικό αέριο μέσω της διάταξης ανιχνευτή αερίου – ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας που τοποθετείται στην γραμμή παροχής αερίου της συσκευής αυτής.

Οικιακές μαγειρικές συσκευές αερίου με καυστήρες χωρίς διάταξη επιτήρησης της φλόγας επιτρέπεται να εγκαθίστανται μόνο σε χώρους, οι οποίοι κατά την διάρκεια λειτουργίας αυτής της συσκευής αερίζονται συνεχώς μέσω μιας εγκατάστασης αερισμού με ανεμιστήρα με παροχή όγκου 30 m³/h ανά 1 KW ονομαστικής θερμικής ισχύος.



Εικόνα 3.1: Παράδειγμα εγκατάστασης μαγειρικών εστιών (ελεύθερη ή εντοιχισμένη)

3.3.2 Θερμαντήρες νερού:

Θερμαντήρες νερού καλούνται οι συσκευές αερίου που χρησιμοποιούν την καύση του αερίου για την παραγωγή ζεστού νερού. Οι θερμαντήρες νερού διακρίνονται ανάλογα με τον σκοπό τους σε τρεις κατηγορίες:

- θερμαντήρες νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες), στους οποίους θερμαίνεται το διαρρέον προς χρήση νερό
- θερμαντήρες νερού αποθήκευσης, στους οποίους θερμαίνεται το αποθηκευμένο προς χρήση νερό

- θερμαντήρες νερού συνδυασμένης λειτουργίας, στους οποίους θερμαίνεται το διαρρέον προς χρήση νερό και το νερό θέρμανσης
- θερμαντήρες νερού ανακυκλοφορίας, στους οποίους θερμαίνεται το νερό θέρμανσης το οποίο ανακυκλοφορεί ανάμεσα στις σωληνώσεις

Θερμαντήρες νερού ροής:

Για θερμαντήρες νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες) τύπου Α και με ονομαστική θερμική ισχύ μέχρι 7 KW πρέπει να εξασφαλίζεται, μέσω ιδιαίτερης διάταξης ασφαλείας, ότι οι συσκευές αερίου μπορούν να λειτουργήσουν μόνο εάν σε 1 m³ αέρα του χώρου δεν περιέχονται περισσότερα από 30 cm³ μονοξειδίου του άνθρακα (30 ppm'κατ' όγκο CO).

Ιδιαίτερη διάταξη ασφαλείας πρέπει να περιλαμβάνει ανιχνευτή CO και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα φραγής ροής, εγκατεστημένη στον αγωγό διακλάδωσης προς τους θερμαντήρες ροής, η οποία θα είναι κλειστή όταν δεν υπάρχει ρεύμα.

Η ιδιαίτερη διάταξη ασφαλείας απαιτείται μόνο εάν συσκευή αερίου εγκατασταθεί εντός του κτηρίου.

Για θερμαντήρες νερού ροής τύπου Α και με ονομαστική θερμική ισχύ μεγαλύτερη από 7 KW πρέπει:

- να εξασφαλισθεί μέσω ιδιαίτερης διάταξης ασφαλείας, ότι οι συσκευές αερίου μπορούν να λειτουργήσουν μόνο εάν σε 1 m³ αέρα του χώρου δεν περιέχονται περισσότερα από 30 cm³ μονοξειδίου του άνθρακα (30 ppm'κατ' όγκο CO)
- με μηχανική εγκατάσταση εξαερισμού να απάγεται από τον χώρο εγκατάστασης παροχή όγκου τουλάχιστον 30 m³/h ανά 1 KW.

Αν οι συσκευές εγκατασταθούν εκτός του κτηρίου κοντά σε πόρτες ή παράθυρα που μπορούν να ανοιχθούν, με κίνδυνο εισόδου των καυσαερίων στο κτήριο, πρέπει να εξασφαλισθεί, μέσω ιδιαίτερης διάταξης ασφαλείας, ότι οι συσκευές αερίου μπορούν να λειτουργήσουν μόνο αν σε 1 m³ αέρα των άμεσα γειτονικών εσωτερικών χώρων δεν περιέχονται περισσότερα από 30 cm³ μονοξειδίου του άνθρακα (30 ppm'κατ' όγκο CO).

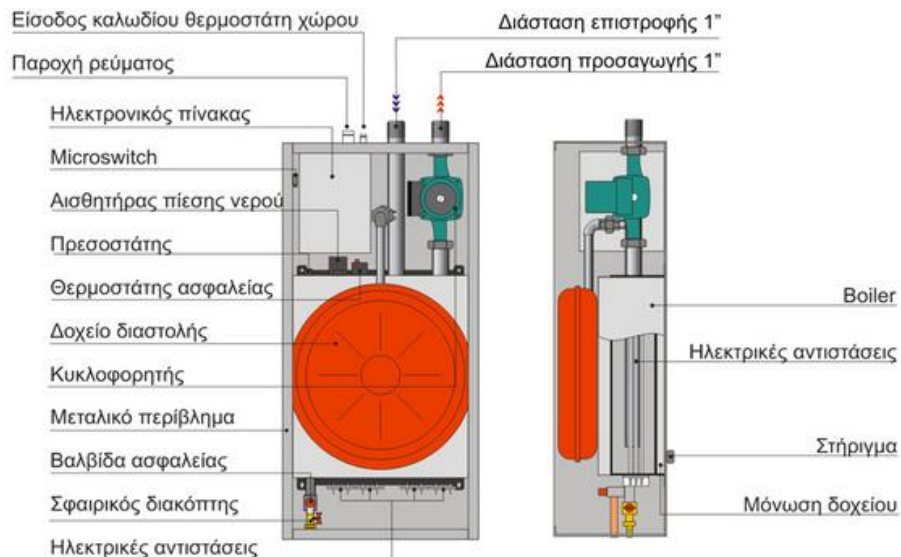
3.3.3 Θερμαντήρες χώρου:

Θερμαντήρες χώρου καλούνται οι συσκευές αερίου οι οποίες αποδίδουν θερμότητα, από την καύση του φυσικού αερίου, μέσω θερμαντικών επιφανειών άμεσα στον χώρο. Οι κύριοι θερμαντήρες χώρου που συναντάμε σε κτηριακές εγκαταστάσεις είναι:

- Λέβητες αερίου, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την θέρμανση χώρων με φορέα θερμότητας το νερό
- Αερολέβητες αερίου, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την θέρμανση χώρων με φορέα θερμότητας τον αέρα
- Θερμαντήρες ακτινοβολίας, οι οποίοι αποδίδουν θερμότητα μέσω υπέρυθρης ακτινοβολίας

Λέβητες αερίου:

Λέβητες αερίου καλούνται οι θερμικές μηχανές που χρησιμοποιούν το φυσικό αέριο ως καύσιμο για την παραγωγή ζεστού νερού και την τροφοδότηση αυτού στο δίκτυο σωληνώσεων. Σε μονοκατοικίες και μικρά διαμερίσματα συνήθως χρησιμοποιείται επίτοιχη μονάδα αερίου (επίτοιχος λέβητας αερίου) για να καλύψει τις θερμικές ανάγκες του κτηρίου. Αναλυτικά για του λέβητες αερίου θα αναφερθούμε στο επόμενο κεφάλαιο.



Εικόνα 3.2 Επίτοιχος λέβητας αερίου

Αερολέβητας αερίου:

Αερολέβητες αερίου καλούνται οι θερμικές μηχανές οι οποίες με την καύση του φυσικού αερίου για την θέρμανση του αέρα και την κυκλοφορία αυτού μέσω δικτύου αεραγωγών. Οι αερολέβητες αερίου χρησιμοποιούνται συνήθως για να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες μεγάλων κτηρίων όπου υπάρχει δίκτυο αεραγωγών. Η χρήση τους σε κτήρια κατοικιών είναι περιορισμένη σε σύγκριση με τους λέβητες νερού.

Θερμαντήρες ακτινοβολίας:

Οι θερμαντήρες ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση μεγάλων χώρων, όπου συνήθως δεν είναι ανάγκη να θερμανθεί όλος ο χώρος. Καλύπτουν από την άποψη θέρμανσης δεδομένο εμβαδό. Εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία προς το πάτωμα και τα αντικείμενα του χώρου τον οποίον καλύπτουν, ενώ ο αέρας του χώρου δεν θερμαίνεται άμεσα. Αναγκαστικά με την ακτινοβολία θερμαίνονται τα άτομα στο δεδομένο χώρο. Έτσι η θερμοκρασία την οποία υποκειμενικά αισθάνεται το άτομο είναι υψηλότερη από την θερμοκρασία του αέρα.



α) Αερολέβητας αερίου



β) Θερμαντήρες ακτινοβολίας

Εικόνα 3.3

Θερμική φόρτιση και θερμική ισχύς συσκευών φυσικού αερίου:

Θερμική φόρτιση (Q) μιας συσκευής αερίου ονομάζεται η προσαγομένη από το αέριο ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου (KJ/s ή KW), αναγόμενη στην κατώτερη θερμική ικανότητα. Η θερμική φόρτιση χωρίζεται σε:

- Μέγιστη θερμική φόρτιση (Q_{max}), όπου είναι η θερμική φόρτιση σε KW που δηλώνεται από τον κατασκευαστή στην πινακίδα την συσκευής, η οποία δεν επιτρέπεται να ξεπερνιέται κατά την ρύθμιση της συσκευής
- Ελάχιστη θερμική φόρτιση (Q_{min}), όπου είναι η θερμική φόρτιση σε KW που δηλώνεται από τον κατασκευαστή στην πινακίδα την συσκευής, η οποία δεν επιτρέπεται να παραβιάζεται προς τα κάτω κατά την ρύθμιση της συσκευής
- Ονομαστική θερμική φόρτιση (Q_n), όπου είναι η θερμική φόρτιση σταθερά ρυθμισμένη ανάμεσα στην μέγιστη θερμική φόρτιση (Q_{max}) και την ελάχιστη θερμική φόρτιση (Q_{min}) σε KW . Συνήθως συμπίπτει με την μέγιστη θερμική φόρτιση.

Θερμική ισχύς (P) είναι η ποσότητας της θερμότητας στην μονάδα χρόνου την οποία εκμεταλλεύεται μια συσκευή αερίου σε KW . Ονομαστική θερμική ισχύς (P_n) καλείται η ποσότητας της θερμότητας στην μονάδα χρόνου την οποία εκμεταλλεύεται μια συσκευή αερίου για την ονομαστική θερμική φόρτιση σε KW .

Συνολική ονομαστική θερμική ισχύς (ΣP_n) καλείτε το άθροισμα των ονομαστικών θερμικών ισχύων των συσκευών οι οποίες είναι εγκατεστημένες σε ένα χώρο, οι οποίες μπορούν να λειτουργούν από κοινού. Αν με διατάξεις ασφαλείας εξασφαλισθεί, ότι από περισσότερες συσκευές εκάστοτε μπορούν να λειτουργήσουν από κοινού μόνο μια ή περισσότερες σε ορισμένο συνδυασμό, τότε για τον προσδιορισμό της συνολικής θερμικής ισχύος καθοριστικές είναι μόνο οι εκάστοτε ονομαστικές θερμικές ισχύεις των συσκευών, οι οποίες μπορούν να λειτουργήσουν ταυτόχρονα.

Περιοχή ονομαστικής θερμικής ισχύος καλείτε το εύρος το οποίο δίνεται από τον κατασκευαστή επάνω στην πινακίδα της συσκευής, μέσα στην οποία μπορεί να ρυθμιστεί η ονομαστική θερμική ισχύς.

Θερμική ισχύς καύσης ενός καυστήρα αερίου με ανεμιστήρα είναι η ισχύς η οποία δίνεται από τον κατασκευαστή για την αντίστοιχη πίεση του θαλάμου καύσης.

Βαθμός απόδοσης συσκευών φυσικού αερίου:

Βαθμός απόδοσης (η) μιας συσκευής γενικότερα καλείτε ο λόγος του αποδιδόμενου έργου της συσκευής προς το προσδιδόμενο σε αυτή έργο. Για μια συσκευή αερίου βαθμό απόδοσης ορίζουμε το λόγο της θερμικής ισχύος (P) προς την θερμική φόρτιση (Q).

$$\eta = \frac{P}{Q} \quad (\Sigma\chi\ 3.1)$$

Παροχή σύνδεσης και παροχή όγκου αιχμής:

Παροχή σύνδεσης (V_{Σ}) καλείτε η παροχή όγκου σε m^3/h μιας συσκευής αερίου για την ονομαστική θερμική φόρτιση, και δίνεται από την σχέση:

$$V_{\Sigma} = \frac{Q_n}{H_i} = \frac{P_n}{H_i \cdot \eta} \quad (\Sigma\chi\ 3.2)$$

Τιμή ρύθμισης (V_P) καλείτε η παροχή όγκου σε m^3/h ή lt/min , για την οποία πρέπει να ρυθμιστούν οι καυστήρες των συσκευών αερίου, για να επιτύχουμε την ονομαστική θερμική φόρτιση.

Παροχή όγκου αιχμής (V_A) καλείτε η μέγιστη παροχή όγκου η οποία ρέει μέσα στον αγωγό λαμβάνοντας υπόψη τον ταυτοχρονισμό χρήσης των συσκευών.

$$V_A = V_{\Sigma} \cdot f_T \quad (\Sigma\chi\ 3.3)$$

Ο προσδιορισμός του συνολικού όγκου παροχής αιχμής προκύπτει σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\sum V_A = \sum V_{\Sigma ME} \cdot f_{TME} + \sum V_{\Sigma \theta P} \cdot f_{T\theta P} + \sum V_{\Sigma \theta X} \cdot f_{T\theta X} + \sum V_{\Sigma \theta A} \cdot f_{T\theta A} + \sum V_{\Sigma BX} \cdot f_{TBX} \quad (\Sigma\chi\ 3.4)$$

όπου :

$$V_{\Sigma} \quad \text{η τιμή σύνδεσης της εκάστοτε συσκευής αερίου} \quad \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

f_T	ο συντελεστής ταυτοχρονισμού της εκάστοτε συσκευής αερίου	(-)
ME	μαγειρική εστία (κουζίνες, βραστήρες, χύτρες, φούρνοι αερίου κλπ.)	(-)
θP	θερμαντήρας νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνα)	(-)
θX	τοπικός θερμαντήρας χώρου ή θερμαντήρες νερού αποθήκευσης	(-)
θA	λέβητας αερίου ή θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας με $Q_n \leq 50 \text{ KW}$	(-)
BX	συσκευές αερίου χρησιμοποιούμενες στην βιοτεχνία ή βιομηχανία καθώς και σε κεντρικές εγκαταστάσεις παρασκευής θερμού νερού και θέρμανσης με λέβητες αερίου με $Q_n > 50 \text{ KW}$	(-)

Οι τιμές του συντελεστή ταυτοχρονισμού για διάφορες συσκευές δίνονται από τον παρακάτω πίνακα.

Συντελεστές ταυτοχρονισμού ανηγμένοι στις συσκευές (Πηγή: ΦΕΚ 976B' 28.3.2012)			
Αριθμός συσκευών	f_{TME}	$f_{\theta P}$	$f_{\theta X}$
1	0,621	1,000	1,000
2	0,448	0,707	0,800
3	0,371	0,456	0,703
4 και άνω	0,325	0,373	0,641

Πίνακας 3.4

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού $f_{\theta X}$ για συσκευές που χρησιμοποιούνται στην βιοτεχνία ή βιομηχανία καθώς και σε κεντρικές εγκαταστάσεις παρασκευής θερμού νερού χρήσης και θέρμανσης (λέβητες αερίου με $P_n > 50 \text{ KW}$) πρέπει να προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες χρήσης. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε περιπτώσεις στις οποίες μια ή περισσότερες συσκευές είναι εφεδρικές και λειτουργούν μόνο όταν δεν λειτουργούν οι αντίστοιχες. Σε περίπτωση αμφιβολίας λαμβάνεται $f_{\theta X} = 1,0$.

Συσκευή αερίου	Ονομαστική θερμική ισχύς P_n (KW)	Τιμή σύνδεσης V_s (m^3/h) σε εξάρτηση από την κατώτερη θερμογόνο δύναμη λειτουργείας H_i (KWh/ m^3)	
		2η Οικογένεια αερίων	
		Ομάδα L	Ομάδα H
		$H_i=8,6$ KWh/ m^3	$H_i=10$ KWh/ m^3
Κουζίνα αερίου	4πλή (11 KW)	1.5	1.3
Θερμαντήρες νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες)	8.7	1.2	1.0
	17.5	2.4	2.0
	22.7	3.2	3.6
	27.9	3.9	3.2
Θερμαντήρες νερού αποθήκευσης περιχόμενο σε νερό	80 L	6.9	0.9
	120 L	7.6	1.0
	150 L	8.3	1.1
	190 L	8.7	1.2
	200 L	10.5	1.4
Θερμαντήρες χώρου	3.5	0.5	0.4
	4.7	0.6	0.5
	7.0	1.0	0.8
	9.3	1.3	1.1
	11.6	1.6	1.3
Θερμαντήρες νερού ανακυκλοφορίας	5.0	0.7	0.6
	6.0	0.8	0.7
	7.0	1.0	0.8
	8.0	1.1	0.9
	9.0	1.3	1.0
	9.3	1.3	1.1
	10.0	1.4	1.1
Θερμαντήρες νερού συνδυασμένης λειτουργίας	11.0	1.5	1.2
	14.0	1.9	1.6
	17.5	2.4	2.0
	18.6	2.6	2.1
	20.9	2.9	2.4
	23.3	3.2	2.7
	30.0	4.2	3.4
Λέβητες αερίου			

Πίνακας 3.5 (Πηγή ΦΕΚ 976B' 28.3.2012)

3.4 Δίκτυα, σωληνώσεις και εξαρτήματα εγκαταστάσεων φυσικού αερίου:

Οι σωληνώσεις, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται τα στοιχεία μορφής και σύνδεσης και τα όργανα εξοπλισμού καθώς και οι διατάξεις ελέγχου, ρύθμισης, ασφάλειας και μέτρησης πρέπει να είναι στεγανές και να είναι έτσι κατασκευασμένες και συναρμολογημένες, ώστε να αντέχουν στις καταπονήσεις στις οποίες υπόκεινται, εφ' όσον και η χρήση τους είναι σύμφωνη με τον κανονισμό ΦΕΚ 973B' 28.3.2012. Οι σωληνώσεις μέσα στο κτήριο συμπεριλαμβανόμενης της θερμομόνωσης τους και των λοιπών περιβλημάτων τους δεν πρέπει να εκθέτουν σε κίνδυνο την πυροπροστασία του κτηρίου και να μην οδηγούν σε έκρηξη σε περίπτωση εξωγενούς επίδρασης πυρκαγιάς.

Οι σωληνώσεις και τα εξαρτήματα τους θεωρούνται ασφαλείς, αν μπορούν να αντέξουν σε θερμοκρασία 650 °C για τουλάχιστον 30 λεπτά.

Τα δίκτυα σωληνώσεων διακρίνονται σε δίκτυα σωληνώσεων εκτός κτηρίου εντός εδάφους και τα δίκτυα σωληνώσεων εντός κτηρίου.

Στα δίκτυα σωληνώσεων εκτός κτηρίου εντός εδάφους οι σωλήνες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται είναι:

- Χαλυβδοσωλήνες, κατά ΕΛΟΤ 969, μεσαίου τύπου και κατά ΕΛΟΤ 968, βαρέος τύπου. Οι χαλυβδοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ 269 επιτρέπονται μόνο με συγκολλητές συνδέσεις. Ακόμα επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται χαλυβδοσωλήνες κατά EN 10216 – 1 χωρίς ραφή, EN 10216 – 2 χωρίς ραφή, EN 10217 – 1 με ραφή, EN 10217 – 2 με ραφή, ΕΛΟΤ EN 10208 – 1 και ΕΛΟΤ EN 10208 – 2.
- Χαλκοσωλήνες, κατά ΕΛΟΤ EN 1057
- Και σωλήνες από πολυαιθυλένιο, κατά prEN 1555 – 1, prEN 1555 – 2, prEN 1555 – 3, prEN 1555 – 4 και prEN 1555 – 5.

Στα δίκτυα σωληνώσεων εντός κτηρίου οι σωλήνες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται είναι:

- Χαλυβδοσωλήνες, κατά ΕΛΟΤ 969, μεσαίου τύπου και κατά ΕΛΟΤ 968, βαρέος τύπου. Οι χαλυβδοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ 969 επιτρέπονται μόνο με συγκολλητές συνδέσεις.
- Χαλκοσωλήνες, κατά ΕΛΟΤ EN 1057

3.4.1 Χάλκινοι σωλήνες:

Οι χάλκινοι σωλήνες έχουν διαδοθεί τα τελευταία χρόνια σε εγκαταστάσεις φυσικού αερίου, κυρίως σε εγκαταστάσεις εντός κτηρίων. Τα κύρια πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι:

- δεν διαβρώνονται
- έχουν καλή αντοχή για τις πιέσεις που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα φυσικού αερίου
- δεν καίγονται και αντέχουν στις υψηλές θερμοκρασίες
- είναι εύκολοι στις συνδέσεις
- δεν απαιτούν συντήρηση
- παρουσιάζουν μικρή πτώση πίεσης λόγω της μικρής τραχύτητάς τους
- και είναι ελαφριοί

Η σύνδεση των χάλκινων σωλήνων μπορεί να είναι είτε με χρήση σκληρής κόλλησης κατά ΕΛΟΤ EN 1044 είτε με μηχανική εν ψυχρό σύνδεση συμπίεσης. Στα δίκτυα φυσικού αερίου δεν επιτρέπονται συνδέσεις με μαλακή κόλληση. Ως λυόμενες συνδέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο φλαντζωτές συνδέσεις και κοχλιωτές συνδέσεις για την σύνδεση οργάνων.

Τα ελάχιστα ονομαστικά πάχη σε συνάρτηση με την διατομή του σωλήνα δίνονται από τον παρακάτω πίνακα:

Ελάχιστα ονομαστικά πάχη τοιχώματος για χάλκινους σωλήνες (Πηγή: ΦΕΚ 963Β΄ 15.7.2003)	
έως Φ22	1,0 mm
άνω των Φ22 έως Φ 42	1,5 mm
άνω των Φ42 έως Φ89	2,0 mm
άνω των Φ89 έως Φ108	2,5 mm
άνω των Φ108	3,0 mm

Πίνακας 3.6

Οι χάλκινοι σωλήνες με εξωτερική διάμετρο έως Φ22 και ελάχιστο ονομαστικό πάχος 1,0 mm, αν συνδέονται με κόλληση, επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο μαζί με εξαρτήματα τριχοειδούς κόλλησης. Τα εξαρτήματα σύνδεσης για χάλκινους σωλήνες πρέπει να ικανοποιούν τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 1254 – 1, ΕΛΟΤ EN 1254 – 2, ΕΛΟΤ EN 1254 – 4 ή ΕΛΟΤ EN 1254 – 5.

Στους ευθύγραμμους χάλκινους σωλήνες δεν επιτρέπεται η διαμόρφωση κάμψης (κουρμπάρισμα), η αλλαγή κατεύθυνσης γίνεται μόνο με την χρήση εξαρτήματος.

3.4.2 Χαλυβδοσωλήνες:

Οι χαλυβδοσωλήνες χρησιμοποιούνται σε όλες τις βαθμίδες πίεσης και διαμέτρου διότι συνδυάζουν αντοχή και ολκιμότητα, δυνατότητα διαμόρφωσης και δυνατότητα συγκόλλησης. Στα δίκτυα φυσικού αερίου η σύνδεση των χαλυβδοσωλήνων πραγματοποιείται είτε με διάνοιξη σπειρώματος, είτε με χρήση συγκόλλησης τόξου κατά ΕΛΟΤ EN 288 – 1 και ΕΛΟΤ EN 288 – 2, είτε με χρήση επενδυμένων ηλεκτροδίων, είτε με χρήση αδρανούς αερίου. Στους χαλυβδοσωλήνες όπως και στους χάλκινους σωλήνες δεν επιτρέπεται η διαμόρφωση κάμψης (κουρμπάρισμα), η αλλαγή κατεύθυνσης γίνεται μόνο με την χρήση εξαρτήματος. Αν η σύνδεση των χαλυβδοσωλήνων πραγματοποιείται με σπείρωμα, τότε πρέπει να έχουν πάχος ίσο με το πάχος των χαλυβδοσωλήνων κατά ΕΛΟΤ 269. Σε περίπτωση που η σύνδεση τους πραγματοποιείται με συγκόλληση τότε τα ελάχιστα πάχη σωλήνων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ελάχιστα πάχη χαλυβδοσωλήνων (Πηγή: ΦΕΚ 963Β΄ 15.7.2003)			
DN	s [mm]	DN	s [mm]
25	2,6	100	3,6
32	2,6	125	4,0
40	2,6	150	4,5
50	2,9	200	5,9

Πίνακας 3.7

3.4.3 Εξαρτήματα σύνδεσης δικτύων φυσικού αερίου:

Εξαρτήματα σύνδεσης καλούμε τα στοιχεία με τα οποία πραγματοποιείται η σύνδεση, η διακλάδωση ή η αλλαγή κατεύθυνσης του δικτύου φυσικού αερίου. Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα φυσικού αερίου είναι:

- χαλύβδινα εξαρτήματα για συγκολλητές συνδέσεις, κατά ΕΛΟΤ EN 10253 – 1
- εξαρτήματα για κοχλιωτές συνδέσεις, είτε από μαλακτικοποιημένο χυτοσίδηρο κατά EN 10242, είτε χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα κατά ΕΛΟΤ EN 10241
- εξαρτήματα σύνδεσης με κόλληση από χαλκό ή κράματα χαλκού για σύνδεση χάλκινων σωλήνων
- εξαρτήματα για μηχανική σύνδεση σε αγωγούς από πολυαιθυλένιο κατά prEN 1555 – 3

3.5 Δοκιμή εγκατάστασης και σωληνώσεων φυσικού αερίου:

Μετά το πέρας της εγκατάστασης των σωληνώσεων του φυσικού αερίου και πριν της σύνδεσής του με το δίκτυο πόλης οι αγωγοί υπόκεινται σε δοκιμή αντοχής και στεγανότητας. Οι δοκιμές αυτές γίνονται υποχρεωτικά σε ορατές συνδέσεις πριν την τελική επικάλυψη των αγωγών είτε με δομικά υλικά είτε με χώμα για αγωγούς εκτός κτηρίου εντός εδάφους.

Δοκιμή αντοχής:

Η δοκιμή αντοχής γίνεται σε αγωγούς με χρήση είτε αέρα είτε αδρανούς αερίου με πίεση λειτουργίας 1 bar και διάρκεια δοκιμής 10 λεπτά. Κατά τον χρόνο δοκιμής δεν επιτρέπεται να έχουμε πτώση πίεσης. Για την δημιουργία της πίεσης χρησιμοποιείτε αντλία εξοπλισμένη με ενδεικτικά μανόμετρα και προφανώς σπειρώματα σύνδεσης. Κατά την διαδικασία δοκιμής ο έλεγχος μπορεί να γίνει και τμηματικά απομονώνοντας τμήματα του δικτύου. Πριν την διαδικασία δοκιμής συνίσταται, όσο το δίκτυο είναι ακόμη «ανοιχτό», η πλήρωση του δικτύου με αέρα για την απομάκρυνση τυχόν σωματιδίων που έχουν δημιουργηθεί κατά την εγκατάσταση.

Δοκιμή στεγανότητας:

Η δοκιμή στεγανότητας γίνεται στους αγωγούς μαζί με τα εξαρτήματα και χωρίς τις συσκευές αερίου. Η πίεση δοκιμής στεγανότητας είναι 110 mbar και η διάρκεια αυτής είναι 10 λεπτά. Πραγματοποιείται με χρήση αέρα ή αδρανές αερίου όχι όμως με χρήση οξυγόνου. Το όργανο μέτρησης της δοκιμής πρέπει να έχει τέτοια ακρίβεια ώστε να μπορεί να αναγνωρίσει ακόμα και πτώση πίεσης της τάξης των 0.1 mbar.

Πιστοποιητικά δοκιμής:

Μετά το πέρας των δοκιμών ο μηχανικός υποχρεούται να συντάξει και να εκδώσει πιστοποιητικό δοκιμής, το οποίο είναι υποχρεωτικό για την σύνδεση του δικτύου με το δίκτυο πόλεως. Στο πιστοποιητικό αναγράφονται το πλήθος καθώς και το υλικό των σωληνώσεων η χρήση της εγκατάστασης (πχ οικιακή, επαγγελματική ή βιομηχανική) καθώς και τα στοιχεία των τεχνικών που εργάστηκαν.

3.6 Υπολογισμός διαμέτρου σωληνώσεων φυσικού αερίου:

Ο υπολογισμός διαμέτρου σωληνώσεων φυσικού αερίου γίνεται ξεχωριστά για κάθε τμήμα του δικτύου. Το πρώτο βήμα είναι να χωριστεί το δίκτυο της εγκατάστασης του φυσικού αερίου σε τμήματα, το τμήμα θα πρέπει να έχει σε όλο το μήκος του σταθερή παροχή υπολογισμού. Σε δεύτερη φάση αναγνωρίζουμε τις συσκευές αερίου που εξυπηρετεί το κάθε τμήμα και υπολογίζουμε την παροχή του με χρήση του πίνακα 3.5 και με χρήση του πίνακα 3.4 τον ταυτοχρονισμό των συσκευών αερίου. Κάθε δίκτυο φυσικού αερίου θα πρέπει να πληροί την εξής σχέση:

$$\Delta P_R + \Delta P_T + \Delta P_H \leq \Delta P_{E\Pi} \quad (\Sigma\chi 3.5)$$

όπου :

ΔP_R	γραμμικές απώλειες	(mbar)
ΔP_T	τοπικές απώλειες λόγω εξαρτημάτων	(mbar)
ΔP_H	απώλειες λόγω υψομετρικής διαφοράς	(mbar)
$\Delta P_{E\Pi}$	μέγιστη επιτρεπτή πτώση πίεσης.	(mbar)

Υπολογισμός γραμμικών απωλειών (ΔP_R):

Οι γραμμικές απώλειες εξαρτώνται από το είδος του υλικού, την διατομή του καθώς και την παροχή. Οι γραμμικές απώλειες υπολογίζονται από την σχέση:

$$\Delta P_R = R \cdot l \quad (\Sigma\chi 3.6)$$

όπου :

R	η ανηγμένη πτώση πίεσης στην μονάδα μήκους. Η τιμή του R υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 3.8 για χαλκοσωλήνες και 3.9 – 3.10 για χαλυβδοσωλήνες για δεδομένη παροχή	(mbar/m)
l	το μήκος του εξεταζόμενου τμήματος αγωγού	(m)

Υπολογισμός τοπικών απωλειών (ΔP_T):

Οι τοπικές απώλειες εξαρτώνται από το σύνολο των εξαρτημάτων του δικτύου τα χαρακτηριστικά του ρευστού (πυκνότητα) καθώς και την ταχύτητά του. Οι τοπικές απώλειες υπολογίζονται από την σχέση:

$$\Delta P_T = \sum \zeta \cdot \frac{\rho_{gas} \cdot u^2}{2} \quad (\Sigma\chi 3.7)$$

όπου :

ζ	ο συντελεστής τοπικών αντιστάσεων. Υπολογίζεται από τον πίνακα 3.11	(-)
ρ_{gas}	η πυκνότητα του φυσικού αερίου. $\rho_{gas} = 0.79 \text{ Kg/m}^3$	$\left(\frac{kg}{m^3}\right)$
u	η ταχύτητα του ρευστού. Υπολογίζεται από τους πίνακες 3.8, 3.9 και 3.10 για δεδομένη παροχή και διατομή σωλήνας	$\left(\frac{m}{s}\right)$

Υπολογισμός απωλειών λόγω υψομετρικής διαφοράς (ΔP_H):

Οι απώλειες λόγω υψομετρικής διαφοράς υπολογίζονται από την σχέση:

$$\Delta P_H = -0,04 \cdot \Delta H \quad (\Sigma\chi 3.8)$$

όπου :

ΔH	η υψομετρική διαφορά του αγωγού. Για κατερχόμενους αγωγούς με πρόσημο «-» και για ανερχόμενους αγωγούς με πρόσημο «+»	(m)
------------	---	-----

Προσδιορισμός μέγιστης επιτρεπτής πτώσης πίεσης ($\Delta P_{EΠ}$):

Σύμφωνα με το ΦΕΚ 976B' 28.3.2012 στις σωληνώσεις με ονομαστική τιμή σύνδεσης της πίεσης σύνδεσης των συσκευών αερίου 20 mbar για τη 2^η οικογένεια αερίων, η μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης μετά το μετρητή αερίου είναι $\Delta P_{EΠ} = 2,0 \text{ mbar}$ (200 Pa). Στις σωληνώσεις με πίεση λειτουργίας μεγαλύτερη από 25 mbar, η συνολική πτώση πίεσης μετά το μετρητή αερίου δεν πρέπει να υπερβαίνει 10% της πίεσης λειτουργίας.

\dot{V}_s m^3/h	15x1,0		18x1,0		22x1,0		28x1,5		35x1,5		42x1,5		54x2,0		64x2,0		76x2,0	
	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m
1,0	2,1	0,0438	1,4	0,0191	0,9	0,0078												
1,5	3,1	0,1269	2,1	0,0514	1,3	0,0117												
2,0	4,2	0,2133	2,8	0,0638	1,8	0,0203	1,1	0,0064										
2,5	5,2	0,3152	3,5	0,1228	2,2	0,0429	1,4	0,0149										
3,0			4,1	0,1940	2,7	0,0543	1,7	0,0204	1,0	0,0064								
3,5			4,8	0,2768	3,1	0,0780	2,0	0,0265	1,2	0,0083								
4,0			5,5	0,3765	3,6	0,0957	2,3	0,0333	1,4	0,0104								
4,5			6,2	0,4902	4,0	0,1173	2,5	0,0407	1,6	0,0127								
5,0					4,4	0,1410	2,8	0,0488	1,7	0,0152	1,2	0,0060						
5,5					4,9	0,1653	3,1	0,0575	1,9	0,0179	1,3	0,0070						
6,0					5,3	0,1934	3,4	0,0669	2,1	0,0207	1,4	0,0081						
6,5					5,7	0,2224	3,7	0,0768	2,2	0,0238	1,5	0,0093						
7,0					6,2	0,2536	4,0	0,0874	2,4	0,0271	1,5	0,0106	1,0	0,0033				
7,5					6,6	0,2858	4,2	0,0985	2,6	0,0305	1,7	0,0118	1,1	0,0037				
8,0							4,5	0,1103	2,8	0,0341	1,9	0,0133	1,1	0,0041				
8,5							4,8	0,1224	2,9	0,0378	2,0	0,0148	1,2	0,0048				
9,0							5,1	0,1354	3,1	0,0418	2,1	0,0163	1,3	0,0051				
9,5							5,4	0,1488	3,3	0,0459	2,2	0,0178	1,3	0,0055				
10,0							5,7	0,1629	3,5	0,0501	2,3	0,0196	1,4	0,0060				
10,5							5,9	0,1774	3,6	0,0545	2,4	0,0213	1,5	0,0065				
11,0							6,2	0,1925	3,8	0,0592	2,6	0,0231	1,6	0,0071	1,1	0,0030		
11,5							6,5	0,2081	4,0	0,0640	2,7	0,0250	1,6	0,0077	1,1	0,0032		
12,0							6,8	0,2243	4,1	0,0689	2,8	0,0268	1,7	0,0083	1,2	0,0035		
12,5							7,1	0,2411	4,3	0,0741	2,9	0,0288	1,8	0,0088	1,2	0,0037		
13,0									4,5	0,0793	3,0	0,0308	1,8	0,0095	1,3	0,0040		
13,5									4,7	0,0848	3,1	0,0330	1,9	0,0101	1,3	0,0043		
14,0									4,8	0,0904	3,3	0,0361	2,0	0,0108	1,4	0,0048		
14,5									5,0	0,0968	3,4	0,0374	2,1	0,0115	1,4	0,0048		
15,0									5,2	0,1019	3,5	0,0386	2,1	0,0122	1,5	0,0051	1,0	0,0022
15,5									5,4	0,1079	3,6	0,0420	2,2	0,0129	1,5	0,0054	1,1	0,0023
16,0									5,5	0,1142	3,7	0,0444	2,3	0,0136	1,6	0,0057	1,1	0,0024
16,5									5,7	0,1205	3,8	0,0469	2,3	0,0144	1,6	0,0060	1,1	0,0025
17,0									5,9	0,1270	4,0	0,0494	2,4	0,0151	1,7	0,0064	1,2	0,0027
17,5									6,0	0,1337	4,1	0,0519	2,5	0,0159	1,7	0,0067	1,2	0,0028
18,0									6,2	0,1406	4,2	0,0545	2,5	0,0167	1,8	0,0070	1,2	0,0029
18,5									6,4	0,1474	4,3	0,0573	2,6	0,0175	1,8	0,0074	1,3	0,0031
19,0									6,6	0,1546	4,4	0,0598	2,7	0,0184	1,9	0,0077	1,3	0,0032
19,5									6,7	0,1600	4,5	0,0628	2,8	0,0192	1,9	0,0081	1,3	0,0034
20,0									6,9	0,1663	4,7	0,0657	2,8	0,0201	2,0	0,0084	1,4	0,0036
21,0											4,9	0,0715	3,0	0,0219	2,1	0,0087	1,4	0,0038
22,0											5,1	0,0776	3,1	0,0237	2,2	0,0099	1,5	0,0042
23,0											5,3	0,0836	3,3	0,0256	2,3	0,0109	1,6	0,0045
24,0											5,6	0,0905	3,4	0,0276	2,4	0,0116	1,6	0,0048
25,0											5,8	0,0973	3,5	0,0295	2,5	0,0124	1,7	0,0052
26,0											6,0	0,1043	3,7	0,0317	2,6	0,0133	1,8	0,0056
27,0											6,3	0,1115	3,8	0,0339	2,7	0,0142	1,8	0,0058
28,0											6,5	0,1188	4,0	0,0362	2,8	0,0152	1,9	0,0063
29,0											6,7	0,1264	4,1	0,0385	2,8	0,0161	2,0	0,0067
30,0											7,0	0,1344	4,2	0,0409	2,9	0,0171	2,0	0,0071

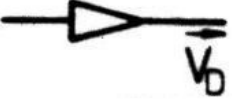

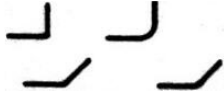


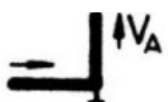





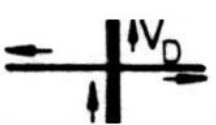
Πίνακας 3.8 Ταχύτητα ροής (u) και ανηγμένη πτώση πίεσης (R) λόγω τριβών στους σωλήνες σε συνάρτηση της παροχής όγκου αιχμής (\dot{V}_s) και την διάμετρο του σωλήνα (για αέρια 2^{ης} οικογένειας) για χαλκοσωλήνες κατά ΕΛΟΤ EN 1057 [Πηγή: Πηγή: ΦΕΚ 963B' 15.7.2003]

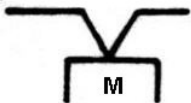

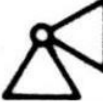


VA m ³ /h	DN 15 (1/2")		DN 20 (3/4")		DN 25 (1")		DN 32 (1 1/4")		DN 40 (1 1/2")		DN 50 (2")		DN 65 (2 1/2")		DN 80 (3")	
	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m	u m/s	R mbar/m
1.0	1.4	0.0192														
1.5	2.1	0.0732	1.1	0.0087												
2.0	2.8	0.1256	1.5	0.0209												
2.5	3.5	0.1918	1.9	0.0405	1.2	0.0126										
3.0	4.1	0.2716	2.3	0.0570	1.4	0.0176										
3.5	4.8	0.3651	2.7	0.0762	1.7	0.0234										
4.0	5.5	0.4723	3.0	0.0980	1.9	0.0299	1.1	0.0074								
4.5			3.4	0.1225	2.2	0.0373	1.2	0.0091								
5.0			3.8	0.1497	2.4	0.0454	1.4	0.0111	1.0	0.0052						
5.5			4.2	0.1800	2.6	0.0543	1.5	0.0132	1.1	0.0061						
6.0			4.5	0.2127	2.9	0.0640	1.6	0.0155	1.2	0.0072						
6.5			4.9	0.2481	3.1	0.0745	1.8	0.0180	1.3	0.0083						
7.0			5.3	0.2862	3.3	0.0857	1.9	0.0208	1.4	0.0095						
7.5			5.7	0.3270	3.6	0.0978	2.1	0.0235	1.5	0.0108						
8.0					3.8	0.1109	2.2	0.0265	1.6	0.0122	1.0	0.0037				
8.5					4.1	0.1244	2.3	0.0296	1.7	0.0137	1.1	0.0041				
9.0					4.3	0.1388	2.5	0.0330	1.8	0.0152	1.1	0.0046				
9.5					4.5	0.1540	2.6	0.0365	1.9	0.0168	1.2	0.0051				
10.0					4.8	0.1700	2.7	0.0402	2.0	0.0185	1.3	0.0056				
10.5					5.0	0.1867	2.9	0.0441	2.1	0.0202	1.3	0.0061				
11.0					5.3	0.2042	3.0	0.0482	2.2	0.0221	1.4	0.0066				
11.5					5.5	0.2225	3.2	0.0524	2.3	0.0240	1.4	0.0072				
12.0					5.7	0.2416	3.3	0.0568	2.4	0.0260	1.5	0.0078				
12.5					6.0	0.2614	3.4	0.0614	2.5	0.0281	1.6	0.0084				
13.0							3.6	0.0653	2.6	0.0302	1.6	0.0090				
13.5							3.7	0.0713	2.7	0.0325	1.7	0.0097	1.0	0.0026		
14.0							3.8	0.0764	2.8	0.0348	1.8	0.0104	1.0	0.0028		
14.5							4.0	0.0817	2.9	0.0372	1.8	0.0111	1.1	0.0030		
15.0							4.1	0.0872	3.0	0.0395	1.9	0.0118	1.1	0.0032		
15.5							4.3	0.0928	3.1	0.0422	2.0	0.0125	1.2	0.0034		
16.0							4.4	0.0987	3.2	0.0448	2.0	0.0133	1.2	0.0036		
16.5							4.5	0.1047	3.3	0.0475	2.1	0.0141	1.2	0.0038		
17.0							4.7	0.1109	3.4	0.0504	2.1	0.0149	1.3	0.0040		
17.5							4.8	0.1172	3.5	0.0532	2.2	0.0157	1.3	0.0042		
18.0							4.9	0.1238	3.6	0.0562	2.3	0.0166	1.3	0.0044		
18.5							5.1	0.1305	3.7	0.0592	2.3	0.0175	1.4	0.0047	1.0	0.0021
19.0							5.2	0.1374	3.8	0.0623	2.4	0.0184	1.4	0.0049	1.0	0.0022
19.5							5.4	0.1444	3.9	0.0655	2.5	0.0193	1.5	0.0051	1.1	0.0023
20.0							5.5	0.1517	4.0	0.0687	2.5	0.0202	1.5	0.0054	1.1	0.0024
21.0							5.8	0.1667	4.3	0.0754	2.6	0.0222	1.6	0.0059	1.1	0.0026
22.0									4.5	0.0825	2.8	0.0242	1.6	0.0064	1.2	0.0029
23.0									4.7	0.0898	2.9	0.0263	1.7	0.0070	1.2	0.0031
24.0									4.9	0.0976	3.0	0.0285	1.8	0.0076	1.3	0.0034
25.0									5.1	0.1055	3.1	0.0308	1.9	0.0082	1.4	0.0036
26.0									5.3	0.1138	3.3	0.0333	1.9	0.0088	1.4	0.0039
27.0									5.5	0.1224	3.4	0.0359	2.0	0.0094	1.5	0.0042
28.0									5.7	0.1313	3.5	0.0383	2.1	0.0101	1.5	0.0045
29.0									5.9	0.1403	3.7	0.0410	2.2	0.0108	1.6	0.0048
30.0											3.8	0.0437	2.2	0.0115	1.6	0.0051
31.0											3.9	0.0466	2.3	0.0122	1.7	0.0054

Πίνακας 3.9 Ταχύτητα ροής (u) και ανηγμένη πτώση πίεσης (R) λόγω τριβών στους σωλήνες σε συνάρτηση της παροχής όγκου αιχμής (Vs) και την διάμετρο του σωλήνα (για αέρια 2^{ης} οικογένειας) για χαλυβδοσωλήνες μεσαίου τύπου κατά ΕΛΟΤ 269 [Πηγή: Πηγή: ΦΕΚ 963B' 15.7.2003]

VA m ³ /h	DN 15 (1/2")		DN 20 (3/4")		DN 25 (1")		DN 32 (1 1/4")		DN 40 (1 1/2")		DN 50 (2")		DN 65 (2 1/2")		DN 80 (3")	
	U m/s	R mbar/m	U m/s	R mbar/m	U m/s	R mbar/m	U m/s	R mbar/m	U m/s	R mbar/m	U m/s	R mbar/m	U m/s	R mbar/m	U m/s	R mbar/m
1.0	1.6	0.0254														
1.5	2.4	0.1102	1.3	0.0106												
2.0	3.2	0.1884	1.7	0.0365	1.1	0.0067										
2.5	4.0	0.2870	2.1	0.0560	1.3	0.0175										
3.0	4.8	0.4060	2.5	0.0772	1.5	0.0236										
3.5	5.6	0.5453	2.9	0.1000	1.9	0.0323	1.0	0.0074								
4.0			3.4	0.1324	2.1	0.0413	1.2	0.0096								
4.5			3.8	0.1655	2.4	0.0514	1.3	0.0117	1.0	0.0063						
5.0			4.2	0.2021	2.7	0.0626	1.5	0.0142	1.1	0.0064						
5.5			4.6	0.2424	2.9	0.0749	1.6	0.0169	1.2	0.0076						
6.0			5.0	0.2863	3.2	0.0882	1.8	0.0198	1.3	0.0089						
6.5			5.5	0.3338	3.5	0.1026	1.9	0.0230	1.4	0.0103						
7.0			5.9	0.3858	3.7	0.1181	2.1	0.0264	1.5	0.0118						
7.5			6.0		4.0	0.1347	2.2	0.0300	1.6	0.0134						
8.0			6.0		4.3	0.1523	2.4	0.0338	1.7	0.0151	1.0	0.0040				
8.5			6.5		4.5	0.1710	2.5	0.0379	1.9	0.0169	1.1	0.0045				
9.0			7.0		4.8	0.1908	2.7	0.0421	2.0	0.0186	1.2	0.0056				
9.5			7.5		5.1	0.2116	2.8	0.0467	2.1	0.0206	1.3	0.0061				
10.0			8.0		5.4	0.2335	3.0	0.0514	2.2	0.0228	1.3	0.0067				
10.5			8.5		5.6	0.2564	3.1	0.0563	2.3	0.0250	1.4	0.0074				
11.0			9.0		5.9	0.2805	3.3	0.0615	2.4	0.0273	1.5	0.0080				
11.5			9.5				3.4	0.0669	2.5	0.0297	1.5	0.0087				
12.0			10.0				3.6	0.0726	2.6	0.0321	1.6	0.0094				
12.5			10.5				3.7	0.0784	2.7	0.0347	1.7	0.0102	1.0	0.0027		
13.0			11.0				3.9	0.0845	2.8	0.0373	1.7	0.0109	1.0	0.0028		
13.5			11.5				4.0	0.0908	2.9	0.0401	1.8	0.0117	1.1	0.0030		
14.0			12.0				4.2	0.0973	3.0	0.0429	1.8	0.0125	1.1	0.0033		
14.5			12.5				4.3	0.1041	3.2	0.0459	1.9	0.0134	1.1	0.0035		
15.0			13.0				4.5	0.1110	3.3	0.0489	2.0	0.0142	1.2	0.0037		
15.5			13.5				4.6	0.1182	3.4	0.0521	2.1	0.0151	1.2	0.0039		
16.0			14.0				4.8	0.1256	3.5	0.0553	2.2	0.0161	1.3	0.0041		
16.5			14.5				4.9	0.1333	3.6	0.0586	2.2	0.0170	1.3	0.0044		
17.0			15.0				5.1	0.1411	3.7	0.0621	2.3	0.0180	1.3	0.0046	1.0	0.0021
17.5			15.5				5.2	0.1492	3.8	0.0656	2.4	0.0190	1.4	0.0049	1.0	0.0022
18.0			16.0				5.4	0.1575	3.9	0.0692	2.4	0.0200	1.4	0.0051	1.0	0.0023
18.5			16.5				5.5	0.1661	4.0	0.0729	2.5	0.0211	1.5	0.0054	1.1	0.0024
19.0			17.0				5.7	0.1748	4.1	0.0767	2.6	0.0222	1.5	0.0057	1.1	0.0025
19.5			17.5				5.8	0.1838	4.2	0.0806	2.6	0.0233	1.5	0.0060	1.1	0.0027
20.0			18.0				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
21.0			18.5				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
22.0			19.0				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
23.0			19.5				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
24.0			20.0				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
25.0			20.5				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
26.0			21.0				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
27.0			21.5				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
28.0			22.0				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
29.0			22.5				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
30.0			23.0				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028
31.0			23.5				6.0	0.1930	4.4	0.0846	2.7	0.0244	1.6	0.0062	1.1	0.0028

Πίνακας 3.10 Ταχύτητα ροής (u) και ανηγμένη πτώση πίεσης (R) λόγω τριβών στους σωλήνες σε συνάρτηση της παροχής όγκου αιχμής (Vs) και την διάμετρο του σωλήνα (για αέρια 2^{ης} οικογένειας) για χαλυβδοσωλήνες βαρέως τύπου κατά ΕΛΟΤ 268 [Πηγή: Πηγή: ΦΕΚ 963B' 15.7.2003]

Συντελεστές τοπικών αντιστάσεων (ζ) [Πηγή: ΦΕΚ 973B΄ 28.3.2012]			
α/α	Στοιχεία μορφής και σύνδεσης, όργανα	Γραφικά σύμβολα	ζ
1	Στοιχείο συστολής		0,4
2	Τόξο ορόφων		0,5
3	Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο		0,7
4	Στοιχείο T 90° διαχωρισμός, διέλευση		0,3
5	Στοιχείο T 90° διαχωρισμός, κλάδος		1,3
6	Στοιχείο T 90° καθαρισμού		1,3
7	Στοιχείο T 90° αντιρροή (Το τμήμα G τελειώνει με το στοιχείο)		1,5
8	Τόξο T διαχωρισμός, διέλευση		0,3
9	Τόξο T διαχωρισμός, διακλάδωση		0,9
10	Τόξο T καθαρισμού		0,9
11	Διπλό Τόξο T αντιρροή (Το τμήμα G τελειώνει με το στοιχείο)		1,3
12	Σταυρός 90° διαχωρισμός, διέλευση		1,3

13	Σταυρός 90° διαχωρισμός, κλάδος			2,0
14	Σταυρός 90° καθαρισμού διαχωρισμός, διέλευση			0,5
15	Σταυρός 90° καθαρισμού διαχωρισμός, κλάδος			2,0
16	Σύνδεση μετρητή ενός περιστομίου	DN 25		2,0
		> DN 25		4,0
17	Κωνικός κρουνός, μορφή διέλευσης			2,0
18	Κωνικός κρουνός, γωνιακή μορφή			5,0
19	Σφαιρικός κρουνός, μορφή διέλευσης			0,5
20	Σφαιρικός κρουνός, γωνιακή μορφή			1,3
21	Σύρτης			0,5
22	Βαλβίδα πυροπροστασίας			2,0
23	Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα			0,5
24	Φίλτρο			4,0

Πίνακας 3.11

Πτώση πίεσης Δp_t (mbar) σε τοπικές αντιστάσεις

ΣZ $\frac{v(\frac{m}{s})}{v(\frac{m}{s})}$	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	ΣZ $\frac{v(\frac{m}{s})}{v(\frac{m}{s})}$	
1,0	0,0012	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030	0,032	0,034	0,036	0,038	0,040	0,042	0,044	0,046	0,048	0,052	0,056	1,0
1,1	0,0014	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,012	0,014	0,017	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,031	0,034	0,036	0,038	0,041	0,043	0,046	0,048	0,050	0,053	0,056	0,058	0,062	1,1
1,2	0,0017	0,003	0,005	0,008	0,011	0,014	0,017	0,020	0,023	0,026	0,029	0,031	0,034	0,037	0,040	0,043	0,046	0,049	0,052	0,054	0,057	0,060	0,063	0,066	0,069	0,074	0,078	1,2
1,3	0,0020	0,003	0,005	0,008	0,011	0,013	0,017	0,020	0,024	0,027	0,030	0,033	0,037	0,040	0,044	0,047	0,050	0,054	0,057	0,060	0,064	0,067	0,070	0,074	0,077	0,081	0,087	1,3
1,4	0,0023	0,004	0,006	0,010	0,012	0,016	0,020	0,023	0,027	0,030	0,033	0,036	0,040	0,044	0,047	0,050	0,054	0,057	0,060	0,064	0,067	0,070	0,074	0,078	0,082	0,086	0,091	1,4
1,5	0,0027	0,005	0,008	0,012	0,015	0,018	0,022	0,025	0,029	0,031	0,035	0,040	0,044	0,048	0,051	0,055	0,058	0,062	0,065	0,069	0,072	0,076	0,080	0,084	0,088	0,092	0,096	1,5
1,6	0,0031	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,031	0,036	0,041	0,046	0,051	0,056	0,061	0,066	0,071	0,076	0,081	0,086	0,091	0,096	0,101	0,106	0,111	0,116	0,121	0,126	0,131	1,6
1,7	0,0034	0,006	0,012	0,017	0,023	0,029	0,034	0,040	0,046	0,052	0,057	0,063	0,069	0,075	0,080	0,086	0,092	0,098	0,103	0,108	0,114	0,120	0,126	0,132	0,138	0,144	0,150	1,7
1,8	0,0039	0,006	0,013	0,019	0,026	0,032	0,039	0,045	0,052	0,058	0,064	0,071	0,077	0,084	0,090	0,096	0,103	0,109	0,116	0,122	0,129	0,135	0,142	0,148	0,154	0,161	0,167	1,8
1,9	0,0043	0,007	0,014	0,022	0,029	0,036	0,043	0,050	0,057	0,065	0,072	0,079	0,086	0,093	0,100	0,108	0,115	0,122	0,129	0,136	0,143	0,151	0,158	0,165	0,172	0,179	0,186	1,9
2,0	0,0048	0,008	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072	0,079	0,087	0,095	0,103	0,111	0,119	0,127	0,135	0,143	0,151	0,159	0,167	0,175	0,183	0,191	0,207	0,210	2,0
2,1	0,0053	0,009	0,018	0,026	0,035	0,044	0,053	0,061	0,070	0,079	0,088	0,096	0,105	0,114	0,123	0,131	0,140	0,149	0,158	0,166	0,175	0,184	0,193	0,201	0,210	0,228	0,231	2,1
2,2	0,0058	0,010	0,019	0,029	0,038	0,048	0,058	0,067	0,077	0,087	0,096	0,106	0,115	0,125	0,135	0,144	0,154	0,163	0,173	0,183	0,192	0,202	0,211	0,221	0,231	0,250	0,252	2,2
2,3	0,0063	0,011	0,021	0,032	0,042	0,053	0,063	0,074	0,084	0,095	0,105	0,116	0,126	0,137	0,147	0,158	0,168	0,178	0,188	0,200	0,210	0,221	0,231	0,242	0,252	0,273	0,273	2,3
2,4	0,0069	0,011	0,023	0,034	0,045	0,057	0,069	0,080	0,092	0,103	0,114	0,126	0,137	0,149	0,160	0,172	0,183	0,194	0,206	0,217	0,229	0,240	0,252	0,263	0,274	0,297	0,297	2,4
2,5	0,0074	0,012	0,025	0,037	0,050	0,062	0,074	0,087	0,099	0,112	0,124	0,137	0,149	0,161	0,174	0,186	0,199	0,211	0,223	0,236	0,248	0,261	0,273	0,285	0,296	0,320	0,323	2,5
2,6	0,0081	0,013	0,027	0,040	0,054	0,067	0,081	0,094	0,107	0,121	0,134	0,148	0,161	0,174	0,188	0,201	0,215	0,228	0,242	0,255	0,268	0,282	0,295	0,309	0,322	0,349	0,349	2,6
2,7	0,0087	0,015	0,029	0,043	0,058	0,072	0,087	0,101	0,116	0,130	0,145	0,159	0,174	0,188	0,203	0,217	0,232	0,246	0,261	0,275	0,289	0,304	0,318	0,333	0,347	0,378	0,378	2,7
2,8	0,0093	0,016	0,031	0,047	0,062	0,078	0,093	0,109	0,125	0,140	0,156	0,171	0,187	0,202	0,218	0,233	0,249	0,265	0,280	0,296	0,311	0,327	0,342	0,358	0,374	0,405	0,405	2,8
2,9	0,0100	0,017	0,033	0,050	0,067	0,084	0,100	0,117	0,134	0,150	0,167	0,184	0,200	0,217	0,234	0,250	0,267	0,284	0,301	0,317	0,334	0,351	0,367	0,384	0,401	0,434	0,434	2,9
3,0	0,0107	0,018	0,036	0,054	0,072	0,089	0,107	0,125	0,143	0,161	0,179	0,197	0,214	0,232	0,250	0,268	0,286	0,304	0,322	0,339	0,357	0,375	0,393	0,411	0,429	0,465	0,465	3,0
3,1	0,0115	0,019	0,038	0,057	0,076	0,095	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210	0,229	0,248	0,267	0,286	0,305	0,324	0,343	0,362	0,382	0,401	0,420	0,439	0,458	0,496	0,496	3,1
3,2	0,0122	0,020	0,041	0,061	0,081	0,102	0,122	0,142	0,163	0,183	0,203	0,224	0,244	0,264	0,285	0,305	0,325	0,345	0,366	0,386	0,407	0,427	0,447	0,468	0,488	0,529	0,529	3,2
3,3	0,0130	0,022	0,043	0,065	0,086	0,108	0,130	0,151	0,173	0,195	0,216	0,238	0,259	0,281	0,303	0,324	0,346	0,368	0,389	0,411	0,432	0,454	0,476	0,497	0,519	0,562	0,562	3,3
3,4	0,0138	0,023	0,046	0,069	0,092	0,115	0,138	0,161	0,184	0,207	0,230	0,252	0,275	0,298	0,321	0,344	0,367	0,390	0,413	0,436	0,459	0,482	0,505	0,528	0,551	0,597	0,597	3,4
3,5	0,0146	0,024	0,049	0,073	0,097	0,122	0,146	0,170	0,195	0,219	0,243	0,268	0,292	0,316	0,340	0,365	0,389	0,413	0,437	0,461	0,485	0,509	0,533	0,557	0,581	0,629	0,629	3,5
3,6	0,0154	0,026	0,052	0,077	0,103	0,129	0,154	0,180	0,206	0,232	0,257	0,283	0,309	0,334	0,360	0,386	0,412	0,437	0,463	0,488	0,515	0,540	0,566	0,592	0,617	0,669	0,669	3,6
3,7	0,0163	0,027	0,054	0,082	0,109	0,136	0,163	0,190	0,217	0,245	0,272	0,299	0,326	0,353	0,380	0,408	0,435	0,462	0,489	0,516	0,544	0,571	0,598	0,625	0,652	0,707	0,707	3,7
3,8	0,0172	0,029	0,057	0,086	0,115	0,143	0,172	0,201	0,229	0,258	0,287	0,315	0,344	0,373	0,401	0,430	0,459	0,487	0,516	0,545	0,573	0,602	0,631	0,659	0,688	0,745	0,745	3,8
3,9	0,0181	0,030	0,060	0,091	0,121	0,151	0,181	0,211	0,242	0,272	0,302	0,332	0,362	0,392	0,423	0,453	0,483	0,513	0,544	0,574	0,604	0,634	0,664	0,694	0,752	0,752	0,785	3,9
4,0	0,0191	0,032	0,064	0,095	0,127	0,159	0,191	0,222	0,254	0,286	0,318	0,349	0,381	0,413	0,446	0,478	0,509	0,540	0,572	0,603	0,635	0,667	0,699	0,731	0,762	0,826	0,826	4,0
4,1	0,0200	0,033	0,067	0,100	0,134	0,167	0,200	0,234	0,267	0,300	0,334	0,367	0,400	0,434	0,467	0,501	0,534	0,567	0,601	0,634	0,667	0,701	0,734	0,768	0,801	0,868	0,868	4,1
4,2	0,0210	0,035	0,070	0,105	0,140	0,175	0,210	0,245	0,280	0,315	0,350	0,385	0,420	0,455	0,490	0,525	0,560	0,595	0,630	0,665	0,700	0,735	0,770	0,805	0,840	0,910	0,910	4,2
4,3	0,0220	0,037	0,073	0,110	0,147	0,184	0,220	0,257	0,294	0,330	0,367	0,404	0,440	0,477	0,514	0,551	0,587	0,624	0,660	0,697	0,734	0,771	0,808	0,844	0,881	0,954	0,954	4,3
4,4	0,0231	0,039	0,077	0,115	0,154	0,192	0,231	0,269	0,307	0,346	0,384	0,423	0,461	0,500	0,538	0,576	0,615	0,653	0,692	0,730	0,769	0,807	0,846	0,884	0,922	0,999	0,999	4,4
4,5	0,0241	0,040	0,080	0,121	0,161	0,201	0,241	0,281	0,321	0,362	0,402	0,442	0,482	0,523	0,563	0,603	0,643	0,683	0,724	0,764	0,804	0,844	0,884	0,925	0,965	1,045	1,045	4,5
4,6	0,0252	0,042	0,084	0,126	0,168	0,210	0,252	0,294	0,337	0,379	0,421	0,463	0,504	0,546	0,588	0,630	0,672	0,714	0,756	0,798	0,840	0,882	0,924	0,966	1,006	1,082	1,082	4,6
4,7	0,0263	0,044	0,088	0,132	0,175	0,219	0,263	0,307	0,351	0,395	0,439	0,482	0,526	0,570	0,614	0,658	0,702	0,745	0,789	0,833	0,877	0,921	0,965	1,009	1,052	1,140	1,140	4,7
4,8	0,0274	0,046	0,092	0,137	0,183	0,229	0,274	0,320	0,366	0,412	0,457	0,503	0,549	0,595	0,640	0,686	0,732	0,778	0,823	0,868	0,915	0,960	1,006	1,052	1,098	1,189	1,189	4,8
4,9	0,0286	0,048	0,095	0,143	0,191	0,238	0,286	0,334	0,381	0,429	0,477	0,524	0,572	0,620	0,667	0,715	0,763	0,810	0,858	0,906	0,953	1,001	1,049	1,096	1,144	1,239	1,239	4,9
5,0	0,0298	0,050	0,099	0,149	0,199	0,248	0,298	0,347	0,397	0,447	0,496	0,546	0,596	0,645	0,695	0,744	0,794	0,844	0,893	0,9								

Τυποποιημένο φύλλο 1																	
Προσδιορισμός των διαμέτρων σωλήνων																	
αγωγός τροφοδοσίας:		$\Delta p_{επιτρ} \leq 0,8 \text{ mbar}$										2η οικογένεια		είδος σωλήνων <input type="checkbox"/> ΕΛΟΤ 269 <input type="checkbox"/> ΕΛΟΤ 268 <input type="checkbox"/> ΕΛΟΤ EN 1057			
κλάδοι σύνδεσης συσκευών:		$\Delta p_{επιτρ} \leq 0,5 \text{ mbar}$															
α	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
γ					3x4						7x10						
ω	Τ	είδος ορ.	ΣVΣII	f _{TII}	—	V _A	l	DN	u	R	R·l	Σζ	Δρ _τ	ΔΗ	Δρ _H	Δρ _τ	έλεγχος ΣΔρ _{τΑ}
γ	Α	συσκ												(1)		Α	
ο	—	—	m ³ /h	—	m ³ /h	m ³ /h	m	—	m/s	mbar/m	mbar	—	mbar	m	mbar	mbar	≤ Δρ _{επιτρ}
ι		ME :															
		ΘΡ :															
		ΘΧ :															
		ΘΑ :															
		BX :															
		ME :															
		ΘΡ :															
		ΘΧ :															
		ΘΑ :															
		BX :															
		ME :															
		ΘΡ :															
		ΘΧ :															
		ΘΑ :															
		BX :															
		ME :															
		ΘΡ :															
		ΘΧ :															
		ΘΑ :															
		BX :															

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

ME: μαγειρ. εστία, ΘΡ: θερμαντήρας ροής, ΘΧ: θερμαντ. αποθήκευσης, ΘΑ: θερμ. ανακυκλοφορίας, ΒΧ: βιοτ. χρήση

Κεφάλαιο 4

Εγκαταστάσεις θέρμανσης

4.1 Εισαγωγή :

Με τον όρο θέρμανση ενός χώρου ή ενός κτηρίου ορίζουμε την προσαγωγή θερμότητας σε αυτό με σκοπό την κάλυψη των θερμικών αναγκών του και την δημιουργία των επιθυμητών συνθηκών άνεσης. Εγκατάσταση θέρμανσης είναι το σύνολο των μηχανημάτων και των αυτοματισμών που απαιτούνται με σκοπό την θέρμανση ενός χώρου.

Σχεδιασμός εγκαταστάσεων θέρμανσης :

Το πρόβλημα της θέρμανσης των χώρων των κτιρίων, μπορεί να αντιμετωπισθεί με πολλούς τρόπους από τους μελετητές μηχανικούς, που σχετίζονται με το μέγεθος, το είδος και τη χρήση κάθε κτιρίου αλλά και τεχνοοικονομικούς παράγοντες. Ανεξάρτητα από τον τρόπο θέρμανσης που θα επιλεγεί, η εγκατάσταση θέρμανσης πρέπει να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί (κατασκευαστεί) ώστε να εξασφαλίζει:

- ασφάλεια των ατόμων που την χρησιμοποιούν, ασφάλεια του κτιρίου που είναι εγκατεστημένη και των γειτονικών με αυτό ιδιοκτησιών
- άνεση των ατόμων που την χρησιμοποιούν
- βέλτιστο κόστος λειτουργίας, σε συνδυασμό με την επάρκεια και την ομαλή λειτουργία της
- βέλτιστη εξοικονόμηση ενέργειας

Οι εγκαταστάσεις θέρμανσης βασικό σκοπό έχουν την ρύθμιση της θερμοκρασίας κατά την χειμερινή περίοδο. Σε αντίθεση μία τυπική κλιματιστική εγκατάσταση που έχει τέσσερις παραμέτρους ρύθμισης την θερμοκρασία, την υγρασία, την ταχύτητα και την καθαρότητα του αέρα, η εγκατάσταση θέρμανσης ελέγχει μόνο την παράμετρο της θερμοκρασίας και μάλιστα μόνο την αύξηση της. Η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει άμεσα την σχετική υγρασία του χώρου μειώνοντάς την ανεξέλεγκτα. Θα αναφερθούμε ειδικότερα στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

4.2 Αρχές μετάδοσης θερμότητας :

Θερμότητα ή θερμική ενέργεια είναι η μορφή της ενέργειας που μπορεί να μεταφερθεί κατά την διάρκεια μίας διεργασίας από ένα σύστημα σε ένα άλλο, ως αποτέλεσμα της θερμοκρασιακής του διαφοράς. Το μεταφερόμενο ποσό της θερμότητας συμβολίζεται με Q .

Ως μετάδοση θερμότητας ορίζουμε τον προσδιορισμό του ρυθμού κατά τον οποίο μεταφέρεται θερμότητα και συμβολίζεται με \dot{Q} . Η τελεία επάνω στο Q ορίζει την χρονική παράγωγο της θερμότητας. Η ροή θερμότητας έχει μονάδες *Joule/sec*, *Watt* ή *BTU/sec* και η ολοκλήρωσή της, σε καθορισμένο χρονικό διάστημα Δt προσδιορίζει το ποσό της μεταφερόμενης θερμότητας.

$$Q = \int_0^{\Delta t} \dot{Q} dt \quad (\text{Σχ 4.1})$$

Η ροή θερμότητας πολλές φορές εκφράζεται και αναγομένη στη μονάδα επιφάνειας, η οποία είναι κάθετη στη διεύθυνση της ροής θερμότητας με μονάδες *Watt/m²* ή *BTU/sec ft²* και συμβολίζεται :

$$\dot{Q}'' = \frac{\dot{Q}}{A} \quad (\text{Σχ 4.2})$$

Οι μηχανισμοί μελέτης της μεταφοράς θερμότητας είναι οι εξής :

- Μετάδοση θερμότητας με αγωγή ή θερμική αγωγιμότητα
- Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή ή θερμική συναγωγιμότητα
- Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία

4.2.1 Μετάδοση θερμότητας με αγωγή :

Μετάδοση θερμότητας με αγωγή ή θερμική αγωγιμότητα ορίζεται ο μηχανισμός μετάδοσης θερμότητας από ένα σώμα ή μία περιοχή γενικότερα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο σώμα ή περιοχή χαμηλότερης θερμοκρασίας. Τα μέσα με τα οποία μπορεί να μεταφερθεί θερμότητα με αγωγιμότητα είναι στερεά, υγρά και αέρια σε ηρεμία. Η μαθηματική έκφραση που προσδιορίζει τη ροή θερμότητας \dot{Q}_n δια μέσου ενός στερέου ή ενός ρευστού σε ηρεμία είναι ο νόμος του *Fourier* και δίνεται με παρακάτω διαφορική εξίσωση

$$\dot{Q}_n = -k_n \cdot A_n \cdot \frac{\partial T}{\partial n} \quad (\Sigma\chi 4.3)$$

όπου :

k_n	συντελεστή θερμική αγωγιμότητας του μέσου, αποτελεί χαρακτηριστική φυσική ιδιότητα του υλικού και υποδηλώνει την ικανότητα του υλικού να μεταφέρει θερμότητα	$\left(\frac{W}{m K}\right)$
A_n	η κάθετη επιφάνεια στη ροή θερμότητας	(m^2)
$\frac{\partial T}{\partial n}$	εκφράζει την θερμοκρασιακή εφαπτόμενη κλίση της θερμοκρασίας ως προς n (x, y, z)	$\left(\frac{K}{m}\right)$

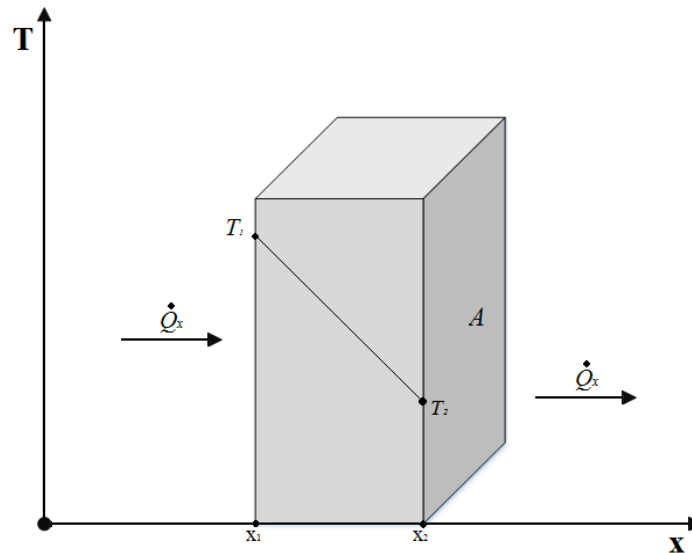
Το αρνητικό πρόσημο της σχέσης 4.3 είναι συνέπεια του δεύτερου θερμοδυναμικού νόμου και εξασφαλίζει ότι η θερμότητα μεταφέρεται σε αντίθετη διεύθυνση από την θερμοκρασιακή κλίση.

Η ροή θερμότητας είναι διανυσματικό μέγεθος, δηλαδή για να περιγραφεί είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί το μέτρο και η κατεύθυνση της.

$$\vec{\dot{Q}}_n = \dot{Q}_x \vec{i} + \dot{Q}_y \vec{j} + \dot{Q}_z \vec{k} \quad (\Sigma\chi 4.4)$$

Σε περιπτώσεις όπου έχουμε μονοδιάστατη ροή θερμότητας, η θερμοκρασία συνάρτηση της απόστασης είναι γραμμική και τα k_n και A_n είναι σταθερά ($k_n, A_n = ct$) τότε η παραπάνω διαφορική εξίσωση (σχέση 4.3) γίνεται :

$$\dot{Q} = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \Leftrightarrow \dot{Q} = -k \cdot A \cdot \frac{T_2 - T_1}{x_2 - x_1} \quad (\Sigma\chi 4.5)$$



Θερμική αντίσταση :

Η θερμική αντίσταση μπορεί να συσχετιστεί με την αντίσταση σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, όπως ως αντίσταση ηλεκτρικού κυκλώματος μπορούμε να ορίσουμε την «δυσκολία» που συναντά το ρεύμα κατά την διέλευση και συναντάμε πτώση τάσης στα άκρα της έτσι και σαν θερμική αντίσταση μπορούμε να ορίσουμε την «δυσκολία» που συναντά η θερμότητα κατά την διέλευση της από ένα τοίχωμα έχοντας θερμοκρασιακή πτώση στα άκρα του. Η θερμική αντίσταση δίνεται :

$$R_c = \frac{L}{k A} \quad \left(\frac{K}{W}\right) \quad (\Sigma\chi 4.6)$$

Όπου L : το μήκος του τοιχώματος

Έτσι από τη σχέση 4.6 η σχέση 4.5 μπορεί να γραφτεί και ως :

$$\dot{Q} = - \frac{T_2 - T_1}{R_c} \quad (\Sigma\chi 4.7)$$

4.2.2 Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή :

Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή ή θερμική συναγωγιμότητα ορίζεται ο μηχανισμό μεταφοράς θερμότητας δια μέσου ρευστών σε ένα στερεό σώμα. Ο μηχανισμός της συναγωγής δεν εξαρτάται κυρίως από την διαφορά θερμοκρασίας, αλλά κυρίως από την κίνηση του ρευστού. Όσο μεγαλύτερη είναι η κίνηση του ρευστού, τόσο αυξάνεται και ροή θερμότητας μέσο συναγωγής. Εάν το ρευστό είναι σε ηρεμία (στάσιμο), τότε έχουμε μεταφορά θερμότητας μέσο θερμικής αγωγιμότητας. Η θερμική συναγωγιμότητα από την σκοπιά κίνησης του ρευστού κατατάσσεται ως :

- Βεβιασμένη ή Εξαναγκασμένη Θερμική Συναγωγιμότητα, όταν η κίνηση του ρευστού οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες (πχ ανεμιστήρας, αντλία ή εξ αιτίας ανέμου) και
- Φυσική ή Ελεύθερη Θερμική Συναγωγιμότητα, όταν η κίνηση του ρευστού οφείλεται σε δυνάμεις άνωσης που προκαλούνται από την μεταβολή της πυκνότητας σε συνάρτηση με την θερμοκρασιακή διανομή του ρευστού.

Η θερμική συναγωγιμότητα αποτελεί πολύπλοκο φαινόμενο μεταφοράς θερμότητας, ωστόσο ο ρυθμός μεταφοράς της εκφράζεται μέσω του νόμου του *Newton* :

$$\dot{Q}_{con} = h \cdot A \cdot (T_w - T_{\infty}) \quad (\text{Σχ 4.8})$$

όπου :

h	ο συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας, ο οποίος εξαρτάται από τις συνθήκες του οριακού στρώματος, από το θερμοδυναμικές ιδιότητες του ρευστού και από το είδος της ροής.	$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$
A	το εμβαδό της επιφάνειας μέσω της οποίας μεταφέρεται η θερμική συναγωγιμότητα.	(m^2)
T_w	η επιφανειακή θερμοκρασία του στερεού τοιχώματος	(K)
T_{∞}	η θερμοκρασία του ρευστού	(K)

4.2.3 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία :

Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία ή θερμική ακτινοβολία ορίζεται το φαινόμενο κατά το οποίο η θερμότητα μεταφέρεται από την ύλη, μέσω του χώρου ή ακόμα και μέσω του κενού, υπό την μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ως αποτέλεσμα μεταβολών ηλεκτρονική διάταξη των ατόμων ή και των μορίων, η οποία οφείλεται, αποκλειστικά, στη θερμοκρασία της ύλης ή του μέσου.

Η θερμική ακτινοβολία διαφέρει από τους μηχανισμούς της αγωγιμότητας, στο γεγονός, ότι δεν απαιτεί την παρουσία μέσου για να λάβει χώρα.

Όλα τα σώματα, με θερμοκρασία μεγαλύτερη του απόλυτου μηδενός ($-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$) εκπέμπουν ακτινοβολία. Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης θερμότητας με ακτινοβολία προσδιορίζεται από τον νόμο των *Stefan – Boltzmann* και έχει την μορφή :

$$\dot{Q}_{rad,max} = \sigma \cdot A \cdot T_w^4 \quad (\text{Σχ 4.9})$$

όπου :

σ	η σταθερά <i>Stefan – Boltzmann</i> ίση με $5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$	$\left(\frac{W}{m^2 K^4} \right)$
A	το εμβαδό της επιφάνειας που εκπέμπει θερμική ακτινοβολία	(m^2)
T_w	η απόλυτη θερμοκρασία του σώματος που εκπέμπει θερμική ακτινοβολία	(K)

Η ιδανική επιφάνεια, η οποία εκπέμπει το μέγιστο ρυθμό μεταφοράς θερμικής ακτινοβολίας, ορίζεται ως *μέλαν σώμα*. Μέλαν σώμα ορίζεται το σώμα το οποίο απορροφά τη μέγιστη δυνατή ακτινοβολία στη συγκεκριμένη θερμοκρασία και συχνότητα. Η πραγματική επιφάνεια ορίζεται ως *φαιό σώμα*, βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία και εκπέμπει μικρότερο ρυθμό θερμική ακτινοβολίας ίσο με :

$$\dot{Q}_{rad} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T_w^4 \quad (\text{Σχ 4.10})$$

όπου ε ο αδιάστατος συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας. Η τιμή του ε είναι ιδιότητα της επιφάνειας του σώματος και λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1.

4.3 Υπολογισμός θερμικών αναγκών κτηρίων:

Θερμικές ανάγκες κτηρίων ορίζουμε το πόσο της θερμότητας που πρέπει να προσδώσει στο κτήριο η εγκατάσταση θέρμανσης με σκοπό την αύξηση της θερμοκρασίας σε μία προκαθορισμένη από εθνικά πρότυπα τιμή. Ανεξάρτητα από τον σύστημα κεντρικής θέρμανσης που θα επιλεγεί από τον μελετητή μηχανικό οι θερμικές ανάγκες ενός κτηρίου αποτελούν την βάση για μία μελέτη θέρμανσης καθώς και το πιο απαιτητικό σημείο, καθώς πρέπει να υπολογιστούν πολλές παράμετροι.

Με βάση τον κανονισμό ΕΛΟΤ EN 12831 / 2003 οι θερμικές απώλειες αποτελούνται από δύο κύρια μέρη και υπολογίζονται ξεχωριστά, το πρώτο είναι οι θερμικές απώλειες που οφείλονται από τα διάφορα δομικά στοιχεία που περιβάλλουν τον χώρο ($\Phi_{T,i}$) και το δεύτερο οι θερμικές απώλειες λόγω αερισμού του χώρου ($\Phi_{V,i}$). Άρα λοιπόν από τα παραπάνω στοιχεία έχουμε ότι το συνολικό πόσο της θερμότητας (Φ_i) που πρέπει να προσδώσουμε σε ένα κτήριο ισούται με :

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad (\Sigma\chi 4.11)$$

4.3.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών από τα δομικά στοιχεία :

Οι θερμικές απώλειες από τα διάφορα δομικά στοιχεία υπολογίζονται από την σχέση :

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (\Sigma\chi 4.12)$$

όπου :

$H_{T,ie}$	συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) στο περιβάλλον (e) διαμέσου του κελύφους του κτηρίου	$\left(\frac{W}{K}\right)$
$H_{T,iue}$	συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) στο περιβάλλον (e) διαμέσου ενός μη θερμαινόμενου χώρου (u)	$\left(\frac{W}{K}\right)$
$H_{T,ig}$	συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) στο έδαφος (g)	$\left(\frac{W}{K}\right)$
$H_{T,ij}$	συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) σε ένα γειτνιάζοντα θερμαινόμενο χώρο (j) θερμαινόμενου με σημαντική θερμοκρασιακή διαφορά	$\left(\frac{W}{K}\right)$
$\theta_{int,i}$	η επιθυμητή θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου (i), η οποία καθορίζεται από εθνικά πρότυπα	($^{\circ}C$)
θ_e	η εξωτερική θερμοκρασία, η οποία ποικίλει ανάλογα με την περιοχή που είναι κατασκευασμένο το κτήριο	($^{\circ}C$)

Από την σχέση 4.11 φαίνεται ότι για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών από τα δομικά υλικά έχουμε να υπολογίσουμε τέσσερις συντελεστές θερμοπερατότητας. Παρακάτω θα αναλύσουμε τον υπολογισμό για κάθε ένα από τους συντελεστές ξεχωριστά.

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο στο περιβάλλον διαμέσου του κελύφους του κτηρίου ($H_{T,ie}$):

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο στο περιβάλλον διαμέσου του κελύφους του κτηρίου εξαρτάται από όλα τα δομικά στοιχεία του κτηρίου και τις θερμικές γέφυρες που διαχωρίζουν τον θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον, όπως είναι οι τοίχοι, τα δάπεδα, οι οροφές, οι πόρτες, τα παράθυρα κ.α. Ο συντελεστής $H_{T,ie}$ υπολογίζεται από την σχέση :

$$H_{T,ie} = \sum_{k=1}^n A_k \cdot U \cdot e_k + \sum_{l=1}^n \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad (\text{Σχ 4.13})$$

όπου :

A_k	εμβαδό του δομικού στοιχείου (k)	(m^2)
U	συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων υπολογιζόμενος σύμφωνα με τη TOTEE 20701-2/2010	$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$
e_k, e_l	συντελεστές διόρθωσης λόγω της έκθεσης στις κλιματικές επιδράσεις. Η προκαθορισμένη είναι το 1 λόγω έλλειψης καθορισμού του συντελεστή διόρθωσης από εθνικά πρότυπα	-
Ψ_l	γραμμική θερμική αγωγιμότητα μίας γραμμικής γέφυρας (l) υπολογιζόμενη σύμφωνα με τη TOTEE 20701-2/2010	$\left(\frac{W}{m K}\right)$
l_l	μήκος της γραμμικής θερμικής γέφυρας (l) μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού	(m)

Από την παραπάνω σχέση προκύπτουν δύο άγνωστα μεγέθη, ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων (U) και ο συντελεστής γραμμικής γέφυρας (Ψ_l). Και οι δύο συντελεστές όπως αναφέραμε υπολογίζονται σύμφωνα με την TOTEE 20701 – 2 / 2010.

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων (U):

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου ορίζεται ως ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας του συγκεκριμένου στοιχείου. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U) υπολογίζεται από την σχέση:

$$U = \frac{1}{R_i + \frac{d}{\lambda} + R_\delta + R_\alpha} \quad (\Sigma\chi 4.14)$$

όπου :

R_i	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στην μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο	$\left(\frac{m^2 K}{W}\right)$
d	το πάχος του δομικού στοιχείου	(m)
λ	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του δομικού υλικού	$\left(\frac{W}{m K}\right)$
R_δ	η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος. Όταν δεν υπάρχει διάκενο τότε $R_\delta = 0$	$\left(\frac{m^2 K}{W}\right)$
R_α	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στην μετάδοση θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον	$\left(\frac{m^2 K}{W}\right)$

Σε περίπτωση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας για οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμαινόμενη στέγη τότε στον παρονομαστή της παραπάνω σχέσης προστίθεται και ο συντελεστής R_u , ο οποίος μας δίνει την αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης.

Όταν σε μια τοιχοποιία παρεμβάλλεται διάφανο δομικό στοιχείο, δηλαδή κούφωμα, καλούμαστε είτε να υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας του διάφανου δομικού στοιχείου είτε να θεωρήσουμε δεδομένη την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας με αποδοχή πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (U_w) ενός μονού κουφώματος:

Σε περίπτωση που ο κατασκευαστής δεν διαθέτει πιστοποιημένη τιμή για τον συντελεστή θερμοπερατότητας τότε ο συντελεστής υπολογίζεται από την σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad (\text{Σχ 4.15})$$

όπου :

A_f	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος	(m^2)
U_f	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος	$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$
A_g	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος	(m^2)
U_g	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος	$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$
l_g	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα και του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου – υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα)	(m)
Ψ_g	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος	$\left(\frac{W}{m K}\right)$

Οι τιμές των U_f, U_g και Ψ_g δίνονται παρακάτω από πίνακες.

Κατά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας σε μια τοιχοποιία στην οποία παρεμβάλετε διαφανές δομικό στοιχείο τότε στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του αδιαφανούς δομικού στοιχείου ως επιφάνεια υπολογισμού λαμβάνουμε την επιφάνεια της τοιχοποιίας αφαιρώντας την επιφάνεια που καταλαμβάνει το διαφανές δομικό στοιχείο.

Υπολογισμός των θερμογεφύρων:

Ως θερμογέφυρες ορίζονται τα σημεία ή οι επιφάνειες του κελύφους ενός κτηρίου όπου έχουμε σημαντική μείωση της θερμικής αντίστασης των δομικών στοιχείων σε σχέση με τις γειτονικές επιφάνειες, που αποτελούν σημαντική πηγή θερμικών απωλειών. Εμφανίζονται κατεξοχήν στην διεπιφάνεια δύο διαφορετικών δομικών στοιχείων ή δύο ίδιων δομικών στοιχείων διαφορετικού πάχους, σε συνδέσεις εξωτερικών δομικών στοιχείων και πλευρικά γύρω από ανοίγματα. Στις θέσεις που εμφανίζονται οι θερμογέφυρες παρατηρείται μεταβολή στην ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα «ασθενή» σημεία του κτηριακού περιβλήματος και λειτουργούν αρνητικά στην θερμική του προστασία. Συχνά καταλήγουν να είναι αιτίες πολλών φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, κατά το πλείστο όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη από την θερμοκρασία δρόσου.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου συγκριτικά με την θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτηρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφύρων.

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται στις εξής:

- στις γραμμικές και
- στις σημειακές

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας δεν ισχύει. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφύρων, στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Οι σημειακές θερμογέφυρες δεν έχουν καμία διάσταση, ενώ η επίδρασή τους στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα, για τον λόγο αυτό δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Αντίθετα, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους.

Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης θερμικού στρώματος αέρα (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)					
α/α	Κατεύθυνση θερμικής ροής	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R _i	1/R _a	R _i	R _a
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
1	Οριζόντια θερμική ροή	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα άνω	10,00	25,00	0,10	0,04
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα κάτω	5,88	25,00	0,17	0,04

Πίνακας 4.1α

Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης θερμικού στρώματος αέρα εξιδεικευμένες ανά δομικό στοιχείο (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)					
α/α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R _i	1/R _a	R _i	R _a
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	-	0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	-	0,17	0,00

Πίνακας 4.1β

Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενο πρακτικά σε κατάσταση ηρεμίας (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)						
Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	Χωρίς ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,80$) σε καμιά πλευρά του διακένου			Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,05$) στη μία πλευρά του διακένου		
	Οριζόντι α ροή	Ροή από τα κάτω προς τα άνω	Ροή από τα άνω προς τα κάτω	Οριζόντι α ροή	Ροή από τα κάτω προς τα άνω	Ροή από τα άνω προς τα κάτω
mm	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
5	0,11	0,11	0,11	0,19	0,19	0,19
7	0,13	0,13	0,13	0,26	0,26	0,26
10	0,15	0,15	0,15	0,36	0,36	0,36
15	0,17	0,16	0,17	0,52	0,45	0,52
25	0,18	0,16	0,19	0,67	0,45	0,80
50	0,18	0,16	0,21	0,67	0,45	0,80
100	0,18	0,16	0,22	0,67	0,45	0,80
300	0,18	0,16	0,23	0,67	0,45	0,80

Πίνακας 4.2α

Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενο πρακτικά σε κατάσταση ηρεμίας (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)						
Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,10$) στη μία πλευρά του διακένου			Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,20$) στη μία πλευρά του διακένου		
	Οριζόντια ροή	Ροή από τα κάτω προς τα άνω	Ροή από τα άνω προς τα κάτω	Οριζόντια ροή	Ροή από τα κάτω προς τα άνω	Ροή από τα άνω προς τα κάτω
mm	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)	(m ² K/W)
5	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
7	0,25	0,25	0,25	0,22	0,22	0,22
10	0,33	0,33	0,33	0,29	0,29	0,29
15	0,46	0,41	0,46	0,38	0,34	0,38
25	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,50
50	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,67
100	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,75
300	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,75

Πίνακας 4.2β

Θερμική αντίσταση του αέρα του διάκενου υαλοπίνακα ($R_{\delta,w}$) (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)			
Πάχος διάκενου mm	Χωρίς επίστρωση	Με επίστρωση χαμηλή εκπομπής ίση με	
		0,20	0,10
6	0,127	0,191	0,211
9	0,154	0,259	0,299
12	0,173	0,316	0,377
15	0,186	0,364	0,447
50	0,179	0,336	0,406

Πίνακας 4.3

Θερμική αντίσταση που προβάλλει στρώμα αέρα μεταξύ οριζόντιας θερμομονωμένης οροφής και κεκλιμένης στέγης (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)		
α/α	Περιγραφή της οροφής	R_u (m^2K/W)
1	Κεραμοσκεπή επί τειγίδων και χωρίς ενδιάμεσο σανίδωμα ή στεγανοποιητική υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη	0,06
2	Φυλλοειδής στέγη ή κεραμοσκεπή με σανίδωμα ή μεμβράνη κάτω από τα κεραμίδια	0,20
3	Φυλλοειδής στέγη ή κεραμοσκεπή με σανίδωμα ή μεμβράνη κάτω από τα κεραμίδια και με επικάλυψη φύλλου αλουμινίου ή άλλη χαμηλής εκπομπής επιφάνεια κάτω από τα κεραμίδια	0,30
4	Στέγη αποτελούμενη από σανίδωμα και μεμβράνη	0,30

Πίνακας 4.4

Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας πλαισίου (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)		
Υλικό πλαισίου	Χαρακτηριστικό πλαισίου	Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου U_f [W/(m ² K)]
Μεταλλικό πλαίσιο	Χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
	Με θερμοδιακοπή	1,0 – 4,0
Συνθετικό πλαίσιο	Πολυουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με τρεις θαλάμους	2,0
	PVC πολυθαλαμικό	1,0 – 2,0
Ξύλινο πλαίσιο	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου – κάσας 5cm	2,4
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου – κάσας 5cm	2,0
	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου – κάσας 10cm	1,7
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου – κάσας 10cm	1,5

Πίνακας 4.5

Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στην συναρμογή πλαισίου υαλοπίνακα (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)		
Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/(m K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Πίνακας 4.6

Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)						
Υάλωση			U_g [W/(m ² K)] για διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο των υαλοπινάκων			
Τύπος υάλωσης	Υαλοπίνακας	Συντελεστής εκπομπής	Διαστάσεις	Αέρας	Αργό	Κρύπτο
Διπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	0,89	4 – 6 – 4	3,3	3,0	2,8
			4 – 8 – 4	3,1	2,9	2,7
			4 – 12 – 4	2,8	2,7	2,6
			4 – 16 – 4	2,7	2,6	2,6
			4 – 20 – 4	2,7	2,6	2,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,1	4 – 6 – 4	2,6	2,2	1,7
			4 – 8 – 4	2,2	1,9	1,4
			4 – 12 – 4	1,8	1,5	1,3
			4 – 16 – 4	1,6	1,4	1,3
			4 – 20 – 4	1,6	1,4	1,4
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,05	4 – 6 – 4	2,5	2,1	1,5
			4 – 8 – 4	2,1	1,7	1,3
			4 – 12 – 4	1,7	1,3	1,1
			4 – 16 – 4	1,4	1,2	1,2
			4 – 20 – 4	1,5	1,2	1,2
Τριπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	0,89	4 – 6 – 4 – 6 – 4	2,3	2,1	1,8
			4 – 8 – 4 – 8 – 4	2,1	1,9	1,7
			4 – 12 – 4 – 12 – 4	1,9	1,8	1,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤0,1	4 – 6 – 4 – 6 – 4	1,7	1,3	1,0
			4 – 8 – 4 – 8 – 4	1,4	1,1	0,8
			4 – 12 – 4 – 12 – 4	1,1	0,9	0,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤0,05	4 – 6 – 4 – 6 – 4	1,6	1,2	0,9
			4 – 8 – 4 – 8 – 4	1,3	1,0	0,7
			4 – 12 – 4 – 12 – 4	1,0	0,8	0,5

Πίνακας 4.7

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο στο περιβάλλον διαμέσου ενός μη θερμαινόμενου χώρου ($H_{T,iue}$):

Ο Δεύτερος όρος της σχέσης 4.12 ($H_{T,iue}$) υπολογίζεται όταν υπάρχει ένας μη θερμαινόμενος χώρος μεταξύ ενός θερμαινόμενου και του περιβάλλοντος. Ως μη θερμαινόμενο χώρο ορίζεται κάθε κλειστός χώρος που δεν θερμαίνεται και περιλαμβάνεται στον όγκο του κτηρίου ή βρίσκεται στην περίμετρό του. Ο μη θερμαινόμενος χώρος δεν συμπεριλαμβάνεται στο θερμομονωτικά προστατευόμενο όγκο του κτηρίου και εφόσον διαχωρίζεται από τους λοιπούς θερμαινόμενους χώρους με κοινά προς αυτούς δομικά στοιχεία, αυτά οφείλουν να θερμομονώνονται πλήρως και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια. Σε κτήρια κατοικιών τέτοιοι χώροι αποτελούν οι κοινόχρηστοι διάδρομοι, οι χώροι υπογείων όταν δεν θερμαίνονται, οι κλειστοί χώροι στάθμευσης οχημάτων κα. Ο συντελεστή θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών ($H_{T,iue}$) δίνεται από την σχέση:

$$H_{T,iue} = \sum_{k=1}^n A_k \cdot U \cdot b_u + \sum_{l=1}^n \Psi_l \cdot l_l \cdot b_u \quad (\Sigma\chi 4.16)$$

Παρατηρούμε ότι η σχέση 4.16 είναι όμοια με την σχέση 4.13, το μόνο διαφορετικό είναι ο συντελεστής b_u ο οποίος καλείται συντελεστής μείωσης θερμοκρασίας και υπολογίζεται από την σχέση:

$$b_u = \frac{\sum(U_a \cdot A_a) + (n \cdot V \cdot c_{air})}{\sum(U_a \cdot A_a) + \sum(U_u \cdot A_u)} \quad (\Sigma\chi 4.17)$$

όπου :

U_a	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον	$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$
A_a	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον	(m^2)
U_u	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο	$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$
A_u	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο	(m^2)
n	το πλήθος των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα	(h^{-1})

V	ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου	(m^3)
c_{air}	η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου $c_{air} = 0.33 \text{ W}/(m^3K)$	$\left(\frac{W}{m^3 K}\right)$

Το πλήθος των εναλλαγών αέρα (n) ορίζεται ανάλογα με το βαθμό αεροστεγανότητας του χώρου και προσεγγίζεται με χρήση του πίνακα 4.8

Τιμές εναλλαγή αέρα ανά ώρα μη αεριζόμενου χώρου με το εξωτερικό περιβάλλον βάσει του βαθμού αεροστεγανότητάς του (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)		
α/α	Βαθμός αεροστεγανότητας	Εναλλαγές αέρα ανά ώρα (n) [h ⁻¹]
1	Χωρίς ανοίγματα, υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς αερισμό	0,1
2	Υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς χρήση ανοιγμάτων για αερισμό	0,5
3	Υψηλή αεροστεγανότητα, μικρά ανοίγματα για αερισμό	1,0
4	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω τοπικών διαμπερών αρμών ή λόγω μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	3,0
5	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω μεγάλου πλήθους διαμπερών αρμών ή μεγάλων ή πολλών μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	10,0

Πίνακας 4.8

Στη περίπτωση που γνωρίζουμε την θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου τότε ο συντελεστής μείωσης μπορεί να υπολογιστεί και από την σχέση:

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (\Sigma\chi 4.18)$$

Όπου θ_u η θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου

Εναλλακτικά παρέχει την δυνατότητα προσέγγισης της τιμής του b_u με χρήση του πίνακα 4.9 για διάφορους χώρους.

Ενδεικτικές τιμές συντελεστή μείωσης θερμοκρασίας για διάφορους χώρους		
Είδος χώρου		b_u
Δωμάτιο	Με ένα μόνο εξωτερικό τοίχο	0,4
	Με δύο τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους χωρίς εξωτερικές πόρτες	0,5
	Με δύο τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους με εξωτερικές πόρτες	0,6
	Με τρεις τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους (π.χ. εξωτερική σκάλα)	0,8
Χώρος υπογείου	Χωρίς παράθυρα – εξωτερικές πόρτες	0,5
	Με παράθυρα – εξωτερικές πόρτες	0,8
Χώρος στέγης	Χωρίς θερμική μόνωση	0,9
	Με θερμική μόνωση	0,7
Περιοχές εσωτερικής κυκλοφορίας	Χωρίς εξωτερικούς τοίχους, ανανέωση αέρα μικρότερη από $0,5 \text{ h}^{-1}$	0

Πίνακας 4.9

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) ενός δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο χώρο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία για τον υπολογισμό ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό περιβάλλον και χρησιμοποιείται η σχέση 4.14 λαμβάνοντας όμως τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενου χώρου ίση με αυτή του εσωτερικού, δηλαδή ισχύει ότι:

$$R_a = R_i$$

Υπολογισμός θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο στο έδαφος ($H_{T,ig}$):

Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι σύνθετο φαινόμενο και εξαρτάται κυρίως από τη θερμική αγωγιμότητα του εδάφους, το πάχος του στρώματος εδάφους που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα, την γεωμετρία του κτηρίου καθώς και από την θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Ο υπολογισμός του συντελεστή $H_{T,ig}$ γίνεται με μία απλοποιητική παραδοχή μονοδιάστατης ροής θερμότητας και με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή $U_{equiv,g}$ ο οποίος όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται εν συναρτήσεως του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του δομικού στοιχείου, του βάθους έδρασης (z) και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B'). Η σχέση υπολογισμού του συντελεστή $H_{T,ig}$ είναι:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum A_g \cdot U_{equiv,g} \right) \cdot G_w \quad (\text{Σχ 4.19})$$

όπου:

f_{g1}	συντελεστής διόρθωσης που λαμβάνει υπόψη την επίδραση από την ετήσια διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο συντελεστής έχει προκαθορισμένη τιμή 1,45	(-)
f_{g2}	συντελεστής ελάττωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την διαφορά της μέσης ετήσιας εξωτερικής θερμοκρασίας και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού. Υπολογίζεται από την σχέση 4.20	(-)
$U_{equiv,g}$	ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που καθορίζεται από τον τύπο του δαπέδου και την χαρακτηριστική περίμετρο B'	$\left(\frac{W}{m^2 K} \right)$
A_g	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος	(m^2)

G_w συντελεστής διόρθωσης που λαμβάνει υπόψη την επίδραση από τυχόν νερά του εδάφους. Αν η απόσταση μεταξύ της υποτιθέμενης στάθμης νερού και της πλάκας δαπέδου είναι μεγαλύτερη από 1m τότε $G_w = 1$, εάν είναι μικρότερη από 1m τότε $G_w = 1.15$ (—)

Ο συντελεστής ελάττωσης θερμοκρασίας f_{g2} υπολογίζεται από την σχέση:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (\Sigma\chi 4.20)$$

όπου:

$\theta_{int,i}$ η επιθυμητή θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου (i), η οποία καθορίζεται από εθνικά πρότυπα ($^{\circ} C$)

$\theta_{m,e}$ η μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία, η οποία ποικίλει ανάλογα με την περιοχή που είναι κατασκευασμένο το κτήριο ($^{\circ} C$)

θ_e η εξωτερική θερμοκρασία, η οποία ποικίλει ανάλογα με την περιοχή που είναι κατασκευασμένο το κτήριο ($^{\circ} C$)

Υπολογισμός χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B'):

$$B' = \frac{2A_g}{\Pi} \quad (\Sigma\chi 4.21)$$

όπου Π η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας.

Υπολογισμός ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου ($U_{equiv,g}$):

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας ($U_{equiv,g}$) μιας πλάκας που εδράζεται σε βάθος (z) προσδιορίζεται με χρήση του πίνακα 4.10α εν συναρτήσει του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g), του βάθους (z) και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B').

Σε περίπτωση ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος τότε ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας ($U_{equiv,g}$) προσδιορίζεται με χρήση του πίνακα 4.10β εν συναρτήσει του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g), του βάθους (z) και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B').

Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος $U_{equiv,g}$ [$W/(m^2K)$] πλάκας (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)											
Όνομαστικός συντελεστής U_g [$W/(m^2K)$]	z (m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' (m)									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
4,50	0,00	1,21	0,83	0,64	0,53	0,45	0,36	0,30	0,25	0,22	0,20
	0,50	1,05	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	1,00	0,92	0,68	0,54	0,45	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,50	0,82	0,62	0,50	0,42	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	2,00	0,74	0,57	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,50	0,67	0,53	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	3,00	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	6,00	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	9,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
3,00	0,00	1,06	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	0,50	0,93	0,68	0,54	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,00	0,83	0,63	0,51	0,43	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	1,50	0,74	0,58	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,00	0,68	0,54	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,50	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	3,00	0,58	0,47	0,40	0,34	0,31	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,47	0,40	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14
	6,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	9,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
2,00	0,00	0,89	0,66	0,53	0,45	0,39	0,31	0,26	0,22	0,20	0,18
	0,50	0,80	0,61	0,49	0,42	0,36	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17
	1,00	0,72	0,56	0,46	0,39	0,35	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16
	1,50	0,66	0,53	0,44	0,37	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	3,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	4,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	6,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	9,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
1,50	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
	0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	1,00	0,64	0,51	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16
	1,50	0,59	0,48	0,40	0,35	0,31	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,00	0,55	0,45	0,38	0,33	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	2,50	0,52	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	3,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	4,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	6,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	9,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11

Πίνακας 4.10α

Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος $U_{equiv,g}$ [W/(m ² K)] πλάκας (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)											
Όνομαστικός συντελεστής U_g [W/(m ² K)]	z (m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' (m)									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
1,00	0,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	0,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	1,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	2,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	3,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	6,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
0,90	0,00	0,57	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,17	0,15
	0,50	0,53	0,44	0,37	0,33	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,50	0,41	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,50	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,00	0,44	0,37	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13
	2,50	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	6,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
0,80	0,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	0,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	2,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	4,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
0,70	0,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	0,50	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	1,50	0,41	0,34	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	3,00	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	4,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
9,00	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	

Πίνακας 4.10α (συνέχεια)

Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος $U_{equiv,g}$ [W/(m ² K)] πλάκας (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)											
Όνομαστικός συντελεστής U_g [W/(m ² K)]	z (m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' (m)									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
0,60	0,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	0,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,50	0,37	0,32	0,28	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	2,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	2,50	0,34	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	3,00	0,33	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	4,50	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
0,50	0,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	0,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	1,00	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	1,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	3,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	4,50	0,27	0,24	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
9,00	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	

Πίνακας 4.10α (συνέχεια)

Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{equiv,g}$ [W/(m ² K)] ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου που εκτείνεται σε βάθος (z) πλάκας (Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010)												
z (m)	Όνομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας U_g [W/(m ² K)]											
	4,50	3,00	2,00	1,50	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30
0,50	2,14	1,70	1,30	1,06	0,77	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43	0,35	0,27
1,00	1,59	1,31	1,05	0,88	0,67	0,62	0,57	0,51	0,45	0,39	0,32	0,25
1,50	1,30	1,09	0,89	0,76	0,59	0,55	0,51	0,47	0,42	0,36	0,30	0,24
2,00	1,10	0,94	0,78	0,68	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,34	0,29	0,23
2,50	0,97	0,83	0,70	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32	0,27	0,22
3,00	0,87	0,75	0,64	0,56	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30	0,26	0,21
4,50	0,67	0,59	0,51	0,45	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,26	0,23	0,19
6,00	0,56	0,49	0,43	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,20	0,17
9,00	0,42	0,38	0,33	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15

Πίνακας 4.10β

Σε περίπτωση κτηρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας θα λαμβάνετε ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη του εδάφους σε επαφή με το κτήριο. Το βάθος έκτασης κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου θα λαμβάνετε ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου.



Εικόνα 4.1

$$U_{equiv,g} = \frac{z_2 \cdot U_{equiv,g2} - z_1 \cdot U_{equiv,g1}}{z_2 - z_1} \quad (\Sigma\chi 4.22)$$

όπου:

$U_{equiv,g1}$ ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης z_1 $\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$

$U_{equiv,g2}$ ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης z_2 $\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$

z_1 το βάθος, από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο (m)

z_2 το βάθος, μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο (m)

Υπολογισμός θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο σε ένα γειτνιάζοντα θερμαινόμενο χώρο με σημαντική διαφορά θερμοκρασίας ($H_{T,ij}$):

Σε περίπτωση που υπάρχει σε ένα κτήριο ένας χώρος με σημαντικά διαφορετική θερμοκρασιακή τιμή από έναν άλλο τότε καλούμαστε να υπολογίσουμε τον συντελεστή $H_{T,ij}$ ο οποίος δίνεται από την σχέση;

$$H_{T,ij} = \sum f_{ij} \cdot A_j \cdot U_j \quad (\Sigma\chi 4.23)$$

όπου:

U_j	ο συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου	$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$
A_j	το εμβαδό του δομικού στοιχείου	(m^2)
f_{ij}	συντελεστής ελάττωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την διαφορά θερμοκρασίας του γειτονικού χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας, δίνεται από την σχέση 4.24	$(-)$

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{adj,space}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (\Sigma\chi 4.24)$$

όπου:

$\theta_{adj,space}$	η θερμοκρασία του γειτνιάζοντα χώρου	$(^\circ C)$
----------------------	--------------------------------------	--------------

4.3.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών λόγω αερισμού του χώρου:

Οι θερμικές απώλειες λόγω αερισμού του χώρου προέρχονται από την εναλλαγή αέρα του θερμαινόμενου χώρου με το εξωτερικό περιβάλλον. Οι θερμικές απώλειες λόγω αερισμού υπολογίζονται από την εξής σχέση:

$$\Phi_V = H_V \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (\Sigma\chi 4.25)$$

όπου:

$$H_V \quad \text{συντελεστής θερμικών απωλειών λόγω αερισμού} \quad \left(\frac{W}{K}\right)$$

Ο συντελεστής θερμικών απωλειών εξαρτάται από το σύστημα αερισμού, δηλαδή εάν είναι φυσικής ή βεβιασμένης κυκλοφορίας. Γενικά όμως υπολογίζεται από την σχέση:

$$H_V = 0.34 \dot{V}_i \quad (\Sigma\chi 4.26)$$

όπου:

$$\dot{V}_i \quad \text{παροχή αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i)} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

Υπολογισμός της παροχής αέρα του θερμαινόμενου χώρου με φυσική κυκλοφορία:

Σε περίπτωση αερισμού φυσικής κυκλοφορίας η παροχή αέρα υπολογίζεται ως εξής:

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}) \quad (\Sigma\chi 4.27)$$

όπου:

$$\dot{V}_{inf,i} \quad \text{Η παροχή αέρα μέσω των χαραμάδων και του} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

κελύφους του κτηρίου

$$\dot{V}_{min,i} \quad \text{Η ελάχιστη παροχή αέρα που απαιτείτε για λόγους} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

υγιεινής

Η παροχή αέρα λόγω διείσδυσης από το κέλυφος του κτηρίου υπολογίζεται ως εξής:

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad (\text{Σχ 4.28})$$

όπου:

n_{50}	Ρυθμός εναλλαγών αέρα που προκύπτει από την διαφορά πίεσης 50 Pa μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του κτηρίου που περιλαμβάνει τις επιδράσεις των στομίων προσαγωγής αέρα	(h^{-1})
e_i	συντελεστής θωράκισης	(—)
ε_i	συντελεστής διόρθωσης ύψους που λαμβάνει υπόψη την προσαύξηση λόγω ανεμόπτωσης και το ύψος του θερμαινόμενου χώρου από το έδαφος	(—)
V_i	ο όγκος του θερμαινόμενου χώρου	(m^3)

Η ελάχιστη παροχή αέρα που απαιτείτε για λόγους υγιεινής υπολογίζεται ως εξής:

$$\dot{V}_{min,i} = V_i \cdot n_{min} \quad (\text{Σχ 4.29})$$

όπου:

n_{min}	η ελάχιστη εναλλαγή αέρα ανά ώρα που απαιτείται για λόγους υγιεινής	(h^{-1})
V_i	ο όγκος του θερμαινόμενου χώρου	(m^3)

Τιμές ελάχιστης ανανέωσης αέρα (n_{min}) για διάφορους χώρους	
Τύπος χώρου	n_{min} (h^{-1})
Κατοικήσιμο δωμάτιο	0,5
Κουζίνα < 20 m ³	1,0
Κουζίνα > 20 m ³	0,5
Λουτρό ή WC	1,5
Γραφείο	1,0
Αίθουσα συνεδριάσεων, αίθουσα διδασκαλίας	2,0

Πίνακας 4.11

Ρυθμός εναλλαγής αέρα ως αποτέλεσμα μιας διαφοράς πίεσης 50 Pa μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού κτηρίου			
Κατασκευή	n_{50} (h^{-1})		
	Βαθμός στεγανότητας του περιβλήματος του κτηρίου (ποιότητα στεγανοποίησης παραθύρου)		
	Υψηλός (υψηλή ποιότητα στεγανότητας παραθύρων και θυρών)	Μέσος (διπλοί υαλοπίνακες κανονική στεγανότητα)	Χαμηλός (μονοί υαλοπίνακες καμία στεγανότητα)
Μονοκατοικία	<4 (συν. 3)	4 – 10 (συν. 6)	>10 (συν.10)
Άλλες κατοικίες ή κτήρια	<2 (συν. 2)	2 – 5 (συν. 4)	>5 (συν. 6)

Πίνακας 4.12

Τιμές συντελεστή διόρθωσης ύψους	
Ύψος θερμαινόμενου χώρου επάνω από το επίπεδο του εδάφους	ϵ_i
0 – 10 m	1,0
>10 – 20 m	1,2
>20 – 30 m	1,5
>30m	1,7

Πίνακας 4.13

Τιμές συντελεστή θωράκισης			
Κατηγορία προστασίας	e_i		
	Θερμαινόμενος χώρος χωρίς εκτεθειμένα ανοίγματα	Θερμαινόμενος χώρος με ένα εκτεθειμένο άνοιγμα	Θερμαινόμενος χώρος με περισσότερα εκτεθειμένα ανοίγματα
Καμία προστασία (κτήρια σε περιοχές με ανέμους, ψηλά κτήρια στα κέντρα πόλεων)	0	0,03	0,05
Μέτρια προστασία (κτήρια στην ύπαιθρο ή άλλα κτήρια γύρω τους, προάστια)	0	0,02	0,03
Μεγάλη προστασία (κτήρια μέσου ύψους στα κέντρα πόλεων, κτήρια σε δάση)	0	0,01	0,02

Πίνακας 4.14

Υπολογισμός της παροχής αέρα του θερμαινόμενου χώρου με βεβιασμένη κυκλοφορία:

Σε περίπτωση που υπάρχει σύστημα αερισμού τότε ο υπολογισμός της παροχής αέρα του θερμαινόμενου χώρου γίνεται ως εξής:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{su,i} f_{V,i} + \dot{V}_{mech,inf,i} \quad (\Sigma\chi 4.30)$$

όπου:

$$\dot{V}_{inf,i} \quad \text{Η παροχή αέρα μέσω των χαραμάδων και του κελύφους του κτηρίου} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$f_{V,i} \quad \text{συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας} \quad (-)$$

$$\dot{V}_{su,i} \quad \text{αέρας προσαγωγής} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$\dot{V}_{mech,inf,i} \quad \text{πλεόνασμα εξερχόμενου αέρα} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$f_{V,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (\Sigma\chi 4.31)$$

όπου:

$$\theta_{su,i} \quad \text{η θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα} \quad (^\circ C)$$

Για τον υπολογισμό της παροχής του πλεονάσματος εξερχόμενου αέρα έχουμε την σχέση:

$$\dot{V}_{mech,inf,i} = \max(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad (\Sigma\chi 4.32)$$

όπου:

$$\dot{V}_{ex} \quad \text{Παροχή εξερχόμενου αέρα για ολόκληρο το κτήριο} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$\dot{V}_{su} \quad \text{Παροχή εισερχόμενου αέρα για ολόκληρο το κτήριο} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

Προσδιορισμός θερμοκρασίας λειτουργίας (θ_{int}), εξωτερικής θερμοκρασίας (θ_e) για διάφορες πόλεις και μέσης ετήσιας εξωτερικής θερμοκρασίας ($\theta_{m,e}$):

Ο προσδιορισμός της θερμοκρασίας λειτουργίας γίνεται με χρήση του TOTEE 20701-1/2010. Η εσωτερική θερμοκρασία είναι μια από τις βασικότερες παραμέτρους διαμόρφωσης θερμικής άνεσης ενός χώρου. Λόγω της υποκειμενικότητας του επιπέδου της θερμικής άνεσης η θερμοκρασία λειτουργίας ποικίλλει ανάλογα με τον χρήστη. Ωστόσο, για τις ανάγκες εκτίμησης ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου πρέπει να καθοριστούν σε εθνικό επίπεδο τα επιθυμητά όρια θερμοκρασίας κτηρίου ανάλογα με την χρήση του. Αυτό πρέπει να γίνει με βάση την επίτευξη της θερμικής άνεσης συναρτήσει της ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου.

Ο προσδιορισμός της εξωτερικής θερμοκρασίας καθώς και της μέσης ετήσιας εξωτερικής θερμοκρασίας γίνεται με χρήση του TOTEE 20701-3/2010. Οι συνθήκες σχεδιασμού που δίνονται από τον πίνακα 4.16, αφορούν συγκεκριμένες πόλεις. Για περιοχές για τις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την πλησιέστερη πόλη με την οποία η περιοχή ενδιαφέροντος δεν παρουσιάζει μεγάλη υψομετρική διαφορά, δηλαδή μέχρι 200m.

Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων (Πηγή: TOTEE 20701-1/2010)					
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]		
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45	
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	Θερινή λειτουργία	20	26	35	45
	Χειμερινή λειτουργία	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	Θερινή λειτουργία	20	26	35	45
	Χειμερινή λειτουργία	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45	
Υποδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κα	20	26	40	45	
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κα	20	26	35	50	
Εστιατόριο	20	26	35	50	
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	26	35	50	
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50	
Θέατρο, κινηματογράφος	20	26	35	50	
Χώρος συναυλιών	20	26	35	50	
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	20	23	35	50	
Χώρος συνεδριάσεων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	20	26	35	45	
Τράπεζα	20	26	35	45	
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	20	26	35	50	
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	18	25	35	45	
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι χώροι	18	26	35	50	
Λουτρό (κοινόχρηστο)	22	26	40	50	
Νηπιαγωγείο	20	26	35	45	
Πρωτοβάθμια & Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	20	26	35	45	
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45	
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45	
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50	
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50	
Χειρουργείο (τακτικό)	18	26	35	55	
Εξωτερικά ιατρεία	20	26	35	50	
Αίθουσες αναμονής	20	26	35	50	
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50	
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	22	26	40	45	
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45	
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45	
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45	
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45	
Καταστήματα, φαρμακεία	20	26	35	45	
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	26	35	45	
Κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45	
Γραφείο	20	26	35	45	
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50	

Πίνακας 4.15

Εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού και μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία για 30 ελληνικές πόλεις				
a/a	Πόλη	Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (θ_e) [°C]	Μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία ($\theta_{m,e}$) [°C]	Ημερήσια διακύμανση [K]
1	Αθήνα (Ελληνικό)	3,0	18,6	6,6
2	Αθήνα (Ν. Φιλαδέλφεια)	2,5	18,6	7,3
3	Αγρίνιο	-0,5	17,3	10,3
4	Αγχίαλος	-1,0	16,3	8,3
5	Αλεξανδρούπολη	-4,0	15,0	7,3
6	Ανδραβίδα	0,5	17,3	8,9
7	Άργος	0,0	16,9	11,6
8	Αργοστόλι	6,0	18,1	5,9
9	Άρτα	0,0	16,6	10,5
10	Ηράκλειο	7,0	18,8	6,1
11	Θεσσαλονίκη	-2,0	15,8	7,9
12	Ιωάννινα	-4,5	14,3	9,8
13	Καλαμάτα	2,0	17,8	9,6
14	Καστοριά	-7,5	12,6	8,7
15	Κέρκυρα	1,5	17,5	8,7
16	Κόρινθος	2,5	17,8	8,2
17	Λαμία	-1,0	17,8	8,2
18	Λάρισα	-4,5	15,8	9,1
19	Νάξος	7,5	18,2	4,9
20	Πύργος	1,5	17,5	9,8
21	Ρόδος	7,5	19,1	6,1
22	Σάμος	3,5	18,6	6,8
23	Σέρρες	-4,0	15,2	8,2
24	Σητεία	8,0	18,8	5,7
25	Σκύρος	3,5	17,2	4,9
26	Σούδα	6,0	18,2	6,5
27	Τανάγρα	-0,5	16,8	8,4
28	Τρίκαλα Ημαθ	-3,0	15,2	8,4
29	Τυμπάκι	5,5	19,0	8,4
30	Χρυσούπολη	-2,5	15,1	8,0

Πίνακας 4.16

4.3.3 Περιοδικά θερμαινόμενοι χώροι:

Στους περιοδικά θερμαινόμενους χώρους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η επιπλέον θερμική ισχύς. Η επιπλέον θερμική ισχύς (Φ_{RH}) εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Τη θερμοχωρητικότητα των στοιχείων οικοδόμησης
- Το χρόνο αναθέρμανσης
- Την πτώση θερμοκρασίας κατά τη ρύθμιση σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού
- Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ελέγχου. Μια επιπλέον θερμική ισχύς μπορεί να είναι απαραίτητη, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που το σύστημα ελέγχου είναι σε θέση να ακυρώσει τη ρύθμιση σε χαμηλότερες θερμοκρασίες σχεδιασμού κατά τη διάρκεια των πιο κρύων ημερών και οι απώλειες θερμότητας αερισμού μπορούν να μειωθούν κατά τη διάρκεια της περιόδου ρύθμισης σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού

Η επιπλέον θερμική ισχύς που απαιτείται για να αντισταθμίσει τα αποτελέσματα της διακοπτόμενης θέρμανσης, σε ένα θερμαινόμενο χώρο (i) υπολογίζεται ως εξής :

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad (\Sigma\chi\ 4.33)$$

όπου:

A_i	το εμβαδό πατωμάτων του θερμαινόμενου χώρου (i)	(m^2)
f_{RH}	ο παράγοντας διόρθωσης ανάλογα με το χρόνο αναθέρμανση και την υποτιθέμενη πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ρύθμισης σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού (<i>setback</i>). Ο υπολογισμός του f_{RH} γίνεται με χρήση των πινάκων	$\left(\frac{Watt}{m^2}\right)$

Οπότε για του περιοδικά θερμαινόμενους χώρους οι συνολικές θερμικές ανάγκες υπολογίζονται από την σχέση ($\Sigma\chi\ 4.11 + \Sigma\chi\ 4.33$):

$$Q_{ολ} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad (\Sigma\chi\ 4.34)$$

Διορθωτικός παράγοντας f_{RH} για 12 ώρες νυχτερινή ρύθμιση σε χαμηλότερη θερμοκρασία (<i>night setback</i>)									
Ωρες αναθέρμανσης	Παράγοντας f_{RH} [W/m^2]								
	Υποτιθέμενη πτώση θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια <i>setback</i>								
	2 K			3 K			4 K		
	Μάζα κτηρίου			Μάζα κτηρίου			Μάζα κτηρίου		
	Μικρή	Μεσαία	Μεγάλη	Μικρή	Μεσαία	Μεγάλη	Μικρή	Μεσαία	Μεγάλη
1	18	23	25	27	30	27	36	27	31
2	9	16	25	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16

Πίνακας 4.17

Διορθωτικός παράγοντας f_{RH} για 8 ώρες νυχτερινή ρύθμιση σε χαμηλότερη θερμοκρασία (<i>night setback</i>)			
Ωρες αναθέρμανσης	Παράγοντας f_{RH} [W/m^2]		
	Υποτιθέμενη πτώση θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια <i>setback</i>		
	1 K	2 K	3 K
	Μεγάλη μάζα κτηρίου	Μεγάλη μάζα κτηρίου	Μεγάλη μάζα κτηρίου
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

Πίνακας 4.18

Στα καλά μονωμένα κτήρια μία πτώση εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του *setback* δεν είναι πιθανή να είναι μεγαλύτερη από 2 με 3 K. Εξαρτάται κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και τη θερμική μάζα του κτηρίου.

4.4 Συστήματα θέρμανσης:

Με τον όρο σύστημα ή εγκατάσταση θέρμανσης εννοούμε το σύνολο των μηχανημάτων και αυτοματισμών που χρειάζονται για την θέρμανση ενός χώρου, όπως ήδη έχουμε αναφέρει. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού η εγκατάσταση θέρμανσης προσθέτει θερμότητα σε ένα χώρο. Η θερμότητα αυτή παράγεται είτε τοπικά μέσα στο χώρο είτε κεντρικά κάπου μακριά από τον χώρο και μεταφέρεται στο χώρο με το δίκτυο μεταφοράς, είτε ακόμα και εκτός του κτηρίου. Οπότε από τα παραπάνω θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα συστήματα θέρμανσης με κριτήριο την θέση της πηγής παραγωγής θερμικής ενέργειας κατατάσσονται ως εξής:

- τοπικά συστήματα θέρμανσης
- κεντρικά συστήματα θέρμανσης
- περιφερειακές θερμάνσεις πόλης (τηλεθερμάνσεις)

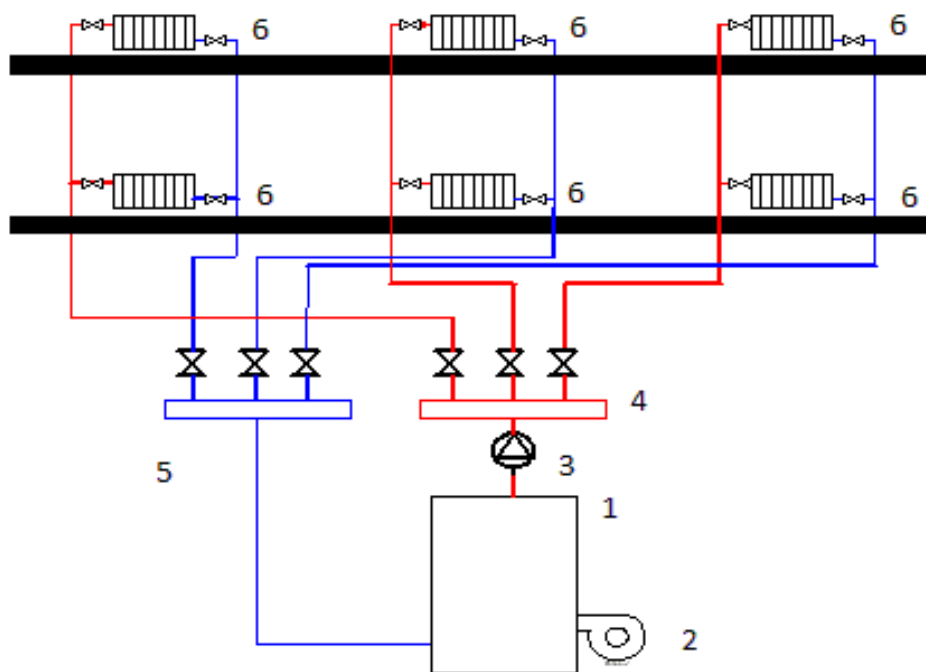
Όταν ο φορέας της θερμότητας είναι το νερό τότε για την διανομή του από το σημείο παραγωγής θερμότητας μέχρι τις συσκευές εκπομπής θερμότητας στο χώρο, γίνονται μέσω σωληνώσεων διανομής. Η κυκλοφορία – διανομή του νερού μπορεί να είναι είτε με φυσική κυκλοφορία, με εκμετάλλευση της μείωσης της πυκνότητας του νερού όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του, είτε με βεβιασμένη κυκλοφορία με χρήση κυκλοφορητή.

Όταν φορέας θερμότητας είναι ο αέρας, χρησιμοποιούνται ειδικοί αεραγωγοί προσαγωγής οι οποίοι οδηγούν και διανέμουν τον ζεστό αέρα στους χώρους. Δεύτερο δίκτυο παραλαμβάνει αέρα από τους χώρους ή το περιβάλλον, ή κατάλληλης αναλογίας μείγμα (αέρα χώρου και νωπού αέρα από το περιβάλλον) και το οδηγεί στο σύστημα θερμάνσεως. Στα συστήματα αυτά η κυκλοφορία του αέρα γίνεται με χρήση κατάλληλων ανεμιστήρων. Συστήματα με φορέα θερμότητας τον αέρα χρησιμοποιούνται επί το πλείστο σε εγκαταστάσεις κλιματισμού, θα αναφερθούμε ειδικότερα στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

Κατά μεγάλο ποσοστό στις εγκαταστάσεις θέρμανσης ως φορέας θερμότητας χρησιμοποιείται το νερό. Το δίκτυο διανομής είτε θα είναι κατασκευασμένο με πολλαπλές κεντρικές στήλες στις οποίες παρεμβάλλονται τα θερμαντικά σώματα σε κάθε επίπεδο (δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης), είτε με μια κεντρική στήλη, όπου συνήθως τοποθετείτε στο κέντρο του κτηρίου, όπου σε κάθε επίπεδο τοποθετούνται κατανεμητές και συλλέκτες και δευτερεύο δίκτυο το οποίο διανέμει το νερό στα θερμαντικά σώματα (μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης).

4.4.1 Δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης:

Στο δισωλήνιο σύστημα κεντρικής θέρμανσης υπάρχουν παραπάνω από μία κεντρικές στήλες η θέση των οποίων καθορίζεται από τις θέσεις των θερμαντικών σωμάτων στο χώρο. Οι κεντρικές στήλες κατασκευάζονται είτε από χάλκινους σωλήνες είτε από χαλυβδοσωλήνες. Τα τελευταία χρόνια κατασκευάζονται και από πλαστικούς σωλήνες οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε να αντέχουν στην θερμοκρασία λειτουργίας. Τυπική διάταξη δισωληνίου συστήματος κεντρικής θέρμανσης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



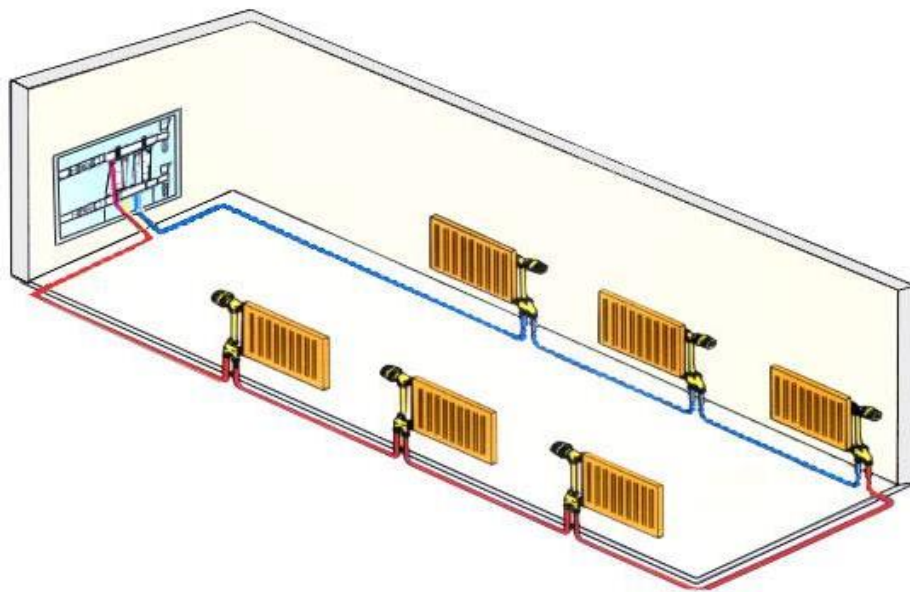
Εικόνα 4.2

- 1 Λέβητας
- 2 Καυστήρας
- 3 Κυκλοφορητής
- 4 Καταναεμητής προσαγωγής
- 5 Συλλέκτης επιστροφής
- 6 Θερμαντικά σώματα

4.4.2 Μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης:

Το μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θέρμανσης εφαρμόζεται σχεδόν κατά αποκλειστικότητα στις νέες οικοδομές, ιδιαιτέρως σε εκείνες με χρήση κατοικίας, αντικαθιστώντας το δισωλήνιο σύστημα που εφαρμόζονταν παλιότερα.

Στο μονοσωλήνιο σύστημα απαιτείτε μια μόνο κατακόρυφη στήλη (προσαγωγή – επιστροφή) κατάλληλης διατομής η οποία συνδέεται στους συλλέκτες. Η κατακόρυφη στήλη τοποθετείτε στο κέντρο του κτηρίου, όπου αυτό είναι δυνατό (πχ στο κλιμακοστάσιο ή μέσα στον φωταγωγό αν υπάρχει).



Εικόνα 4.3

Οι βασικές διαφορές που υπάρχουν στα δύο προ αναφερθέντα συστήματα θέρμανσης είναι:

- Στο δισωλήνιο σύστημα τα θερμαντικά σώματα είναι συνδεδεμένα παράλληλα και έτσι, θεωρητικά, έχουν την ίδια θερμοκρασία ενώ στο μονοσωλήνιο τα θερμαντικά σώματα είναι συνδεδεμένα εν σειρά και έχουν θερμοκρασιακή πτώση
- Στο μονοσωλήνιο σύστημα υπάρχει η δυνατότητα ανεξαρτητοποίησης της εγκατάστασης και έτσι μπορεί να θερμαίνεται μόνο ένα τμήμα του κτηρίου (πχ ένα διαμέρισμα) ενώ στο δισωλήνιο δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα.

4.4.3 Διαστασιολόγηση συστημάτων θέρμανσης:

Η διαστασιολόγηση συστημάτων κεντρικής θέρμανσης αφορά τον υπολογισμό των διαμέτρων των σωλήνων σε μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης. Η μεθοδολογία που ακολουθείτε είναι παρόμοια με αυτήν που ακολουθήσαμε στο πρώτο κεφάλαιο, με διαφορά ότι στις εγκαταστάσεις θέρμανσης υπολογίζουμε την ροή μάζας που χρειαζόμαστε για να μεταφέρουμε την απαιτούμενη θερμότητα. Για τον υπολογισμό της ροής μάζας χρησιμοποιούμε την παραλλαγή της εξίσωσης της συνέχειας η οποία είναι:

$$\dot{m} = \frac{Q}{c_p \cdot \Delta t \cdot 3600} \quad (\Sigma\chi 4.35)$$

όπου:

\dot{m}	παροχή μάζας	$\left(\frac{kg}{h}\right)$
Q	η απαιτούμενη μεταφερόμενη θερμική ισχύ. Ως απαιτούμενη θερμική ισχύ λαμβάνουμε την απαιτούμενη θερμική ανάγκη του εκάστοτε χώρου	(Watt)
c_p	η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού. Για νερό 80 °C $c_p = 4.19$ [KJ/(kg K)]	$\left(\frac{KJ}{kg K}\right)$
Δt	η διαφορά θερμοκρασίας του νερού προσαγωγής – επιστροφής. Η παραδοχή που κάνουμε στα συστήματα θέρμανσης, λαμβάνουμε την διαφορά θερμοκρασίας του νερού ίση με 15 – 20 K	(K)

Αφού υπολογίσουμε τη ροή μάζας με χρήση του διαγράμματος 1 για χαλυβδοσωλήνες ή του πίνακα 4.20 για χαλκοσωλήνες υπολογίζουμε την διατομή των σωληνώσεων και την πτώση πίεσης σε αυτές.

Στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης γενικά προτιμάται η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων να γίνεται με τρόπο τέτοιο ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν μικρότερες ταχύτητες καθώς και μικρή πτώση πίεσης στα δίκτυα. Οι συνιστώμενες ταχύτητες και πτώση πίεσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Συνιστώμενες ταχύτητες νερού (u) και πτώση πίεσης (R) σε συστήματα θέρμανσης βεβιασμένης κυκλοφορίας		
Θέση σωλήνωσης	Ταχύτητα (u) [m/s]	Πτώση πίεσης (R) [Pa/m]
Εντός των κτηρίων κατοικιών, σε δευτερεύοντες κλάδους, σε βρόγχους και στα θερμαντικά σώματα	0,5 ~ 0,7	50 ~ 100
Εντός των κτηρίων κατοικιών, σε πρωτεύοντες κλάδους και στο λεβητοστάσιο	0,8 ~ 1,5	100 ~ 200
Εκτός των κτηρίων, σε δίκτυα τηλεθέρμανσης	2,0 ~ 3,0	200 ~ 400
Εντός των βιομηχανικών κτηρίων, σε πρωτεύοντες – δευτερεύοντες κλάδους και στα θερμαντικά σώματα	1,0 ~ 2,0	100 ~ 250
Εκτός των βιομηχανικών κτηρίων, σε κλάδους τροφοδοσίας	2,0 ~ 3,0	200 ~ 400

Πίνακας 4.19

Γενικά στα θερμαντικά σώματα ως ταχύτητα υπολογισμού λαμβάνουμε τα 0.6 m/s και στις κεντρικές στήλες το 1 m/s.

Ο υπολογισμός της πτώσης πίεσης στο δίκτυο σωληνώσεων μπορεί να γίνει είτε αναλυτικά με την βοήθεια των καταστατικών εξισώσεων είτε προσεγγιστικά με την πτώση πίεσης R ανά μέτρο σωλήνα.

Γενικά ανεξάρτητα από τον υπολογισμό δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση σωλήνων μικρότερης διαμέτρου από DN 15 ($\frac{1}{2}$ '') για χαλυβδοσωλήνες και $\phi 15$ για χαλκοσωλήνες.

Πτώση πίεσης (R) και ταχύτητες ροής (u) σε χαλκοσωλήνες

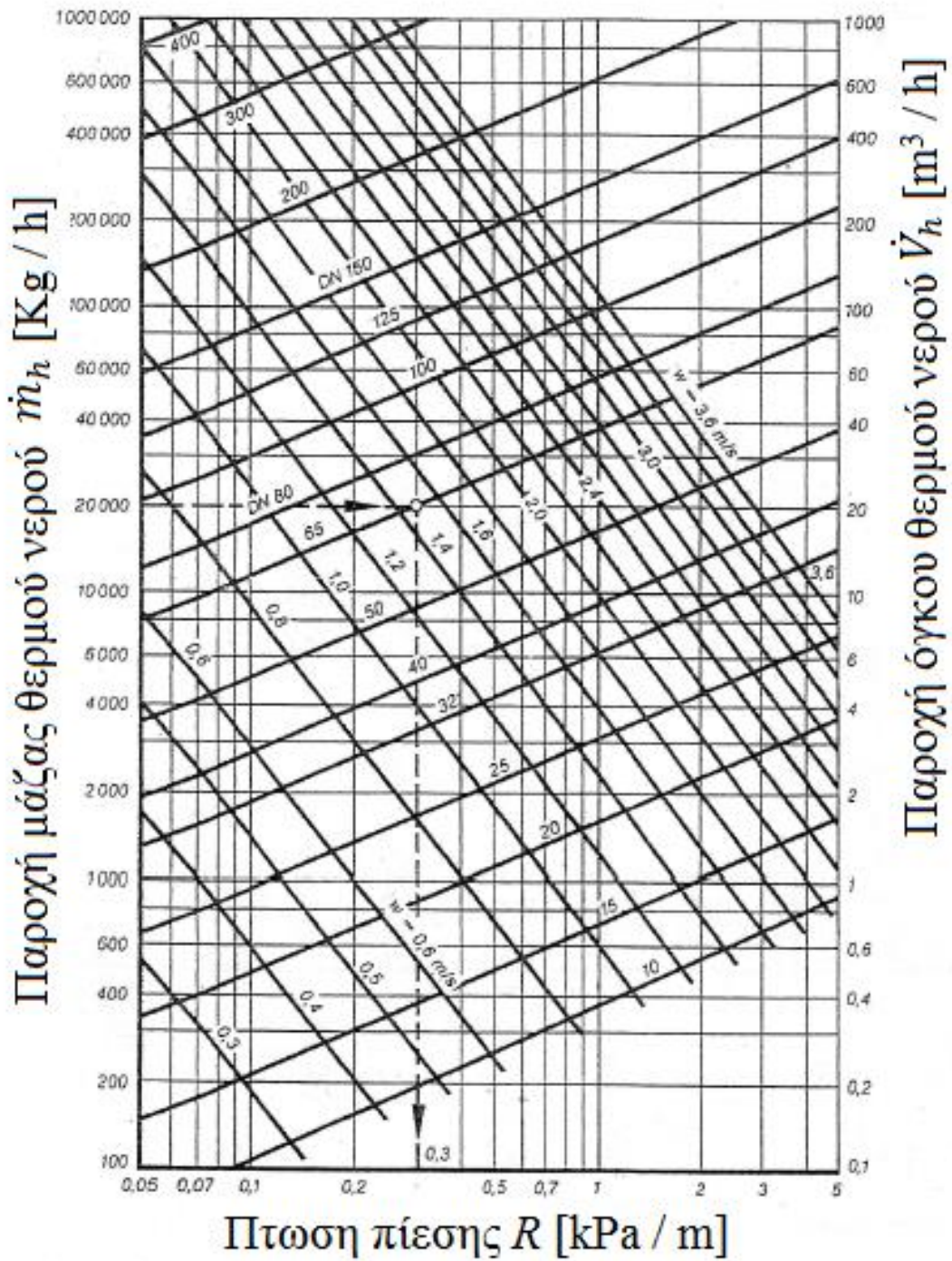
Σωλήνας	10 X 1		12 X 1		15 X 1		18 X 1		22 X 1.2	
u [m/s]	m [kg/h]	R [Pa/m]	m [kg/h]	R [Pa/m]	m [kg/h]	R [Pa/m]	m [kg/h]	R [Pa/m]	m [kg/h]	R [Pa/m]
0.01	1.8	1.8	2.8	1.2	4.8	0.7	7.2	0.5	10.9	0.3
0.05	9.0	9.1	14	5.8	24	3.4	36	2.3	54	2.9
0.10	18	18	28	22	48	16	72	12	109	9.3
0.15	27	59	42	44	72	32	98	24	163	19
0.20	36	97	56	73	96	52	144	40	218	31
0.22	40	114	62	86	105	61	159	47	240	36
0.24	43	132	67	99	115	71	173	55	262	42
0.26	47	152	73	114	124	82	187	63	284	49
0.28	50	173	79	130	134	93	202	72	306	55
0.30	54	194	85	146	143	105	216	81	327	63
0.32	57	217	90	163	153	112	230	90	349	70
0.34	61	241	96	182	162	130	245	100	371	78
0.36	65	266	102	201	172	144	259	111	393	86
0.38	68	293	107	220	181	158	273	122	415	95
0.40	72	320	113	241	191	173	288	134	435	104
0.42	76	348	118	262	201	189	302	145	457	113
0.44	79	377	124	285	210	205	316	158	479	123
0.46	83	408	130	308	220	221	330	171	501	133
0.48	86	439	135	331	230	238	345	184	523	143
0.50	90	472	141	351	239	256	360	198	545	154
0.55	99	557	155	421	263	303	396	234	600	182
0.60	108	649	169	490	287	353	432	273	655	212
0.65	117	746	183	564	310	407	468	314	710	245
0.70	126	850	197	643	335	464	504	358	765	279
0.75	135	960	211	726	358	524	540	405	820	315
0.80	144	1070	225	814	381	587	576	454	875	354
0.85	153	1200	240	906	405	654	612	506	930	394
0.90	162	1320	254	1000	430	724	648	560	980	437
0.95	171	1450	268	1100	454	797	685	617	1035	481
1.00	180	1590	282	1210	478	873	720	676	1090	527
1.10	198	1890	310	1430	525	1030	792	802	1200	625
1.20	216	2200	338	1670	574	1210	865	937	1310	731
1.30	234	2540	366	1930	620	1400	935	1080	1420	844
1.40	252	2900	395	2200	670	1590	1010	1230	1530	964
1.50	270	3280	423	2490	715	1800	1080	1400	1640	1090
1.60	288	3680	450	2790	765	2020	1150	1570	1750	1230
1.70	306	4100	480	3110	810	2260	1220	1750	1860	1370
1.80	324	4540	508	3450	860	2500	1300	1940	1960	1520
1.90	342	5000	536	3800	910	2760	1370	2140	2070	1670
2.00	360	5480	564	4170	956	3020	1440	2350	2180	1830
2.10	378	5970	592	4550	1000	3300	1510	2560	2290	2000
2.20	396	6510	620	4950	1050	3590	1580	2790	2400	2180
2.30	414	7050	649	5360	1100	3890	1650	3020	2510	2360
2.40	432	7610	675	5790	1150	4200	1730	3270	2620	2550
2.50	450	8190	705	6230	1190	4530	1800	3520	2730	2750

Πίνακας 4.20

Πτώση πίεσης (R) και ταχύτητες ροής (u) σε χαλκοσωλήνες

Σωλήνας	28 X 1.2		35 X 1.5		42 X 1.5		54 X 2	
u	m	R	m	R	m	R	m	R
[m/s]	[kg/h]	[Pa/m]	[kg/h]	[Pa/m]	[kg/h]	[Pa/m]	[kg/h]	[Pa/m]
0.01	18.5	0.2	29	0.1	43	0.1	71	0.0
0.05	92	2	145	1.5	215	1.2	350	0.8
0.10	185	6.6	290	5	430	3.9	710	2.8
0.15	277	13	435	10	645	7.8	1060	5.7
0.20	370	22	580	17	860	13	1415	9.5
0.22	407	26	638	20	945	15	1555	11
0.24	444	30	696	23	1030	18	1695	13
0.26	481	35	754	26	1115	21	1835	15
0.28	518	40	812	30	1200	24	1975	17
0.30	555	45	870	34	1290	27	2120	20
0.32	592	50	925	38	1375	33	2260	22
0.34	627	56	986	42	1460	33	2400	24
0.36	665	62	1045	47	1545	37	2540	27
0.38	700	68	1100	52	1630	40	2680	30
0.40	740	74	1160	57	1720	44	2830	33
0.42	775	81	1220	62	1805	48	2970	36
0.44	810	88	1280	67	1890	52	3110	39
0.46	850	95	1330	72	1975	57	3250	42
0.48	885	103	1390	78	2060	61	3390	45
0.50	925	110	1450	84	2150	66	3530	49
0.55	1015	131	1595	99	2365	78	3880	58
0.60	1110	153	1740	116	2580	91	4230	67
0.65	1200	176	1885	134	2795	105	4580	78
0.70	1290	201	2030	153	3010	120	4930	89
0.75	1390	227	2170	173	3225	136	5300	101
0.80	1480	255	2310	194	3440	153	5650	113
0.85	1570	284	2450	217	3655	170	6000	126
0.90	1660	315	2600	240	3870	189	6350	140
0.95	1750	347	2750	264	4085	208	6700	154
1.00	1850	380	2900	290	4300	228	7060	169
1.10	2035	451	3190	344	4730	271	7770	201
1.20	2215	528	3480	403	5160	317	8480	235
1.30	2400	610	3770	465	5590	366	9200	272
1.40	2585	697	4060	532	6020	419	9900	311
1.50	2770	789	4350	603	6450	475	10600	352
1.60	2955	887	4640	677	6880	534	11300	396
1.70	3140	990	4930	756	7310	596	12000	442
1.80	3325	1100	5220	839	7740	661	12700	491
1.90	3510	1210	5510	925	8170	729	13400	542
2.00	3700	1330	5800	1020	8600	801	14100	595
2.10	3885	1450	6090	1110	9330	875	14800	650
2.20	4070	1580	6380	1210	9460	953	15700	708
2.30	4255	1710	6670	1310	9890	1030	16300	768
2.40	4440	1850	6950	1410	10320	1120	17000	830
2.50	4625	1990	7240	1520	10750	1200	17700	895
2.60	4810	2140	7530	1640	11180	1290	18400	961
2.70	5000	2290	7820	1750	11610	1380	19100	1030
2.80	5185	2450	8110	1880	12040	1480	19800	1100
2.90	5370	2610	8400	2000	12470	1580	20500	1170
3.00	5550	2780	8700	2130	12900	1680	21200	1250
4.00	7400	4710	11600	3610	17200	2850	28200	2120
5.00	9250	7110	14500	5450	21500	4300	35400	3210

Πίνακας 4.20 (συνέχεια)



Διάγραμμα 4.1 Διάγραμμα προσδιορισμού πτώσης πίεσης για χαλυβδοσωλήνες θέρμανσης νερού με αντλία. Θερμοκρασία νερού 80°C

- Για νερό θερμοκρασίας 150°C η πτώση πίεση κατά 4% μεγαλύτερη
- Για νερό θερμοκρασίας 50°C η πτώση πίεση κατά 4% μικρότερη

Προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού πτώσης πίεσης:

Για τον προσδιορισμό της συνολικής πτώσης πίεσης πρέπει να υπολογίσουμε την πτώση πίεσης που οφείλεται σε γραμμικές απώλειες και την πτώση πίεσης που οφείλεται από την παρεμβολή διαφόρων στοιχείων. Οι γραμμικές απώλειες υπολογίζονται με χρήση του πίνακα 4.18 για τους χαλκοσωλήνες και με το διάγραμμα 1 για τους χαλυβδοσωλήνες. Οι τοπικές απώλειες υπολογίζονται ξεχωριστά για κάθε κλάδο και προστίθενται στις γραμμικές απώλειες για να βρούμε τις συνολικές απώλειες του κλάδου. Οι συνολικές απώλειες υπολογίζονται από την σχέση:

$$\Delta P = l \cdot R + Z \quad (\text{Σχ 4.36})$$


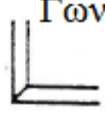
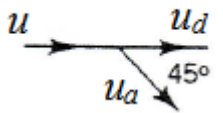
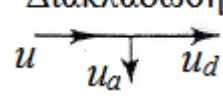
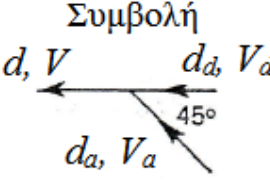
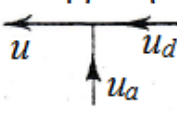
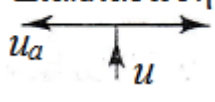
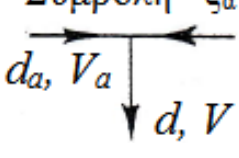
όπου:

l	το μήκος του τμήματος που εξετάζουμε	(m)
R	η αναγόμενη πτώση πίεσης ανά μονάδα μήκους	$\left(\frac{Pa}{m}\right)$
Z	η πτώση στατικής πίεσης λόγω τοπικών αντιστάσεων από την παρεμβολή διαφόρων στοιχείων. Ο υπολογισμός του Z γίνεται από τη σχέση 1.3 $\left(Z = \sum \zeta \frac{\rho_v u^2}{2}\right)$	(Pa)

Μία εναλλακτική μέθοδος που ακολουθείται για τον υπολογισμό των τοπικών απωλειών είναι με χρήση του ισοδύναμου μήκους όπως έχουμε αναλύσει στο πρώτο κεφάλαιο.

$$\Delta P = l \cdot R + Z' = R \cdot (l + l_{gl}) \quad (\text{Σχ 4.37})$$

όπου l_{gl} το ισοδύναμο μήκος ευθύγραμμου τμήματος σε m των τοπικών αντιστάσεων. Το l_{gl} δίνεται από τους πίνακες 1.12α και 1.12β του πρώτου κεφαλαίου.

Τιμές ζ αντιστάσεων εξαρτημάτων (αδιάστατος)													
Καμπύλη 	r/d	1		2		3		4		5		6	
	ζ	0,5		0,35		0,3		0,3		0,0		0,0	
Γωνιά 	DN	10~15		20		25		32		40		50	
	ζ	2,0		1,5		1,5		1,0		1,0		1,0	
Διακλάδωση 	Κλάδος						Διέλευση						
	u _a /u	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	u _d /u	0,5		1,0		
	ζ	7,0	4,0	1,5	0,8	0,6	0,5	ζ	0,5		0,0		
Διακλάδωση 	u _a /u	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	u _d /u	0,5		1,0		
	ζ	12	7,0	3,5	2,5	2,0	1,0	ζ	0,5		0,0		
Συμβολή 	Κλάδος ζ _a						Διέλευση ζ _d						
	d _a /d	V _a / V					d _d /d	V _d / V					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5		0,6	0,8	1,0			
	0,3	0,3	0,8				<1	0,3	0,3				
	0,4	-1	0,8	1	0,8								
	0,5	-3	0,3	0,8	0,8		1	0,5	0,3	0,0			
0,7		-0,5	0,5	1	1								
1,0			-1	1,3	1,5								
Συμβολή 	Κλάδος ζ _a						Διέλευση ζ _d						
	u _a /u	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	u _d /u	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	ζ _a	-1	0,5	1	1,3	1,5	ζ _d	1,5	1,3	1,1	0,8	0,5	0,0
Διακλάδωση 	u _a /u	0,4		0,6		0,8		1,0		1,3		1,5	2,0
	ζ _a	6,5		3,0		1,8		1,3		1,0		0,8	0,5
Συμβολή ζ_a 	d _a /d	V _a / V											
		0,3			0,5			0,7					
	0,5	5,0			1,3			1,0					
	0,7	6,5			2,0			1,3					
	0,8	9,0			3,0			1,8					
1,0	15			5,0			3,0						

Πίνακας 4.21

Τιμές ζ αντιστάσεων στοιχείων (αδιάστατος)	
Στοιχεία	ζ
Σύρτης με στένωση	$\geq 0,3$
Σύρτης χωρίς στένωση	0,2
Βαλβίδες με ορθή έδρα	2,5
Βαλβίδες με πλάγια έδρα	2,0
Γωνιακή βαλβίδα	1,5
Βαλβίδα διέλευσης θερμαντικού σώματος	4,0
Βαλβίδα γωνιακή θερμαντικού σώματος	2,0
Βαλβίδα αντεπιστροφής	4,0
Στοιχείο παράκαμψης	0,5
Λέβητας	2,5
Θερμαντικό σώμα	2,5
Κατανεμητής – έξοδος	0,5
Συλλέκτης – είσοδος	1,0
Κρουνός	0,15

Πίνακας 4.22

4.4.4 Εκλογή θερμαντικών σωμάτων:

Μετά το πέρας του υπολογισμού των θερμικών αναγκών κάθε χώρου του κτηρίου καλείτε να γίνει η επιλογή των θερμαντικών σωμάτων και η τοποθέτησή τους στους χώρους. Η επιλογή της θέσης που θα τοποθετηθεί το θερμαντικό σώμα μέσα στον προς θέρμανση χώρο γίνεται συνήθως από τον αρχιτέκτονα, η θερμική απόδοση του θερμαντικού σώματος επιλέγεται με βάση την θερμική ανάγκη του χώρου στον οποίο πρόκειται να τοποθετηθεί.

Γενικά στο εμπόριο διατίθενται διάφοροι τύποι θερμαντικών σωμάτων. Τα κύρια υλικά κατασκευής τους είναι ο χάλυβας και ο χαλκός και σπανιότερα ειδικά κράματα αλουμινίου. Οι κύριοι τύποι θερμαντικών σωμάτων είναι:

- τα κοινά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα (Akan)
- τα θερμαντικά σώματα τύπου Panel
- τα θερμαντικά σώματα τύπου Runtal
- τα θερμαντικά σώματα βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα, Fan Coil Units (FCU)

Κοινά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα:

Τα κοινά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα διακρίνονται σε δίστηλα, τρίστηλα και τετράστηλα, η κατηγοριοποίηση αυτή γίνεται ανάλογα με το πάχος τους. Η θερμική τους απόδοση γίνεται με βάση τον αριθμό των στοιχείων (φέτες) που φέρουν, το πάχος τους και το ονομαστικό τους ύψος.



Εικόνα 4.4

Δίστηλα κοινά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα													
Αριθμός Στοιχείων	Μήκος σώματος	905			655			505			355		
		N	L (mm)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	F (m ²)
1	40	0.2	104	90	0.15	81	70	0.12	58	50	0.09	46	40
2	80	0.4	208	180	0.3	162	140	0.24	116	100	0.18	92	80
3	120	0.6	312	270	0.45	243	210	0.36	174	150	0.27	138	120
4	160	0.8	416	360	0.6	324	280	0.48	232	200	0.36	184	160
5	200	1	520	450	0.75	405	350	0.6	290	250	0.45	230	200
6	240	1.2	624	540	0.9	486	420	0.72	348	300	0.54	276	240
7	280	1.4	728	630	1.05	567	490	0.84	406	350	0.63	322	280
8	320	1.6	832	720	1.2	648	560	0.96	464	400	0.72	368	320
9	360	1.8	936	810	1.35	729	630	1.08	522	450	0.81	414	360
10	400	2	1040	900	1.5	810	700	1.2	580	500	0.9	460	400
11	440	2.2	1144	990	1.65	891	770	1.32	638	550	0.99	506	440
12	480	2.4	1248	1080	1.8	972	840	1.44	696	600	1.08	552	480
13	520	2.6	1352	1170	1.95	1053	910	1.56	754	650	1.17	598	520
14	560	2.8	1456	1260	2.1	1134	980	1.68	812	700	1.26	644	560
15	600	3	1560	1350	2.25	1215	1050	1.8	870	750	1.35	690	600
16	640	3.2	1664	1440	2.4	1296	1120	1.92	928	800	1.44	736	640
17	680	3.4	1768	1530	2.55	1377	1190	2.04	986	850	1.53	782	680
18	720	3.6	1872	1620	2.7	1458	1260	2.16	1044	900	1.62	828	720
19	760	3.8	1976	1710	2.85	1539	1330	2.28	1102	950	1.71	874	760
20	800	4	2080	1800	3	1620	1400	2.4	1160	1000	1.8	920	800
21	840	4.2	2184	1890	3.15	1701	1470	2.52	1218	1050	1.89	966	840
22	880	4.4	2288	1980	3.3	1782	1540	2.64	1276	1100	1.98	1012	880
23	920	4.6	2392	2070	3.45	1863	1610	2.76	1334	1150	2.07	1058	920
24	960	4.8	2496	2160	3.6	1944	1680	2.88	1392	1200	2.16	1104	960
25	1000	5	2600	2250	3.75	2025	1750	3	1450	1250	2.25	1150	1000
26	1040	5.2	2704	2340	3.9	2106	1820	3.12	1508	1300	2.34	1196	1040
27	1080	5.4	2808	2430	4.05	2187	1890	3.24	1566	1350	2.43	1242	1080
28	1120	5.6	2912	2520	4.2	2268	1960	3.36	1624	1400	2.52	1288	1120
29	1160	5.8	3016	2610	4.35	2349	2030	3.48	1682	1450	2.61	1334	1160
30	1200	6	3120	2700	4.5	2430	2100	3.6	1740	1500	2.7	1380	1200

Πίνακα 4.23α

Τρίστηλα κοινά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα													
Αριθμός Στοιχείων	Μήκος σώματος	905			655			505			355		
		N	L (mm)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	
1	40	0.3	150	130	0.2	115	100	0.1	90	80	0.1	75	65
2	80	0.6	300	260	0.5	230	200	0.3	180	160	0.3	150	130
3	120	0.9	450	390	0.7	345	300	0.4	270	240	0.4	225	195
4	160	1.2	600	520	0.9	460	400	0.5	360	320	0.6	300	260
5	200	1.5	750	650	1.2	575	500	0.7	450	400	0.7	375	325
6	240	1.8	900	780	1.4	690	600	0.8	540	480	0.8	450	390
7	280	2.1	1050	910	1.6	805	700	0.9	630	560	1	525	455
8	320	2.4	1200	1040	1.8	920	800	1	720	640	1.1	600	520
9	360	2.7	1350	1170	2.1	1035	900	1.2	810	720	1.3	675	585
10	400	3	1500	1300	2.3	1150	1000	1.3	900	800	1.4	750	650
11	440	3.3	1650	1430	2.5	1265	1100	1.4	990	880	1.5	825	715
12	480	3.6	1800	1560	2.8	1380	1200	1.6	1080	960	1.7	900	780
13	520	3.9	1950	1690	3	1495	1300	1.7	1170	1040	1.8	975	845
14	560	4.2	2100	1820	3.2	1610	1400	1.8	1260	1120	2	1050	910
15	600	4.5	2250	1950	3.5	1725	1500	2	1350	1200	2.1	1125	975
16	640	4.8	2400	2080	3.7	1840	1600	2.1	1440	1280	2.2	1200	1040
17	680	5.1	2550	2210	3.9	1955	1700	2.2	1530	1360	2.4	1275	1105
18	720	5.4	2700	2340	4.1	2070	1800	2.3	1620	1440	2.5	1350	1170
19	760	5.7	2850	2470	4.4	2185	1900	2.5	1710	1520	2.7	1425	1235
20	800	6	3000	2600	4.6	2300	2000	2.6	1800	1600	2.8	1500	1300
21	840	6.3	3150	2730	4.8	2415	2100	2.7	1890	1680	2.9	1575	1365
22	880	6.6	3300	2860	5.1	2530	2200	2.9	1980	1760	3.1	1650	1430
23	920	6.9	3450	2990	5.3	2645	2300	3	2070	1840	3.2	1725	1495
24	960	7.2	3600	3120	5.5	2760	2400	3.1	2160	1920	3.4	1800	1560
25	1000	7.5	3750	3250	5.8	2875	2500	3.3	2250	2000	3.5	1875	1625
26	1040	7.8	3900	3380	6	2990	2600	3.4	2340	2080	3.6	1950	1690
27	1080	8.1	4050	3510	6.2	3105	2700	3.5	2430	2160	3.8	2025	1755
28	1120	8.4	4200	3640	6.4	3220	2800	3.6	2520	2240	3.9	2100	1820
29	1160	8.7	4350	3770	6.7	3335	2900	3.8	2610	2320	4.1	2175	1885
30	1200	9	4500	3900	6.9	3450	3000	3.9	2700	2400	4.2	2250	1950

Πίνακας 4.23β

Τετράστηλα κοινά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα													
Αριθμός Στοιχείων	Μήκος σώματος	905			655			505			355		
		N	L (mm)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	F (m ²)	Q (Watt)	Q (kCal/h)	
1	40	0.4	200	170	0.32	150	130	0.25	130	110	0.19	95	80
2	80	0.8	400	340	0.64	300	260	0.5	260	220	0.38	190	160
3	120	1.2	600	510	0.96	450	390	0.75	390	330	0.57	285	240
4	160	1.6	800	680	1.28	600	520	1	520	440	0.76	380	320
5	200	2	1000	850	1.6	750	650	1.25	650	550	0.95	475	400
6	240	2.4	1200	1020	1.92	900	780	1.5	780	660	1.14	570	480
7	280	2.8	1400	1190	2.24	1050	910	1.75	910	770	1.33	665	560
8	320	3.2	1600	1360	2.56	1200	1040	2	1040	880	1.52	760	640
9	360	3.6	1800	1530	2.88	1350	1170	2.25	1170	990	1.71	855	720
10	400	4	2000	1700	3.2	1500	1300	2.5	1300	1100	1.9	950	800
11	440	4.4	2200	1870	3.52	1650	1430	2.75	1430	1210	2.09	1045	880
12	480	4.8	2400	2040	3.84	1800	1560	3	1560	1320	2.28	1140	960
13	520	5.2	2600	2210	4.16	1950	1690	3.25	1690	1430	2.47	1235	1040
14	560	5.6	2800	2380	4.48	2100	1820	3.5	1820	1540	2.66	1330	1120
15	600	6	3000	2550	4.8	2250	1950	3.75	1950	1650	2.85	1425	1200
16	640	6.4	3200	2720	5.12	2400	2080	4	2080	1760	3.04	1520	1280
17	680	6.8	3400	2890	5.44	2550	2210	4.25	2210	1870	3.23	1615	1360
18	720	7.2	3600	3060	5.76	2700	2340	4.5	2340	1980	3.42	1710	1440
19	760	7.6	3800	3230	6.08	2850	2470	4.75	2470	2090	3.61	1805	1520
20	800	8	4000	3400	6.4	3000	2600	5	2600	2200	3.8	1900	1600
21	840	8.4	4200	3570	6.72	3150	2730	5.25	2730	2310	3.99	1995	1680
22	880	8.8	4400	3740	7.04	3300	2860	5.5	2860	2420	4.18	2090	1760
23	920	9.2	4600	3910	7.36	3450	2990	5.75	2990	2530	4.37	2185	1840
24	960	9.6	4800	4080	7.68	3600	3120	6	3120	2640	4.56	2280	1920
25	1000	10	5000	4250	8	3750	3250	6.25	3250	2750	4.75	2375	2000
26	1040	10.4	5200	4420	8.32	3900	3380	6.5	3380	2860	4.94	2470	2080
27	1080	10.8	5400	4590	8.64	4050	3510	6.75	3510	2970	5.13	2565	2160
28	1120	11.2	5600	4760	8.96	4200	3640	7	3640	3080	5.32	2660	2240
29	1160	11.6	5800	4930	9.28	4350	3770	7.25	3770	3190	5.51	2755	2320
30	1200	12	6000	5100	9.6	4500	3900	7.5	3900	3300	5.7	2850	2400

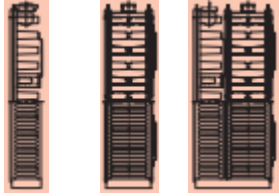
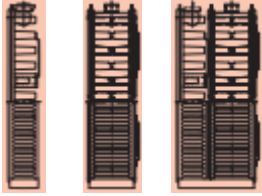
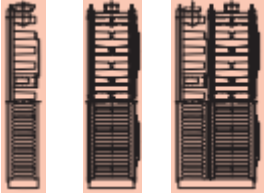
Πίνακας 4.23γ

Θερμαντικά σώματα τύπου *Panel*:

Τα θερμαντικά σώματα τύπου *Panel* χρησιμοποιούνται επί το πλείστο σε νέες οικοδομές αντικαθιστώντας τα κοινά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα. Η κατηγοριοποίησή τους γίνεται σύμφωνα με το πάχος τους. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, στα μονόστηλα (κατηγορία 11), στα δίστηλα (κατηγορία 22) και στα τρίστηλα (κατηγορία 33).



Εικόνα 4.5

Θερμαντικά σώματα τύπου Panel										
Ύψος (mm)		400			600			900		
Τύπος		11	22	33	11	22	33	11	22	33
Μήκος (mm)	Θερμική απόδοση									
		400	Kcal/h Watt	352 409	656 763	928 1079	488 567	915 1063	1293 1503	680 791
500	Kcal/h Watt	441 512	820 953	1161 1350	611 710	1114 1295	1617 1880	841 989	1526 1774	2197 2554
600	Kcal/h Watt	529 682	983 1143	1393 1619	733 852	1372 1595	1940 2256	1021 1187	1831 2129	2636 3065
700	Kcal/h Watt	617 717	1147 1333	1625 1889	855 994	1601 1561	2263 2631	1191 1384	2136 2483	3075 3575
800	Kcal/h Watt	705 820	1311 1524	1857 2159	977 1136	1830 2127	2586 3007	1361 1582	2442 2839	3514 4086
900	Kcal/h Watt	793 922	1475 1715	2089 2429	1099 1278	2058 2393	2910 3383	1531 1780	2747 3194	3954 4597
1000	Kcal/h Watt	881 1024	1639 1906	2321 2698	1221 1419	2287 2657	3233 3759	1701 1977	3052 3548	4393 5108
1100	Kcal/h Watt	969 1127	1803 2096	2553 2968	1343 1561	2516 2925	3556 4135	1871 2175	3357 3903	4832 5618
1200	Kcal/h Watt	1057 1229	1969 2289	2785 3238	1465 1703	2744 3190	3880 4511	2041 2373	3662 4258	5272 6130
1300	Kcal/h Watt	1145 1331	2130 2477	3047 3508	1587 1845	2973 3457	4203 4887	2211 2570	3968 4614	5711 6641
1400	Kcal/h Watt	1233 1434	2244 2667	3249 3778	1709 1987	3202 3723	4526 5262	2381 2768	4273 4968	6150 7150
1500	Kcal/h Watt	1321 1536	2458 2858	3481 4048	1832 2130	3431 3989	4850 5939	2552 2967	4578 5323	6590 7662
1600	Kcal/h Watt	1409 1638	2622 3049	3714 4319	1954 2272	3659 4254	5173 6015	2722 3165	4883 5678	7029 8173
1700	Kcal/h Watt	1498 1742	2786 3239	3946 4588	2076 2414	3888 4520	5496 6390	2892 3362	5188 6032	7468 8683
1800	Kcal/h Watt	1586 1844	2950 3430	4178 4858	2198 2555	4117 4787	5819 6766	3062 3560	5494 6388	7907 9194
2000	Kcal/h Watt	1762 2049	3278 3812	4642 5397	2442 2840	4574 5319	6466 7518	3402 3956	6104 7097	8786 10216

Πίνακας 4.24

Θερμαντικά σώματα τύπου *Runtal*:

Τα θερμαντικά σώματα τύπου *Runtal* αποτελούν μια ακριβότερη λύση και ταυτόχρονα διακρίνονται για την ποιότητά τους καθώς και την αισθητική τους εμφάνιση. Κυρίως τοποθετούνται σε χώρους όπως μπάνια – wc και γραφεία και προσδίδουν μια μοντέρνα εμφάνιση στο χώρο. Διατίθενται σε διάφορα χρώματα. Στα θερμαντικά σώματα τύπου *Runtal* έχουμε την δυνατότητα να αυξήσουμε τα θερμαντικά τους στοιχεία αυξάνοντας έτσι την θερμαντική τους ισχύ. Διακρίνονται σε οριζόντια και κατακόρυφα.



Εικόνα 4.6

Κάθετα θερμαντικά σώματα τύπου Runtal				
Διαστάσεις		Απόσταση πλάγιας υδραυλικής σύνδεσης	Θερμική απόδοση ανά m (Δt 50K)	
Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)		Watt	Kcal/h
600	45	532	50	43
800		732	65	56
1000		932	81	70
1200		1132	96	83
1400		1332	112	96
1600		1532	123	106
1800		1732	143	123
2000		1932	159	137
2200		2132	175	151
2400		2332	190	163
2600		2532	206	177
2800		2732	222	191
3000		2932	238	205
3200		3132	248	213
3400		3332	262	225
3600		3532	277	238
3800		3732	291	250
4000		3932	306	263
4200	4132	320	275	
4400	4332	335	288	
4600	4532	350	301	
600	53	532	76	65
800		732	99	85
1000		932	122	105
1200		1132	144	124
1400		1332	166	143
1600		1532	187	161
1800		1732	208	179
2000		1932	229	197
2200		2132	250	215
2400		2332	270	232
2600		2532	290	250
2800		2732	310	267
3000		2932	329	283
3200		3132	346	298
3400		3332	367	316
3600		3532	386	332
3800		3732	405	348
4000		3932	423	364
4200	4132	441	379	
4400	4332	459	395	
4600	4532	477	410	

Πίνακας 4.25α

Οριζόντια θερμαντικά σώματα τύπου Runtal				
Διαστάσεις		Απόσταση πλάγιας υδραυλικής σύνδεσης	Θερμική απόδοση ανά m (Δt 50K)	
Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)		Watt	Kcal/h
70	45	30	194	167
144		104	341	236
218		178	609	402
292		252	746	492
366		326	752	647
440		400	861	740
514		474	969	834
588		548	1079	928
662		622	1141	982
736		696	1203	1035
810		770	1265	1088
884		844	1326	1141
70		53	30	263
144	104		450	387
218	178		609	524
292	252		746	642
366	326		869	748
440	400		987	849
514	474		1106	952
588	548		1234	1062
662	622		1315	1131
736	696		1396	1201
70	92	30	376	324
144		104	667	574
218		178	916	788
292		252	1134	976
366		326	1330	1144
440		400	1513	1302
514		474	1695	1458
588		548	1885	1620
662		622	1986	1693
736		696	2053	1766
810		770	2138	1840
884	844	2223	1913	
70	128	30	452	389
144		104	796	685
218		178	1090	938
292		252	1346	1158
366		326	1557	1357
440		400	1793	1543
514		474	2009	1729
588		548	2236	1924
662		622	2323	1999
736		696	2410	2074
810		770	2497	2148
884	844	2584	2222	

Πίνακας 4.25β

Θερμαντικά σώματα βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα, Fan Coil units (FCU):

Τα θερμαντικά σώματα βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα χρησιμοποιούνται επί το πλείστο όταν θέλουμε να συνδυάσουμε την θέρμανση με την ψύξη ενός κτηρίου. Εφαρμογή συνήθως βρίσκουν σε χώρους γραφείων και διακρίνονται σε μονάδες δαπέδου και οροφής. Η θερμική ή ψυκτική τους απόδοση μεταβάλλεται ανάλογα με την ροή αέρα. Σε περίπτωση που μια μονάδα FCU χρησιμοποιηθεί και για ψύξη ενός χώρου τότε είναι υποχρεωτική και η τοποθέτηση αποχέτευσης για την απορροή συμπυκνωμάτων που δημιουργούνται.



α) FCU δαπέδου



β) FCU οροφής

Εικόνα 4.7

4.4.5 Ενδοδαπέδια θέρμανση:

Είναι εξαιρετικά παλαιά η σκέψη να θερμανθεί ένας χώρος από το δάπεδο. Σε πολλές κατασκευές αρχαίων πολιτισμών, ζεστός αέρας ή νερό διοχετευόταν με ειδικά κανάλια, σπανιότερα με σωληναγωγούς, κάτω από το δάπεδο λουτρών ή άλλων χώρων διαμονής με σκοπό την θέρμανσή τους. Στις περιπτώσεις αυτές το δάπεδο του χώρου μετατρέπεται σε ένα μεγάλο θερμαντικό σώμα. Η αρχή αυτή βρίσκεται και σήμερα σημαντική διάδοση και μεγάλος αριθμός κτηρίων θερμαίνονται με την βοήθεια δικτύων σωληνώσεων ζεστού νερού, το οποίο κυκλοφορεί στο δάπεδο. Στα συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης το ζεστό νερό, θερμοκρασίας 45 ~ 55 °C διέρχεται μέσω οφιοειδών σωληνώσεων, που επιτυγχάνουν καλή θερμική επαφή με τα δομικά υλικά του δαπέδου το οποίο θερμαίνεται και μετατρέπεται σε θερμαντικό σώμα.

Στα συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης έχουμε μια σειρά από περιορισμούς όσο για την εγκατάσταση τόσο και για την λειτουργία της. Η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να ξεπερνάει τους 55 °C, σε περίπτωση που ως σύστημα παραγωγής θέρμανσης χρησιμοποιείται λέβητας, η θερμοκρασία δεν μπορεί να ρυθμιστεί κάτω από τους 70 °C. Για τον λόγο αυτό στα συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης πριν τους συλλέκτες τοποθετείται τρίοδος αναμεικτική βάνια η οποία αναμιγνύει το νερό προσαγωγής από θερμαντικό μέσο (πχ λέβητας) με το νερό της επιστροφής προς αυτό, με σκοπό η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής να βρίσκεται στα επιθυμητά όρια. Το κάθε κύκλωμα σε μια εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης δεν μπορεί να ξεπερνά τα 50m. Κατά την κατασκευή της ενδοδαπέδιας θέρμανσης και την κάλυψή της από δομικά υλικά πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή της τσιμεντοκονίας, ώστε να μην υπάρχουν ρωγμές και ανομοιογένειες. Για τον λόγο αυτό τοποθετούνται κατάλληλα γαλακτώματα για την μείωση των ρωγμών κατά την διάρκεια της ξήρανσης.



Εικόνα 4.8 Τυπική διάταξη ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Υπολογισμός ενδοδαπέδιας θέρμανσης:

Στην ενδοδαπέδια θέρμανση όπως προαναφέραμε το δάπεδο μετατρέπεται σε θερμαντικό σώμα. Ο υπολογισμός της θερμικής απόδοσης του δαπέδου γίνεται με τον παρακάτω πίνακα:

Θερμική απόδοση δαπέδου με χρήση ενδοδαπέδιας θέρμανσης										
Θερμοκρασία χώρου			20 °C				22 °C			
Αντίσταση θερμοδιαφυγής δαπέδου (R_L) [(m ² K)/Watt]			0.02	0.05	0.10	0.15	0.02	0.05	0.10	0.15
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής	Απόσταση σωλήνων [mm]	Ενδ. μήκος κυκλώματος ανά επιφάνεια [m/m ²]	Θερμική απόδοση δαπέδου [Watt/m ²] για διαφορά θερμοκρασίας $\Delta\theta = 10$ °C							
40 °C	75	13.0	98	79	61	49	84	67	52	42
	150	6.5	76	64	52	44	65	55	44	38
	225	4.3	70	60	49	42	60	52	42	35
	300	3.3	61	52	43	37	53	45	37	32
45 °C	75	13.0	133	108	83	67	119	96	74	60
	150	6.5	102	87	71	59	92	78	63	53
	225	4.3	95	82	66	55	85	73	59	50
	300	3.3	83	72	58	50	74	64	52	44
50 °C	75	13.0	167	137	106	85	154	125	96	78
	150	6.5	129	110	89	75	118	102	82	68
	225	4.3	120	103	85	70	110	95	77	65
	300	3.3	105	90	73	62	96	83	67	58
55 °C	75	13.0	-	166	128	103	189	154	119	96
	150	6.5	156	134	108	91	145	125	100	84
	225	4.3	145	125	102	85	135	116	94	78
	300	3.3	127	109	89	76	118	102	83	70

Πίνακας 4.26

Ενδεικτικές τιμές αντίστασης θερμοδιαφυγής δαπέδου για διάφορα υλικά (R_L)	
Δάπεδο από πλακίδια κολλητά	0,02
Δάπεδο από PVC – Linoleum	0,05
Δάπεδο με χαλί πάχους 6mm	0,10
Δάπεδο με χαλί πάχους 11mm	0,15

Πίνακας 4.27

4.4.6 Μονώσεις εγκαταστάσεων θέρμανσης:

Προϋπόθεση για την σωστή λειτουργία των εγκαταστάσεων θέρμανσης είναι η μείωση των θερμικών απωλειών των σωληνώσεων. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να γίνεται μόνωση των σωληνώσεων και σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνεται η σωστή επιλογή μόνωσης.

Με την θερμική μόνωση των σωληνώσεων επιτυγχάνεται:

- σημαντικός περιορισμός των θερμικών απωλειών του συστήματος προς το περιβάλλον ή σε χώρους που δεν θερμαίνονται
- διατήρηση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού μέχρι τα ακραία σημεία της εγκατάστασης, πράγμα που εξασφαλίζει την ομοιομορφία της εγκατάστασης
- προστασία των ανθρώπων, των συσκευών αλλά και της δομικής κατασκευής από υψηλές θερμοκρασίες και διακυμάνσεις θερμοκρασιών

Βασικό θέμα για την μείωση των θερμικών απωλειών είναι το υλικό που επιλέγεται για την μόνωση των σωληνώσεων. Τα συνήθη υλικά που χρησιμοποιούνται είναι επί το πλείστον τα αφρώδη υλικά και σπανιότερα ο υαλοβάμβακας. Κριτήριο για την καλή θερμομονωτική απόδοση του υλικού είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ).

Πάχος θερμομόνωσης με ισοδύναμο $\lambda = 0.04 \text{ Watt/(m K)}$ (Πηγή Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 – 1/2010)			
Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους		Διέλευση σε εξωτερικούς χώρους	
Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης	Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης
½'' ~ ¾''	9 mm	½'' ~ 2''	19 mm
1'' ~ 1 ½''	11 mm	2'' ~ 4''	21 mm
2'' ~ 3''	13 mm	< 4''	25 mm
< 3''	19 mm	-	-

Πίνακας 4.28

4.5 Μηχανήματα και συσκευές θέρμανσης:

Μηχανήματα και συσκευές θέρμανσης καλούνται το σύνολο των στοιχείων τα οποία εργάζονται με σκοπό την παραγωγή θερμότητας και διανομής της στους προς θέρμανση χώρους. Τα μηχανήματα θέρμανσης ανάλογα με την χρήση τους κατατάσσονται στα κεντρικά και τα τοπικά.

Ως κεντρικά μηχανήματα θέρμανσης ονομάζουμε τα μηχανήματα με τα οποία καλούμαστε να θερμάνουμε ένα κτήριο ή ένα κομμάτι αυτού. Τέτοια μηχανήματα είναι:

- οι λέβητες υγρών και αερίων καυσίμων
- οι αντλίες θερμότητας
- και οι ΑΠΕ ως συστήματα συμπαραγωγής

Ως μηχανήματα τοπικής θέρμανσης ονομάζουμε τα μηχανήματα τα οποία καλούνται να θερμάνουν ένα δωμάτιο ή γενικότερα ένα μικρό κομμάτι του κτηρίου. Τέτοια μηχανήματα είναι:

- τα τζάκια
- τα αερόθερμα
- και γενικότερα μηχανήματα τα οποία η θερμότητα που παράγουν είναι ικανή να θερμάνει ένα μικρό χώρο

4.5.1. Λέβητες:

Ο λέβητας είναι ένα πιεστικό δοχείο κατάλληλο να μεταβιβάσει θερμότητα η οποία παράγεται συνήθως με καύση σε κάποιο ρευστό (συνήθως το νερό). Ανάλογα με το είδος του καυσίμου, οι λέβητες κατασκευάζονται με τελείως διαφορετικές μορφές θαλάμων καύσης, έτσι ώστε να διευκολύνεται η ολοκλήρωση της καύσης και ευχερής και γρήγορη απομάκρυνση των αποβλήτων αυτής. Οι λέβητες ανάλογα με το καύσιμο που εκμεταλλεύονται κατατάσσονται σε λέβητες υγρών καυσίμων όπου εκμεταλλεύονται το πετρέλαιο και σε λέβητες αερίων καυσίμων που εκμεταλλεύονται το φυσικό αέριο συνήθως και σπανιότερα το μεθάνιο ή άλλους υδρογονάνθρακες. Παλαιότερα υπήρχαν λέβητες στερεών καυσίμων όπου εκμεταλλεύονταν το μαζούτ ή άλλα ορυκτά.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους οι λέβητες διακρίνονται σε χαλύβδινους οι οποίοι κατασκευάζονται σε συγκόλληση διαμορφωμένων ελασμάτων και είναι ενιαία τεμάχια και τους χυτοσίδηρους οι οποίοι κατασκευάζονται με συναρμολόγηση μεγάλων χυτοσιδηρών τεμαχίων.

Τα πλεονεκτήματα των χαλύβδινων λεβήτων είναι τα ακόλουθα:

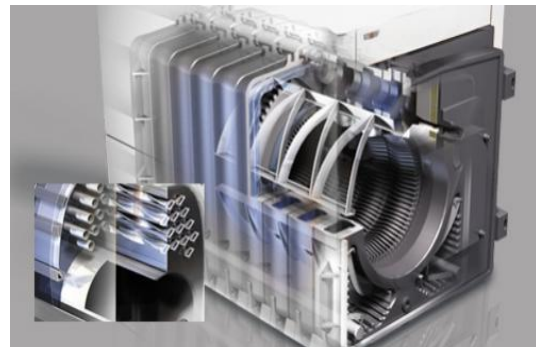
- Μικρό βάρος
- Δυνατότητα επισκευής με συγκόλληση
- Είναι κατάλληλοι για μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις
- Μικρή ευαισθησία στην έλλειψη νερού και στην παρουσία λεβητολίθου

Τα πλεονεκτήματα των χυτοσιδηρών λεβήτων είναι τα ακόλουθα:

- Αντοχή στη διάβρωση και μεγάλη διάρκεια ζωής
- Εύκολη συναρμολόγηση μέσα στο λεβητοστάσιο
- Επειδή το μέγεθός τους προέρχονται από συναρμολόγηση τμημάτων, μπορούν να προστεθούν φέτες, με σκοπό την αύξηση της θερμικής ισχύος, την αντιμετώπιση αύξησης των θερμικών απαιτήσεων της εγκατάστασης αλλά και αντικατάσταση φθαρμένων τεμαχίων αυτού.
- Καταλαμβάνουν μικρό χώρο και δεν απαιτούν προστατευτική τοιχοποιία



α) Χαλύβδινος λέβητας



β) Χυτοσίδηρος λέβητας

Εικόνα 4.9

Για να μετρηθεί η απόδοση του λέβητα, γίνεται υπολογισμός των ποσοστών % του CO₂, CO και του δείκτη R_z (δείκτης Μπακαρά) και της διαφοράς της τελικής θερμοκρασίας των καυσαερίων από το περιβάλλον $\Delta T = T_e - T_0$.

Οι σπουδαιότερες απαιτήσεις από τους λέβητες πετρελαίου, σύμφωνα με το DIN 4702 και ΕΛΟΤ 234 είναι:

Βαθμός απόδοσης	80 ~ 85%
Απαιτήσεις ελκυσμού	1.5 mmH ₂ O
Θερμοκρασία καυσαερίων	180 °C ~ 350 °C
Περίσσεια αέρα	20 ~ 50%
Περιεκτικότητα CO ₂	10.1 ~ 12.8%
Δείκτης Bacharach (βαθμός αιθάλης)	R _z < 2

Πίνακας 4.29

Υπολογισμός ισχύος λέβητα:

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης ισχύος ενός λέβητα (Q_λ) γίνεται με την εξής σχέση:

$$Q_\lambda = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 2.5 \quad (\Sigma\chi 4.38)$$

όπου:

A	η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτήρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος	(m^2)
U_m	ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A και ανάλογα με την ηλικία του κτηρίου λαμβάνει τις τιμές 3.5 W/(m ² K) για κτήρια πριν το 1980, 1.55 W/(m ² K) για την Α κλιματική ζώνη, 1.20 W/(m ² K) για την Β κλιματική ζώνη και 0.95 W/(m ² K) για την Γ κλιματική ζώνη.	$\left(\frac{\text{Watt}}{m^2 \cdot K}\right)$
ΔT	η διαφορά θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος, ο οποίος λαμβάνεται 18°C για την Α κλιματική ζώνη, 20°C για την Β κλιματική ζώνη, 23°C για την Γ κλιματική ζώνη και 28°C για την Δ κλιματική ζώνη.	(K)

Βαθμός απόδοσης λέβητα:

Ο βαθμός απόδοσης των λεβήτων δίνεται από την σχέση:

$$n_\lambda = \frac{Q_\lambda}{B \cdot H_u} \quad (\Sigma\chi 4.39)$$

όπου:

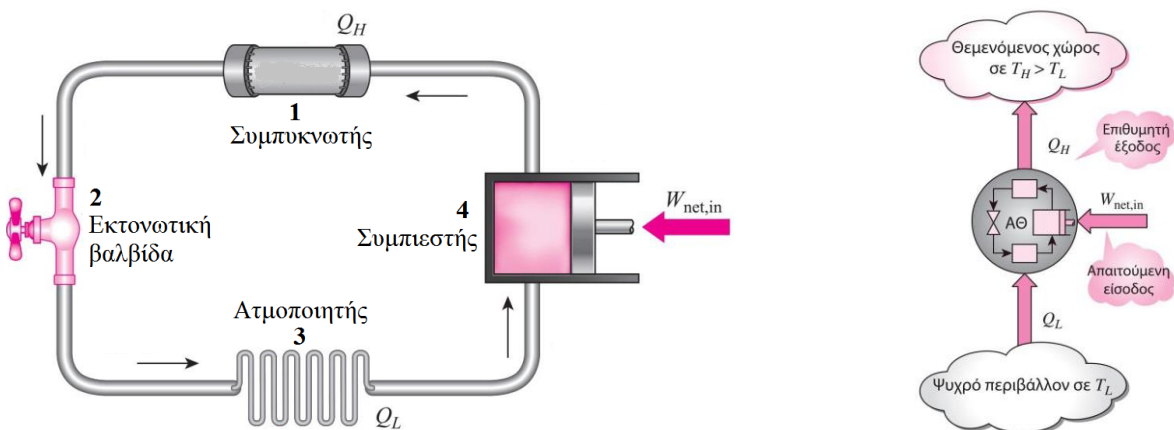
n_λ	ο βαθμός απόδοσης του λέβητα	$(-)$
-------------	------------------------------	-------

B	η παροχή καυσίμου	$\left(\frac{kg}{s}\right)$
H_u	η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου	$\left(\frac{kJ}{kg}\right)$

4.5.2 Αντλίες Θερμότητας:

Αντλίες θερμότητας ονομάζονται οι συσκευές οι οποίες μεταφέρουν θερμότητα από ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας. Από τον δεύτερο Θερμοδυναμικό Νόμο γνωρίζουμε ότι η θερμότητα ρέει προς την κατεύθυνση της ελάσσονος θερμοκρασίας, δηλαδή από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας. Ωστόσο, η αντίστροφη διεργασία, δεν μπορεί να συμβεί από μόνη της. Η μεταφορά θερμότητας από ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας, απαιτεί ειδικές διατάξεις που ονομάζονται ψυγεία ή αντλίες θερμότητας.

Οι αντλίες θερμότητας, όπως και οι θερμικές μηχανές, είναι κυκλικές διατάξεις. Το εργαζόμενο μέσο σε αυτές καλείται ψυκτικό μέσο και συνήθως είναι κάποιο μίγμα χλωροφθορανθράκων ή υδροφθοροχλωρανθράκων (*Freon*). Η πλέον συνήθης κυκλική διεργασία που χρησιμοποιείται στα ψυγεία και τις αντλίες θερμότητας ονομάζεται *ψυκτικός κύκλος συμπίεσης ατμού* και περιλαμβάνει τέσσερις κύριες διατάξεις. Τον συμπίεστή, ο οποίος αυξάνει την πίεση και την θερμοκρασία του ψυκτικού ρευστού, τον συμπυκνωτή, ο οποίος μετατρέπει τον ατμό σε υγρό, την εκτονωτική βαλβίδα, η οποία μετατρέπει το υγρό υψηλής πίεσης σε υγρό χαμηλής πίεσης και τον ατμοποιητή, στον οποίο το ψυκτικό υγρό χαμηλής πίεσης μετατρέπεται σε υπέρθερμο ατμό και εισέρχεται στον συμπίεστή.



Εικόνα 4.10

Κατηγορίες Αντλιών Θερμότητας:

Ανάλογα με το ρευστό στο οποίο αποβάλλει (ή από το οποίο προσλαμβάνει) την ενέργεια η αντλία στα σημεία (1) και (3) του ψυκτικού κύκλου, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

- **Αντλίες θερμότητας αέρος – αέρος.** Οι οποίες διαθέτουν και στο σημείο 1 και στο σημείο 3 εναλλάκτη θερμότητας αέρα – ψυκτικού. Είναι τα γνωστά σε όλους μας κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου (split type). Ειδικά στον διαιρούμενο τύπο το ένα στοιχείο (εναλλάκτης στη θέση 1) βρίσκεται μέσα στο σπίτι μας και απορρίπτει την θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον (απορρίπτει θερμότητα / θερμαίνει τον χώρο), και το άλλο σημείο (3) είναι επίσης εναλλάκτης ψυκτικού μέσου – αέρα και αντλεί θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον.
- **Αντλίες θερμότητας αέρος – νερού.** Οι οποίες στην μια πλευρά (σημείο 1) αντί για στοιχείο έχουν εναλλάκτη ψυκτικού μέσου – νερού και απορρίπτουν θερμότητα στο νερό (θερμαίνουν νερό) αντί για αέρα. Με τις αντλίες αυτές δηλαδή, μπορούμε να αντλούμε θερμότητα από το περιβάλλον (και άρα να θερμαίνουμε νερό).
- **Αντλίες θερμότητας νερού – νερού.** Στις οποίες και οι δύο εναλλάκτες είναι εναλλάκτες νερού, και το ψυκτικό μέσο μεταφέρει θερμότητα από τη μια μάζα νερού στην άλλη. Τέτοιες αντλίες, είναι οι υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας με πύργο ψύξης και οι αντλίες νερού – νερού που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις με γεωεναλλάκτη (γεωθερμικές).

Συντελεστής Αποδοτικότητας:

Η αποδοτικότητα μίας αντλίας θερμότητας εκφράζεται με τον συντελεστή αποδοτικότητας, COP_{HP} (*Coefficient Of Performance*), ο οποίος ορίζεται ως:

$$COP_{HP} = \frac{\text{επιθυμητή έξοδος}}{\text{απαιτούμενη είσοδος}} = \frac{Q_H}{W_{net,in}} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{1 - Q_L/Q_H} \quad (\Sigma\chi. 4.40)$$

Πολλές φορές συγχέουμε τον συντελεστή αποδοτικότητας με τον βαθμό απόδοσης και αυτό είναι λάθος για το λόγο ότι ο συντελεστής αποδοτικότητας παίρνει τιμές μεγαλύτερες της μονάδας και δεν μπορεί να υπάρχει μηχανή με βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο της μονάδας. Ο συντελεστής αποδοτικότητας μας δείχνει την απόδοση μίας συσκευής σε σχέση με το προσδιδόμενο έργο, για παράδειγμα αντλία θερμότητας με συντελεστή αποδοτικότητας $COP_{HP} = 2.5$ σημαίνει ότι για κάθε Watt ηλεκτρικής ενέργειας που προσδίδουμε η αντλία θερμότητας αποδίδει 2.5 Watt θερμικής ενέργειας ή ψυκτικής όταν μιλάμε για ψύκτες νερού.

4.5.3 Συσκευές τοπικής θέρμανσης:

Συσκευές τοπικής θέρμανσης ορίζονται τα μηχανήματα τα οποία είναι σχεδιασμένα να καλύπτουν ένα δωμάτιο ή γενικότερα ένα μικρό κομμάτι του κτηρίου. Τα συνηθέστερα μηχανήματα που συναντάμε είναι:

- οι θερμάστρες
- τα αερόθερμα
- τα τζάκια και
- οι θερμοσυσσωρευτές

Θερμάστρες:

Οι θερμάστρες είναι αυτόνομες συνήθως εύκολα μεταφερόμενες μονάδες θέρμανσης, που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη τοπικών αναγκών. Οι κύριες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι είτε η ηλεκτρική είτε η χημική χρησιμοποιώντας κάποιο καύσιμο (πχ ξύλα κάρβουνα πετρέλαιο αέριο κα).

Οι ηλεκτρικές θερμάστρες βασίζονται στον νόμο του *Joule*, την μετατροπή δηλαδή της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα όταν μια αντίσταση διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Αποτελούνται συνήθως από μια ωμική αντίσταση και έναν ανακλαστήρα που κατευθύνει προς συγκεκριμένη κατεύθυνση την ακτινοβολία.

Η θέρμανση χώρων με ηλεκτρική ενέργεια είναι αποδεκτή μόνο σε ειδικές περιπτώσεις για το λόγο της υψηλής τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος. Η θέρμανση με ηλεκτρική ενέργεια είναι «καθαρή» θέρμανση άμεσης απόδοσης και ενδείκνυται όταν υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα με χαμηλή τιμή.

Οι θερμάστρες πετρελαίου παράγουν θερμότητα από την καύση του πετρελαίου. Αποτελούνται από το εξωτερικό μεταλλικό περίβλημα, στο οποίο είναι τοποθετημένα και τα όργανα ελέγχου. Η έναυση συνήθως γίνεται με χρήση σπινθηριστή. Ο καυστήρας αποτελείται από ένα

κυλινδρικό μεταλλικό κυάθιο που φέρει μια σειρά κυκλικά τοποθετημένων μικρών οπών, οι οποίες επιτρέπουν την είσοδο του αναγκαίου για την καύση αέρα. Μέσα στο κυάθιο είναι τοποθετημένο ένα μεταλλικό δαχτυλίδι, πάνω στο οποίο αναπτύσσεται η φλόγα. Ο αέρας για την καύση φθάνει στον καυστήρα μέσα από μία ρυθμιζόμενη βαλβίδα.



α) ηλεκτρική θερμάστρα

β) θερμάστρα πετρελαίου

Εικόνα 4.11

Αερόθερμα:

Με τον όρο αερόθερμα αναφερόμαστε σε συσκευές οι οποίες παρέχουν θερμό αέρα με εξαναγκασμένη ροή, θερμαίνοντας τοπικά, ποσότητες αέρα του ίδιου. Οι συνήθης πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι η ηλεκτρική με χρήση ωμικών αντιστάσεων.



Εικόνα 4.12

Τζάκια:

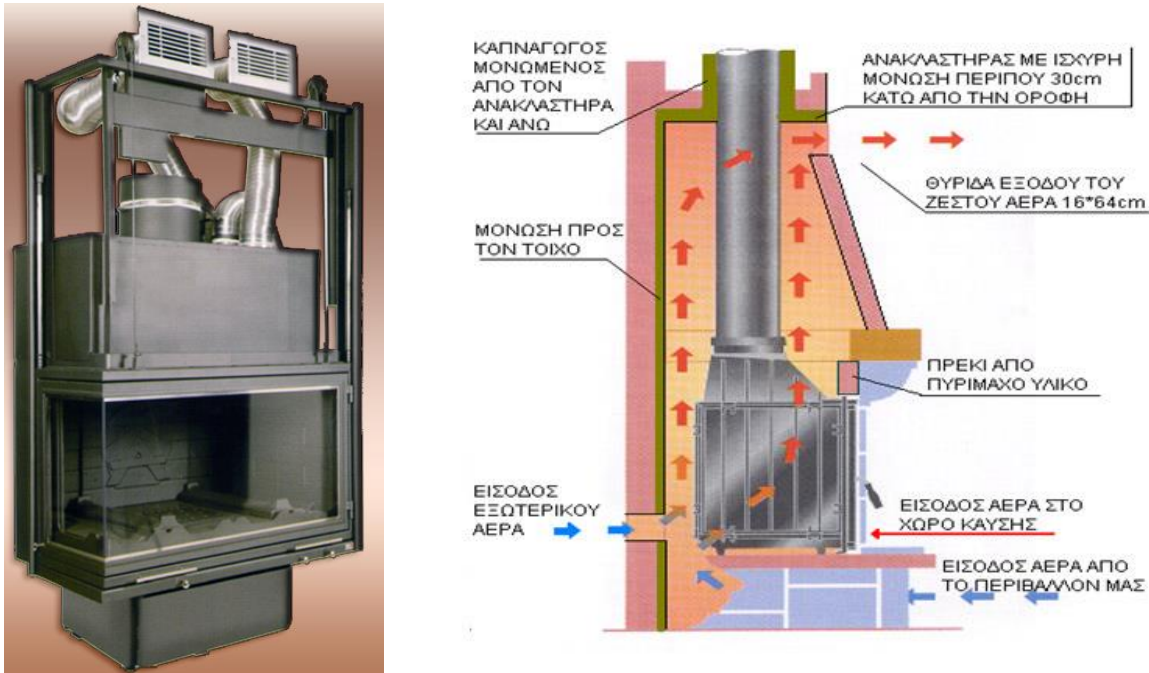
Το τζάκι αποτελεί μια από τους παλαιότερους και παραδοσιακότερους τρόπους θέρμανσης ενός χώρου. Το κύριο μέσο που χρησιμοποιείται για την παραγωγή φλόγας είναι τα ξύλα. Κατά την κατασκευή του τζακιού πρέπει να δημιουργηθούν προϋποθέσεις τέτοιες ώστε να δημιουργείται ένα κατάλληλο ρεύμα αέρα για να συντηρεί την φωτιά και να απομακρύνει από τον κατοικήσιμο χώρο τα πτητικά προϊόντα της καύσεως (καπνός).

Το πρόβλημα του καπνού που «πλημύριζε» τους κλειστούς χώρους, οδήγησε στις πρώτες παρατηρήσεις για την ροή του κρύου – ζεστού αέρα και των καυσαερίων. Το φαινόμενο του ελκυσμού, της ιδιότητας δηλαδή της καπνοδόχου να ελκύει ζεστό αέρα και μαζί με αυτόν τα καυσαέρια, οδήγησε στην ανάπτυξη καινοτομιών στον τρόπο κατασκευής των τζακιών ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απαγωγή των καυσαερίων αλλά ταυτόχρονα και την μεγαλύτερη απόδοση.

Τα τζάκια είναι θερμικές πηγές χαμηλής αποδόσεως και μικρής εμβέλειας. Η απόδοση των συνηθισμένων τζακιών κυμαίνεται από 20 ~ 30% και η θερμική τους ισχύ από 3500 ~ 4500 Watt/m².

Ενεργειακά τζάκια:

Τα τελευταία χρόνια, λόγω της αύξησης του πετρελαίου, το τζάκι επανήλθε ως μέσο θέρμανσης των χώρων. Τα σύγχρονα τζάκια είναι κατασκευασμένα με τρόπο τέτοιο να εκμεταλλεύονται στο έπακρο την θερμότητα που εκλύεται από την καύση, η κατασκευή τους συνήθως είναι από χυτοσίδηρο. Τα κύρια ενεργειακά τζάκια που συναντάμε είναι είτε βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα, τα οποία ανακυκλώνουν τον αέρα του χώρου θερμαίνοντάς τον είτε τα ενεργειακά τζάκια με στοιχείο εναλλάκτη στον οποίο κυκλοφορεί νερό. Στα τζάκια με εναλλάκτη θερμότητας νερού υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσής τους με το υφιστάμενο σύστημα κεντρικής θέρμανσης, είτε με απευθείας σύνδεση στα θερμαντικά σώματα είτε σε παράλληλη σύνδεση με τον λέβητα ή γενικότερα με το μηχάνημα παραγωγής θερμικής ενέργειας. Ένα πρόβλημα που δημιουργείται είναι η ανεξέλεγκτη αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, το οποίο έχει ως συνέπεια την αύξηση της πίεσης του κυκλώματος νερού. Για τον λόγο αυτό τοποθετούνται βαλβίδες ασφαλείας οι οποίες αποβάλλουν μια ποσότητα νερού με σκοπό να εκτονώσουν την πίεση. Μια άλλη ασφαλιστική διάταξη η οποία εγκαθίστατε στο κύκλωμα είναι το δοχείο διαστολής όπου αποθηκεύει το διαστελλόμενο νερό από την αύξηση της θερμοκρασίας, συνήθως χρησιμοποιείται δοχείο διαστολής ανοιχτού τύπου για το οποίο θα αναφερθούμε αναλυτικότερα παρακάτω.



Εικόνα 4.13

4.6 Καυστήρες:

Οι καυστήρες που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων, πρέπει να εξασφαλίζουν οικονομική και ασφαλή λειτουργία (καύση), με ταυτόχρονη επιδίωξη την ελαχιστοποίηση της ρυπάνσεως του περιβάλλοντος. Βασικά δεδομένα για την επιλογή του καυστήρα, είναι το είδος του καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί, η αναγκαία θερμική ισχύς, η διαμόρφωση του φλογοθαλάμου και η αντίθλιψη του λέβητα με τον οποίο θα συνεργαστεί. Τα υλικά κατασκευής των καυστήρων, τα εξαρτήματα και τα όργανα με τα οποία συνοδεύονται, πρέπει να αντέχουν στις μηχανικές και στις θερμικές καταπονήσεις που είναι δυνατό να υποστούν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος λέβητας - καυστήρα. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2421, ο καυστήρας, σε συνεργασία με τον φλογοθάλαμο του λέβητα με τον οποίο θα συνδεθεί, πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη και ασφαλή καύση του καυσίμου και να παρέχει την προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή ισχύ λειτουργίας και επίπεδο πίεσεως. Τα κινούμενα μέρη του καυστήρα πρέπει να είναι προστατευμένα, ώστε να αποκλείεται ο κίνδυνος ατυχήματος. Η κατασκευαστική διαμόρφωση του τμήματος συνδέσεως του καυστήρα, πρέπει να εξασφαλίζει εύκολη προσαρμογή στον λέβητα και η θέση των σχετικών εξαρτημάτων του (καυστήρα) να συνδυάζεται απόλυτα με την κατασκευαστική διαμόρφωση του λέβητα.

Κατηγορίες καυστήρων:

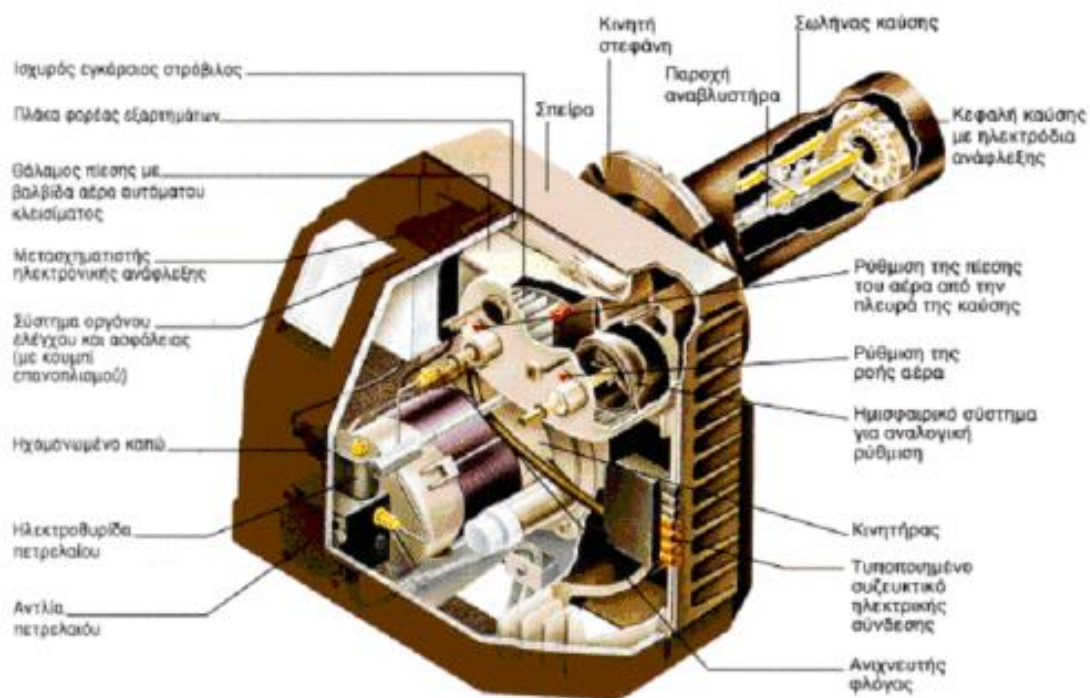
Οι καυτήρες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το καύσιμο που χρησιμοποιούν. Οι κύριες κατηγορίες των καυστήρων είναι:

- καυστήρες στερεών καυσίμων
- καυστήρες υγρών καυσίμων
- καυστήρες αερίων καυσίμων

Τέλος υπάρχουν και οι καυστήρες διπλού καυσίμου, συνήθως υγρού – αερίου. Οι καυστήρες αυτοί βρίσκουν εφαρμογή σε περιπτώσεις που υπάρχουν δύο είδη καυσίμων.

4.6.1 Καυστήρες υγρών καυσίμων:

Οι καυστήρες υγρών καυσίμων ως κύριο μέσο καύσης χρησιμοποιούν το πετρέλαιο και διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τους καυστήρες εξάτμισης ή ατμοσφαιρικούς στους οποίους το καύσιμο προωθείται μέσω ενός συστήματος ρύθμισης της ροής σε μια ειδική λεκάνη και εκεί με την βοήθεια του ηλεκτρικού στοιχείου γίνεται η ανάφλεξη και στους καυστήρες μηχανικού διασκορπισμού ή σταγονιδιοποίησης στους οποίους το καύσιμο σταγονιδιοποιείται μηχανικά σε λεπτότατα σταγονίδια με σκοπό την καλή ανάμειξη του αέρα καύσης και του καυσίμου.



Εικόνα 4.14

4.6.2 Καυστήρες αερίων καυσίμων:

Ο καυστήρας αερίου καυσίμου είναι η συσκευή η οποία αέριο ή μίξη αερίου καυσίμου – ατμοσφαιρικό αέρα στον θάλαμο καύσης.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2421–2/86 οι καυστήρες αερίων καυσίμων διακρίνονται σε:

- ατμοσφαιρικούς καυστήρες
- καυστήρες αερίου με φουσητήρα και
- καυστήρες διπλού καυσίμου

Ατμοσφαιρικοί καυστήρες:

Στους ατμοσφαιρικούς καυστήρες αερίου ο απαραίτητος για την καύσης αέρας προσάγεται με φυσικό ελκυσμό (ατμοσφαιρική πίεση). Η ανάμιξη του αέρα με το καύσιμο αέριο και η καύση γίνονται ταυτόχρονα.

Οι «ατμοσφαιρικοί» καυστήρες πρέπει να διαθέτουν σύστημα ρύθμισης παροχής, διακόπτη, ειδικά διαμορφωμένη επιφάνεια καύσης και κατάλληλα συστήματα ρύθμισης και ασφάλειας. Συνεργάζονται συνήθως με μικρούς λέβητες και προστατεύονται από υπερβολική αύξηση του ελκυσμού από ειδική σύνδεση (μορφής χοάνης) μεταξύ καπναγωγού και καπνοδόχου.

Καυστήρες αερίου με φουσητήρα:

Στους καυστήρες αερίου με φουσητήρα γίνεται βεβιασμένη ανάμειξη του αέρα με το καύσιμο αέριο.

Η σωστή παροχή αέρα και η καλή ανάμειξη επηρεάζουν σημαντικά τον βαθμό απόδοσης. Για αυτό πρέπει να ακολουθούνται με προσοχή οι οδηγίες του κατασκευαστή για κάθε καύσιμο και κάθε συνδυασμό καυστήρα – λέβητα. Για την σωστή συνεργασία καυστήρα και λέβητα, πρέπει να εξετάζεται η καμπύλη λειτουργίας του καυστήρα σε σχέση με την διατιθέμενη πίεση του αερίου και αντίθλιψη του λέβητα.

Οι καυστήρες αερίου με φουσητήρα θα πρέπει να διαθέτουν:

- πιεζοστάτη αερίου καυσίμου
- πιεζοστάτη για ατμοσφαιρικό αέρα
- σύστημα επιτήρησης της φλόγας
- βαλβίδα για εκκίνηση με μειωμένη παροχή αερίου καυσίμου

Καυστήρες διπλού καυσίμου:

Οι καυστήρες διπλού καυσίμου μπορούν να χρησιμοποιούνται για την καύση πετρελαίου ή αερίου καυσίμου συγχρόνως ή εναλλακτικά.

Βασικά σημεία καλής λειτουργίας των καυστήρων αυτού του τύπου αποτελούν οι διατάξεις ασφαλούς ανάμιξης του καυσίμου με την σωστή ποιότητα αέρα.

4.6.3 Επιλογή καυστήρα:

Στην επιλογή του καυστήρα ο υπολογισμός αφορά το ύψος της παροχής του καυσίμου που πρέπει να έχει αυτός και το οποίο πρέπει να είναι ικανό να παρέχει την απαραίτητη θερμότητα στον λέβητα, ώστε να γίνεται ικανός να καλύψει τις ανάγκες της εγκατάστασης.

Είναι λοιπόν αναγκαία η γνώση της κατώτερης θερμογόνου δύναμης του καυσίμου, του βαθμού απόδοσης της καύσης καθώς και του βαθμού απόδοσης της μεταφοράς θερμότητας στο νερό από τις επιφάνειες συναλλαγής θερμότητας του λέβητα.

Η παροχή καυσίμου (B) καθορίζεται για την περίπτωση του πετρελαίου από την σχέση:

$$B = \frac{Q_{\lambda}}{n_{\lambda} \cdot H_u} \quad (\text{Σχ 4.41})$$

όπου:

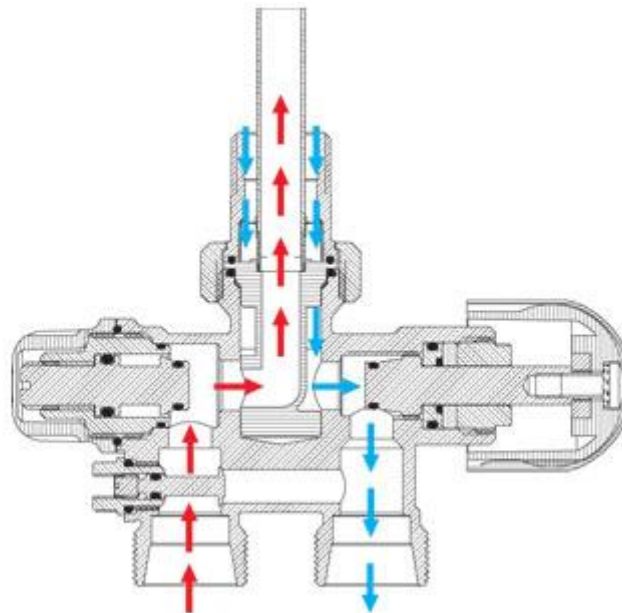
n_{λ}	ο βαθμός απόδοσης του λέβητα	(—)
Q_{λ}	θερμική ισχύς του λέβητα	(Watt)
H_u	η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου	$\left(\frac{kJ}{kg}\right)$

4.7 Συσκευές και όργανα εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης:

4.7.1 Διακόπτες θερμαντικών σωμάτων:

Διακόπτες θερμαντικών σωμάτων καλούνται οι διατάξεις σύνδεσης των θερμαντικών σωμάτων από το υποσύστημα διανομής σε αυτά. Στο μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θέρμανσης οι διακόπτες θερμαντικών σωμάτων παρέχουν την δυνατότητα ρύθμισης της ποσότητας του νερού που θα περάσει προς το κάθε θερμαντικό σώμα από την παροχή του νερού στο θερμικό κύκλωμα.

Η μορφή του διακόπτη καθώς και ο τρόπος λειτουργίας του φαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 4.15

Στην είσοδο του διακόπτη φτάνει όλη η παροχή του νερού και αυτός, ανάλογα με την ρύθμιση που έχει, φράζει την ροή, έτσι ώστε ένα ποσοστό αυτής να κατευθυνθεί προς το σώμα, ενώ το υπόλοιπο να οδηγηθεί στον σωλήνα εξόδου από τον διακόπτη, όπου αναμιγνύεται με την ποσότητα του νερού που επιστρέφει από το θερμαντικό σώμα, για να κατευθυνθεί προς το επόμενο σώμα του κυκλώματος. Σε περίπτωση που το θερμικό κύκλωμα (βρόγχος) τροφοδοτεί ένα μόνο θερμαντικό σώμα τότε ο διακόπτης θερμαντικού σώματος αφήνει να περάσει όλη η ποσότητα νερού προς αυτό.

4.7.2 Συλλέκτες – διανομείς και ρυθμιστικές βαλβίδες:

Στο μονοσωλήνιο σύστημα σε κάθε επίπεδο στην κεντρική στήλη παρεμβάλλεται το σύστημα συλλέκτη – διανομέα με σκοπό την τροφοδοσία των θερμαντικών σωμάτων του ορόφου ή του διαμερίσματος. Το σύστημα συλλέκτη – διανομέα από άποψη μορφής έχει μια είσοδο στην οποία συνδέεται με την κεντρική στήλη, συνήθως στην πλαϊνή πλευρά, και οι έξοδοί του καθορίζονται από τον αριθμό των θερμικών κυκλωμάτων σε κάθε επίπεδο. Το υλικό κατασκευής τους είναι χάλυβας ή ορείχαλκος.



Εικόνα 4.16

Από το σύστημα συλλέκτη – διανομέα μέχρι το διακόπτη θερμαντικών σωμάτων παρεμβάλλονται οι ρυθμιστικές βαλβίδες. Οι ρυθμιστικές βαλβίδες σκοπό έχουν να κατανέμουν τις τριβές ομοιόμορφα σε όλα τα θερμαντικά κυκλώματα και να εξασφαλίζονται όσο το δυνατόν ίσες παροχές για αυτά.



Εικόνα 4.17

4.7.3 Κυκλοφορητές:

Οι κυκλοφορητές και οι αντλίες που χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστο στις εγκαταστάσεις θέρμανσης είναι φυγοκεντρικές. Τα βασικά στοιχεία για την εκλογή του κατάλληλου κυκλοφορητή σε εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης είναι η παροχή νερού που πρέπει να τροφοδοτούμε την εγκατάσταση ώστε να μεταφέρεται το απαραίτητο ποσό θερμότητας και το μέγεθος των αντιστάσεων ροής (μανομετρικό υψόμετρο) που καλείται αυτός να υπερνικήσει για την εγκατάσταση. Η επιλογή κάθε κυκλοφορητή γίνεται με βάση την χαρακτηριστική καμπύλη η οποία είναι μοναδική για κάθε κυκλοφορητή.



Εικόνα 4.18

Υπολογισμός παροχής (V):

Ο υπολογισμός της παροχής V γίνεται με χρήση της σχέσης:

$$V = \frac{Q_{\lambda}}{\Delta T} \quad (\Sigma\chi 4.42)$$

όπου:

V	παροχή	$\left(\frac{\text{lt}}{\text{h}}\right)$
Q_{λ}	θερμική ισχύς του λέβητα	$\left(\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}\right)$
ΔT	η διαφορά θερμοκρασίας του νερού προσαγωγής και επιστροφής στο λέβητα	(K)

Υπολογισμός μανομετρικού υψομέτρου (H):

Το μανομετρικό ύψος σε m H₂O, προσδιορίζεται από το σύνολο των αντιστάσεων ροής που έχουν υπολογιστεί από την σχέση 4.36. Για το δισωλήνιο σύστημα ως μανομετρικό υψόμετρο λαμβάνουμε το ΔP του δυσμενέστερου (απομακρυσμένου) κλάδου. Για τον μονοσωλήνιο σύστημα ως μανομετρικό υψόμετρο λαμβάνουμε την ΔP της κεντρικής στήλης.

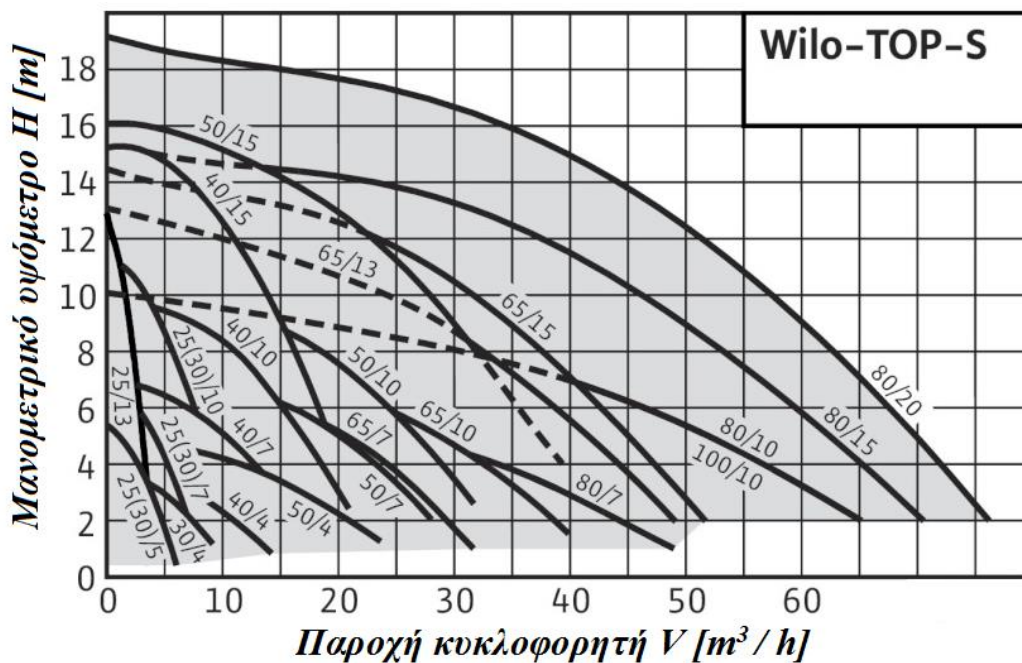
Υπολογισμός ισχύος κυκλοφορητή (P):

Ο υπολογισμός της ισχύος του κυκλοφορητή γίνεται με χρήση της σχέσης:

$$P = \frac{V \cdot H \cdot \rho_v \cdot g}{\eta} \quad (\Sigma\chi 4.43)$$

όπου:

P	ισχύς κυκλοφορητή	(Watt)
ρ_v	πυκνότητα νερού	$\left(\frac{kg}{m^3}\right)$
g	η επιτάχυνση της βαρύτητας ($g \approx 9.81 \text{ m/s}^2$)	$\left(\frac{m}{s^2}\right)$
η	βαθμός απόδοσης κυκλοφορητή	(-)



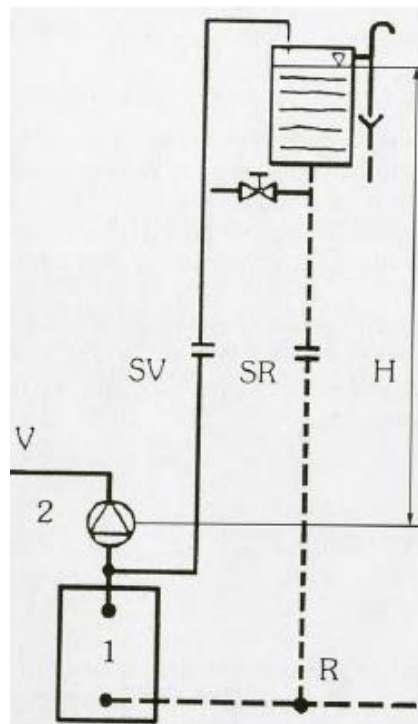
Εικόνα 4.19

4.7.4 Δοχεία διαστολής:

Δοχείο διαστολής καλείτε η ασφαλιστική διάταξη που σκοπό έχει να αποθηκεύει τον διαστελλόμενο όγκο του ζεστού νερού της εγκατάστασης. Οι τύποι δοχείων διαστολής που συναντάμε σε εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης είναι δύο, το ανοιχτού και το κλειστού τύπου δοχείο διαστολής.

Ανοιχτού τύπου δοχείο διαστολής:

Το δοχείο διαστολής ανοιχτού τύπου είναι μια δεξαμενή, συνήθως από γαλβανισμένη λαμαρίνα, που τοποθετείτε στο υψηλότερο σημείο της εγκατάστασης. Το δοχείο είναι πάντα γεμάτο με νερό, με χρήση μηχανισμού πλήρωσης (φλοτέρ) συνδεδεμένο με γραμμή ύδρευσης. Στο κάτω μέρος της δεξαμενής καταλήγει ο σωλήνας πλήρωσης εγκατάστασης, που κατεβαίνει κατακόρυφα μέχρι το λεβητοστάσιο και συνδέεται στην γραμμή επιστροφής στον λέβητα.

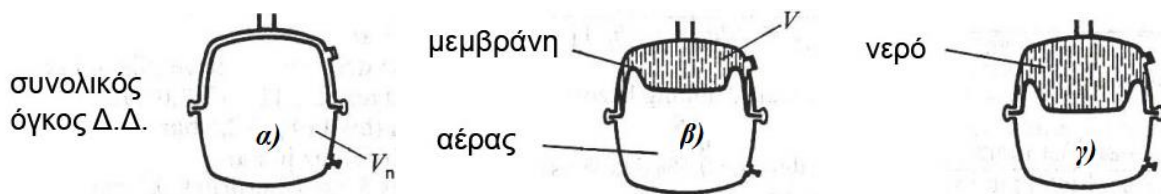


Εικόνα 4.20

Κλειστού τύπου δοχείο διαστολής:

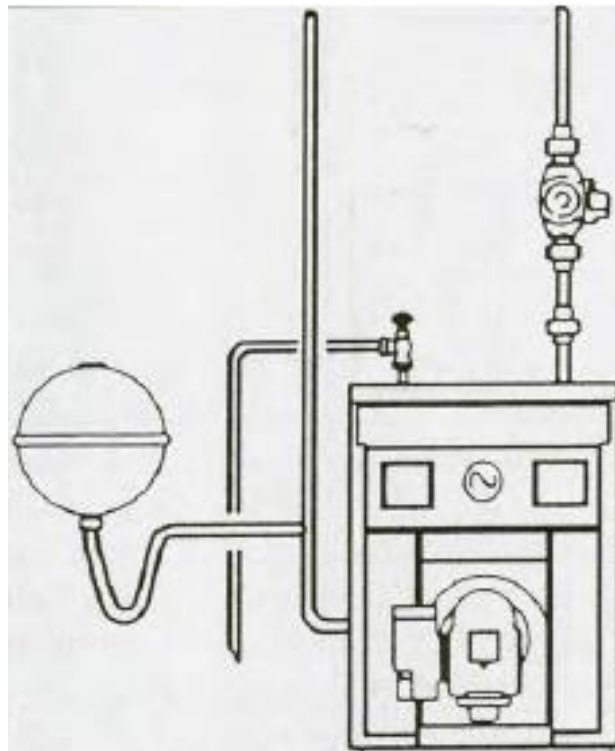
Το δοχείο διαστολής κλειστού τύπου είναι ένα μεταλλικό δοχείο, που διατηρεί δύο όγκους, έναν κλειστό γεμάτο με αέρα και έναν ανοιχτό που τους διαχωρίζει μια ελαστική μεμβράνη. Σε κατάσταση ηρεμίας (εικόνα 4.21α), η πίεση του αέρα στο κλειστό διαμέρισμα του δοχείου, πιέζει την μεμβράνη στα τοιχώματα του δοχείου και το δοχείο είναι γεμάτο με αέρα.

Μετά την πλήρωση του δικτύου με νερό (εικόνα 4.21β), η πίεση του νερού πιέζει την μεμβράνη και γεμίζει μέρος του δοχείου με νερό, μέχρι να εξισορροπηθούν οι πιέσεις νερού και αέρα. Όταν το νερό της εγκατάστασης θερμανθεί (εικόνα 4.21γ), τείνει να διασταλεί, και πιέζει την μεμβράνη ακόμα περισσότερο προς την μεριά του αέρα, αυξάνοντας έτσι τον όγκο του νερού στο δοχείο, και κατ' επέκταση τον συνολικό όγκο του νερού στο σύστημα. Με τον τρόπο αυτόν η πίεση του δικτύου διατηρείτε σχεδόν σταθερή.



Εικόνα 4.21

Η τυπική συνδεσμολογία ενός κλειστού τύπου δοχείου διαστολής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 4.22

4.7.5 Απαγωγή καυσαερίων:

Τα καυσαέρια που παράγονται κατά την καύση πρέπει να απομακρυνθούν και να διοχετευτούν στο περιβάλλον, κατά τρόπο τέτοιο ώστε να ελαχιστοποιούνται οι οχλήσεις και η ρύπανση την οποία δημιουργούν. Το σύστημα απαγωγής των καυσαερίων περιλαμβάνει την καπνοδόχο και τον καπναγωγό.

Σε λέβητες με φυσικό ελκυσμό το σύστημα απαγωγής πρέπει να εξασφαλίζει και την ομαλή ροή νωπού αέρα στο λέβητα, για να διατηρείτε η καύση.

Καπναγωγός είναι το οριζόντιο τμήμα του αγωγού που συνδέει τον λέβητα με την καπνοδόχο.

Η καπνοδόχος είναι ο κατακόρυφος αγωγός που οδηγεί τα προϊόντα καύσης από τον λέβητα στον αέρα του περιβάλλοντος. Η καπνοδόχος είναι ένα από τα βασικά τμήματα μιας εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης που χρησιμοποιεί ως μέσο παραγωγής ενέργειας την καύση.

Στις καπνοδόχους επιδιώκεται η δημιουργία υποπίεσεως στην βάση τους, με αφετηρία την διαφορά πυκνότητας των θερμών καυσαερίων σε σχέση με τον ψυχρό ατμοσφαιρικό αέρα ανάλογα με το ύψος της καπνοδόχου. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ελκυσμός και ισχύει για κάθε είδος καπνοδόχου.

Οι λειτουργίες που επιτελεί η καπνοδόχος σχετίζονται άμεσα με θέματα υγιεινής, ασφάλειας, οχλήσεως περιοίκων, ρυπάνσεως του τοπικού και ευρύτερου περιβάλλοντος.

Μια σωστή καπνοδόχος πρέπει να επιτυγχάνει:

- απαγωγή των καπναερίων κατά τρόπο ώστε να βοηθά την καύση με υψηλό βαθμό αποδόσεως και
- να μεταφέρει τα καυσαέρια σε επαρκές ύψος ώστε οι κινούμενες μάζες (ακόμα και σε περίοδο νηνεμίας) να αραιώνουν και να απομακρύνουν τα αέρια προϊόντα της καύσεως.

Η κατασκευή των καπνοδόχων μπορεί να είναι είτε χτιστές, κατασκευασμένες από αμίαντο είτε εξωτερικές κατασκευασμένες από ανοξείδωτο σωλήνα μονού ή διπλού τοιχώματος με μόνωση από 50 ~ 70mm.

Ο υπολογισμός διατομής καπνοδόχου γίνεται από τα πρότυπα EN 13384 – 1 και EN 13384 – 2.

4.7.6 Δεξαμενές καυσίμων:

Δεξαμενές καυσίμων ορίζουμε τα κλειστά δοχεία αποθήκευσης του υγρού καυσίμου (πετρέλαιο). Οι δεξαμενές υγρών καυσίμων των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης πρέπει να τοποθετούνται κατά προτίμηση σε χώρο ανεξάρτητο από τον χώρο του υπόλοιπου λεβητοστασίου, έστω και αν επιτρέπεται από τον κανονισμό το αντίθετο.

Το κύριο υλικό κατασκευής των δεξαμενών είναι είτε από μαύρη λαμαρίνα είτε από λαμαρίνα DKP. Η κατασκευή των δεξαμενών γίνεται με χρήση ηλεκτροκόλλησης, είτε με ηλεκτροκόλληση τύπου SMAW με επενδυμένα ηλεκτρόδια είτε με χρήση αδρανούς αερίου. Οι εργασίες συγκόλλησης οφείλουν να γίνουν από πιστοποιημένο τεχνικό.

Ελάχιστο πάχος ελασμάτων δεξαμενής πετρελαίου (Πηγή: TOTEE 2421-2/86)	
Ύψος δεξαμενής (m)	Πάχος ελασμάτων (mm)
1	≥ 2
1 ~ 2	≥ 3
2 ~ 2.5	≥ 4

Πίνακας 4.30

Κεφάλαιο 5

Εγκαταστάσεις κλιματισμού και αερισμού

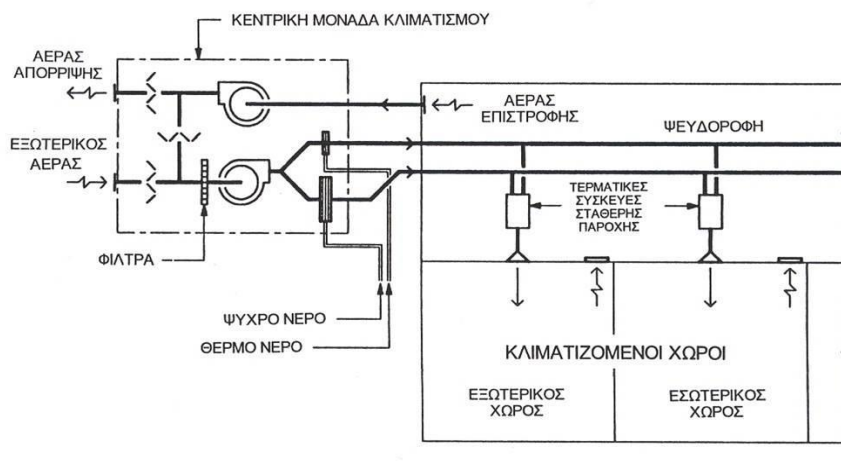
5.1 Εισαγωγή:

Μια κλιματιστική εγκατάσταση σκοπό έχει να διατηρεί την κατάσταση του αέρα μέσα σε ορισμένα πλαίσια ως προς την θερμοκρασία, την υγρασία, την ταχύτητα του καθώς και την καθαρότητα. Οι απαιτήσεις μιας κλιματιστικής εγκατάστασης ποικίλουν συναρτήσει του χώρου που πρόκειται να εξυπηρετεί. Με τον όρο αερισμός εννοούμε την τεχνική επεξεργασία του αέρα. Σε αντίθεση με μια τυπική εγκατάσταση θέρμανσης όπου συνήθως έχουμε φυσικό αερισμό στις εγκαταστάσεις κλιματισμού ο εξωτερικός αέρας μεταφέρετε εξαναγκασμένα στον κλιματιζόμενο χώρο δια μέσου ενός ανεμίστηκα προσαγωγής. Κατά την χειμερινή λειτουργία ο αέρας θερμαίνεται ενώ κατά την θερινή ψύχεται.

Για την ρύθμιση της θερμοκρασίας ενός χώρου ως μέσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε το νερό, είτε ψυκτικό ρευστό (Freon) είτε ακόμα και ο αέρας. Το μέσο αυτό υφίσταται πρώτα μια επεξεργασία (θέρμανση ή ψύξη) και στην συνέχεια έρχεται σε επαφή με τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου για να προκαλέσει την επιθυμητή ρύθμιση των ιδιοτήτων του αέρα του χώρου.

Μια πλήρης κλιματιστική εγκατάσταση περιλαμβάνει:

- την μονάδα παραγωγής θερμότητας
- την μονάδα παραγωγής ψύχους
- την μονάδα επεξεργασίας του αέρα
- το δίκτυο μεταφοράς του κλιματιστικού μέσου
- τις τερματικές μονάδες και
- το σύστημα ελέγχου και ρυθμίσεως



Εικόνα 5.1 (σχηματική απεικόνιση συστήματος κλιματισμού)

5.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων:

Ψυκτικό φορτίο καλείτε το ποσό θερμότητας το οποίο καλείτε να αφαιρέσει η κλιματιστική μονάδα από το κτήριο με σκοπό να διατηρήσει την θερμοκρασία και την υγρασία στις τιμές σχεδίασης. Θα μπορούσαμε να παραλληλίσουμε, για την θερινή λειτουργία μιας κλιματιστικής εγκατάστασης, το ψυκτικό φορτίο ενός κτηρίου, με τις θερμικές απώλειες για την χειμερινή λειτουργία μιας εγκατάστασης θέρμανσης. Ωστόσο το ψυκτικό φορτίο διαφέρει από το θερμικό για τον λόγο ότι η ακτινοβολία από τις εσωτερικές επιφάνειες των τοίχων και τα αντικείμενα του χώρου, όπως και απευθείας εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία από τα διάφορα ανοίγματα δεν θερμαίνει απευθείας τον εσωτερικό αέρα αλλά απορροφάτε κυρίως από το δάπεδο, τους εσωτερικούς τοίχους και τα έπιπλα. Το ψυκτικό φορτίο πολλές φορές καλείται θερμικό κέρδος ή φορτίο καλοκαιριού.

Οι μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν τους υπολογισμούς ψυκτικών φορτίων είναι πάρα πολλές, συνήθως δύσκολο να οριστούν με ακρίβεια και πάντοτε σχετίζονται μεταξύ τους με περίπλοκο τρόπο. Οι περισσότερες συνιστώσες του ψυκτικού φορτίου μεταβάλλονται ως προς το εύρος της τιμής τους κατά την διάρκεια της ημέρας. Επειδή αυτές οι περιοδικές μεταβολές των συνιστωσών του φορτίου δεν είναι χρονικά και ποσοτικά ίδιες για όλες τις συνιστώσες, πρέπει να γίνεται μια ακριβής ανάλυση των παραμέτρων του φορτίου, ώστε να υπολογίζεται το μέγιστο ψυκτικό φορτίο ενός κτηρίου με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια.

Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων όπως και των θερμικών απωλειών γίνεται για κάθε χώρο του κτηρίου ξεχωριστά. Το συνολικό ψυκτικό φορτίο κάθε χώρου (Q_C) αποτελείται από το αισθητό φορτίο (Q_S), το οποίο μεταβάλλει την θερμοκρασία του χώρου, και το λανθάνον φορτίο (Q_L), το οποίο μεταβάλλει την υγρασία του χώρου.

Οι κύριες συνιστώσες του ψυκτικού φορτίου είναι τα εσωτερικά και εξωτερικά φορτία. Τα εσωτερικά φορτία κυρίως προέρχονται από:

- ροή θερμότητας από ανθρώπους, όπου εργάζονται ή διαμένουν στο κτήριο
- ροή θερμότητας από τον φωτισμό του κτηρίου
- ροή θερμότητας από διάφορες συσκευές
- ροή θερμότητας από διάφορες διεργασίες στο κτήριο
- ροή θερμότητας από μη κλιματιζόμενους χώρους

Τα εξωτερικά φορτία προέρχονται από:

- θερμότητα που μεταφέρεται δια μέσω του κελύφους του κτηρίου
- θερμότητα που μεταφέρεται δια μέσω των αδιαφανών δομικών στοιχείων
- θερμότητα που εισέρχεται λόγω αερισμού

5.2.1 Μέθοδοι υπολογισμού ψυκτικού φορτίου:

Οι μέθοδοι που συνήθως χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων, έχουν κατά κανόνα ως κύριο στόχο τους τον εντοπισμό των μέγιστων φορτίων για την επιλογή των κλιματιστικών μηχανημάτων. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια λαμβάνονται συνήθως οι δυσμενέστερες συνθήκες λειτουργίας για τις οποίες καλούνται να ανταποκριθούν οι συσκευές. Για τον λόγο αυτό πολλές φορές κατά την προσέγγιση των ψυκτικών φορτίων υπερδιαστασιολογούνται οι κλιματιστικές μονάδες. Οι διάφορες μέθοδοι υπολογισμού ψυκτικών φορτίων αποτελούν πολύτιμο εργαλείο για τον υπολογισμό των φορτίων, για το λόγο ότι σε αντίθετη περίπτωση καλούμαστε να υπολογίσουμε πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα μετάδοσης θερμότητας.

Η αξία μιας μεθόδου εντοπίζεται κυρίως στην πληρότητά της από πλευράς αντιμετώπισης των διάφορων παραγόντων που επιδρούν στα φορτία και λιγότερο από το εάν είναι σε θέση να προσδιορίσει το προβλεπόμενο φορτίο. Στον σημείο αυτό πολύτιμο ρόλο παίζει η εμπειρία του μελετητή, ο οποίος καλείτε να εκτιμήσει τους διάφορους παράγοντες με τρόπο τέτοιο ώστε να αποφεύγεται, όσο είναι δυνατόν, η υπερδιαστασιολόγηση ή υποδιαστασιολόγηση μιας εγκατάστασης κλιματισμού.

Οι πλέον γνωστές και διαδεδομένες μέθοδοι υπολογισμού ψυκτικών φορτίων είναι:

- η μέθοδος CLTD/CLF (Cooling Load Temperature Difference/ Cooling Load Factor) της ASHRAE
- η μέθοδος TETD (Total Equivalent Temperature Difference) της ASHRAE
- η μέθοδος TFM (Transfer Function Method) της ASHRAE
- η μέθοδος HB (Heat Balance) της ASHRAE
- η μέθοδος RTS (Radiant Time Series) της ASHRAE

Η μέθοδος που χρησιμοποιείτε κυρίως σε κτήρια κατοικιών, και που θα αναλύσουμε στην παρούσα πτυχιακή εργασία, είναι η μέθοδος CLTD/CLF της ASHRAE.

5.2.2 Μέθοδος υπολογισμού CLTD/CLF:

Η μέθοδος αυτή προσαρμόστηκε στις εκάστοτε αντιλήψεις της σύγχρονης πρακτικής και ανταποκρίνεται στην μεγάλη ποικιλία κλιματικών συνθηκών. Όπως αποδείχτηκε από την εφαρμογή της, δίνει πολύ καλά αποτελέσματα σε όλο το εύρος των κλιματικών συνθηκών και έχει καταστεί μια μέθοδος παγκόσμιας εφαρμογής. Η μεθοδολογία αποτελεί μια χειροκίνητη υπολογιστική διαδικασία του φορτίου, όπου εάν είναι επιθυμητό παρέχει την τιμή του ψυκτικού φορτίου σε ωριαία βάση.

Η μέθοδος CLTD/CLF χρησιμοποιεί την θερμοκρασιακή διαφορά CLTD στην περίπτωση τοίχων και των στεγών τους συντελεστές ηλιακού ψυκτικού φορτίου (SCL) στην περίπτωση του ηλιακού κέρδους μέσω των παραθύρων, και του συντελεστές ψυκτικού φορτίου (CLF) για τις εσωτερικές θερμικές πηγές. Τα CLTD, SCL και CLF μεταβάλλονται με τον χρόνο και αποτελούν συνάρτηση των περιβαλλοντικών συνθηκών και των παραμέτρων του κτηρίου.

Η μέθοδος περιλαμβάνει τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων που προκύπτουν για ένα χώρο σε συνάρτηση με τα παρακάτω στοιχεία:

- εξωτερικές οροφές
- εξωτερικά δομικά στοιχεία
- διαφανή δομικά στοιχεία
- εσωτερικά δομικά στοιχεία μη κλιματιζόμενων χώρων
- εσωτερικός φωτισμός
- άνθρωποι
- διάφορες συσκευές
- ηλεκτρικές συσκευές
- αερισμός

Το σύνολο των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου είναι το επί μέρους άθροισμα όλων των παραπάνω στοιχείων.

Ψυκτικά φορτία εξωτερικών οροφών:

Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων για εξωτερικές οροφές δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\dot{Q}_{Eξορ} = U_{Eξορ} \cdot A_{Eξορ} \cdot CLTD_{\delta,Eξορ} \quad (\Sigma\chi 5.1)$$

όπου :

$U_{Eξορ}$	ο συντελεστή θερμοπερατότητας της εξωτερικής οροφής. Ο συντελεστής υπολογίζεται όπως υπολογίσθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, και δίνεται από την σχέση $\left(U = \frac{1}{R_i + \frac{d}{\lambda} + R_\delta + R_a + R_u} \right)$	$\left(\frac{W}{m^2 K} \right)$
------------	---	----------------------------------

$A_{Eξορ}$	το εμβαδό της επιφάνειας της εξωτερικής οροφής	(m^2)
------------	--	---------

$$CLTD_{\delta, \text{Εξορ}} \quad \text{Η διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου, η οποία υπολογίζεται παρακάτω} \quad (K)$$

Ο υπολογισμός του $CLTD_{\delta}$ γίνεται με χρήση του πίνακα 5.1 για συγκεκριμένη κατηγορία οροφής. Οι τιμές του $CLTD$ που αναγράφονται στον πίνακα έχουν υπολογισθεί για τις παρακάτω συνθήκες:

- βόρειο γεωγραφικό πλάτος 40° και ημερομηνία 21 Ιουλίου
- σκουρόχρωμη επίπεδη εξωτερική οροφή
- εσωτερική θερμοκρασία χώρου $t_{in} = 25.5^{\circ}\text{C}$
- μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία $t_{out, max} = 35^{\circ}\text{C}$
- μέση εξωτερική θερμοκρασία $t_m = 29.4^{\circ}\text{C}$ και ημερήσια διακύμανση $DR = 11.2\text{ K}$ και
- οροφή χωρίς ή με ψευδοροφή αλλά χωρίς ανεμιστήρες ή αεραγωγούς

Η τιμή του $CLTD_{\delta, \text{Εξορ}}$ δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$CLTD_{\delta, \text{Εξορ}} = [(CLTD + LM) \cdot K + (25.5 - t_{in}) + (t_m - 29.4)] \cdot f \quad (\Sigma\chi 5.2)$$

όπου :

$CLTD$	η διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου, ο οποίος υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.1	(K)
LM	η διορθωμένη τιμή του γεωγραφικού πλάτους και μήνα, για συγκεκριμένο μήνα και γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που βρίσκετε το κτήριο, υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.2	(-)
K	ο συντελεστή χρώματος, και παίρνει τις τιμές $K = 1$ για σκουρόχρωμες οροφές ή οροφές σε βιομηχανικές περιοχές, $K = 0.5$ για μόνιμα ανοιχτόχρωμες οροφές	(-)
f	συντελεστής που εξαρτάτε από το αν υπάρχουν ανεμιστήρες ή αεραγωγοί, και παίρνει τις τιμές $f = 1$ εάν δεν υπάρχουν ανεμιστήρες ή αεραγωγοί και $f = 0.75$ εάν υπάρχει θετικός αερισμός	(-)
t_m	η μέση θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, η οποία υπολογίζεται από την σχέση: $t_m = t_{out, max} - \frac{DR}{2}$	(K)

Τιμές CLTD για τον υπολογισμό ψυκτικού φορτίου σε επίπεδες οροφές [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]																		
α/α	Περιγραφή κατασκευής	Βάρος [kg/m ²]	Ηλιακή ώρα															
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Χωρίς ψευδοροφή																		
1	Φύλλο χάλυβα με 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	34 (39)	-2	3	11	19	27	34	40	43	44	43	39	33	25	17	10	7
2	25 mm ξύλο με 25 mm μόνωση	39	-2	-1	2	8	15	22	29	35	39	41	41	39	35	29	21	15
3	100 mm ελαφρύ μπετόν	88	-2	-2	1	5	11	18	25	31	36	39	40	40	37	32	25	19
4	50 mm βαρύ μπετόν με 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	142	-1	0	2	6	11	17	23	28	33	36	37	37	34	30	25	20
5	25 mm ξύλο με 50 mm μόνωση	44	-4	-4	-2	3	9	15	22	27	32	35	36	35	32	27	20	14
6	150 mm ελαφρύ μπετόν	117	2	1	0	2	4	8	13	18	24	29	33	35	36	35	32	28
7	60 mm ξύλο με 25 mm μόνωση	63	6	4	3	4	5	8	11	15	19	23	27	29	31	31	30	27
8	200 mm ελαφρύ μπετόν	151	8	6	5	4	4	5	7	11	14	18	22	25	28	30	30	29
9	100 mm βαρύ μπετόν με 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	254 (254)	5	4	4	6	8	11	15	18	22	25	28	29	30	29	27	24
10	60 mm ξύλο με 50 mm μόνωση	63	8	6	5	5	5	7	10	13	17	21	24	27	28	29	29	27
11	Οροφή συστήματος ταράτσας	366	11	9	8	7	8	8	10	12	15	18	20	22	24	25	26	25
12	100 mm βαρύ μπετόν + 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	366 (366)	10	9	8	8	9	10	12	15	17	20	22	24	25	25	25	24
13	100 mm ξύλο με 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	83 (88)	14	13	11	10	9	9	9	10	12	14	16	18	20	22	23	24
Με ψευδοροφή																		
1	Φύλλο χάλυβα με 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	44 (49)	-3	0	5	13	20	28	35	40	43	43	41	37	31	23	15	10
2	25 mm ξύλο με 25 mm μόνωση	49	2	1	2	4	7	12	17	22	27	31	33	35	34	32	28	24
3	100 mm ελαφρύ μπετόν	97	1	0	0	2	6	10	16	21	27	31	34	36	36	34	30	26
4	50 mm βαρύ μπετόν με 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	146	8	7	7	8	9	11	14	17	19	22	24	25	26	26	25	23
5	25 mm ξύλο με 50 mm μόνωση	49	4	3	3	4	6	10	14	18	23	27	30	31	32	31	29	26
6	150 mm ελαφρύ μπετόν	127	7	6	4	4	4	6	9	12	16	20	24	27	29	30	30	28
7	60 mm ξύλο με 25 mm μόνωση	73	12	10	9	8	8	9	10	12	14	17	19	21	23	24	25	24
8	200 mm ελαφρύ μπετόν	161	13	11	10	9	8	8	8	9	11	14	16	19	21	23	25	25
9	100 mm βαρύ μπετόν με 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	259 (264)	13	12	11	11	11	12	13	15	16	18	19	20	21	21	21	21
10	60 mm ξύλο με 50 mm μόνωση	73	13	12	11	10	10	10	11	12	14	16	18	19	21	22	23	23
11	Οροφή συστήματος ταράτσας	376	14	13	13	13	12	12	13	13	14	15	16	16	17	18	18	19
12	100 mm βαρύ μπετόν + 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	376 (376)	13	13	12	12	12	12	13	14	15	16	17	18	18	19	19	19
13	100 mm ξύλο με 25 mm (ή 50 mm) μόνωση	93 (97)	16	15	14	14	13	12	12	12	13	14	15	16	18	19	20	20

Πίνακας 5.1

Διόρθωση της τιμής LM ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα υπολογισμού [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]							
Βόρειο γεωγραφικό πλάτος	Μήνας	B	BA/ΒΔ	A-Δ	NA/ΝΔ	N	Οριζόντιο
32°	ΔΕΚ	-2,7	-5,5	-4,4	1,1	6,6	-9,4
	ΙΑΝ – ΝΟΕ	-2,7	-5,0	-4,4	1,1	6,6	-8,3
	ΦΕΒ – ΟΚΤ	-2,2	-3,8	-2,2	2,2	6,1	-5,5
	ΜΑΡ – ΣΕΜ	-1,6	-2,2	-1,1	1,6	3,8	-2,7
	ΑΠΡ – ΑΥΓ	-1,1	-0,5	0,0	0,0	0,5	-0,5
	ΜΑΙ - ΙΟΥΛ	0,5	0,5	0,0	0,5	-1,6	0,5
	ΙΟΥΝ	0,5	1,0	0,0	-1,1	-2,2	1,1
40°	ΔΕΚ	-3,3	-5,5	-5,5	0,0	5,5	-11,6
	ΙΑΝ – ΝΟΕ	-2,7	-5,5	-5,0	0,5	6,1	-10,5
	ΦΕΒ – ΟΚΤ	-2,7	-4,4	-3,3	1,6	6,6	-7,7
	ΜΑΡ – ΣΕΜ	-2,2	-2,7	-1,6	2,2	5,5	-4,4
	ΑΠΡ – ΑΥΓ	-1,1	-1,1	0,0	1,1	2,2	1,6
	ΜΑΙ - ΙΟΥΛ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
	ΙΟΥΝ	0,5	0,5	0,5	0,0	-0,5	1,1

Πίνακας 5.2

Ψυκτικά φορτία εξωτερικών δομικών στοιχείων:

Τα ψυκτικά φορτία υπολογίζονται από την παρακάτω σχέση:

$$\dot{q}_{E\xi\Delta\Sigma} = U_{E\xi\Delta\Sigma} \cdot A_{E\xi\Delta\Sigma} \cdot CLTD_{\delta,E\xi\Delta\Sigma} \quad (\Sigma\chi\ 5.3)$$

όπου :

$U_{E\xi\Delta\Sigma}$ ο συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων. Ο συντελεστής υπολογίζεται από την σχέση 4.14 $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$

$A_{E\xi\Delta\Sigma}$ το εμβαδό της επιφάνειας των εξωτερικών δομικών στοιχείων (m^2)

$CLTD_{\delta,E\xi\Delta\Sigma}$ Η διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου, η οποία υπολογίζεται παρακάτω (K)

Τιμές CLTD για τον υπολογισμό ψυκτικού φορτίου σε εξωτερικά δομικά στοιχεία [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]																									
Προσανατολισμός		Ωρα																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ΟΜΑΔΑ Α	B	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	
	BA	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11	11	
	A	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	11	11	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14
	NA	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	13	13	13	13	13
	N	11	11	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	11	11	11	11
	NΔ	14	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	9	9	10	10	10	11	12	13	13	14	14
	Δ	15	15	15	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	11	11	12	13	14	14	15
	BΔ	12	12	11	11	11	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	11	11
ΟΜΑΔΑ Β	B	8	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	6	6	7	7	8	8	8	8	8	
	BA	11	10	10	9	9	8	7	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12	11	11	
	A	13	13	12	11	10	10	9	8	8	8	9	9	10	12	13	13	14	14	15	15	15	15	14	14
	NA	13	12	12	11	10	10	9	8	8	8	8	9	10	11	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14
	N	12	11	11	10	9	9	8	7	7	6	6	6	6	7	8	9	10	11	11	12	12	12	12	12
	NΔ	15	15	14	13	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	8	9	10	11	13	14	15	15	16	16
	Δ	16	16	15	14	14	13	12	11	9	9	9	8	8	8	8	8	9	11	12	14	15	16	16	17
	BΔ	13	12	12	11	11	10	9	9	8	7	7	7	6	6	7	7	8	8	9	11	12	13	13	13
ΟΜΑΔΑ Γ	B	9	8	7	7	6	5	5	4	4	4	4	4	5	5	6	6	7	8	9	9	9	10	9	
	BA	10	10	9	8	7	6	6	6	6	7	8	10	10	11	12	12	12	13	13	13	13	12	12	11
	A	13	12	11	10	9	8	7	7	8	9	11	13	14	15	16	16	17	17	16	16	16	15	14	13
	NA	13	12	11	10	9	8	7	6	7	7	9	10	12	14	15	16	16	16	16	16	16	15	14	13
	N	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5	5	5	6	8	9	11	12	13	14	14	14	14	13	12
	NΔ	16	15	14	12	11	10	9	8	7	7	6	6	6	7	8	10	12	14	16	18	18	18	18	17
	Δ	17	16	15	14	12	11	10	9	8	7	7	7	7	8	9	11	13	16	18	19	20	19	18	18
	BΔ	14	13	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5	6	6	6	7	9	10	12	14	15	15	15	15
ΟΜΑΔΑ Δ	B	8	7	7	6	5	4	3	3	3	3	4	4	5	6	6	7	8	9	10	11	11	10	9	
	BA	9	8	7	6	5	5	4	4	6	8	10	11	12	13	13	13	14	14	14	13	13	12	11	10
	A	11	10	8	7	6	5	5	5	7	10	13	15	17	18	18	18	18	17	17	16	15	13	12	
	NA	11	10	9	7	6	5	5	5	5	7	10	12	14	16	17	18	18	18	17	17	16	15	14	12
	N	11	10	8	7	6	5	4	4	3	3	4	5	7	9	11	13	15	16	16	15	14	13	12	
	NΔ	15	14	12	10	9	8	6	5	5	4	4	5	5	7	9	12	15	18	20	21	21	20	19	17
	Δ	17	15	13	12	10	9	7	6	5	5	5	5	6	6	8	10	13	17	20	22	23	22	21	19
	BΔ	14	12	11	9	8	7	6	5	4	4	4	4	5	6	7	8	10	12	15	17	18	17	16	15
ΟΜΑΔΑ Ε	B	7	6	5	4	3	2	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	10	11	12	12	11	10	9	8
	BA	7	6	5	4	3	2	3	5	8	11	13	14	14	14	14	14	15	14	14	13	12	11	9	8
	A	8	7	6	5	4	3	3	6	10	15	18	20	21	21	20	19	18	18	17	15	14	12	11	9
	NA	8	7	6	5	4	3	3	4	7	10	14	17	19	20	20	20	19	18	17	16	14	13	11	10
	N	8	7	6	5	4	3	2	2	2	3	5	7	10	14	16	18	19	18	17	16	14	13	11	10
	NΔ	12	10	8	7	6	4	4	3	3	3	4	5	7	10	14	18	21	24	25	24	22	19	17	14
	Δ	14	12	10	8	6	5	4	3	3	4	4	5	6	8	11	15	20	24	27	27	25	22	19	16
	BΔ	11	9	8	6	5	4	3	3	3	3	4	5	6	7	9	11	14	18	21	21	20	18	15	13

Πίνακας 5.3

Ο υπολογισμός του $CLTD_{\delta, E\Xi\Delta\Sigma}$ γίνεται με χρήση της παρακάτω σχέσης:

$$CLTD_{\delta, E\Xi\Delta\Sigma} = [(CLTD + LM) \cdot K + (25.5 - t_{in}) + (t_m - 29.4)] \quad (\Sigma\chi 5.4)$$

όπου :

K ο συντελεστή χρώματος, και παίρνει τις τιμές $K = 1$ για σκουρόχρωμα εξωτερικά δομικά στοιχεία ή δομικά στοιχεία σε βιομηχανικές περιοχές, $K = 0,83$ για ενδιάμεσου χρώματος δομικά στοιχεία και $K = 0.63$ για μόνιμα ανοιχτόχρωμα δομικά στοιχεία (—)

Ψυκτικά φορτία διαφανών δομικών στοιχείων:

Τα ψυκτικά φορτία διαφανών δομικών στοιχείων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες οι οποίες είναι τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα και από ηλιακή ακτινοβολία, και υπολογίζονται από την παρακάτω σχέση:

$$\dot{q}_{\Delta\Delta\Sigma} = \dot{q}_{\Delta\Delta\Sigma,ΑΥ} + \dot{q}_{\Delta\Delta\Sigma,ΑΚΤ} \quad (\Sigma\chi\ 5.5)$$

όπου :

$\dot{q}_{\Delta\Delta\Sigma,ΑΥ}$ τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα, υπολογίζονται από την σχέση 5.6 (W)

$\dot{q}_{\Delta\Delta\Sigma,ΑΚΤ}$ τα ψυκτικά φορτία από ηλιακή ακτινοβολία, υπολογίζονται από την σχέση 5.8 (W)

$$\dot{q}_{\Delta\Delta\Sigma,ΑΥ} = U_{\Delta\Delta\Sigma} \cdot A_{\Delta\Delta\Sigma} \cdot CLTD_{\delta,\Delta\Delta\Sigma} \quad (\Sigma\chi\ 5.6)$$

όπου :

$U_{\Delta\Delta\Sigma}$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας των διαφανών δομικών στοιχείων. Ο συντελεστής υπολογίζεται από την σχέση 4.15 $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$

$A_{\Delta\Delta\Sigma}$ το εμβαδό της επιφάνειας των διαφανών δομικών στοιχείων (m²)

$CLTD_{\delta,\Delta\Delta\Sigma}$ Η διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου, η οποία υπολογίζεται παρακάτω (K)

$$CLTD_{\delta,\Delta\Delta\Sigma} = CLTD + (25.5 - t_{in}) + (t_m - 29.4) \quad (\Sigma\chi\ 5.7)$$

Η τιμή του CLTD υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.4.

Τιμές CLTD διαφανών δομικών στοιχείων [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]	
Ηλιακή ώρα	CLTD
1	1
2	0
3	-1
4	-1
5	-1
6	-1
7	-1
8	0
9	1
10	2
11	4
12	5
13	7
14	7
15	8
16	8
17	7
18	7
19	6
20	4
21	3
22	2
23	2
24	1

Πίνακας 5.4

$$\dot{q}_{\Delta\Delta\Sigma,Η\lambda} = A_{\Delta\Delta\Sigma} \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF \quad (\Sigma\chi 5.8)$$

όπου :

<i>SC</i>	ο συντελεστή σκίασης του διαφανούς δομικού στοιχείου, ο οποίος εξαρτάτε από το είδος του υαλοπίνακα και του είδος της εσωτερικής σκίασης. Δίνεται από τον πίνακα 5.5	(-)
<i>SHGF</i>	το μέγιστο θερμικό ηλιακό κέρδος. Υπολογίζεται από τον πίνακα 5.6 συναρτήσει του γεωγραφικού πλάτους του κτηρίου, τον μήνα υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου καθώς και τον προσανατολισμό του διαφανούς δομικού στοιχείου. Δίνεται από τον πίνακα 5.6	$\left(\frac{W}{m^2}\right)$
<i>CLF</i>	ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου που μετατρέπει το θερμικό ηλιακό κέρδος σε ψυκτικό φορτίο για συγκεκριμένη ώρα. Δίνεται από τον πίνακα 5.7	(-)

Συντελεστής σκίασης (SC) ανά τύπο υαλοπίνακα			
Τύπος υαλοπίνακα	Τύπος υάλων	Πάχος υάλου	SC
Διαφανής	Μονός	2,4 ~ 4,8	1,00
		3,2	1,00
		5,6	1,00
		6,0	0,95
	Διπλός	2,4 ~ 4,8	0,88
		3,2	0,88
		5,6	0,85
		6,0	0,80
Απορροφητικός	Μονός	2,4 ~ 4,8	0,73
		3,2	0,73
		5,6	0,73
		6,0	0,73
	Διπλός	2,4 ~ 4,8	0,60
		3,2	0,60
Ανακλαστικός	Μονός	2,4 ~ 4,8	0,60
		3,2	0,55
		5,6	0,52
		6,0	0,50
	Διπλός	2,4 ~ 4,8	0,52
		3,2	0,48
		5,6	0,44

Πίνακας 5.5

Τιμές SHGF για ηλιαζόμενα παράθυρα σε 32° βόρειο γεωγραφικό πλάτος						
ΜΗΝΑΣ	B (σκιασμένο)	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ
Ιανουάριος	69	76	524	779	795	489
Φεβρουάριος	82	180	615	782	732	628
Μάρτιος	95	312	704	732	606	751
Απρίλιος	110	454	710	618	426	827
Μάιος	120	530	694	521	293	858
Ιούνιος	148	552	678	473	243	861
Ιούλιος	123	521	681	508	284	846
Αύγουστος	114	435	688	596	413	811
Σεπτέμβριος	98	300	663	704	590	726
Οκτώβριος	85	177	590	754	710	615
Νοέμβριος	69	76	514	767	782	486
Δεκέμβριος	63	63	476	760	801	429

Πίνακας 5.6α

Τιμές SHGF για ηλιαζόμενα παράθυρα σε 40° βόρειο γεωγραφικό πλάτος						
ΜΗΝΑΣ	B (σκιασμένο)	BA/ΒΔ	Α/Δ	NA/ΝΔ	N	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ
Ιανουάριος	63	63	486	760	801	420
Φεβρουάριος	76	158	587	776	760	568
Μάρτιος	91	293	688	745	650	704
Απρίλιος	107	441	707	640	486	795
Μάιος	117	521	694	552	357	836
Ιούνιος	151	543	681	508	300	842
Ιούλιος	120	514	681	536	344	827
Αύγουστος	110	426	681	618	470	779
Σεπτέμβριος	95	274	640	713	631	678
Οκτώβριος	79	154	568	751	738	558
Νοέμβριος	63	63	476	748	789	416
Δεκέμβριος	57	57	476	732	798	357

Πίνακας 5.6β

Α. (CLF) Για τζάμια χωρίς εσωτερ. σκίαση (βόρειο πλάτος) Γενικά

ΠΡΟΣΑΝΑ- ΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	h																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.55	0.63	0.71	0.78	0.80	0.82	0.82	0.79	0.75	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
Β(σκιασμ)	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
	L	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.39	0.33	0.30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07
BBA	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
BA	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
ABA	M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.35	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.45	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
A	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	L	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.17	0.34	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06
ANA	M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09
	H	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
NA	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12

Πίνακας 5.7

NNA	M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
	H	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.55	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
N	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
	L	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.58	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12
NNΔ	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.25	0.35	0.48	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
NΔ	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.26	0.40	0.52	0.62	0.66	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15
ΔNΔ	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.24	0.35	0.46	0.54	0.58	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.26	0.36	0.46	0.53	0.56	0.51	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
Δ	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.26	0.40	0.53	0.63	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
ΔBΔ	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.25	0.36	0.46	0.53	0.52	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16
	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
BΔ	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
	L	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
BBΔ	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27	0.28	0.31	0.39	0.51	0.56	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.26	0.28	0.28	0.31	0.38	0.49	0.53	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.16	0.13
OPIZ	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.28	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

Πίνακας 5.7 (συνέχεια)

Ψυκτικά φορτία εσωτερικών δομικών στοιχείων:

Ο υπολογισμός των εσωτερικών δομικών στοιχείων γίνεται σε περίπτωση που έχουμε σε ένα κτήριο μη κλιματιζόμενους χώρους οι οποίοι συνορεύουν με κλιματιζόμενους και συνεπώς υπάρχει ροή θερμότητας από αυτούς προς τον κλιματιζόμενο χώρο. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι εσωτερικοί τοίχοι, εσωτερικές οροφές, εσωτερικά δάπεδα καθώς και εσωτερικές πόρτες. Από τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου εξαιρούνται δάπεδα τα οποία βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος. Ο υπολογισμός γίνεται με χρήση της παρακάτω σχέσης:

$$\dot{q}_{E\sigma\Delta\Sigma,AY} = U_{E\sigma\Delta\Sigma} \cdot A_{E\sigma\Delta\Sigma} \cdot \Delta\theta_{b,i} \quad (\Sigma\chi 5.9)$$

όπου :

$U_{E\sigma\Delta\Sigma}$	ο συντελεστή θερμοπερατότητας των εσωτερικών δομικών στοιχείων. Ο συντελεστής υπολογίζεται από την σχέση 4.14	$\left(\frac{W}{m^2 K}\right)$
$A_{E\sigma\Delta\Sigma}$	το εμβαδό της επιφάνειας των εσωτερικών δομικών στοιχείων	(m^2)
$\Delta\theta_{b,i}$	η διαφορά θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου (i) με τον γειτνιάζοντα μη κλιματιζόμενο χώρο (b). $\Delta\theta_{b,i} = t_b - t_i$	(K)

Όταν δεν είναι γνωστή η θερμοκρασία του μη κλιματιζόμενου χώρου (t_b) και εφόσον ο χώρος αυτός δεν περιέχει πηγές θερμότητας που αυξάνουν σημαντικά την θερμοκρασία του, τότε ως θερμοκρασία αναφοράς λαμβάνεται η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα (t_{out}) για την συγκεκριμένη ώρα υπολογισμού ελαττωμένη κατά 3K.

$$t_b = t_{out} - 3 \quad (\Sigma\chi 5.10)$$

Η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα για κάθε ώρα της ημέρας υπολογίζεται από την σχέση:

$$t_{out} = t_{out,max} - DR \cdot \frac{TR_{100}}{100} \quad (\Sigma\chi 5.11)$$

DR	η ημερήσια διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας	(K)
TR_{100}	το ποσοστό διακύμανσης της ημερήσιας θερμοκρασίας, το οποίο αναλογεί σε συγκεκριμένη ώρα της ημέρας και υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.8	$(\%)$

Τιμές ποσοστού διακύμανσης ημερήσιας θερμοκρασίας [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]					
ΩΡΑ	TR ₁₀₀ [%]	ΩΡΑ	TR ₁₀₀ [%]	ΩΡΑ	TR ₁₀₀ [%]
1	87	7	93	13	11
2	92	8	84	14	3
3	96	9	71	15	0
4	99	10	56	16	3
5	100	11	39	17	10
6	98	12	23	18	21

Πίνακας 5.8

Εσωτερικός φωτισμός:

Τα ψυκτικά φορτία λόγω του φωτισμού, αποτελούν κύρια συνιστώσα του συνολικού ψυκτικού φορτίου του χώρου και απαιτείτε ακριβής εκτίμηση. Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων λόγω εσωτερικού φωτισμού υπολογίζεται από την σχέση:

$$\dot{q}_{Eσφωτ} = \sum Q_{Eσφωτ} \cdot UR \cdot SpeC \cdot CLF_{Eσφωτ} \quad (\Sigma\chi 5.12)$$

όπου :

$Q_{Eσφωτ}$ η ισχύς του φωτισμού (KW)

$SpeC$ Ειδικός συντελεστής, ο οποίος έχει εισαχθεί ως μέγεθος για τον υπολογισμό σε περίπτωση που έχουμε λαμπτήρες φθορίου. Όταν έχουμε μόνο λαμπτήρες πυράκτωσης ο συντελεστής λαμβάνει την τιμή 1, για φωτισμό με δύο λαμπτήρες φθορίου 40W ο συντελεστής λαμβάνει την τιμή 1.18. (-)

$CLF_{Eσφωτ}$ ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου, που μετατρέπει το θερμικό κέρδος σε ψυκτικό φορτίο. Εξαρτάτε κυρίως από τις ώρες λειτουργίας του εσωτερικού φωτισμού. Η τιμή του συντελεστή υπολογίζεται με χρήση των πινάκων 5.11 με χρήση των επιμέρους συντελεστών a και b. (-)

UR το ποσοστό χρήσης του εσωτερικού φωτισμού. Υπολογίζεται από τον λόγο της ισχύος των λαμπτήρων σε χρήση προς την συνολική εγκαταστημένη ισχύ του φωτισμού, σε περίπτωση που χρησιμοποιείται όλη η εγκατάσταση φωτισμού ο συντελεστής λαμβάνει την τιμή 1 (-)

Τιμές συντελεστή σχεδιασμού (a) [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]			
a	Έπιπλα	Τύπος φωτιστικών σωμάτων	Αέρας προσαγωγής - επιστροφής
0.45	Απλά βαρέια έπιπλα χωρίς τάπητα	Χαμηλής τάξης προσαγωγή και επιστροφή κάτω από το ταβάνι ($V \leq 2.5 \text{ L/m}^2$)	Χωνευτό σε ψευδοροφή μη αεριζόμενο
0.55	Κανονική επίπλωση χωρίς τάπητα	Μέσος έως μεγάλος αερισμός προσαγωγής και επιστροφής κάτω από το ταβάνι ή δια μέσου στομιών οροφής ($V \geq 2.5 \text{ L/m}^2$)	Χωνευτό σε ψευδοροφή μη αεριζόμενο
0.65	Κανονική επίπλωση με ή χωρίς τάπητα	Μέσος έως μεγάλος αερισμός ή FCU ή μονάδα εξαερισμού επαγωγικού τύπου, εφοδιασμένος μέσω οροφής ή στόμια τοίχου με επιστροφή από τα ακίνητα φώτα και δια του χώρου του ταβανιού ($V \leq 2.5 \text{ L/m}^2$)	Εξαεριζόμενο
0.75 και άνω	Κάθε τύπος επίπλου	Επιστροφή με αεραγωγούς δια των ακίνητων φωτιστικών σωμάτων	Εξαεριζόμενο ή ελεύθερα αναρτώμενο σε ρεύμα επιστροφής

Πίνακας 5.9

Τιμές συντελεστή σχεδιασμού (b) [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]				
Κατασκευή περικαλυμμένου δαπέδου Έιδος δαπέδου – kg/m^2	Κυκλοφορία αέρα & τύπος προσαγωγής και επιστροφής			
	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ υψηλή
50 mm ξύλο (50 kg/m^2)	B	A	A	A
75 mm μπετόν (200 kg/m^2)	B	B	B	A
150 mm μπετόν (370 kg/m^2)	C	C	C	B
200 mm μπετόν (590 kg/m^2)	D	D	C	C
300 mm μπετόν (780 kg/m^2)	D	D	D	D

Πίνακας 5.10

Τιμές συντελεστής ψυκτικού φορτίου εσωτερικού φωτισμού ($CLF_{ΕσΦωτ}$)
[Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]

Α. ΓΙΑ 8 ΩΡΕΣ ΑΝΑΜΜΕΝΑ ΦΩΤΑ

ΣΥΝΤ. α	ΚΑΤΗΓ. β	ΩΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΟ ΑΝΑΜΜΑ ΤΩΝ ΦΩΤΩΝ																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.45	A	0.02	0.46	0.57	0.65	0.72	0.77	0.82	0.85	0.88	0.46	0.37	0.30	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
	B	0.07	0.51	0.56	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
	C	0.11	0.55	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
	D	0.14	0.58	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15
0.55	A	0.01	0.56	0.65	0.72	0.77	0.82	0.85	0.88	0.90	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04	0.03	0.06	0.02	0.02
	B	0.06	0.60	0.64	0.68	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
	C	0.09	0.63	0.66	0.68	0.70	0.71	0.73	0.75	0.76	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10
	D	0.11	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.72	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12
0.65	A	0.01	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.93	0.29	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
	B	0.04	0.69	0.72	0.75	0.77	0.80	0.82	0.84	0.85	0.22	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
	C	0.07	0.72	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.82	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07
	D	0.09	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09
0.75	A	0.01	0.76	0.80	0.84	0.87	0.90	0.92	0.93	0.95	0.21	0.17	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
	B	0.03	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
	C	0.05	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05
	D	0.06	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

Β. ΓΙΑ 10 ΩΡΕΣ ΑΝΑΜΜΕΝΑ ΦΩΤΑ

ΣΥΝΤ. α	ΚΑΤΗΓ. β	ΩΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΟ ΑΝΑΜΜΑ ΤΩΝ ΦΩΤΩΝ																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.45	A	0.03	0.47	0.58	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.93	0.49	0.39	0.32	0.26	0.21	0.17	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	B	0.10	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.73	0.76	0.78	0.80	0.82	0.39	0.23	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11
	C	0.15	0.59	0.61	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	0.76	0.33	0.30	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
	D	0.18	0.62	0.63	0.64	0.66	0.67	0.68	0.69	0.69	0.70	0.71	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.19
0.55	A	0.02	0.57	0.65	0.72	0.78	0.82	0.85	0.88	0.91	0.92	0.94	0.40	0.32	0.26	0.21	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
	B	0.08	0.62	0.66	0.69	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
	C	0.12	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.81	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
	D	0.15	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15
0.65	A	0.02	0.66	0.73	0.78	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.31	0.25	0.20	0.16	0.13	0.11	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02
	B	0.06	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
	C	0.09	0.74	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10
	D	0.11	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12
0.75	A	0.01	0.76	0.81	0.84	0.88	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
	B	0.04	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
	C	0.07	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
	D	0.08	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09

Πίνακας 5.11

Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους:

Τα ψυκτικά φορτία από ανθρώπους έχουν δύο συνιστώσες, την αισθητή και την λανθάνουσα. Τα αισθητά φορτία δεν μετατρέπονται άμεσα σε ψυκτικό φορτίο ενώ τα λανθάνοντα φορτία μπορούν να θεωρηθούν ως στιγμιαία ψυκτικά φορτία. Τα λανθάνοντα ψυκτικά φορτία πηγαίνουν κατευθείαν στον αέρα του χώρου, επομένως η συνιστώσα αυτή γίνεται αμέσως ψυκτικό φορτίο χωρίς καθυστέρηση. Ωστόσο, τα αισθητά ψυκτικά φορτία από κάποιον άνθρωπο, επιβραδύνονται λόγω της εν μέρει αποθήκευσής τους στους τοίχους και στα έπιπλα. Τα ψυκτικά φορτία από ανθρώπους υπολογίζονται από την σχέση:

$$\dot{q}_{A\nu\theta} = \dot{q}_{A\nu\theta,A\nu\sigma\theta} + \dot{q}_{A\nu\theta,\Lambda\nu\alpha\nu\theta} \quad (\Sigma\chi\ 5.13)$$

όπου :

$\dot{q}_{A\nu\theta,A\nu\sigma\theta}$	το αισθητό ψυκτικό φορτίο από ανθρώπους. Υπολογίζεται από την σχέση 5.14	(KW)
$\dot{q}_{A\nu\theta,\Lambda\nu\alpha\nu\theta}$	το λανθάνον ψυκτικό φορτίο από ανθρώπους. Υπολογίζεται από την σχέση 5.15	(KW)

Αισθητό ψυκτικό φορτίο:

$$\dot{q}_{A\nu\theta,A\nu\sigma\theta} = N_{A\nu\theta} \cdot SensHG \cdot CLF_{A\nu\theta} \quad (\Sigma\chi\ 5.14)$$

όπου :

$N_{A\nu\theta}$	ο αριθμός των ανθρώπων που διαμένουν ή εργάζονται στον χώρο	(-)
$SensHG$	το αισθητό φορτίο κάθε ανθρώπου, εξαρτάται κυρίως από την θερμοκρασία του χώρου και την εργασία την οποία εκτελεί το άτομο. Υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.12	(KW)
$CLF_{A\nu\theta}$	ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου, που μετατρέπει το θερμικό κέρδος από τις ανθρώπινες διεργασίες σε ψυκτικό φορτίο. Υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.13	(-)

Λανθάνον ψυκτικό φορτίο:

$$\dot{q}_{Aνθ,Λανθ} = N_{Aνθ} \cdot LatHG \quad (\Sigma\chi 5.15)$$

όπου :

LatHG το λανθάνον φορτίο κάθε ανθρώπου, εξαρτάται κυρίως από την θερμοκρασία του χώρου και την εργασία την οποία εκτελεί το άτομο. Υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.12 (KW)

Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]			
Είδος δραστηριότητας	Τυπική εφαρμογή	Αισθητό φορτίο [W]	Λανθάνον φορτίο [W]
Καθιστό σε ηρεμία	Θέατρα – κινηματογράφοι	60	40
Καθιστό, πολύ ελαφριά εργασία, γράψιμο	Ξενοδοχεία, κατοικίες, γραφεία	65	55
Καθιστό, τρώγοντας	Εστιατόρια	75	95
Καθιστό, ελαφριά εργασία, δακτυλογράφηση	Γραφεία, κατοικίες	75	75
Όρθιο, ελαφριά εργασία ή περπάτημα	Καταστήματα, τράπεζες	90	95
Ελαφριά εργασία	Εργοστάσια, βιοτεχνίες	100	130
Περπάτημα ή εργασία σε μηχάνημα	Εργοστάσια	100	205
Χορός	Χορευτικό κέντρο – αίθουσες χορού	120	255
Βαρεία εργασία, ανύψωση βαρών	Εργοστάσια	165	300
Αθληση	Γυμναστήρια	185	340

Πίνακας 5.12

Συντελεστής αισθητού ψυκτικού φορτίου από ανθρώπους ($CLF_{\Lambda\nu\theta}$)
 [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]

Παραμονή στο χώρο (h)	ΩΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΣΤΟ ΧΩΡΟ																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21

Πίνακας 5.13

Ψυκτικά φορτία από διάφορες συσκευές:

Τα ψυκτικά φορτία που προέρχονται από διάφορες συσκευές, συνήθως ηλεκτρικές, διακρίνονται σε αισθητά και λανθάνοντα. Το λανθάνον ψυκτικό φορτίο δημιουργείται κυρίως από την ύπαρξη υδρατμών. Τα ψυκτικά φορτία από διάφορες συσκευές υπολογίζονται από την σχέση:

$$\dot{q}_{\Sigma\psi\sigma} = \dot{q}_{\Sigma\psi\sigma, \text{Αισθ}} + \dot{q}_{\Sigma\psi\sigma, \text{Λανθ}} \quad (\Sigma\chi 5.16)$$

όπου :

$\dot{q}_{\Sigma\psi\sigma, \text{Αισθ}}$ το αισθητό ψυκτικό φορτίο από διάφορες συσκευές. Υπολογίζεται από την σχέση 5.17 (KW)

$\dot{q}_{\Sigma\psi\sigma, \text{Λανθ}}$ το λανθάνον ψυκτικό φορτίο από διάφορες συσκευές. Υπολογίζεται από την σχέση 5.18 (KW)

Αισθητό ψυκτικό φορτίο:

$$\dot{q}_{\Sigma\psi\sigma, \text{Αισθ}} = HG_{\text{Αισθ}} \cdot CLF_{\Sigma\psi\sigma} \quad (\Sigma\chi 5.17)$$

όπου :

$HG_{Aισθ}$	η στιγμιαία θερμική ισχύ που παράγεται στον χώρο. Σε περίπτωση συστήματος εξαερισμού με χαόνη απαγωγής (απορροφητήρας) η παραγόμενη στο χώρο θερμική ισχύς της συσκευής ελαττώνεται κατά το ήμισυ. Υπολογίζεται από τον πίνακα 5.14	(KW)
$CLF_{Συσ}$	ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου, που μετατρέπει το θερμικό κέρδος από διάφορες συσκευές σε ψυκτικό φορτίο. Υπολογίζεται από τον πίνακα 5.15α και 5.15β	(-)

Λανθάνον ψυκτικό φορτίο:

$$\dot{q}_{Συσ,λανθ} = HG_{λανθ} \quad (\Sigma\chi\ 5.18)$$

όπου :

$HG_{λανθ}$	η λανθάνουσα θερμική ισχύς που παράγεται στον χώρο. Όταν στον χώρο υπάρχει πάνω από μια συσκευή απαγωγής με χαόνη τότε $HG_{λανθ} = 0$. Υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.14	(KW)
-------------	--	------

Θερμικό κέρδος από διάφορες συσκευές [Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]			
Ηλεκτρική συσκευή	Ονομαστική ισχύς [W]	Αισθητό φορτίο [W]	Λανθάνον φορτίο [W]
Καφετιέρα (10 φλιτζάνια)	1500	1050	450
Φούρνος μικροκυμάτων, 28 lt	600	400	-
Ψύκτης νερού, 30 lt/h	700	350	-
Ηλεκτρικό σίδερο	1000	1000	500
Ηλεκτρική σκούπα	1200	1000	-
Οικιακό ψυγείο		200	-
Ραδιόφωνο		70	-
Στερεοφωνικό συγκρότημα		150	-
Τηλεόραση		150	-
DVD Player		15	-
Ηλεκτρική κουζίνα		2700	500
Πλυντήριο πιάτων		1000	500
Πλυντήριο ρούχων		3200	500

Πίνακας 5.14

Συντελεστής αισθητού ψυκτικού φορτίου $CLF_{\text{Συσ}}$ για συσκευές (με χοάνη απαγωγής)
[Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΩΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.27	0.40	0.25	0.18	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.28	0.41	0.51	0.59	0.39	0.30	0.24	0.19	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
6	0.29	0.42	0.52	0.59	0.65	0.70	0.48	0.37	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
8	0.31	0.44	0.54	0.61	0.66	0.71	0.75	0.78	0.55	0.43	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06
10	0.33	0.46	0.55	0.62	0.68	0.72	0.76	0.79	0.81	0.84	0.60	0.48	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
12	0.36	0.49	0.58	0.64	0.69	0.74	0.77	0.80	0.82	0.85	0.87	0.88	0.64	0.51	0.42	0.36	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.15	0.13	0.12
14	0.40	0.52	0.61	0.67	0.72	0.76	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.67	0.54	0.45	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19	0.16
16	0.45	0.57	0.65	0.70	0.75	0.78	0.81	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.69	0.56	0.46	0.39	0.34	0.29	0.25	0.22
18	0.52	0.63	0.70	0.75	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.71	0.58	0.48	0.41	0.35	0.30

Πίνακας 5.15α

Συντελεστής αισθητού ψυκτικού φορτίου $CLF_{\text{Συσ}}$ για συσκευές (χωρίς χοάνη απαγωγής)
[Πηγή: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals]

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΩΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.56	0.64	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.57	0.65	0.71	0.75	0.23	0.18	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
6	0.57	0.65	0.71	0.76	0.79	0.82	0.29	0.22	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
8	0.58	0.66	0.72	0.76	0.80	0.82	0.85	0.87	0.33	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03
10	0.60	0.68	0.73	0.77	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.36	0.29	0.24	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05
12	0.62	0.69	0.75	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.38	0.31	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07
14	0.64	0.71	0.76	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.40	0.32	0.27	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10
16	0.67	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.42	0.34	0.28	0.24	0.20	0.18	0.15	0.13
18	0.71	0.78	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.43	0.35	0.29	0.24	0.21	0.18

Πίνακας 5.15β

Ψυκτικά φορτία λόγω αερισμού:

Ο αερισμός ενός κτηρίου είναι απαραίτητος για την αραίωση των αερίων ρύπων και για την παροχή απαραίτητου οξυγόνου. Το ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού διακρίνεται στο αισθητό και στο λανθάνον. Το αισθητό φορτίο είναι η ψυκτική ισχύ που απαιτείτε για την ψύξη του αέρα εισαγωγής στο κλιματιζόμενο χώρο και το λανθάνον φορτίο είναι η λανθάνουσα ψυκτική ισχύς που απαιτείτε για την μετατροπή της απόλυτης υγρασίας του αέρα από την υγρασία του περιβάλλοντος στην υγρασία του κλιματιζόμενου χώρου. Τα ψυκτικά φορτία λόγω αερισμού υπολογίζονται από την σχέση:

$$\dot{q}_{Aερ} = \dot{q}_{Aερ,Αισθ} + \dot{q}_{Aερ,Λανθ} \quad (\Sigma\chi\ 5.19)$$

όπου :

$\dot{q}_{Aερ,Αισθ}$	το αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού. Υπολογίζεται από την σχέση 5.20	(KW)
$\dot{q}_{Aερ,Λανθ}$	το λανθάνον ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού. Υπολογίζεται από την σχέση 5.21	(KW)

Αισθητό ψυκτικό φορτίο:

$$\dot{q}_{Aερ,Αισθ} = C p_{air} \cdot \dot{V}_a \cdot \rho_{air} \cdot (t_{out} - t_{in}) \quad (\Sigma\chi\ 5.20)$$

όπου :

$C p_{air}$	η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα. $C p_{air} = 1 [KJ/(kg\ K)]$	$\left(\frac{KJ}{kgK}\right)$
\dot{V}_a	η παροχή του νεπού εξωτερικού αέρα.	$\left(\frac{lt}{sec}\right)$
ρ_{air}	η πυκνότητα το αέρα. $\rho_{air} = 1.2\ Kg/m^3$	$\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

Λανθάνον ψυκτικό φορτίο:

$$\dot{q}_{Aερ,λανθ} = h_{fg} \cdot \dot{V}_a \cdot \rho_{air} \cdot (w_{out} - w_{in}) \quad (\Sigma\chi 5.21)$$

όπου :

h_{fg}	η ενθαλπία εξάτμισης του νερού. $h_{fg} = 2500 \text{ KJ/Kg}$	$\left(\frac{\text{KJ}}{\text{kg}}\right)$
w_{out}	η ειδική υγρασία του εξωτερικού αέρα. Υπολογίζεται από τον ψυχομετρικό χάρτη.	$\left(\frac{\text{g}}{\text{kg}}\right)$
w_{in}	η ειδική υγρασία του εσωτερικού αέρα. Υπολογίζεται από τον ψυχομετρικό χάρτη.	$\left(\frac{\text{g}}{\text{kg}}\right)$

Αερισμός χώρου:

Η παροχή νωπού αέρα σε έναν χώρο είναι αναγκαία για την ανανέωση του οξυγόνου και την αραίωση οσμών, καπνού από κάπνισμα και διοξειδίου του άνθρακα που παράγουν οι άνθρωποι. Η απαραίτητη ποσότητα νωπού αέρα για τον παραπάνω σκοπό είναι σκόπιμο να ανάγεται σε παροχή αέρα ανά άτομο και εξαρτάτε από την πυκνότητα των ανθρώπων μέσα στον χώρο και από τον είδος της δραστηριότητας που εκτελούν.

Η ποσότητα και η κατανομή νωπού αέρα στους διάφορους χώρους ενός κτηρίου πρέπει να αντιμετωπίζεται και με την φυσική διείσδυση νωπού αέρα από εξωτερικά ανοίγματα του κτηρίου. Η ποσότητα αυτή μπορεί να αυξάνεται ώστε να αφαιρεί από τον χώρο θερμότητα, να παραλαμβάνει και να απορρίπτει μέρος του λανθάνοντος φορτίου. Η διαδικασία όμως αυτή πρέπει να λαμβάνει υπόψη της και όλους τους άλλους παράγοντες του προβλήματος.

Για τον προσδιορισμό της απαιτούμενης ποσότητας αέρα για διάφορους χώρους γίνεται με χρήση των πινάκων 5.16α και 5.16β.

Απαιτήσεις αερισμού
[Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2425/86]

Χ Ω Ρ Ο Σ	ΕΚΤΙΜΟΥΜΕΝΑ ΑΤΟΜΑ ΑΝΑ 100 Μ2 ΕΠΙΦΑ- ΝΕΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ (Μ3/Η)	
		ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ	ΕΥΝΙΣΤΩΜΕΝΟΣ
<u>Μονοκατοικίες</u>			
Καθιστικά, Υπνοδωμάτια	5	8.5	12-17
Κουζίνες, Μπάνια	-	34	50-85
<u>Πολυκατοικίες</u>			
Καθιστικά, Υπνοδωμάτια	7	8.5	12-17
Κουζίνες, Μπάνια	-	34	50-85
<u>Εκπαιδευτικά Κτίρια</u>			
Αίθουσες	55	17	17-26
Εργαστήρια	32	17	17-26
Αμφιθέατρα	110	17	26-34
Βιβλιοθήκες	22	12	17-21
Γραφεία	10	12	17-26
Γυμναστήρια	75	34	42-51
Βοηθητικά Χώροι	110	17	26-34
Βοηθητικοί Χώροι	3	8.5	12-17
<u>Νοσοκομεία</u>			
Αίθουσες αναμονής	55	34	42-51
Δωμάτια ασθενών	22	17	26-34
Χειρουργεία	-	34	-
Αίθουσες εξετάσεων	10	50	70-85
Αναρρωτήρια	-	25	-
<u>Γραφεία</u>			
Γενικά	10	25.5	25.5-42.5
Αίθουσες συνδιαλέξεων	65	42.5	51-68
Σχεδιαστήρια	22	12	17-25.5
Αίθουσες αναμονής	32	12	25.5-34
Αίθουσες Η/Υ	22	8.5	12-17
<u>Ξενοδοχεία</u>			
Υπνοδωμάτια	5	12	17-25.5
LIVING ROOMS	22	17	25.5-34
Μπάνια	-	34	51-85

Πίνακας 5.16α

Απαιτήσεις αερισμού (συνέχεια)
[Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2425/86]

Χ Ω Ρ Ο Ι	ΕΚΤΙΜΟΥΜΕΝΑ ΑΤΟΜΑ ΑΝΑ 100 Μ2 ΕΠΙΦΑ- ΝΕΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ (Μ3/Η)	
		ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ	ΣΥΝΙΣΤΥΜΕΝΟΣ
<u>Μουσεία</u>	75	12	17-25.5
<u>Οργανισμοί</u>			
Δικαστήρια	75	34	42.5-51.0
Αιθ. Συμβιαλέξεων	75	34	42.5-51.0
Αιθ. Αναμονής	55	34	42.5-51.0
Γραφεία	10	17	25.5-34
Καταστήματα	32	12	17-25.5
Χώροι αποθηκείσεως	5	8.5	12-17
Δοκιμαστήρια	-	8.5	17-25.5
Χώροι αποβιβάσεως επιβιβάσεως	10	25.5	25.5-34
Ανελκυστήρες	-	12	17-25.5
Εστιατόρια	75	17	25.5-34
Κουζίνες	20	51	60
ΚΑΦΕΤΕΡΙΑΣ	110	51	60
Μπαρ	150	51	68-85
<u>Συγκοινωνίες</u>			
Αίθουσες αναμονής	55	25.5	34-42.5
Εκδοτήρια εισιτηρίων χώροι αποσκευών κλπ.	55	25.5	34-42.5
Πύργοι ελέγχου	55	42.5	50-60
Υπόστεγα αεροπλάνων	2	17	25-34
Συνεργεία	-	17	25-34
<u>Τηλεπικοινωνίες</u>			
TV/RADIO STUDIOS	20	51	60-68
Αίθ. Συνεντεύξεων	100	25.5	34-42.5
Σύνθεση	32	12	17-25.5
Τηλ. Κέντρα (χειροκίνητα)	54	12	17-25.5
Τηλ. Κέντρα αυτομ.	-	12	17-25.5
<u>Βιομηχ. Χώροι</u>		42.5-68	

Πίνακας 5.16β

5.3 Αρχές ψυχομετρίας:

Ψυχομετρία καλείτε η μελέτη των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων του υγρού αέρα και η ανάλυση των διεργασιών σε υγρό αέρα στον κλιματισμό. Η ψυχομετρία και οι διεργασίες στις οποίες περιλαμβάνει χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των συσκευών σε μια κλιματιστική εγκατάσταση. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την μετατροπή των ψυκτικών και θερμικών φορτίων των χώρων σε αντίστοιχες παροχές αέρα προσαγωγής, με τις κατάλληλες συνθήκες, και στην συνέχεια διαστασιολόγηση του εξοπλισμού της κλιματιστικής εγκατάστασης.

5.3.1 Αισθητή θερμότητα και θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου:

Με τον όρο αισθητή θερμότητα (Q_s) καλούμε την θερμότητα που μεταβάλει την θερμοκρασία του αέρα χωρίς να αλλάξει την περιεκτικότητά του σε υγρασία. Με τον όρο θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (t_{db}) καλούμε την ένδειξη θερμοκρασίας ενός κοινού θερμομέτρου.

5.3.2 Λανθάνουσα θερμότητα και θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου:

Λανθάνουσα θερμότητα (Q_L) ορίζεται η θερμότητα που χρειάζεται για την μεταβολή του νερού σε υδρατμό με σταθερή την θερμοκρασία ή την πίεση. Η λανθάνουσα θερμότητα πολλές φορές καλείται και θερμότητα ατμοποίησης. Κατά την ατμοποίηση του, το νερό απορροφά ένα ποσό θερμότητας το οποίο γίνεται λανθάνουσα θερμότητα, ενώ όταν ο ατμός συμπυκνώνεται απελευθερώνεται η λανθάνουσα θερμότητα και αποδίδεται ως αισθητή. Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (t_{wb}) ορίζεται ως η θερμοκρασία που θα δείξει ένα κοινό θερμομέτρο όταν ο βολβός του είναι εμβαπτισμένος σε νερό που υποβάλλεται σε έντονη εξάτμιση. Με την εξάτμιση του νερού η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου είναι χαμηλότερη από την θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου κατά ένα ποσό ανάλογο με την περιεκτικότητα του αέρα σε υγρασία. Η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου ταυτίζεται με αυτή του ξηρού μόνο όταν έχουμε σχετική υγρασία ίση με 100%.

5.3.3 Θερμοκρασία σημείου δρόσου:

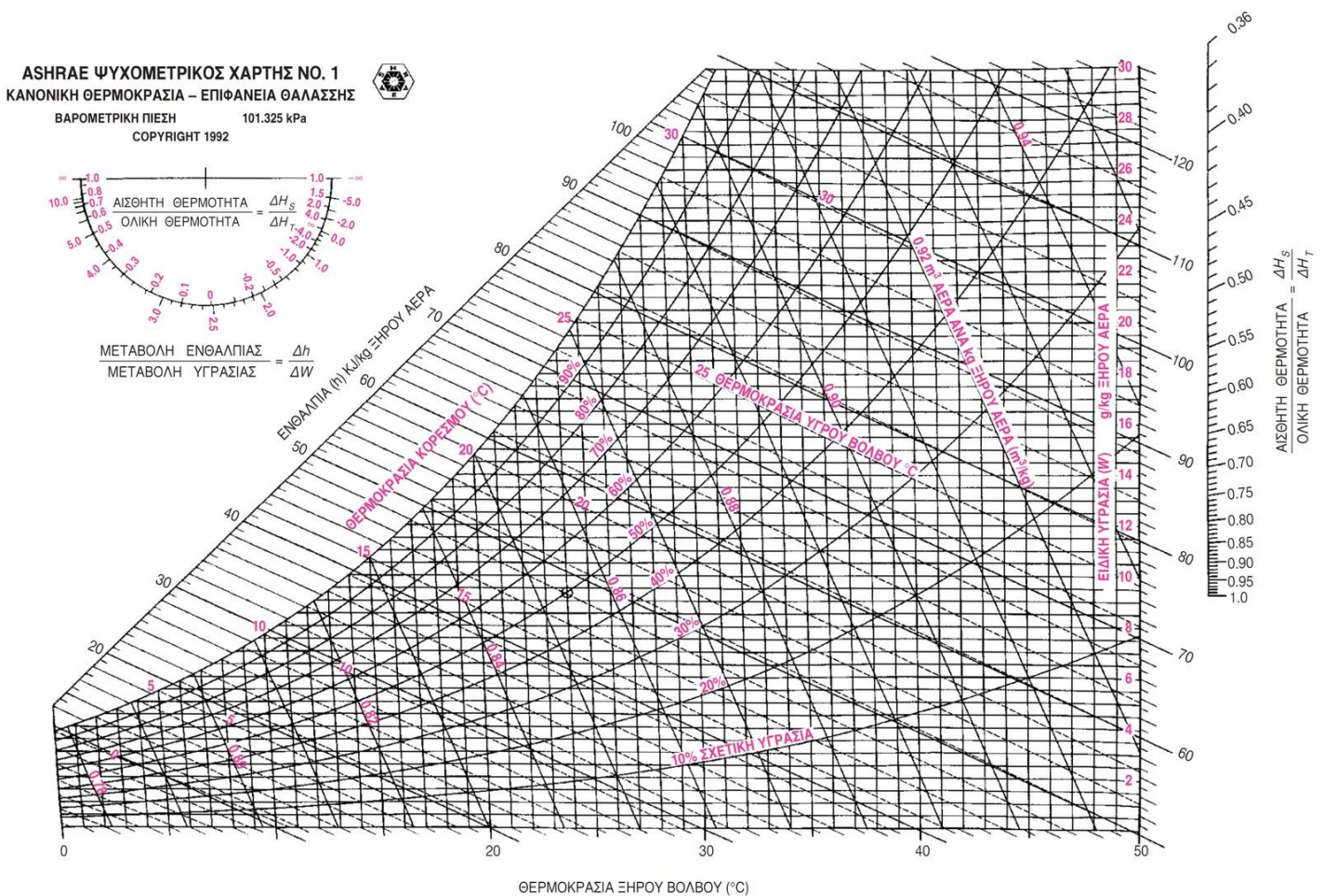
Θερμοκρασία σημείου δρόσου (t_{dp}) ή υγροποίησεως καλείτε η θερμοκρασία στην οποία οι υδρατμοί που περιέχονται στον αέρα αρχίζουν να σχηματίζουν σταγονίδια και συμπυκνώνονται σε επιφάνειες που είναι ψυχρότερες από τον αέρα. Όσο περισσότερη υγρασία περιέχει ο αέρας τόσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία του σημείου δρόσου.

5.3.4 Ολική θερμότητα:

Ολική θερμότητα είναι το σύνολο της αισθητή και της λανθάνουσας θερμότητας εκφρασμένο σε KJ ανά μονάδα μάζας του αέρα.

5.3.5 Ψυχομετρικός χάρτης:

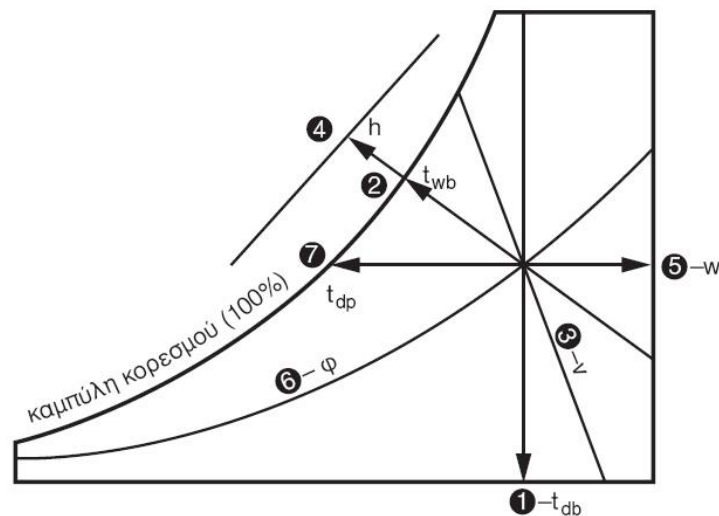
Ο ψυχομετρικός χάρτης είναι μια επινόηση, που έγινε από τον Carrier, με την οποία τα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά του ατμοσφαιρικού αέρα παρουσιάζονται σε ένα διάγραμμα. Η σημασία του ψυχομετρικού χάρτη δεν περιορίζεται μόνο στο ότι μπορούμε να βρούμε τα οποιαδήποτε χαρακτηριστικά του αέρα αλλά αυτό που έχει μεγαλύτερη σημασία είναι ότι πάνω σε αυτόν μπορούν να γίνουν εύκολα όλοι οι θερμοδυναμικοί υπολογισμοί των θερμοδυναμικών μεταβολών του αέρα. Πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη αναγράφεται πάντοτε το υψόμετρο με το οποίο έχει συνταχθεί. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όσο μεγαλύτερο το υψόμετρο τόσο πιο αραιός γίνεται ο αέρας και ως αποτέλεσμα μεταβάλλονται τα θερμοδυναμικά του χαρακτηριστικά. Ψυχομετρικοί χάρτες μετά τον πρώτο που συνέταξε ο Carrier, έχουν συνταχθεί πολλοί από διάφορες εταιρίες και οργανισμούς, ο ψυχομετρικός χάρτης που παραθέτουμε παρακάτω έχει συνταχθεί από την ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers).



Εικόνα 5.2

Τα σημεία επάνω στον ψυχομετρικό χάρτη απεικονίζουν:

1. την θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (t_{db})
2. την θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (t_{wb})
3. τον ειδικό όγκο του αέρα (v)
4. την ειδική ενθαλπία (h)
5. την ειδική υγρασία (w)
6. την σχετική υγρασία (ϕ) και
7. την θερμοκρασία σημείου δρόσου (t_{dp})



Οι γραμμές πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη

Εικόνα 5.3

Ειδικός όγκος αέρα (v): Εκφράζει τον όγκο που καταλαμβάνει ένα χιλιόγραμμο αέρα σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, μετριέται σε m^3/kg και είναι το ακριβώς αντίθετο της πυκνότητας του αέρα.

Ειδική ενθαλπία (h): Με τον όρο ενθαλπία χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προσφέρεται κατά την θέρμανση ουσιών και που εγκλωβίζεται στα μόριά τους. Έτσι με την ενθαλπία εκφράζεται το θερμικό περιεχόμενο κάθε χημικού συστήματος. Ειδική ενθαλπία στην συγκεκριμένη περίπτωση ορίζουμε το ποσό θερμότητας που περιέχεται σε ένα χιλιόγραμμο αέρα και μετριέται σε KJ/Kg

Ειδική υγρασία (w): Είναι τα γραμμάρια νερού που περιέχονται ανά χιλιόγραμμο ξηρού κεκορεσμένου αέρα και μετριέται σε g/kg . Στην πραγματικότητα η ειδική υγρασία είναι αδιάστατο μέγεθος.

Σχετική υγρασία (ϕ): Εκφράζει το ποσοστό που ο αέρας είναι κεκορεσμένος με υδρατμούς και εκφράζεται σε ποσοστό %.

5.4 Δίκτυα διανομής αέρα:

Η μεταφορά του αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους και η απομάκρυνση ποσότητας αέρα από του χώρους αυτούς γίνεται με την χρήση αεραγωγών, στομιών αέρα για την παραλαβή και εκροή αέρα καθώς και ανεμιστήρες, οι οποίοι εξασφαλίζουν τις αναγκαίες πιέσεις με τις οποίες θα ρυθμιστούν οι σχετικές παροχές.

Τα δίκτυα διανομής του αέρα πρέπει να υπολογίζονται, να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται με τρόπο που να εξυπηρετεί, πέρα από τις ανάγκες κλιματισμού – αερισμού, την λειτουργικότητα και την αρχιτεκτονική του κτηρίου.

5.4.1 Δίκτυα αεραγωγών:

Με τα δίκτυα αεραγωγών μεταφέρεται ο κλιματιζόμενος αέρας στους χώρους και απάγεται από αυτούς ο αέρας που έχει ρυπανθεί. Για τον λόγο αυτό, στα συστήματα κεντρικού κλιματισμού το δίκτυο των αεραγωγών αποτελείται από το δίκτυο προσαγωγής, ή διανομής, αέρα το οποίο διανέμει στον χώρο τον κλιματιζόμενο αέρα και το δίκτυο απαγωγής, ή επιστροφής, αέρα το οποίο απάγει τον αέρα και τον διαθέτει στο περιβάλλον.

Τα δίκτυα των αεραγωγών με βάση τα μεγέθη της ταχύτητας και της πίεσης του αέρα κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- δίκτυα αεραγωγών χαμηλής ταχύτητας, για ταχύτητες αέρα μέχρι 10 m/s
- δίκτυα αεραγωγών υψηλής ταχύτητας, για ταχύτητες αέρα από 10 ~ 40 m/s
- δίκτυα αεραγωγών χαμηλής πίεσης, για στατική πίεση μέχρι 500 Pa
- δίκτυα αεραγωγών μέσης πίεσης, για στατική πίεση από 500 ~ 2500 Pa
- δίκτυα αεραγωγών υψηλής πίεσης, για στατική πίεση από 2500 Pa και άνω

Τα συνηθέστερα υλικά κατασκευής αεραγωγών είναι είτε τα μεταλλικά ελάσματα, γαλβανισμένη, μαύρη ή ανοξειδωτή λαμαρίνα είτε από πλαστικούς σωλήνες. Στις περισσότερες εφαρμογές, η κατασκευή των αεραγωγών γίνεται από φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας που διαμορφώνονται κατάλληλα, σε αεραγωγούς ορθογωνικής, τετράγωνης ή κυκλικής διατομής. Σημαντικές εφαρμογές τα τελευταία χρόνια, κυρίως όταν πρόκειται για αεραγωγούς υψηλής πίεσης παρουσιάζουν και οι μεταλλικοί ή πλαστικοί εύκαμπτοι αεραγωγοί κυκλικής διατομής.

Διαστασιολόγηση δικτύων αεραγωγών:

Η διαστασιολόγηση των δικτύων αεραγωγών αφορά τον υπολογισμό των διαμέτρων των αεραγωγών για την κατασκευή του δικτύου. Για την διαστασιολόγηση το αρχικό μέγεθος που πρέπει να υπολογίσουμε είναι η παροχή αέρα στο δίκτυο αεραγωγών η οποία δίνεται από την σχέση:

$$\dot{V} = \frac{\dot{q}_{Aισθ}}{\rho_{air} \cdot C\rho_{air} \cdot (t_{in} - t_{air})} \quad (\Sigma\chi 5.22)$$

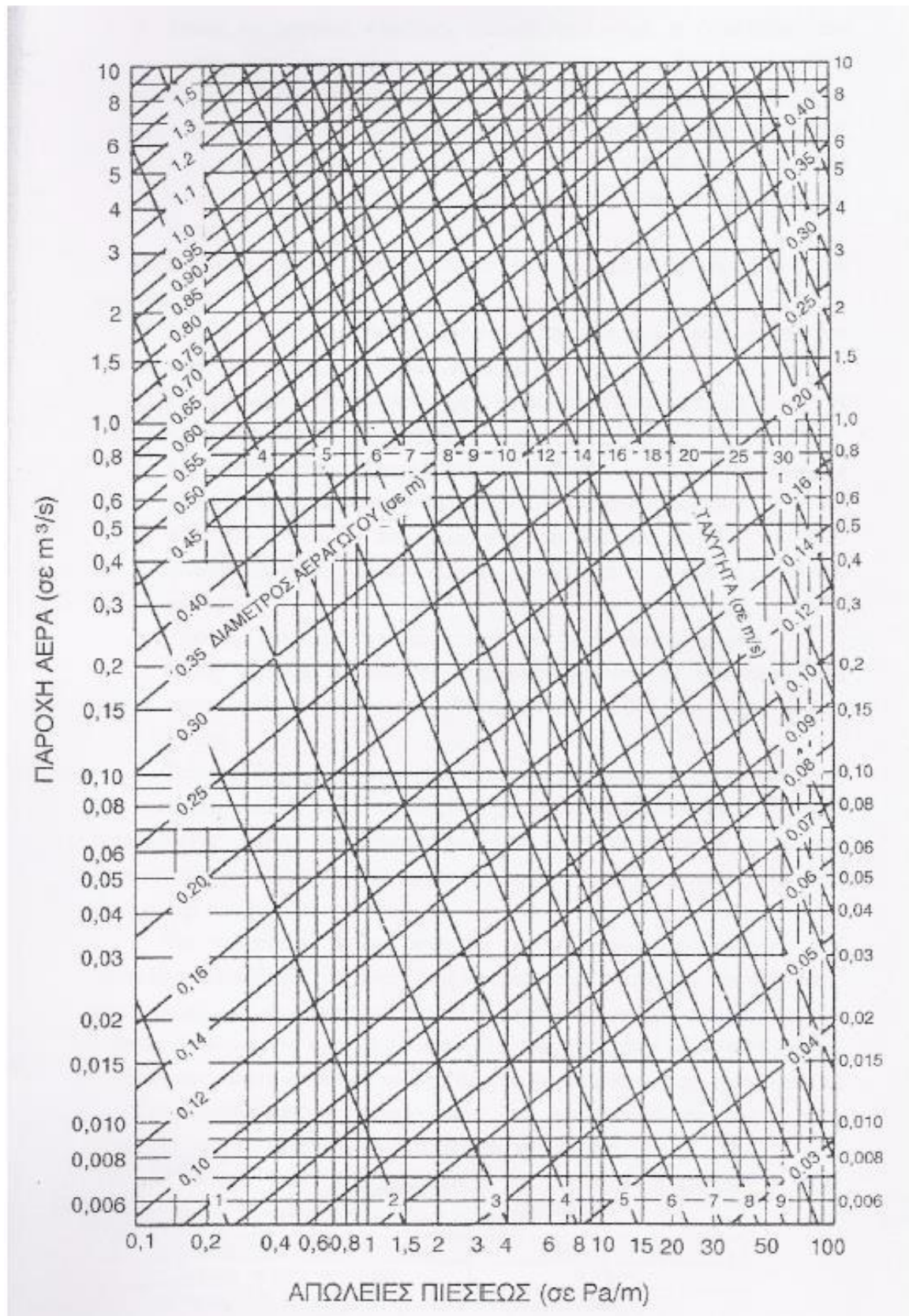
όπου :

$\dot{q}_{Aισθ}$	το αισθητό ψυκτικό φορτίο του χώρου	(KW)
ρ_{air}	η πυκνότητα του αέρα, $\rho_{air} = 1.2 \text{ Kg/m}^3$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$
$C\rho_{air}$	η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα, $C\rho_{air} = 1[\text{KJ}/(\text{kg K})]$	$\left(\frac{\text{KJ}}{\text{kg K}}\right)$
t_{in}	η θερμοκρασία του χώρου	(K)
t_{air}	η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής	(K)

Αφού υπολογίσουμε την παροχή αέρα και με δεδομένη την ταχύτητα του αέρα από τον πίνακα 5.17 προσδιορίσουμε την διάμετρο του κυκλικού αεραγωγού με χρήση του διαγράμματος 1.

Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες αεραγωγών χαμηλής ταχύτητας (m/sec) [Πηγή TOTEE 2423/86]				
Είδος χώρου	Κύριοι κλάδοι		Δευτερεύοντες κλάδοι	
	Προσαγωγή	Επιστροφή	Προσαγωγή	Επιστροφή
Κατοικίες	5	4	3	3
Κλίνες ξενοδοχείων	7,5	6,5	6	5,5
Κλίνες νοσοκομείων	7,5	6,5	6	5,5
Γραφεία	8	7	7	6
Βιβλιοθήκες	8	7	7	6
Θέατρα	7,5	5,5	5	4
Αμφιθέατρα	7,5	5,5	5	4
Τράπεζες	9	9	8	7
Εστιατόρια	9	9	8	7
Καταστήματα	9	9	8	7
Βιομηχανικός εξαερισμός	12	9	10	7,5

Πίνακας 5.17



Διάγραμμα 1

Αφού προσδιορίσουμε την διάμετρο του κυκλικού αεραγωγού σειρά έχει ο έλεγχος της πτώσης πίεσης. Σύμφωνα με την TOTEE οι επιτρεπόμενες τιμές πτώσης πίεσης για δίκτυα χαμηλής ταχύτητας είναι 0.65 ~ 0.80 Pa/m και για δίκτυα υψηλής ταχύτητας 8 Pa/m. Η συνολική πτώση πίεσης σε ένα δίκτυο αεραγωγών δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta P = \Delta P_R + \Delta P_C \quad (\Sigma\chi 5.23)$$

όπου :

ΔP_R	η πτώση πίεσης λόγω γραμμικών απωλειών, υπολογίζεται με χρήση του διαγράμματος 1 συναρτήσει των απωλειών πιέσεων και του μήκους του αεραγωγού.	(Pa)
ΔP_C	η πτώση πίεσης λόγω τοπικών απωλειών στα εξαρτήματα, υπολογίζεται από την σχέση 5.24	(Pa)

$$\Delta P_C = \sum C \cdot \frac{\rho_{air} \cdot u_{air}^2}{2} \quad (\Sigma\chi 5.24)$$

όπου :

C	ο συντελεστής τοπικής αντίστασης για διάφορα εξαρτήματα, υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 5.18	(-)
u_{air}	Η ταχύτητα του αέρα στο δίκτυο αεραγωγών, η οποία προσδιορίζεται με χρήση του διαγράμματος 1	$\left(\frac{m}{s}\right)$

Σε περίπτωση που έχουμε ορθογωνικούς αεραγωγούς τότε μέσω του πίνακα 5.19 και αφού έχουμε υπολογίσει την διάμετρο του αντίστοιχου κυκλικού αεραγωγού υπολογίζουμε τις διαστάσεις του ισοδύναμου ορθογωνικού αεραγωγού.

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης κυκλικής διατομής αεραγωγού από αεραγωγό ορθογωνικής διατομής διαστάσεων α και β γίνεται με χρήση της σχέσης:

$$d_{\iota\sigma} = 1.27 \cdot \sqrt[5]{\frac{(\alpha \cdot \beta)^3}{\alpha + \beta}} \quad (\Sigma\chi 5.25)$$

	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	
100	109	117																			
125	122	137																			
150	133	150	164																		
175	143	161	177	191																	
200	152	172	189	204	219																
225	161	181	200	216	232	246															
250	169	190	210	228	244	259	273														
275	176	199	220	238	256	272	287	301													
300	183	207	229	248	266	283	299	314	323												
350	195	222	245	267	286	305	322	339	354	383											
400	207	235	260	283	305	325	343	361	378	409	437										
450	217	247	274	299	321	343	363	382	400	433	464	492									
500	227	258	287	313	337	360	381	401	420	455	488	518	547								
550	236	269	299	325	352	375	398	419	439	477	511	543	573	601							
600	245	279	310	339	365	390	414	436	457	496	533	567	598	628	656						
650	253	289	321	351	378	404	429	452	474	515	553	589	622	651	683	711					
700	261	298	331	362	391	418	443	467	490	533	573	610	644	677	708	737	765				
750	268	306	341	373	402	430	457	482	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820			
800	275	314	350	383	414	442	470	496	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875		
900	289	330	367	402	435	465	494	522	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	984	
1000	301	344	384	420	454	486	517	546	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	1037	
1100	313	358	399	437	473	506	538	569	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1022	1086	
1200	324	370	413	453	490	525	558	590	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1030	1066	1133	
1300	334	382	426	468	506	543	577	610	642	701	757	808	857	904	948	990	1031	1069	1107	1177	
1400	344	394	439	482	522	559	595	629	662	724	781	835	886	934	980	1024	1066	1107	1146	1220	
1500	353	404	452	495	536	575	612	648	681	745	805	860	913	963	1011	1057	1100	1143	1183	1260	
1600	362	415	463	508	551	591	629	665	700	766	827	885	939	991	1041	1088	1133	1177	1219	1298	
1700	371	425	475	521	564	605	644	682	718	785	849	908	964	1018	1069	1118	1164	1209	1253	1335	
1800	379	434	485	533	577	619	660	698	735	804	869	930	988	1043	1096	1146	1195	1241	1286	1371	
1900	387	444	496	544	590	663	713	751	791	823	889	952	1012	1068	1122	1174	1224	1271	1318	1405	
2000	395	453	506	555	602	646	688	728	767	840	908	973	1034	1092	1147	1200	1252	1301	1348	1438	
2100	402	461	516	566	614	659	702	743	782	857	927	993	1055	1115	1172	1226	1279	1329	1378	1470	
2200	410	470	525	577	625	673	715	757	797	874	945	1013	1076	1137	1195	1251	1305	1356	1406	1501	
2300	417	478	534	587	635	683	728	771	812	890	963	1031	1097	1159	1218	1275	1330	1383	1434	1532	
2400	424	486	543	597	647	695	740	784	826	905	980	1050	1116	1180	1241	1299	1355	1409	1461	1561	
2500	430	494	552	606	658	706	753	797	840	920	996	1068	1136	1200	1262	1322	1379	1434	1488	1589	
2600	437	501	560	616	668	717	764	810	853	935	1012	1085	1154	1220	1283	1344	1402	1459	1513	1617	
2700	443	509	569	625	678	728	776	822	866	950	1028	1102	1173	1240	1304	1366	1425	1483	1538	1644	
2800	450	516	577	634	688	738	787	834	879	964	1043	1119	1190	1259	1324	1387	1447	1506	1562	1670	
2900	456	523	585	643	697	749	798	845	891	977	1058	1135	1208	1277	1344	1408	1469	1529	1586	1696	

Πίνακας 5.19

5.4.2 Στόμια αέρα:

Για την διάθεση του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο χρησιμοποιούνται τα στόμια αέρα. Είναι μεταλλικά στοιχεία τα οποία τοποθετούνται στο δίκτυο των αεραγωγών για την διανομή του αέρα στους επί μέρους κλιματιζόμενους χώρους. Τα κύρια υλικά κατασκευής στομίων αέρα είναι το αλουμίνιο ή ο ανοξείδωτος χάλυβας.



Εικόνα 5.4

Ανάλογα με την θέση την οποία τοποθετούνται τα στόμια αέρα διακρίνονται σε:

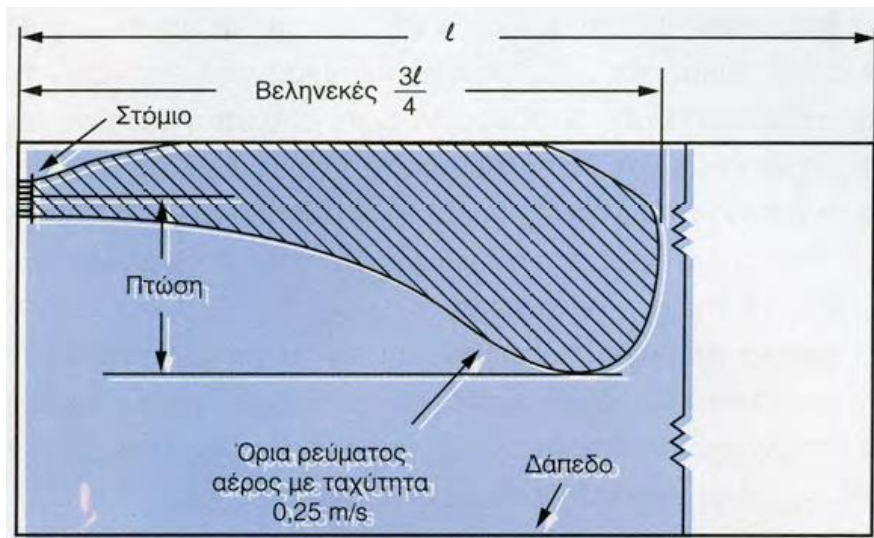
- στόμια οροφής
- στόμια τοίχου και
- στόμια δαπέδου

Τα στόμια επίσης, διαχωρίζονται ανάλογα και με το δίκτυο το οποίο εξυπηρετούν, στόμια προσαγωγής – στόμια απαγωγής, ή ανάλογα με την απόδοσή τους και τις συνθήκες ροής που επιτυγχάνουν σε έναν χώρο. Στην τελευταία περίπτωση διακρίνουμε τις παρακάτω τέσσερις ομάδες στομίων:

- ομάδα 1^η: στόμια που τοποθετούνται στην οροφή ή κοντά στην οροφή και διανέμουν τον αέρα οριζόντια
- ομάδα 2^η: στόμια που τοποθετούνται στο δάπεδο ή κοντά στο δάπεδο και διανέμουν τον αέρα κατακόρυφα με ή χωρίς διασπορά του κυρίου ρεύματος του αέρα
- ομάδα 3^η: στόμια που τοποθετούνται στο δάπεδο ή κοντά στο δάπεδο και διανέμουν τον αέρα οριζόντια
- ομάδα 4^η: στόμια που τοποθετούνται στην οροφή ή κοντά στην οροφή και διανέμουν τον αέρα κατακόρυφα

Τα στόμια αέρα, ανάλογα με την χρήση τους, εφοδιάζονται συνήθως με κατάλληλα ρυθμιστικά διαφράγματα (damper) και εσχάρεις ισοκατανομής του αέρα (περσίδες).

Η επιλογή των στομιών αέρα γίνεται με βάση την απαιτούμενη παροχή την κατακόρυφη πτώση του αέρα και την στάθμη του απαιτούμενου θορύβου. Βεληνεκές καλείτε η οριζόντια απόσταση από τον «πρόσωπο» του στομίου μέχρι το σημείο όπου η ταχύτητα του ρεύματος του αέρα μειώνετε σημαντικά στο όριο των 0.25 m/s. Στην περίπτωση κατακόρυφου στομίου που βρίσκεται κοντά σε εμπόδιο, ως βεληνεκές λαμβάνεται η απόσταση ίση με τα $\frac{3}{4}$ της απόστασης του στομίου από τον απέναντι τοίχο. Πτώση του αέρα ορίζεται η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του νοητού άξονα της ροής εξόδου του αέρα από το στόμιο και του σημείου όπου η ταχύτητα του αέρα, βαθμιαία ελαττωμένη έχει φτάσει τα 0.25 m/s.



Εικόνα 5.5

Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες αέρα στα στόμια προσαγωγής	
Είδος χώρου	Ταχύτητα [m/s]
Στούντιο ραδιοφωνίας – TV	2,5
Βιβλιοθήκες	2,5
Γραφεία	3,75
Κατοικίες	3,75
Νοσοκομεία – ξενοδοχεία	3,75
Δημόσια κτήρια	5,0
Θέατρα	5,0
Εστιατόρια	5,0
Τράπεζες	5,0
Σχολεία	5,0
Εργοστάσια	7,5
Γυμναστήρια	7,5
Κουζίνες	7,5
Μεγάλα καταστήματα	7,5

Πίνακας 5.20

Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες αέρα στα στόμια προσαγωγής	
Είδος χώρου	Στάθμη θορύβου [db(A)]
Στούντιο ραδιοφωνίας – TV	25 ~ 30
Θέατρα – αίθουσες διαλέξεων	30 ~ 35
Εκκλησίες	30 ~ 40
Κατοικίες – σχολεία – κινηματογράφοι	35 ~ 40
Μουσεία – βιβλιοθήκες	35 ~ 40
Νοσοκομεία	30 ~ 40
Γραφεία	40 ~ 50
Αποθήκες - καταστήματα	40 ~ 50
Εστιατόρια – ξενοδοχεία	40 ~ 50
Δημόσια κτήρια – τράπεζες	45 ~ 55
Εστιατόρια - bar	40 ~ 50
Εργοστάσια ελαφριάς βιομηχανίας	50 ~ 70
Εργοστάσια βαριάς βιομηχανίας	60 ~ 80

Πίνακας 5.21

Αφού ορίσουμε την στάθμη θορύβου που επιτρέπει ο κλιματιζόμενος χώρος και την ταχύτητα του προσαγόμενου αέρα χρησιμοποιώντας πίνακες κατασκευαστών, μπορούμε να επιλέξουμε τις διαστάσεις του στομίου που ταιριάζει σε κάθε περίπτωση κλιματιζόμενου χώρου.

5.4.3 Ανεμιστήρες:

Ένα άλλο βασικό στοιχείο στο δίκτυο διανομής αέρα είναι οι ανεμιστήρες. Ανεμιστήρας ορίζεται το μηχάνημα εκείνο που προσδίδει στον αέρα την απαιτούμενη ενέργεια (κινητική) με σκοπό την αλλαγή της θέσης του (κίνηση). Οι ανεμιστήρες είναι αντλίες (στροβιλομηχανές) που μπορούν να αναπτύσσουν πιέσεις μέχρι και 30 KPa (0.3 bar). Κάθε ανεμιστήρας αποτελείται από το περίβλημα (κέλυφος) ένα στρεφόμενο άξονα, την περωτή η οποία στηρίζεται στον άξονα και στηρίζει τα πτερύγια (στροφείο), το σύστημα εισαγωγής και το σύστημα αναχωρήσεως του αέρα. Τα στρεφόμενα πτερύγια δημιουργούν υποπίεση στην εισαγωγή και υπερπίεση στην αναχώρηση του αέρα.

Οι ανεμιστήρες ανάλογα με την κατασκευή τους και τον τρόπο που προσδίδουν την κίνηση στον αέρα διακρίνονται στους εξής βασικούς τύπους:

- οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες
- οι αξονικοί ανεμιστήρες
- οι ανεμιστήρες μεικτής ροής

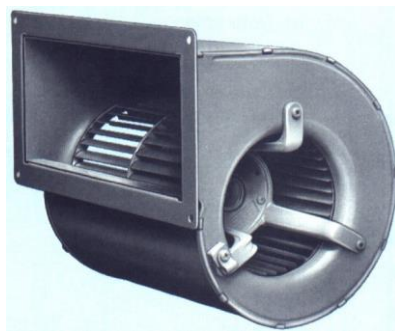
Κάθε βασικός τύπος ανεμιστήρων διακρίνεται από τους άλλους βασικούς τύπους γιατί έχει μια σειρά γενικών χαρακτηριστικών που προσδιορίζουν τις δυνατότητες χρησιμοποίησής του.

Κάθε ανεμιστήρας έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σε ότι αφορά, την χαρακτηριστική καμπύλη πίεσης/ παροχής, την απορροφούμενη ισχύ, τον βαθμό απόδοσης και τον θόρυβο κατά την λειτουργία. Αυτά τα χαρακτηριστικά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε σχέση με τις υπόλοιπες απαιτήσεις της εγκατάστασης για την επιλογή ενός ανεμιστήρα. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες των ανεμιστήρων δίνονται από τους κατασκευαστές σύμφωνα με διεθνή πρότυπα.

Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες:

Οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες διακρίνονται ανάλογα με την κατασκευή των πτερυγίων τους σε ανεμιστήρες:

- με πτερύγια κεκλιμένα προς τα εμπρός, που σε σύγκριση με άλλους της ίδιας ικανότητας παροχής κινούνται σε σχετικά χαμηλότερες στροφές αλλά η μορφή της χαρακτηριστικής τους είναι τέτοια που αφήνει εύκολα να υπερφορτιστεί ο κινητήρας
- με πτερύγια κεκλιμένα προς τα πίσω, οι οποίοι έχουν σχετικά υψηλότερο βαθμό απόδοσης και χαρακτηριστική που δεν επιτρέπει υπερφόρτωση του κινητήρα
- με επίπεδα πτερύγια, οι οποίοι έχουν χαμηλό βαθμό απόδοσης αλλά έχουν την δυνατότητα να αυτοκαθαρίζονται. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανικούς αερισμούς.



Εικόνα 5.6

Αξονικοί ανεμιστήρες:

Οι αξονικοί ανεμιστήρες, γενικά, αναπτύσσουν χαμηλότερες πιέσεις από τους φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες. Όμως η πίεση αυτή μπορεί να αυξηθεί με προσθήκη

οδηγητικών περυγίων ή με πολυβάθμιες πτερωτές. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες τους μπορεί να επιτρέπουν ή όχι υπερφόρτωση. Η στάθμη θορύβου είναι μεγαλύτερη από τους φυγοκεντρικούς. Οι αξονικοί ανεμιστήρες έχουν περιορισμένες διαστάσεις και έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να εγκατασταθούν σε σειρά με τον αεραγωγό.



Εικόνα 5.7

Ανεμιστήρες μεικτής ροής:

Οι ανεμιστήρες μεικτής ροής αναπτύσσουν υψηλότερες πιέσεις από τους αξονικούς ανεμιστήρες του ίδιου μεγέθους και της ίδιας παροχής και χρησιμοποιούνται συχνά σαν εξαεριστήρες οροφής.



Εικόνα 5.8

5.5 Δίκτυα σωληνώσεων:

Στις εγκαταστάσεις κλιματισμού τα δίκτυα σωληνώσεων κατατάσσονται ανάλογα με το ρευστό το οποίο μεταφέρουν, έτσι λοιπόν διακρίνονται σε δίκτυα διανομής νερού και σε δίκτυα διανομής ψυκτικού ρευστού.

5.5.1 Δίκτυα διανομής νερού:

Τα δίκτυα διανομής νερού ανάλογα τον σκοπό που μεταφέρουν το νερό κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες. Στα δίκτυα μεταφοράς ψυχρού – ζεστού νερού για τους προς κλιματισμό χώρους και στο δίκτυο νερού ψύξης των υδρόψυκτων συμπυκνωτών.

Τα δίκτυα διανομής νερού κατασκευάζονται με ίδιο τρόπο όπως τα δίκτυα θέρμανσης και ύδρευσης. Τα δίκτυα διανομής νερού κατασκευάζονται από χαλυβδοσωλήνες, μαύροι ή γαλβανισμένοι, κατά EN 10255, χαλκοσωλήνες κατά EN1057 και πολυπροπυλένιο. Ειδικά για τα δίκτυα διανομής ψυχρού νερού δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην μόνωση των σωληνώσεων για την αποφυγή τυχόν υγραποιήσεων.



Εικόνα 5.9

5.5.2 Δίκτυα διανομής ψυκτικών ρευστών:

Το μεγαλύτερο μέρος των ψυκτικών μηχανών που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κλιματισμού χρησιμοποιούν ως εργαζόμενο μέσο ψυκτικά ρευστά (Freon). Τα δίκτυα σωληνώσεων του ψυκτικού μέσου κατασκευάζονται ως επί το πλείστο από χαλκοσωλήνες κατά EN 12735 – 1 και σε αντίθεση με τους χαλκοσωλήνες κατά EN 1057 τυποποιούνται με το αγγλοσαξονικό σύστημα αντί του μετρικού.

5.5.3 Διαστασιολόγηση δικτύων σωληνώσεων:

Η διαστασιολόγηση των δικτύων εγκαταστάσεων κλιματισμού αφορά τον υπολογισμό των διαμέτρων των σωληνώσεων. Η διαδικασία υπολογισμού είναι ίδια με αυτή που αναλύθηκε στην παράγραφο 4.4.3 με μικρές διαφορές. Για τον υπολογισμό της ροής μάζας στα δίκτυα ψυχρού νερού χρησιμοποιείτε η σχέση:

$$\dot{m}_{cw} = \frac{\dot{q}_c}{C_p \cdot \Delta t \cdot 3600} \quad (\Sigma\chi 5.26)$$

όπου :

\dot{m}_{cw}	η ροή μάζας του ψυχρού νερού	$\left(\frac{kg}{h}\right)$
\dot{q}_c	η μεταφερόμενη ψυκτική ισχύς	(KW)
C_p	η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού. Για νερό 15 °C $C_p = 4.2$ [KJ/(kg K)]	$\left(\frac{KJ}{kg K}\right)$
Δt	η διαφορά θερμοκρασίας προσαγωγής – επιστροφής του νερού. Η παραδοχή που κάνουμε στα δίκτυα ψυχρού νερού είναι ότι η διαφορά θερμοκρασίας του νερού είναι 5 ~ 8 K.	(K)

Στα δίκτυα ψυχρού νερού, όπως και στις εγκαταστάσεις θέρμανσης, συνίσταται η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων να γίνεται με τρόπο τέτοιο ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν μικρότερες ταχύτητες και πτώση πίεσης. Οι μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής νερού δίνονται από τον πίνακα 5.22.

Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής νερού σε εγκαταστάσεις κλιματισμού [Πηγή: TOTEE 2423/86]		
Χρήση		Μέγιστη Ταχύτητα (m/s)
Ζεστό νερό	Σωλήνες μέχρι φ 50 mm	1,2
	Σωλήνες πάνω από φ 50 mm	1,8
Ψυχρό νερό	Σωλήνες μέχρι φ 100 mm	2,4
	Σωλήνες πάνω από φ 100 mm	3,7
Αναρρόφηση Αντλιών		1,2
Κατάθλιψη Αντλιών		2,4
Δίκτυο Συμπυκνωμάτων		1,2

Πίνακας 5.22

Η συνιστάμενη μέγιστη πτώση πίεσης σε δίκτυο παροχής νερού ανέρχεται σε 30 KPa ανά 30 m ισοδύναμου μήκους σωλήνα, δηλαδή περίπου 10% ή 10 mH₂O ανά 100m ισοδύναμου μήκους σωλήνα. Για τον υπολογισμό της συνολικής πτώσης πίεσης στα δίκτυα ψυχρού νερού γίνεται με χρήση της σχέσης 4.36. Τα διαγράμματα και οι πίνακες που χρησιμοποιούμε για την εκλογή διαμέτρων των σωληνώσεων είναι τα ίδια με τα δίκτυα διανομής θερμού νερού, για χαλκοσωλήνες πίνακας 4.20 και για χαλυβδοσωλήνες διάγραμμα 4.1.

5.6 Ψυκτικές μηχανές και πύργοι ψύξεως:

Στις εγκαταστάσεις κλιματισμού, δύο ακόμα διατάξεις που είναι χρήζουν ιδιαίτερης αναφοράς είναι, οι ψυκτικές μηχανές (ή ψύκτες νερού) και οι πύργοι ψύξεως. Με τον όρο ψυκτική μηχανή εννοούμε την διάταξη με την οποία αφαιρούμε θερμότητα από το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται στην εγκατάσταση (νερό ή αέρα). Η έννοια ψυκτική μηχανή είναι κανονικά λανθασμένη, γιατί καμία μηχανή δεν μπορεί να παράγει ψύξη, αφού αν μελετήσουμε το ζήτημα κάτω από το πρίσμα της φυσικής, δεν υπάρχει ψύξη. Από την άλλη με τον όρο πύργος ψύξεως, καλείται η διάταξη με την οποία απορροφούμε την θερμότητα του νερού ψύξης των υδρόψυκτων συμπυκνωτών και την απορρίπτουμε στο περιβάλλον. Πύργους ψύξεως συναντάμε στις εγκαταστάσεις όπου χρησιμοποιούμε υδρόψυκτες ψυκτικές μηχανές.

5.6.1 Ψυκτικός κύκλος συμπίεσης ατμού:

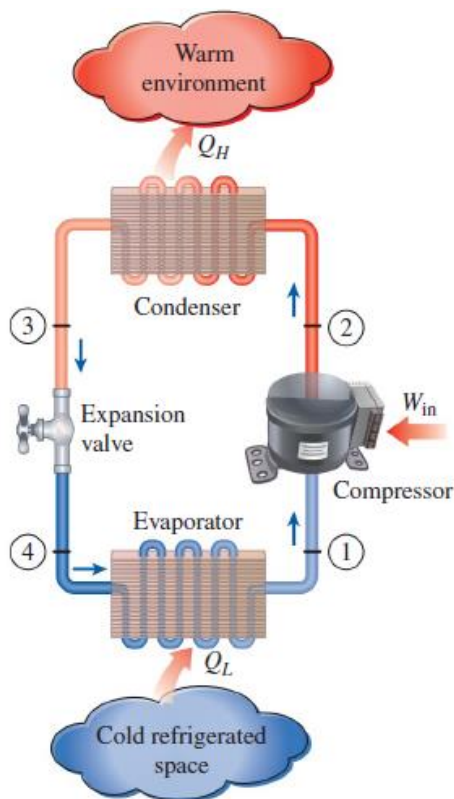
Οι σύνηθες ψυκτικές μηχανές που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κλιματισμού, για να αφαιρέσουν θερμότητα από το εργαζόμενο σε αυτές μέσο χρησιμοποιούν τον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμού. Ο κύκλος αυτός είναι μία κυκλική διεργασία, όπου το ψυκτικό μέσο (Freon) μεταβάλλει την κατάστασή του από υγρή σε αέρια και στην συνέχεια από αέρια σε υγρή ακολουθώντας τα παρακάτω διακριτά βήματα:

- Συμπίεση: Το χαμηλής πίεσης ψυκτικό ρευστό αέριας κατάστασης συμπιέζεται, και έτσι αυξάνεται η πίεση του, προσδίδοντας σε αυτό μηχανικό έργο. Παράλληλα με την αύξηση της πίεσής του αυξάνεται και η θερμοκρασία του.
- Συμπύκνωση: Το υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας αέριο ψύχεται από τον εξωτερικό αέρα ή νερό το χρησιμεύει ως απαγωγέας θερμότητας, και συμπυκνώνεται σε υγρό υψηλής πίεσης.
- Εκτόνωση: Το υψηλής πίεσης υγρό ρέει διαμέσου ενός στομίου στην εκτονωτική βαλβίδα και έτσι μειώνεται η πίεσή του.
- Ατμοποίηση: Το χαμηλής πίεσης υγρό απορροφά θερμότητα από τον εσωτερικό αέρα ή νερό και ατμοποιείται σε αέρια μορφή ή ατμό. Ο χαμηλής πίεσης υπέρθερμος ατμός ρέει στον συμπιεστή και η διεργασία επαναλαμβάνεται.

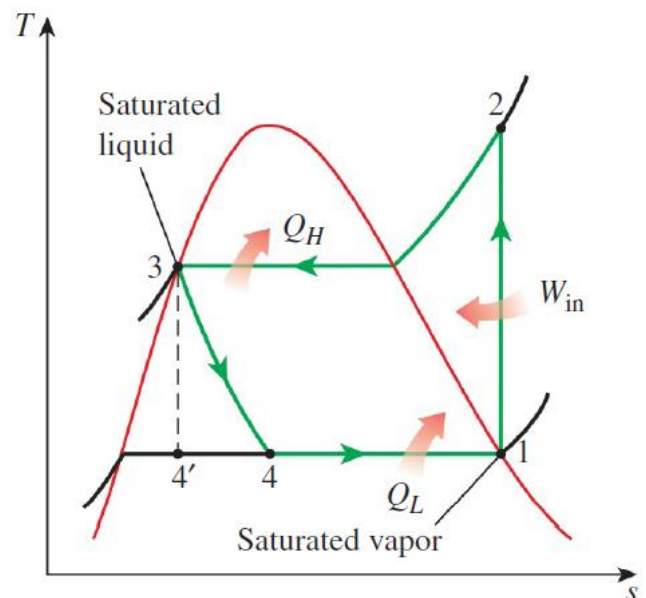
Ο ψυκτικός κύκλος συμπίεσης ατμού από το πρίσμα της θερμοδυναμικής αναλύεται στον ιδανικό και στον πραγματικό ψυκτικό κύκλο.

Ιδανικός ψυκτικός κύκλος:

Σε έναν ιδανικό ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμού, το ψυκτικό μέσο εισέρχεται σε κατάσταση κορεσμένου ατμού στον συμπιεστή στην κατάσταση 1 και συμπιέζεται ισεντροπικά στην πίεση του συμπυκνωτή. Η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου κατά την διάρκεια της ισεντροπικής συμπίεσης αυξάνεται αρκετά πάνω από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος μέσου. Στην συνέχεια, το ψυκτικό μέσο εισέρχεται στον συμπυκνωτή ως υπέρθερμος ατμός στην κατάσταση 2 και εξέρχεται από αυτόν ως κορεσμένο υγρό στην κατάσταση 3 εξ αιτίας της απόρριψης θερμότητας προς το περιβάλλον ή το νερό. Η θερμοκρασία του ψυκτικού στην κατάσταση αυτή παραμένει υψηλότερη από αυτή του περιβάλλοντος μέσου. Το ψυκτικό με την μορφή κορεσμένου υγρού στην κατάσταση 3 στραγγαλίζεται στην πίεση του ατμοποιητή, καθώς διέρχεται δια μέσου μιας βαλβίδας εκτόνωσης ή ενός τριχοειδούς σωλήνα. Κατά την διάρκεια αυτής της διεργασίας, η θερμοκρασία του πέφτει κάτω από την θερμοκρασία του ψυχόμενου χώρου. Το ψυκτικό μέσο εισέρχεται στον ατμοποιητή στην κατάσταση 4 με την μορφή κορεσμένου μίγματος χαμηλής ποιότητας και εξατμίζεται πλήρως, απορροφώντας θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο ή το προς ψύξη νερό. Το ψυκτικό εξέρχεται του ατμοποιητή ως κορεσμένος ατμός και εισέρχεται εκ νέου στον συμπιεστή, ολοκληρώνοντας την κυκλική διεργασία.



α) Σχηματικό διάγραμμα ιδανικού ψυκτικού κύκλου

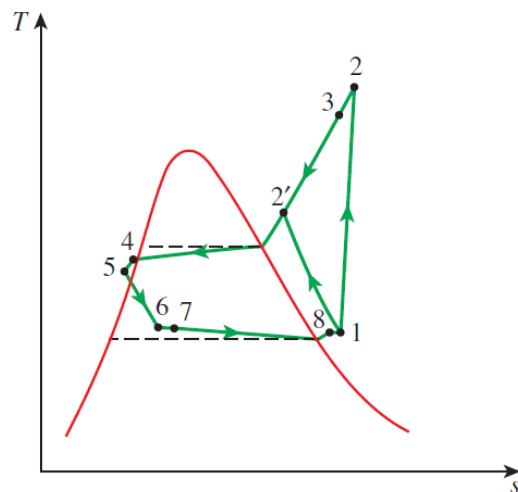
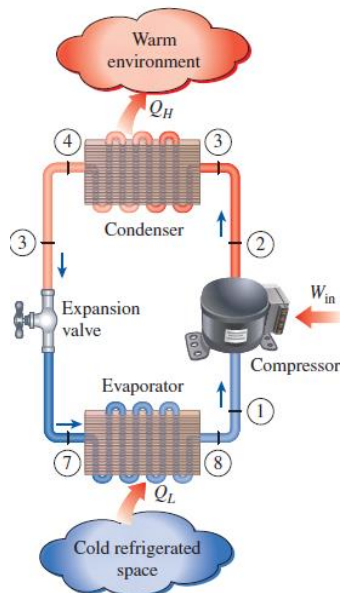


β) Διάγραμμα T – s ιδανικού ψυκτικού κύκλου

Εικόνα 5.10

Πραγματικός ψυκτικός κύκλος:

Ένας πραγματικός ψυκτικός κύκλος συμπίεσης ατμού διαφέρει από τον αντίστοιχο ιδανικό σε πολλά σημεία, εξ αιτίας κυρίως των αναντιστρεπτοτήτων που εμφανίζονται σε διάφορα εξαρτήματα. Δύο συνηθισμένες αιτίες αναντιστρεπτοτήτων είναι η τριβή του ρευστού (η οποία προκαλεί πτώση πίεσης) και η μεταφορά θερμότητας από ή προς το περιβάλλον. Το διάγραμμα $T - s$ ενός πραγματικού ψυκτικού κύκλου συμπίεσης ατμού δίνεται στην εικόνα 5.11. στον ιδανικό κύκλο, το ψυκτικό μέσο εξέρχεται από τον ατμοποιητή και εισέρχεται στον συμπιεστή ως κορεσμένος ατμός. Ωστόσο, στην πράξη, ίσως δεν είναι δυνατό να ελέγξουμε την κατάσταση του ψυκτικού με τέτοια ακρίβεια. Αντίθετα, είναι πιο εύκολο να σχεδιάσουμε το σύστημα έτσι ώστε το ψυκτικό να είναι ελαφρώς υπέρθερμο στο σημείο εισόδου το συμπιεστή. Αυτός ο περιορισμένης έκτασης πλεονασματικός σχεδιασμός εξασφαλίζει ότι το ψυκτικό μέσο εξατμίζεται πλήρως κατά την είσοδό του στον συμπιεστή. Επίσης, η γραμμή που συνδέει τον ατμοποιητή με το συμπιεστή είναι συνήθως πολύ μεγάλη και ως εκ τούτου, η πτώση πίεσης που προκαλείτε από την τριβή του ρευστού και την μεταφορά θερμότητας από το περιβάλλον στον ψυκτικό μπορεί να είναι πολύ σημαντικές. Το αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης, της απολαβής θερμότητας στην γραμμή σύνδεσης και των πτώσεων πίεσης στον ατμοποιητή και στην γραμμή σύνδεσης, είναι μια αύξηση στον ειδικό όγκο, και επομένως μια αύξηση της απαιτούμενης ισχύος εισόδου του συμπιεστή, αφού το έργο σταθεροποιημένης ροής είναι ανάλογο του ειδικού όγκου.



α) Σχηματικό διάγραμμα πραγματικού ψυκτικού κύκλου

β) Διάγραμμα $T - s$ πραγματικού ψυκτικού κύκλου

Εικόνα 5.11

Στον ιδανικό κύκλο, η διεργασία συμπίεσης είναι εσωτερικά αντιστρεπτή και αδιαβατική άρα ισεντροπική ωστόσο, η πραγματική διεργασία συμπίεσης εμπεριέχει φαινόμενα τριβής, που αυξάνουν την εντροπία και την μεταφορά θερμότητας η οποία, ανάλογα με την κατεύθυνση προς την οποία πραγματοποιεί την διεργασία, ενδέχεται να οδηγήσει σε μείωση ή αύξηση της εντροπίας. Επομένως, κατά την διάρκεια μιας πραγματικής διεργασίας συμπίεσης, η εντροπία του ψυκτικού μέσου μπορεί να αυξάνεται (διεργασία 1 – 2) ή να μειώνεται (διεργασία 1 – 2'), ανάλογα με το ποια φαινόμενα υπερισχύουν. Η διεργασία συμπίεσης 1 – 2' μπορεί να είναι περισσότερο επιθυμητή από την ισεντροπική διεργασία συμπίεσης, αφού σε αυτήν την περίπτωση, ο ειδικός όγκος του ψυκτικού και συνεπώς το απαιτούμενο έργο εισόδου έχουν μικρότερες τιμές. Επομένως το ψυκτικό θα πρέπει να ψύχεται κατά την διεργασία της συμπίεσης, όταν αυτό κρίνεται πρακτικό.

Στην ιδανική περίπτωση υποτίθεται ότι το ψυκτικό εξέρχεται από το συμπυκνωτή ως κορεσμένο υγρό στην πίεση εξόδου του συμπιεστή. Στην πραγματικότητα όμως, είναι αναπόφευκτη κάποια πτώση πίεσης στο συμπυκνωτή, καθώς επίσης και στις γραμμές που συνδέουν τον συμπυκνωτή με τον συμπιεστή και την βαλβίδα εκτόνωσης. Επιπλέον, δεν είναι εύκολο να διεξαχθεί η διεργασία συμπύκνωσης με τέτοια ακρίβεια, ώστε στο τέλος της διεργασίας το ψυκτικό μέσο να είναι κορεσμένο υγρό, και δεν είναι επιθυμητό να οδηγηθεί το ψυκτικό στην βαλβίδα εκτόνωσης, πριν συμπυκνωθεί πλήρως. Επομένως, το ψυκτικό υποψύχεται σε κάποιο βαθμό, πριν εισέλθει στην βαλβίδα εκτόνωσης. Ωστόσο αυτό δεν μας απασχολεί, αφού στην περίπτωση αυτή το ψυκτικό εισέρχεται στον ατμοποιητή με χαμηλότερη ενθαλπία και επομένως μπορεί να απορροφά περισσότερη θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο. Η εκτονωτική βαλβίδα και ο ατμοποιητής τοποθετούνται συνήθως πολύ κοντά μεταξύ τους, έτσι ώστε η πτώση πίεσης στην γραμμή που τα συνδέει να είναι όσο γίνεται αμελητέα.

5.6.2 Απόδοση ψυκτικών μηχανών:

Όπως αναλύσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο για τις αντλίες θερμότητας (παράγραφος 4.5.2) αντίστοιχα και η απόδοση μίας ψυκτικής μηχανής εκφράζεται με τον συντελεστή αποδοτικότητας (COP_{Ref}). Ο σκοπός μίας ψυκτικής μηχανής είναι η απομάκρυνση θερμότητας (Q_L) από τον κλιματιζόμενο χώρο και προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός προσδίδουμε στην μηχανή μας ένα έργο εισόδου ($W_{net,in}$). Έτσι λοιπόν, για την περίπτωση ψυκτικής μηχανής ο συντελεστής αποδοτικότητας ισούται με:

$$COP_{Ref} = \frac{\text{επιθυμητή έξοδος}}{\text{απαιτούμενη είσοδος}} = \frac{Q_L}{W_{net,in}} \quad (\Sigma\chi 5.27)$$

Η σχέση 5.27 μπορεί επίσης να διατυπωθεί και με τις χρονικές παραγώγους των Q_L και $W_{net,in}$ ως εξής:

$$COP_{Ref} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,in}} \quad (\Sigma\chi 5.28)$$

Από τον πρώτο Θερμοδυναμικό νόμο (αρχή διατήρησης της ενέργειας) για μία κυκλική διεργασία ισχύει ότι:

$$W_{net,in} = Q_H - Q_L \quad (\Sigma\chi 5.29)$$

Συνεπώς από τις σχέσεις 5.27 και 5.28 έχουμε ότι:

$$COP_{Ref} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{Q_H/Q_L - 1} \quad (\Sigma\chi 5.30)$$

Η αποδοτικότητα των ψυκτικών μηχανών, εκτός του συντελεστή αποδοτικότητας, εκφράζεται πολλές φορές με τον λόγο ενεργειακής απόδοσης (*energy efficient ratio*, *EER*), ή τον λόγο εποχιακής ενεργειακής απόδοσης (*seasonal energy efficient ratio*, *SEER*), που προσδιορίζονται με συγκεκριμένα πρότυπα δοκιμών. Ο συντελεστής *SEER* είναι ο λόγος της συνολικής ποσότητας θερμότητας που απομακρύνεται από ένα κλιματιζόμενο χώρο κατά τη διάρκεια μίας τυπικής περιόδου κλιματισμού προς την συνολικά καταναλωθείσα ηλεκτρική ενέργεια. Από την άλλη ο συντελεστής *EER* αποτελεί μέτρο στιγμιαίας ενεργειακής αποδοτικότητας και ορίζεται ως ο λόγος του ρυθμού απομάκρυνσης θερμότητας από τον κλιματιζόμενο χώρο προς τον ρυθμό κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας υπό σταθεροποιημένες συνθήκες λειτουργίας.

5.6.3 Ψυκτικά ρευστά:

Οποιαδήποτε ουσία η οποία απορροφά θερμότητα μπορεί να χαρακτηριστεί ως ψυκτικό ρευστό. Τα πρωτεύοντα ψυκτικά ρευστά είναι αυτές οι ουσίες, οι οποίες έχουν τις χημικές, φυσικές και θερμοδυναμικές ιδιότητες που επιτρέπουν την επαρκή απόδοσή τους σε ψυκτικούς κύκλους συμπίεσης ατμού. Τα ψυκτικά ρευστά που χρησιμοποιούνται στους κύκλους αυτούς πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις:

- Τα ψυκτικά ρευστά πρέπει να είναι χημικά σταθερά και στην υγρή αλλά και στην αέρια κατάσταση τους.
- Τα ψυκτικά ρευστά πρέπει να έχουν χαμηλή τοξικότητα και να μην είναι εύφλεκτα.

- Οι θερμοδυναμικές τους ιδιότητες πρέπει να συναντούν το εύρος θερμοκρασίας και πίεσης που απαιτείται για την εκάστοτε εφαρμογή.

Τα ψυκτικά ρευστά εκτός από την αμμωνία (NH_3) προέρχονται από το μεθάνιο (CH_4), ή το αιθάνιο (C_2H_6) με αντικατάσταση των ατόμων υδρογόνου από άτομα φθορίου ή χλωρίου. Τα ψυκτικά ρευστά δημιουργούνται ανάλογα με το βαθμό αντικαταστάσεως και το αρχικό μόριο. Τα ψυκτικά ρευστά τυποποιούνται με το λατινικό γράμμα R (*Refrigerant*), το οποίο ακολουθείται από έναν διψήφιο ή τριψήφιο αριθμό και σε ειδικές περιπτώσεις και από ένα γράμμα του λατινικού αλφαβήτου.

Τα ψηφία που ακολουθούν το αρχικό γράμμα προκύπτουν από μια κωδικοποίηση που εξηγεί εμμέσως την χημική σύσταση του ψυκτικού ρευστού.

Για παράγωγα της σειράς μεθανίου ή αιθανίου τα οποία έχουν στο μόριό τους άτομα υδρογόνου (H), φθορίου (F) και χλωρίου (Cl) ο γενικός τύπος έχει την μορφή:

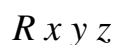


Επειδή ο άνθρακας είναι τετρασθενής και τα άλλα στοιχεία μονοσθενή, πρέπει για την περίπτωση αυτή να ισχύει η σχέση:

$$n + p + q = 2m + 2$$

Αν λοιπόν τα μεγέθη n , m και p καθοριστούν τότε η τιμή του q , δηλαδή το πόσα άτομα χλωρίου περιέχει το μόριο, προκύπτει από την σχέση αυτή. Για το λόγο αυτό ο αριθμός ατόμων χλωρίου δεν αναφέρεται στην τυποποίηση των ψυκτικών ρευστών.

Η τυποποίηση ενός ψυκτικού ρευστού έχει την μορφή:



Όπου: $x\ y\ z$ ψηφία τα οποία ορίζονται από την σύνθεση του μορίου του ψυκτικού ρευστού, δηλαδή από ακέραιους αριθμούς m , n , p ως εξής:

$$x = m - 1 \quad \text{Το πρώτο ψηφίο δείχνει τον αριθμό ατόμων άνθρακα μειωμένο κατά ένα}$$

$$y = n + 1 \quad \text{Το δεύτερο ψηφίο δείχνει τον αριθμό ατόμων υδρογόνου αυξημένο κατά ένα}$$

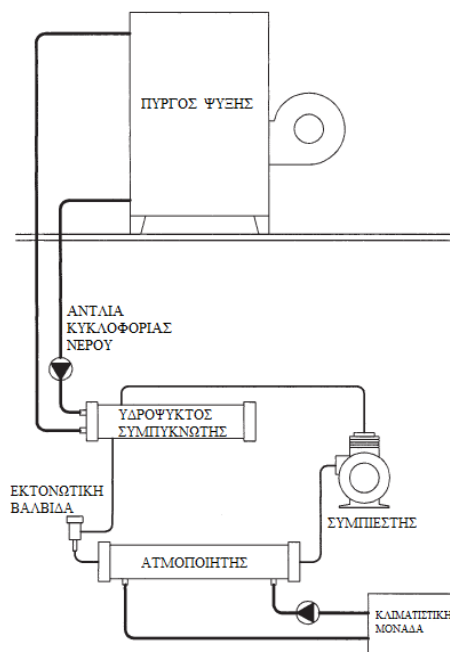
$$z = p \quad \text{Το τρίτο ψηφίο δείχνει τον αριθμό ατόμων φθορίου}$$

Όταν το πρώτο ψηφίο έχει την τιμή $x = 0$ τότε παραλείπεται. Δηλαδή τα ψυκτικά ρευστά που έχουν ένα μόνο άτομα άνθρακα (σειρά μεθανίου) έχουν $x = 0$ και κατά συνέπεια ένα διψήφιο αριθμό μετά το R .

5.6.4 Αρχή λειτουργίας και κατηγορίες πύργων ψύξεως:

Ο πύργος ψύξης είναι συσκευή, μέσα στην οποία έρχονται σε επαφή ένα ρεύμα αέρα περιβάλλοντος με ένα ρεύμα θερμού νερού και λαμβάνουν χώρα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας και μάζας. Το θερμό νερό ψύχεται και από την επαφή με το ρεύμα του αέρα και λόγω της μεταφοράς θερμότητας μέσω εξάτμισης. Αυτός είναι και ο λόγος ύπαρξης του πύργου ψύξης.

Η βασική λειτουργία του πύργου ψύξης είναι η μείωση της θερμοκρασίας του θερμού ρεύματος νερού όσο το δυνατόν περισσότερο. Η ψύξη του νερού επιτυγχάνεται μερικώς με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα περιβάλλοντος καθώς και με την εξάτμιση μέρους του ρεύματος θερμού νερού. Τα σχετικά ποσοστά της θερμότητας που αφαιρείται αυξάνοντας τη θερμοκρασία του αέρα και εξατμίζοντας μέρος του θερμού νερού, εξαρτώνται από την υγρασία του αέρα εισόδου. Ένας άλλος παράγοντας, ο οποίος είναι μάλλον ο πιο σημαντικός στα πλεονεκτήματα του πύργου ψύξης, είναι ο βαθμός που προσεγγίζει η θερμοκρασία εξόδου του νερού, τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου του αέρα εισόδου, όπου η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου είναι η μικρότερη θερμοκρασία στην οποία το νερό μπορεί να ψυχθεί σε μια ιδανική εγκατάσταση. Σε οποιοδήποτε δεδομένο πύργο αυτή η θερμοκρασιακή διαφορά, που καλείται θερμοκρασία προσέγγισης ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία υγρής σφαίρας του αέρα εισόδου, το λόγο ροής του νερού και το φορτίο θερμότητας.



Εικόνα 5.12 Τυπικό διάγραμμα πύργου ψύξεως

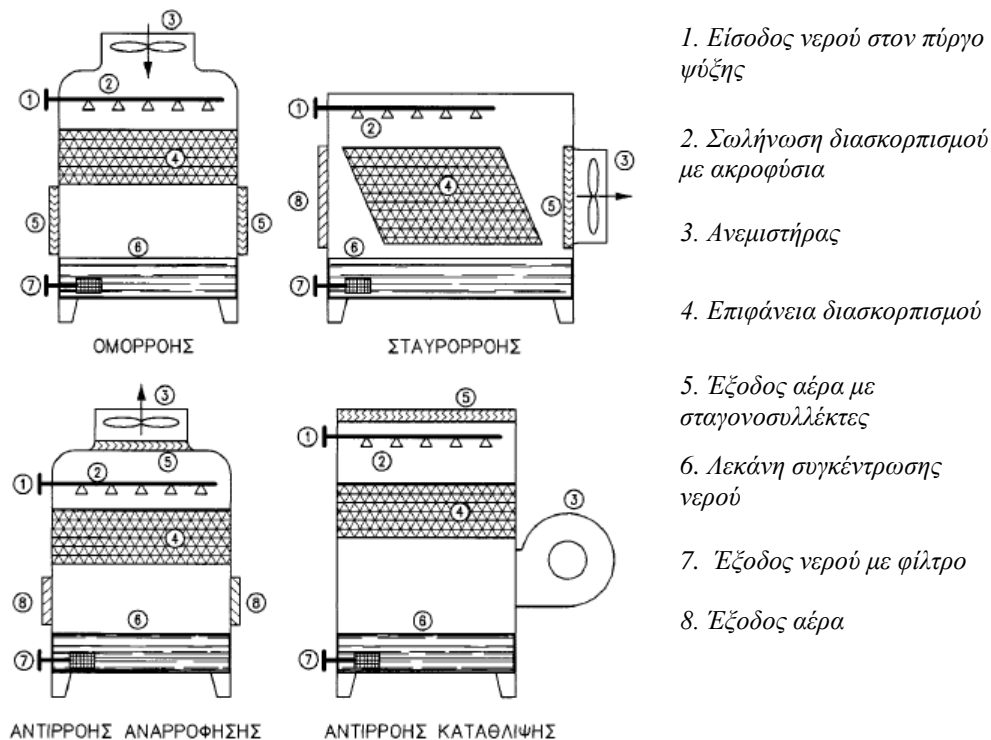
Κατηγορίες πύργων ψύξεως:

Οι πύργοι ψύξεως κατατάσσονται με βάση τον τρόπο ψύξης του νερού σε:

- Πύργους ψύξεως φυσικής κυκλοφορίας αέρα και
- Πύργους ψύξεως βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα

Οι πύργοι ψύξεως βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα κατηγοριοποιούνται με βάση τα εξής κριτήρια, την διεύθυνση ροής αέρα – νερού και την θέση του ανεμιστήρα.

- Με κριτήριο την διεύθυνση ροής αέρα – νερού: στους πύργους ψύξεως αντirroής, όπου το νερό και ο αέρας κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις (το νερό κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω και ο αέρας κατακόρυφα προς τα άνω). Στους πύργους ψύξεως ομοροής, όπου το νερό και ο αέρας κινούνται σε ομόρροπες κατευθύνσεις (το νερό και ο αέρας κινούνται κατακόρυφα προς τα κάτω). Στους πύργους ψύξεως σταυροροής, όπου οι κατευθύνσεις του νερού και του αέρα διασταυρώνονται υπό γωνία 90 μοιρών (το νερό κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω ενώ ο αέρας οριζόντια).
- Με κριτήριο την θέση του ανεμιστήρα: στους πύργους ψύξεως κατάθλιψη όπου ο ανεμιστήρας είναι τοποθετημένος έτσι ώστε να φυσάει τον αέρα διαμέσου του πύργου. Σε αυτή την διάταξη ο ανεμιστήρας είναι τοποθετημένος στην εισαγωγή του αέρα του πύργου, και η πλήρωση του πύργου με αέρα είναι υπό πίεση. Στους πύργους ψύξεως αναρρόφησης όπου ο ανεμιστήρας είναι τοποθετημένος στην εξαγωγή του αέρα, και η πλήρωση του πύργου με αέρα είναι υπό υποπίεση.



Εικόνα 5.13

5.7 Κλιματιστικές μονάδες:

Κλιματιστικές μονάδες καλούμε τις διατάξεις εκείνες όπου ελέγχουν και ρυθμίζουν τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ταχύτητα και την καθαρότητα του αέρα σε έναν κλιματιζόμενο χώρο. Ένα τυπικό κλιματιστικό μηχάνημα σε αντίθεση με τα μηχανήματα θέρμανσης μπορεί να ρυθμίζει την θερμοκρασία του χώρου τόσο κατά την θερινή όσο και κατά την χειμερινή λειτουργία. Για τον λόγο αυτό τα κλιματιστικά μηχανήματα χρειάζονται σαν μέσο λειτουργίας τόσο ένα θερμαντικό μέσο όσο και ένα μέσο ψύξης, συνήθως τα μέσα αυτά είναι κάποιος εναλλάκτης θερμότητας.

Το κύριο κριτήριο με το οποίο γίνεται η κατάταξη των κλιματιστικών μονάδων είναι το μέγεθός τους και έτσι κατατάσσονται στα:

- Τοπικές κλιματιστικές μονάδες και
- Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες

5.7.1 Τοπικές κλιματιστικές μονάδες:

Τοπικές κλιματιστικές μονάδες (TKM) ονομάζονται τα μηχανήματα κλιματισμού τα οποία τοποθετούνται σε ένα δωμάτιο του κτηρίου και σκοπό έχουν να προσδώσουν ή να αποβάλλουν θερμότητα μόνο στον χώρο αυτό. Οι TKM εκτός από την μεταβολή της θερμοκρασίας του χώρου ρυθμίζουν έμμεσα την υγρασία καθώς και την καθαρότητα του αέρα στον χώρο αυτό. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι μπορούν να τοποθετούνται σε οποιοδήποτε χώρο χωρίς να είναι απαραίτητο κάποιο κεντρικό μηχανοστάσιο. Οι TKM ανάλογα με το εργαζόμενο μέσο που χρησιμοποιούν για την απαγωγή θερμότητας από τον χώρο διακρίνονται σε TKM με εναλλάκτη νερού και TKM με εναλλάκτη ψυκτικού ρευστού (Freon). Όμως, μια ποιο γενική διάκριση τους είναι σε:

- Μονάδες ενιαίου τύπου, μέσα στις οποίες υπάρχουν όλα τα εξαρτήματα και όργανα της μονάδας. Το εργαζόμενο μέσο στις μονάδες αυτές είναι τόσο το νερό όσο και το ψυκτικό ρευστό, οι ποιο συνήθεις μονάδες αυτού του τύπου είναι τα Fan Coil Units (FCU) και σε
- Μονάδες διαιρούμενου τύπου (Split Units), όπου το εργαζόμενο μέσο σε αυτές είναι κάποιο ψυκτικό ρευστό. Οι μονάδες αυτές αποτελούνται από μια μονάδα συμπτυκνώσεως (συμπιεστής, εναλλάκτης ψυκτικού ρευστού – αέρα) και από μια μονάδα ατμοποίησης (εναλλάκτης ψυκτικού ρευστού – αέρα).

Οι περισσότερες TKM στο εσωτερικό τους τμήμα περιλαμβάνουν μια διάταξη ελέγχου της υγρασίας του χώρου.

5.7.2 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες:

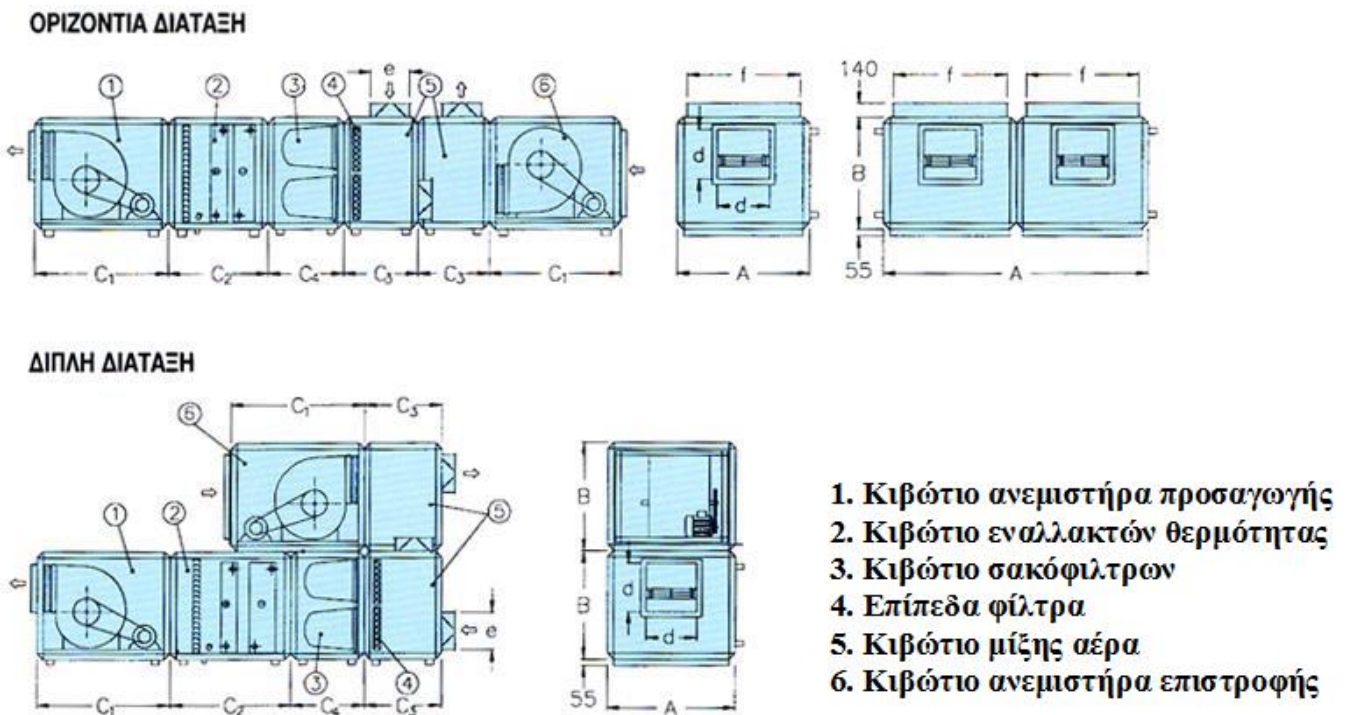
Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) σε αντίθεση με τις τοπικές τοποθετούνται σε έναν χώρο εντός ή εκτός του κτηρίου ο οποίος συνήθως καλείτε μηχανοστάσιο ή ψυχοστάσιο και μεταφέρουν το κλιματιστικό μέσο στους προς κλιματισμό χώρους.

Μια ΚΚΜ πραγματοποιεί τις εξής διεργασίες:

- Ρύθμιση θερμοκρασίας του αέρα στον χώρο (θέρμανση – ψύξη)
- Ρύθμιση υγρασίας του αέρα (ύγρανση – αφύγρανση)
- Διατήρηση καθαρότητας του αέρα στον χώρο (φιλτράρισμα)
- Ανανέωση του αέρα με προσθήκη νωπού εξωτερικού αέρα

Για να πραγματοποιούνται όλες οι παραπάνω διεργασίες οι ΚΚΜ συγκροτούνται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

- Το τμήμα θερμικής επεξεργασίας και ρύθμισης του αέρα
- Το τμήμα των ανεμιστήρων, όπου ελέγχει την ταχύτητα του αέρα
- Το κιβώτιο μίξης αέρα, όπου αναμιγνύει τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με νωπό εξωτερικό αέρα και
- Το τμήμα των φίλτρων, όπου διατηρεί την καθαρότητα του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο



Εικόνα 5.14

Οι ΚΚΜ με κριτήριο το μέσο απόδοσης – απορρόφησης θερμικής ενέργειας διακρίνονται σε:

- Κλιματιστικές μονάδες αέρα
- Κλιματιστικές μονάδες νερού
- Κλιματιστικές μονάδες αέρα – νερού
- Κλιματιστικές μονάδες ψυκτικού ρευστού

Κλιματιστικές μονάδες αέρα:

Οι ΚΜ αέρα είναι μονάδες που διαθέτουν εναλλάκτες ψύξεως – θερμάνσεως του προσαγόμενου αέρα εν σειρά, ως προς την ροή τους, και χρησιμοποιούν ένα και μόνο δίκτυο αεραγωγών για την προσαγωγή του αέρα στα στόμια. Έτσι η θερμοκρασία του αέρα σε όλο το δίκτυο είναι σταθερή.

Κλιματιστικές μονάδες νερού:

Οι ΚΜ νερού είναι μονάδες που επιτυγχάνουν την θέρμανση – ψύξη του αέρα διανέμοντας στις θερμαντικές μονάδες θερμό ή ψυχρό νερό αντίστοιχα, που παρασκευάζεται σε κεντρική εγκατάσταση (ψύκτης νερού). Οι μονάδες αυτές συνήθως διαθέτουν ως τερματικές μονάδες *FCU*.

Κλιματιστικές μονάδες αέρα – νερού:

Οι ΚΜ αέρα – νερού είναι μονάδες όπου για την διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους, προσάγουν από κεντρικές εγκαταστάσεις (ψύκτης νερού), νερό κατάλληλης θερμοκρασίας το οποίο προσδίδει ή απορροφά θερμότητα στον κλιματιζόμενο αέρα.

Κλιματιστικές μονάδες ψυκτικού ρευστού:

Στις μονάδες αυτές κυκλοφορεί μόνο ψυκτικό ρευστό, το οποίο οδηγείτε σε κατάλληλες τερματικές μονάδες στον κλιματιζόμενο χώρο. Οι τερματικές μονάδες μπορούν να διαφέρουν, ως προς τη θερμική – ψυκτική τους ικανότητα, ανάλογα με τις ανάγκες του χώρου. Οι μονάδες αυτές είναι είτε πολύδαιρούμενου τύπου (*Multi Split Type*) είτε μεταβαλλόμενου ψυκτικού όγκου (*Variable Refrigeration Volume*) τα γνωστά ως *VRV*.

Κεφάλαιο 6

Εγκαταστάσεις πυρόσβεσης

6.1 Εισαγωγή:

Με τον όρο εγκαταστάσεις πυρόσβεσης καλούμε το σύνολο των εγκατεστημένων στο δίκτυο στοιχείων, μηχανημάτων και αυτοματισμών τα οποία σκοπό έχουν την άμεση προειδοποίηση και κατάσβεση μίας τυχόν πυρκαγιάς στο κτήριο.

Η κατάσβεση καιόμενων σωμάτων πραγματοποιείται με δύο μεθόδους, με την μέθοδο της ψύξης και με την μέθοδο της απομόνωσης. Η μέθοδος της ψύξης αφαιρεί την πρόσθετη θερμότητα που προέχεται από την ανάφλεξη των καιόμενων σωμάτων ενώ η μέθοδος της απομόνωσης εμποδίζει την ένωσή τους με οξυγόνο.

Η μέθοδος της ψύξης πραγματοποιείτε κυρίως με νερό, λόγω του μεγάλου αποθέματός του και των καλών φυσικών ιδιοτήτων του για τον σκοπό αυτό. Ο πλέον σύνηθες τρόπος χρησιμοποίησης του νερού για κατάσβεση πυρκαγιάς είναι με την εκτόξευσή του είτε σε μορφή υδάτινης στήλης, είτε διεσπαρμένης βολής, τέλος είτε σε μορφή ομίχλης.

Η μέθοδος της απομόνωσης πραγματοποιείτε κυρίως σε μικρής έκτασης πυρκαγιές, όπου παρεμβάλλουμε πυρίμαχο υλικό μεταξύ του καιόμενου σώματος και του περιβάλλοντος, στερώντας του με αυτόν τον τρόπο την τροφοδότησή του με οξυγόνο.

6.2 Προϋποθέσεις για την ανάπτυξη πυρκαγιάς:

Ως πυρκαγιά ορίζουμε την εκτός ελέγχου ταχεία οξειδωση μιας ουσίας κατά την οποία η παραγόμενη ενέργεια εκλύεται απότομα με την μορφή θερμότητας και φωτός.

Για να συμβεί καύση μιας ουσίας πρέπει τα μόριά της να περιβάλλονται επαρκώς από μόρια οξυγόνου. Όσο αναφορά στα αέρια και στους ατμούς λόγω της μικρής συνοχής των μορίων τους κάτι τέτοιο είναι πολύ εύκολα εφικτό. Αντιθέτως στα υγρά και τα στερεά, λόγω της μεγάλης συνοχής των μορίων τους απαιτείτε η θέρμανσή τους έτσι ώστε κάποια μόρια να ξεφύγουν αρχικά από την επιφάνειά τους και να δημιουργηθούν ατμοί. Εάν παράλληλα υπάρξει επάρκεια οξυγόνου και απαιτούμενη θερμότητα ώστε η θερμοκρασία των ατμών να φθάσει στο σημείο ανάφλεξής τους τότε αρχίζει η καύση.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, για να υπάρξει μια καύση πρέπει να συνυπάρχουν οι εξής παράγοντες καύσιμος ύλη, οξυγόνο και θερμότητα.

Κατηγορίες πυρκαγιών:

Ανάλογα με το είδος του καυσίμου, οι πυρκαγιές διακρίνονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Βασικές κατηγορίες πυρκαγιάς		
Κατηγορία πυρκαγιάς	Καιγόμενα είδη	Κατάλληλο κατασβεστικό υλικό
A	Συνήθη καιγόμενα υλικά (ξύλο, χαρτί, άχυρο, υφάσματα, ελαστικό, διάφορα πλαστικά). Γενικά στερεά οργανικής σύνθεσης τα οποία καιγόμενα σχηματίζουν στάχτη και κάρβουνο	Νερό, αφρός, ξηρά σκόνη
B	Εύφλεκτα υλικά, υγρά καύσιμα (πετρελαιοειδή, διαλύτες, κα)	Διοξείδιο του άνθρακα, ξηρά σκόνη, αφρός, ομίχλη νερού
C	Αέρια καύσιμα (μεθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, ασετιλίνη υδρογόνο)	Διοξείδιο του άνθρακα, ξηρά σκόνη, αφρός
D	Μέταλλα (νάτριο, κάλιο, μαγνήσιο, τιτάνιο και ζιρκόνιο)	Ξηρά σκόνη, άμμος, γραφίτης

Πίνακας 6.1

6.3 Παθητική και ενεργητική πυροπροστασία:

Ως πυροπροστασία ορίζουμε τις μεθόδους εκείνες που ακολουθούνται για την πρόληψη και την αντιμετώπιση τυχόν πυρκαγιάς που μπορεί να προκληθεί σε ένα κτήριο. Οι μέθοδοι πυροπροστασίας είναι η παθητική (δομική) πυροπροστασία καθώς και η ενεργητική.

Η παθητική ή δομική πυροπροστασία κύριο στόχο έχει τον περιορισμό των κινδύνων μερικής ή ολικής κατάρρευσης του κτηρίου εξαιτίας πυρκαγιάς, την εξάπλωση της φωτιάς μέσα στο κτήριο και την μετάδοσή της σε γειτονικά κτήρια ή άλλες κατασκευές. Το ζήτημα της παθητικής πυροπροστασίας έχει απασχολήσει σημαντικό αριθμό μελετητών και τα απορρέοντα συμπεράσματα επιβάλλονται νομοθετικά με την μορφή διατάξεων οικοδομικών κανονισμών συναρτήσει της

λειτουργίας του κάθε κτηρίου. Ανεξάρτητα από την χρήση για την οποία προορίζεται κάθε κτήριο τα ελάχιστα δομικά μέτρα που λαμβάνονται είναι:

- Η δυνατότητα να διαχωρίζεται το κτήριο σε τμήματα κατά τρόπο τέτοιο ώστε να καθυστερεί η διάδοση της φωτιάς από το ένα τμήμα στο άλλο.
- Να προβλέπεται κατά την σχεδίαση των κτηρίων εξασφάλιση οδών διαφυγής των ανθρώπων που διαμένουν ή εργάζονται στο κτήριο προς το ύπαιθρο ή προς άλλα ασφαλή, από την πυρκαγιά, τμήματα του κτηρίου.
- Παράλληλα με την μελέτη των οδών διαφυγής πρέπει να γίνεται και πρόβλεψη της απομάκρυνσης των προϊόντων καύσης, με τρόπο τέτοιο ώστε οι οδοί διαφυγής να διατηρούνται ελεύθεροι. Ακόμα πρέπει να γίνονται προβλέψεις για την επαρκή εισροής αέρα μέχρι να απομακρυνθούν οι άνθρωποι. Στην συνέχεια πρέπει να είναι δυνατή η διακοπή της εισροής αέρα για να παρεμποδίζεται η εξάπλωση της φωτιάς.

Η ενεργητική πυροπροστασία κύριο στόχο έχει την ανίχνευση, την προειδοποίηση καθώς και την κατάσβεση μιας τυχούσας πυρκαγιάς. Η ανίχνευση της πυρκαγιάς πραγματοποιείτε με εγκατάσταση αυτόματου συστήματος πυρανίχνευσης με παροχή σημάτων συναγερμού και ελέγχου. Σκοπός της εγκατάστασης αυτής είναι η έγκαιρη ανίχνευση της πυρκαγιάς και έπειτα μέσω ηχητικών ή οπτικών μέσων να σημάνει συναγερμό σε ελεγχόμενη περιοχή ή σε ένα πίνακα ενδείξεων τοποθετημένο σε ειδικό χώρο ελέγχου. Η προειδοποίηση της πυρκαγιάς πραγματοποιείτε με συσκευές συναγερμού που εκπέμπουν ηχητικά σήματα. Οι συσκευές αυτές πρέπει να κατανέμονται με τέτοιο τρόπο, ώστε τα σήματα να υπερσχύουν της μέγιστης στάθμης θορύβου που υπάρχει σε κανονικές συνθήκες και να ξεχωρίζουν από τα ηχητικά σήματα άλλων συσκευών στον ίδιο χώρο. Τέλος η κατάσβεση πραγματοποιείτε με την εγκατάσταση συστημάτων πυρόσβεσης. Τα συστήματα πυρόσβεσης καθώς και ο εξοπλισμός τους θα αναλυθούν παρακάτω.

6.4 Συστήματα πυρόσβεσης:

Τα συστήματα πυρόσβεσης αποτελούν ενεργητική μέθοδο πυροπροστασίας κτηρίων και χρήζουν ιδιαίτερου μηχανολογικού ενδιαφέροντος. Κύριος σκοπός τους είναι η κατάσβεση τυχόν πυρκαγιάς που μπορεί να προκληθεί σε ένα κτήριο. Το κύριο κριτήριο κατηγοριοποίησής τους είναι ο τρόπος ή η μέθοδος κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς. Τα πλέον διαδεδομένα συστήματα πυρόσβεσης είναι:

- τα τοπικά μέσα κατάσβεσης (πυροσβεστήρες)
- οι πυροσβεστικές λήψεις και
- οι καταιονητήρες (Sprinklers)

6.4.1 Τοπικά μέσα κατάσβεσης:

Ο πλέον σύνηθες τύπος τοπικού μέσου κατάσβεσης είναι ο πυροσβεστήρας. Χρησιμοποιείτε κυρίως για την κατάσβεση μικρής έκτασης φωτιάς σε κτήρια. Το κριτήριο με το οποίο κατηγοριοποιούνται είναι με βάση τον τύπο της φωτιάς τον οποίο καλούνται να κατασβήσουν, έτσι χωρίζονται σε πυροσβεστήρες:

- Κλάσης 1A έως 40A: οι πυροσβεστήρες της κλάσης αυτής χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση πυρκαγιάς κατηγορίας A. Οι πυροσβεστήρες αυτοί για την κατάσβεση χρησιμοποιούν την μέθοδο της ψύξης. Το νούμερο δηλώνει πυροσβεστική ικανότητα ενώ το A την κατηγορία της πυρκαγιάς.
- Κλάσης 5B έως 40B: οι πυροσβεστήρες της κλάσης αυτής χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση πυρκαγιάς κατηγορίας B. Οι πυροσβεστήρες αυτοί για την κατάσβεση χρησιμοποιούν την μέθοδο της απομόνωσης. Το νούμερο εκφράζει την πυροσβεστική ικανότητα και το B την κατηγορία της πυρκαγιάς.
- Κλάσης C: οι πυροσβεστήρες της κλάσης αυτής χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση πυρκαγιάς κατηγορίας C. Οι πυροσβεστήρες αυτοί για την κατάσβεση χρησιμοποιούν την μέθοδο της απομόνωσης.
- Κλάσης ABC: οι πυροσβεστήρες της κλάσης αυτής είναι πολλαπλών χρήσεων καθώς χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση πυρκαγιών κατηγορίας A, B και C. Συνήθως περιέχουν φωσφορικό αμμώνιο και ξηρά σκόνη.
- Κλάσης D: οι πυροσβεστήρες της κλάσης αυτής χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση πυρκαγιάς κατηγορίας D. Συνήθως περιέχουν είτε ξηρά σκόνη είτε άμμο ή γραφίτη όπου κάθε ένα από τα παραπάνω αντιστοιχεί σε διαφορετικό τύπο καίόμενου μετάλλου όπως αναγράφεται στις προδιαγραφές του εκάστοτε πυροσβεστήρα.



Εικόνα 6.1

6.4.2 Πυροσβεστικές λήψεις:

Το σύστημα πυρόσβεσης με πυροσβεστικές λήψεις ή πυροσβεστικές φωλιές είναι μόνιμο πυροσβεστικό σύστημα το οποίο αποτελείτε από διάταξη σωληνώσεων, βαλβίδων, λήψεων για πυροσβεστικούς σωλήνες και σχετικού λοιπού εξοπλισμού. Οι λήψεις είναι τοποθετημένες, έτσι ώστε να παρέχουν νερό για συμπαγή ή διασκορπισμένη εκτόξευσή του, μέσω των πυροσβεστικών σωλήνων και αυλών, με σκοπό την κατάσβεση μιας πυρκαγιάς. Το σύστημα πυρόσβεσης με πυροσβεστικές λήψεις αποτελεί ένα από τα καλύτερα μέσα για την κατάσβεση πυρκαγιών σε κτήρια ή κατασκευές. Ακόμα και σε κτήρια εφοδιασμένα με αυτόματα συστήματα καταιόνησης, οι πυροσβεστικές λήψεις είναι αναγκαίο συμπλήρωμα. Η παροχή και πίεση νερού, που απαιτούνται στις λήψεις, επιτυγχάνονται με συνδέσεις από πηγές υδροδότησης. Κύριες πηγές υδροδότησης αποτελούν:

- Δίκτυο πόλεως, με επαρκή πίεση και παροχή
- Δεξαμενές βαρύτητας
- Αυτόματες πυροσβεστικές αντλίες
- Πιεστικά δοχεία
- Πυροσβεστικές αντλίες, που ενεργοποιούνται χειροκίνητα, σε συνδυασμό με πιεστικά δοχεία και
- Πυροσβεστικές αντλίες, που ενεργοποιούνται χειροκίνητα, με μηχανισμούς τηλεχειρισμού, που τοποθετούνται σε κάθε πυροσβεστική λήψη.



Εικόνα 6.2

Κατηγορίες συστημάτων πυροσβεστικών λήψεων:

Τα συστήματα με πυροσβεστικές λήψεις κατατάσσονται, σύμφωνα με τους ανθρώπους που τις χρησιμοποιούν, σε τρεις κατηγορίες:

- Κατηγορία 1: για χρήση από την πυροσβεστική υπηρεσία και από ειδικά εκπαιδευμένα άτομα. Στην κατηγορία αυτή χρησιμοποιούνται πυροσβεστικοί σωλήνες διαμέτρου 65mm.
- Κατηγορία 2: για χρήση από τους ένοικους, μέχρι την άφιξη της πυροσβεστικής υπηρεσίας. Στην κατηγορία αυτής χρησιμοποιούνται πυροσβεστικοί σωλήνες διαμέτρου 20 ~ 45 mm.
- Κατηγορία 3: για χρήση από την πυροσβεστική υπηρεσία, από ειδικά εκπαιδευμένα άτομα αλλά και από του ενοίκους. Το σύστημα της κατηγορίας αυτής πρέπει να ανταποκρίνεται συγχρόνως στις απαιτήσεις των δύο παραπάνω κατηγοριών.

Ελάχιστες απαιτήσεις σε νερό:

Οι απαιτήσεις σε νερό ενός συστήματος με πυροσβεστικές λήψεις εξαρτώνται από το πιθανό πλήθος λήψεων, που θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα σε μια πυρκαγιά, την παροχή και την πίεση σε κάθε λήψη και το χρονικό διάστημα κατά το οποίο θα χρησιμοποιούνται οι λήψεις αυτές.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις σε νερό ποικίλουν ανάλογα με την κατηγορία πυροσβεστικής λήψης:

- Για την κατηγορία 1 η ελάχιστη παροχή νερού με μια στήλη πρέπει να είναι 1900 *lt/min* για χρονική περίοδο τουλάχιστον 30 *min*. Όπου υπάρχουν περισσότερες από μια στήλες, η ελάχιστη παροχή νερού, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της πυροσβεστικής υπηρεσίας, πρέπει να είναι 1200 *lt/min* στην πρώτη στήλη και 750 *lt/min* σε κάθε πρόσθετη στήλη για χρονική περίοδο 30 *min*. Η συνολική παροχή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 7200 *lt/min*. Η πηγή υδροδότησης πρέπει να είναι ικανή να διατηρεί στο υδραυλικά ποιο απομακρυσμένο σημείο λήψης κάθε στήλης πίεση 0.45 *MPa* (4.5 *bar*) σε συνθήκες παροχής 1700 *lt/min* στην πρώτη στήλη και 750 *lt/min* σε κάθε μια από τις υπόλοιπες στήλες, με μέγιστη παροχή τα 7200 *lt/min*.
- Για την κατηγορία 2 η ελάχιστη παροχή νερού σε κάθε στήλη πρέπει να είναι 380 *lt/min* για χρονική περίοδο τουλάχιστον 30 *min*. Η πηγή υδροδότησης πρέπει να είναι ικανή να διατηρεί στο υψηλότερο σημείο λήψης κάθε στήλης πίεση 0.45 *MPa* (4.5 *bar*) σε συνθήκες παροχής 380 *lt/min* σε κάθε στήλη.
- Για την κατηγορία 3 η ελάχιστες απαιτήσεις σε νερό είναι ίδιες με αυτές της κατηγορίας 1.

Τύποι συστημάτων πυροσβεστικών λήψεων:

Τα συστήματα με πυροσβεστικές λήψεις ταξινομούνται με κριτήριο την πληρότητά τους σε νερό μέσα στις σωληνώσεις, και διακρίνονται σε:

- Υγρά συστήματα, στα οποία η πλήρωση είναι μόνιμη με τις πηγές υδροδότησης. Είναι κυρίως συστήματα κατηγορίας 2.
- Στεγνά συστήματα, τα οποία δεν έχουν μόνιμη παροχή νερού αλλά υδροδοτούνται συνήθως από πυροσβεστικό όχημα. Είναι αποκλειστικά συστήματα κατηγορίας 1.

6.4.3 Καταιονητήρες:

Οι εγκαταστάσεις συστημάτων με καταιονητήρες σε κτήρια ή τμήματα κτηρίων, κύριο σκοπό έχουν την αυτόματη ανίχνευση και κατάσβεση τυχών πυρκαγιάς, στα πρώτα στάδια εξέλιξής της, ή τον έλεγχό της μέχρι την ολοκληρωτική κατάσβεσή της με την παρέμβαση των ενοίκων ή της πυροσβεστικής υπηρεσίας.

Ως σύστημα με καταιονητήρες ορίζεται ένα σύνολο σωληνώσεων κατάλληλων διαμέτρων εγκατεστημένων σε κτήριο ή τμήμα αυτού στις οποίες προσαρμόζονται κεφαλές καταιόνησης (Sprinklers) σε προκαθορισμένα διαστήματα. Οι σωληνώσεις συνδέονται προς μια ομάδα βαλβίδων ελέγχου, με ενσωματωμένο υδραυλικό συναγερμό, και τροφοδοτούνται από εγκεκριμένη πηγή υδροδότησης.

Η πηγή υδροδότησης πρέπει να μπορεί να τροφοδοτεί αυτόματα και σε κάθε στιγμή το σύστημα με νερό, στην απαιτούμενη πίεση και παροχή. Γι' αυτό η πηγή πρέπει να είναι απόλυτα αξιόπιστη και να προστατεύεται από πάγωμα, άδειασμα ή οποιοσδήποτε άλλες αιτίες θα μπορούσαν να μειώσουν την παροχή της ή να διακόψουν την λειτουργία της. Επίσης το νερό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ινώδη ή άλλα σημαντικά αιωρήματα που θα μπορούσαν να συσσωρευτούν στις σωληνώσεις. Πρέπει να τοποθετούνται φίλτρα σε όλες τις συνδέσεις με το δίκτυο πόλης.

Η πηγή υδροδότησης πρέπει να βρίσκεται κάτω από τον απόλυτο έλεγχο του ιδιοκτήτη του συστήματος. Όταν αυτό δεν είναι δυνατό, πρέπει να εξασφαλίζεται το δικαίωμα χρήσης της πηγής υδροδότησης, μετά από σύμφωνη γνώμη της Αρμόδιας Αρχής.

Στην περίπτωση εγκαταστάσεων με μία μόνο πηγή υδροδότησης, πρέπει να τοποθετείται πρεσοστατικός διακόπτης στην προσαγωγή, ο οποίος ενεργοποιεί σύστημα συναγερμού όταν η πίεση στην προσαγωγή πέσει κάτω από προκαθορισμένο όριο. Ο διακόπτης πρέπει να τοποθετείται από την πλευρά εισαγωγής της βαλβίδας αντεπιστροφής.

Συνήθεις πηγές υδροδότησης είναι:

- Δίκτυο πόλεως
- Δεξαμενές βαρύτητας
- Αυτόματες αντλίες, που αναρροφούν από φυσικές αποθήκες νερού, ποταμούς κλπ. ή ενισχύουν το δίκτυο πόλεως
- Πιεστικά δοχεία

Κατηγορίες κινδύνου:

Τα συστήματα με καταιονητήρες για την αποτελεσματικότερη και οικονομικότερη, όσο αυτό γίνεται, κατασκευή τους ταξινομούνται με βάση το μέγεθος και την φύση της πυρκαγιάς, την επιφάνεια που πρόκειται να προστατευτεί, την πιθανή διάδοση της πυρκαγιάς καθώς και άλλους παράγοντες σε τρεις γενικές κατηγορίες κινδύνου:

- Κατηγορία μικρού κινδύνου, η κατηγορία αυτή σχεδιάζεται έτσι ώστε να παρέχει πυκνότητα καταιόνησης 2.25 mm/min από τους καταιονητήρες που βρίσκονται στις δυσμενέστερες (πιο απομακρυσμένες) θέσεις, με ταυτόχρονη λειτουργία δεδομένου αριθμού καταιονητήρων.
- Κατηγορία συνήθους κινδύνου, η κατηγορία αυτή σχεδιάζεται έτσι ώστε να παρέχει πυκνότητα καταιόνησης 5 mm/min από τους καταιονητήρες που βρίσκονται στις δυσμενέστερες (πιο απομακρυσμένες) θέσεις, με ταυτόχρονη λειτουργία δεδομένου αριθμού καταιονητήρων.
- Κατηγορία μεγάλου κινδύνου, η κατηγορία αυτή σχεδιάζεται έτσι ώστε να παρέχει πυκνότητα καταιόνησης 7.5 mm/min από τους καταιονητήρες που βρίσκονται στις δυσμενέστερες (πιο απομακρυσμένες) θέσεις, με ταυτόχρονη λειτουργία δεδομένου αριθμού καταιονητήρων. Στην κατηγορία αυτή η πυκνότητα καταιόνησης ενδέχεται να φθάσει μέχρι και 30 mm/min ανάλογα το είδος του χώρου.

Ανάλογα με την κατηγορία κινδύνου ορίζεται και το πλήθος των καταιονητήρων που θεωρείτε ότι λειτουργούν ταυτόχρονα. Στην περίπτωση μικρού κινδύνου, όπου αναμένεται να υπάρχουν σχετικά μικρές ποσότητες καυστών υλικών και αργή εξέλιξη πιθανής πυρκαγιάς θεωρείται ότι στην χειρίστη των περιπτώσεων δεν θα έχουμε ταυτοχρονισμό μεγαλύτερο από 4 καταιονητήρες, σε περίπτωση όπου το εμβαδό του χώρου υπερβαίνει τα 120 m^2 τότε θεωρείτε ότι ο μέγιστος αριθμός καταιονητήρων που θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα είναι 6.

Στην κατηγορία συνήθους κινδύνου το πλήθος των καταιονητήρων που αναμένεται να λειτουργήσουν ταυτόχρονα υποδιαιρείται σε τρεις κύριες ομάδες με βάση το πλήθος τους, έτσι λοιπόν έχουμε την ομάδα I όπου θεωρείτε ότι θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα 6 καταιονητήρες, την ομάδα II όπου θεωρείτε ότι θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα 12 καταιονητήρες και την ομάδα III όπου θεωρείτε ότι θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα 18 καταιονητήρες. Σε όλες τις προαναφερθέντες ομάδες ο σχεδιασμός γίνεται με τρόπο τέτοιο ώστε, με το θεωρούμενο πλήθος των καταιονητήρων σε λειτουργία, η μέση πυκνότητα καταιόνησης από όλους αυτούς τους καταιονητήρες να μην πέφτει κάτω από την τιμή σχεδιασμού 5 mm/min . Επιπρόσθετα στην κατηγορία αυτή ένας δεύτερος περιορισμός που έχουμε είναι η τιμή της μέσης πυκνότητας καταιόνησης να μην πέφτει κάτω από τα 3.5 mm/min όταν λειτουργούν 12 καταιονητήρες για την ομάδα I, 22 καταιονητήρες για την ομάδα II και 30 καταιονητήρες για την ομάδα III.

Στην κατηγορία μεγάλου κινδύνου το μέγιστο πιθανό πλήθος καταιονητήρων που αναμένεται να λειτουργήσουν ταυτόχρονα εξαρτάτε από την προβλεπόμενη σοβαρότητα της πυρκαγιάς και την πυκνότητα διάταξής τους. Για να προσδιοριστεί η αναγκαία πίεση και παροχή που θα προκαλέσουν την πυκνότητα καταιόνησης σχεδιασμού θεωρείτε ότι είναι σωστότερο να γίνει αναφορά στην πιθανή επιφάνεια ανάπτυξης της πυρκαγιάς παρά στο πιθανό πλήθος καταιονητήρων που θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα. Οι πιθανές επιφάνειες ανάπτυξης πυρκαγιάς θεωρείται ότι κυμαίνονται μεταξύ 260 και 300 m^2 , στις οποίες αντιστοιχούν, στην χειρότερη περίπτωση 48 καταιονητήρες.

Τύποι συστημάτων καταιονητήρων:

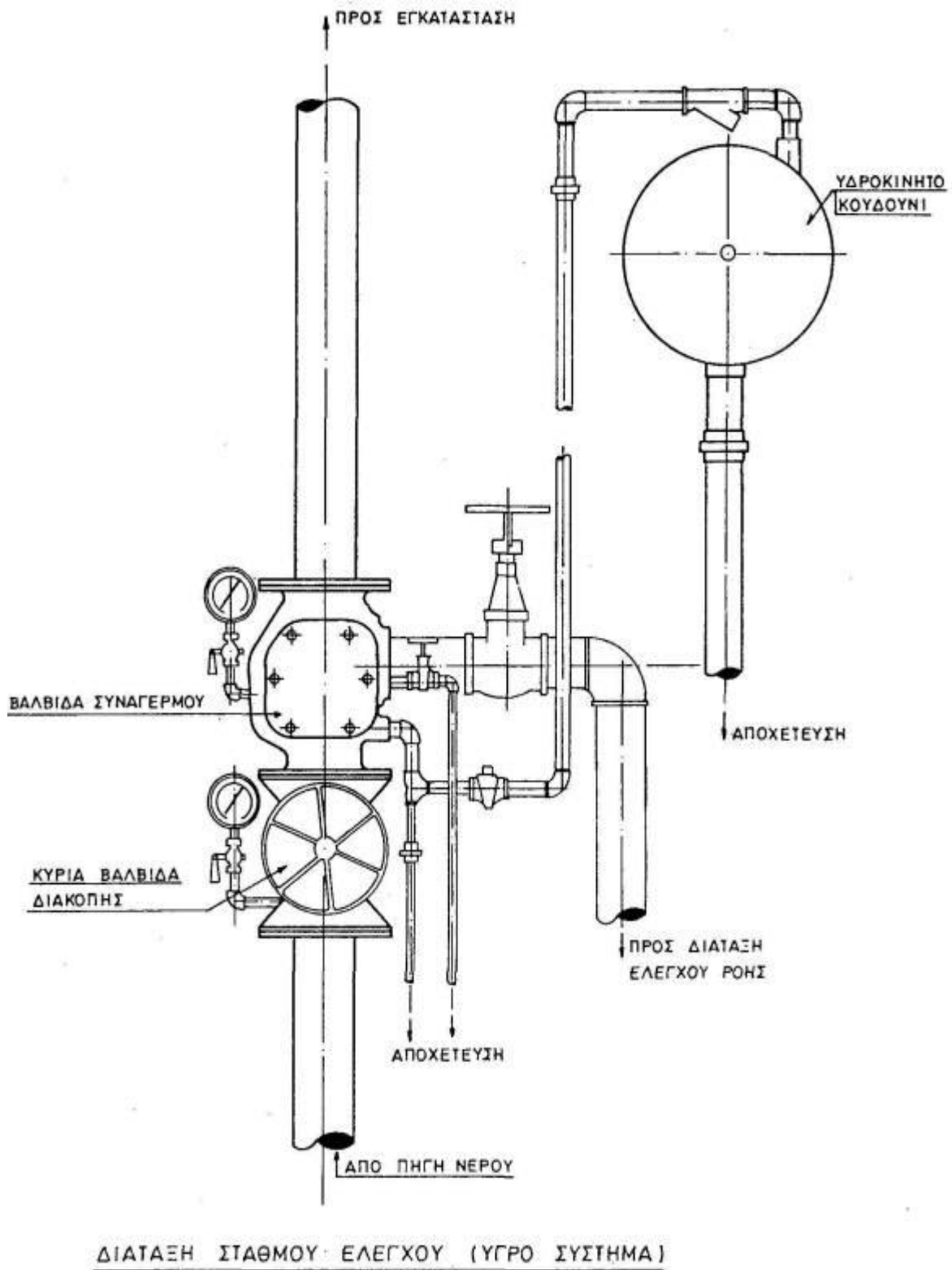
Οι τύποι συστημάτων καταιονητήρων ταξινομούνται στα τυπικά συστήματα με καταιονητήρες και στα συστήματα κατακλυσμού. Τα τυπικά συστήματα με καταιονητήρες είναι τα εξής:

- Υγρά συστήματα καταιόνησης στα οποία οι σωληνώσεις είναι μόνιμα πλήρεις με νερό υπό πίεση τόσο μετά όσο και πριν τον σταθμό ελέγχου της εγκατάστασης (εικόνα 6.3). Τα υγρά συστήματα τοποθετούνται σε χώρους όπου το νερό των σωληνώσεών τους δεν κινδυνεύει από πήξη. Μπορούν να τοποθετηθούν σε όρθια ή ανεστραμμένη θέση. Τα υγρά συστήματα σχεδιάζονται με τρόπο τέτοιο ώστε το πλήθος των καταιονητήρων, όπου ελέγχεται από μια ομάδα βαλβίδων, να μην υπερβαίνει τους 500 στην ομάδα συστημάτων μικρού κινδύνου και 1000 στην περίπτωση συστημάτων συνήθους και μεγάλου κινδύνου.
- Εναλλασσόμενα υγρά και στερεά συστήματα καταιόνησης, όπου έχουν ενσωματωμένη είτε μια σύνθετη βαλβίδα συναγερμού (εικόνα 6.4) είτε ένα συνδυασμό βαλβίδας συναγερμού υγρού τύπου και βαλβίδα συναγερμού στεγνού

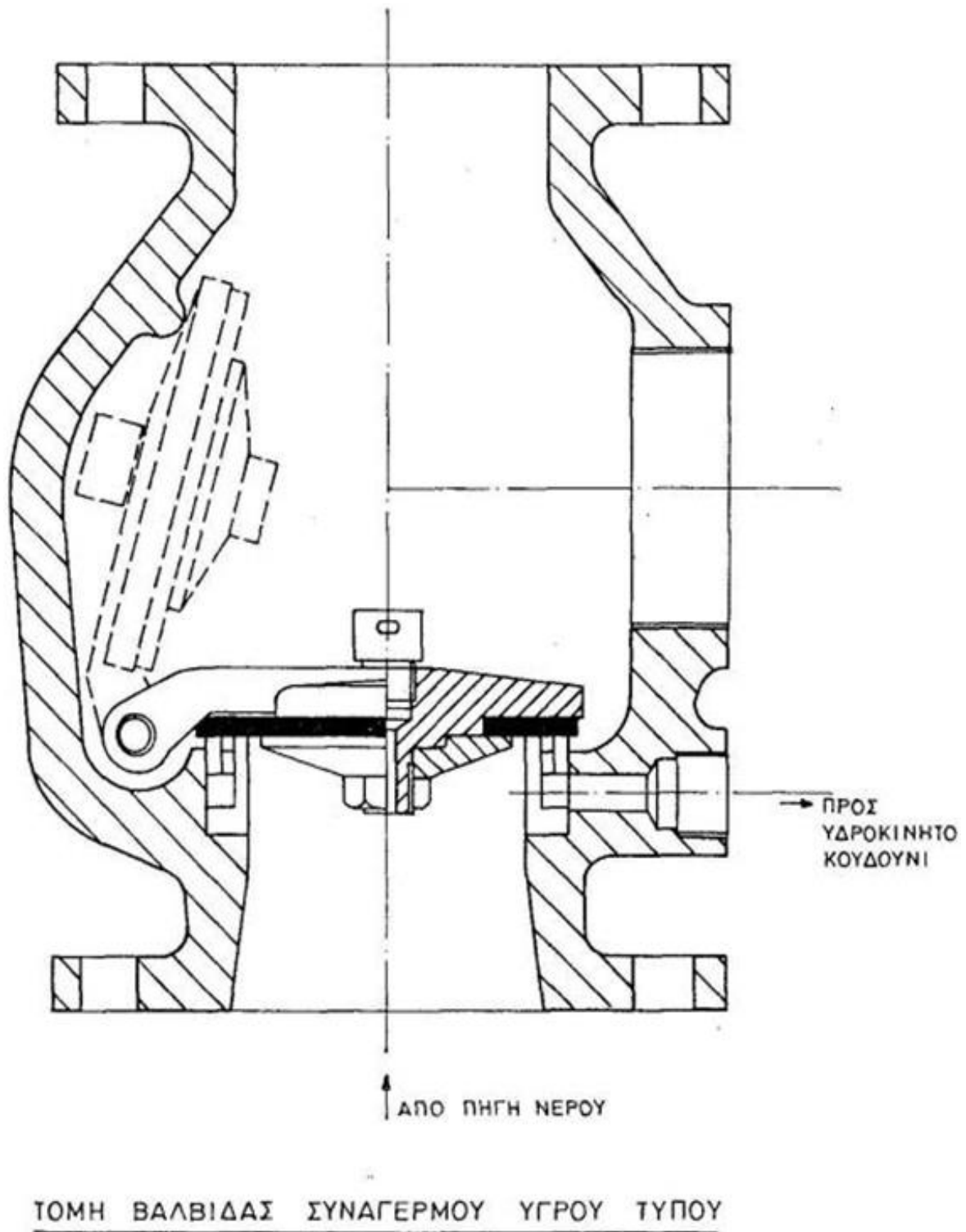
τύπου. Στα συστήματα αυτά κατά τους χειμερινούς μήνες οι σωληνώσεις μετά από την σύνθετη βαλβίδα συναγερμού ή την βαλβίδα συναγερμού στεγνού τύπου φορτίζονται με πεπιεσμένο αέρα και το υπόλοιπο σύστημα πριν την βαλβίδα συναγερμού με νερό υπό πίεση. Του υπόλοιπους μήνες το σύστημα λειτουργεί ως υγρό.

- Στεγνά συστήματα καταίονησης, όπου το σύστημα των σωληνώσεων φορτίζεται μόνιμα με πεπιεσμένο αέρα μετά από τον σταθμό ελέγχου στεγνού τύπου και με νερό υπό πίεση πριν από τον σταθμό ελέγχου. Οι σταθμοί ελέγχου στεγνού τύπου πρέπει να ενεργοποιούνται τουλάχιστον μια φορά ανά εξάμηνο, και κατά προτίμηση πριν την έναρξη της χειμερινής περιόδου.
- Υγρά ή εναλλασσόμενα συστήματα με ενσωματωμένες απολήξεις εναλλασσόμενων ή στεγνών συστημάτων, όπου τα συστήματα αυτά είναι όμοια με τα δυο προαναφερθέντα συστήματα.
- Συστήματα προενέργειας, όπου αποτελούν ένα συνδυασμό τυπικού συστήματος με καταιονητήρες και εγκεκριμένου ανεξάρτητου συστήματος ανιχνευτών, εγκατεστημένων στον ίδιο χώρο με του καταιονητήρες. Γενικά τέτοιοι ανιχνευτές λειτουργούν πριν από τους καταιονητήρες και έτσι θα ανοίξει μια βαλβίδα προενέργειας, που θα επιτρέψει την διέλευση του νερού προς τις σωληνώσεις των καταιονητήρων, πριν να λειτουργήσει ο πρώτος καταιονητήρας. Οι σωληνώσεις των καταιονητήρων είναι κανονικά φορτισμένες με πεπιεσμένο αέρα και ελέγχονται έτσι ώστε να σημαίνει συναγερμός, σε περίπτωση μείωσης της πίεσης.

Τα συστήματα κατακλυσμού είναι συστήματα ανοιχτών καταιονητήρων, που ελέγχονται από ταχυκίνητη βαλβίδα, η οποία ενεργοποιείται από σύστημα εγκεκριμένων θερμικών ανιχνευτών ή καταιονητήρων, εγκατεστημένων στους ίδιους χώρους με τους ανοιχτούς καταιονητήρες. Τα συστήματα αυτά σχεδιάζονται κυρίως για την αντιμετώπιση ειδικών κινδύνων, όταν αναμένονται έντονες πυρκαγιές, με ταχύτατη διάδοση και είναι επιθυμητό να εκτοξευθεί νερό ταυτόχρονα σε μία ολόκληρη ζώνη, στην οποία είναι πιθανό να ξεκινήσει μία πυρκαγιά, μέσα από ανοιχτούς καταιονητήρες ή από ακροφύσια ψεκασμού μέσης ή μεγάλης ταχύτητας. Οι σωληνώσεις ανοιχτών καταιονητήρων ή ακροφυσίων ψεκασμού πρέπει να διαστασιολογούνται με πλήρεις υδραυλικούς υπολογισμούς (όπως στα συστήματα μεγάλου κινδύνου) για να εξασφαλίζεται ότι οι τέσσερες σε δυσμενέστερη θέση τοποθετημένοι καταιονητήρες ή ακροφύσια ψεκασμού, θα παρέχουν την απαιτούμενη πυκνότητα καταίονησης, σε κάθε άκρη του συστήματος κατακλυσμού, όταν όλοι οι καταιονητήρες ή ακροφύσια ψεκασμού του συστήματος εκτοξεύουν νερό.



Εικόνα 6.3



Εικόνα 6.4

6.5 Αναλυτικός υπολογισμός υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου:

Ο υπολογισμός υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου αφορά την εκλογή των διαμέτρων των σωληνώσεων με σκοπό την πρόσδοση της απαιτούμενης παροχής και πίεσης στο δίκτυο. Σε αντίθεση με τα προηγούμενα κεφάλαια, στις εγκαταστάσεις πυρόσβεσης δεν μας περιορίζει στον υπολογισμό η ταχύτητα, όσο οι απώλειες από πτώση πίεσης. Όσο μεγαλύτερες οι απώλειες από πτώση πίεσης τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη μεγαλύτερης αντλίας. Η μεθοδολογία που ακολουθείτε είναι παρόμοια με αυτή του κεφαλαίου 1. Η αναγκαία πίεση του δικτύου υπολογίζεται από την σχέση:

$$P_{ess} = \Delta P_R + \Delta P_E + P_{min} + H_{geo} \quad \text{Σχ 6.1}$$

Όπου :

ΔP_R	Γραμμικές απώλειες (mmH ₂ O ή mbar)
ΔP_E	Τοπικές απώλειες (mmH ₂ O ή mbar)
P_{min}	Ελάχιστη πίεση εκροής (bar)
H_{geo}	Υψομετρική διαφορά (m)

Υπολογισμός γραμμικών απωλειών (ΔP_R):

Οι γραμμικές απώλειες είναι συνάρτηση του ρευστού, της ταχύτητας και του υλικού του αγωγού. Ο υπολογισμός των γραμμικών απωλειών γίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\Delta P_R = R \cdot l \quad \text{Σχ 6.2}$$

Όπου :

R	Η πτώση πίεσης ανηγμένη στην μονάδα του μήκους (mmH ₂ O / m ή mbar / m)
l	Μήκος σωλήνας (m)

Η τιμή του R υπολογίζεται από το διάγραμμα 5 του πρώτου κεφαλαίου για τους χαλυβδοσωλήνες.

Υπολογισμός τοπικών απωλειών (ΔP_E):

Τοπικές απώλειες καλούμε την πτώση πίεσης που εμφανίζεται λόγω της παρεμβολής εξαρτημάτων στο κύκλωμα και υπολογίζονται από την σχέση:

$$\Delta P_E = \Sigma \zeta \cdot \frac{\rho_v \cdot u^2}{2} \quad \text{Σχ 6.3}$$

Όπου :

ζ	Συντελεστής τοπικής αντίστασης (Πίνακας 1.11)
ρ_v	Πυκνότητα νερού (1000 kg/m ³)
u	Ταχύτητα νερού (m/s)

Το αποτέλεσμα της παραπάνω σχέσης είναι σε *Pascal*, γενικά ισχύει ότι:

$$1 Pa \approx 10^5 bar \approx 0.1 mmH_2O.$$

Υπολογισμός ελάχιστης πίεσης εκροής P_{min} :

Ελάχιστη πίεση εκροής ορίζουμε την στατική υπερπίεση στο σημείο σύνδεσης της πυροσβεστικής λήψης ή του καταιονητήρα το οποίο δίνεται στις επόμενες παραγράφους.

Υπολογισμός υψομετρικής διαφοράς πίεσης H_{geo} :

Υψομετρική διαφοράς πίεσης ορίζουμε την διαφορά υψών μεταξύ του κέντρου της διαμέτρου της σωλήνωσης σύνδεσης της λήψης στο υψηλότερο σημείο του κτηρίου και του κέντρου της διαμέτρου του αγωγού του δικτύου υδροδότησης στο σημείο παροχής του δικτύου. Γενικά ισχύει $1m \approx 100 mbar$ ή $10m \approx 1bar$.

6.5.1 Υπολογισμός δικτύου συστημάτων πυροσβεστικών λήψεων:

Για τον υπολογισμό δικτύου συστημάτων πυροσβεστικών λήψεων οι παραδοχές που κάνουμε είναι οι εξής:

- Για σωληνώσεις κατηγορίας 2 ο σωλήνας τροφοδοσίας πρέπει να έχει ελάχιστη παροχή 380 *lt/min*, η διάμετρος για στήλες ύψους μέχρι 15m πρέπει να είναι τουλάχιστον DN50 (2'') και για στήλες ύψους μεγαλύτερες από 15m πρέπει να είναι DN65 (2 ½'').
- Για σωληνώσεις κατηγορίας 1 και 3 η ελάχιστη παροχή πρέπει να είναι 1200 *lt/min* για την πρώτη στήλη και προσαυξημένη κατά 750 *lt/min* για κάθε πρόσθετη στήλη. Η συνολική παροχή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 7200 *lt/min*. Η διάμετρος για στήλες ύψους μέχρι 30m πρέπει να είναι τουλάχιστον DN80 (3'') και για στήλες ύψους μεγαλύτερες από 30m πρέπει να είναι DN125 (5'').

Η ελάχιστη πίεση (P_{min}) και για τις τρεις κατηγορίες πρέπει να είναι ίση με 0.45 *MPa* (4.5 *bar*) στην υδραυλικά δυσμενέστερη λήψη.

6.5.2 Υπολογισμός δικτύου συστήματος καταιονητήρων:

Για τον υπολογισμό των σωληνώσεων δικτύου συστήματος καταιονητήρων βασική προϋπόθεση είναι ο προσδιορισμός της παροχής για κάθε καταιονητήρα. Η παροχή για κάθε καταιονητήρα δίνεται από την σχέση:

$$Q = K \cdot \sqrt{P} \quad \text{Σχ 6.4}$$

Όπου :

K Συντελεστής που δίνεται από τον πίνακα 6.1

P Η μανομετρική πίεση του δικτύου

Τιμές συντελεστή K [Πηγή: TOTEE 2451/86]			
Ονομαστικό μέγεθος (DN)	10	15	20
Συντελεστής K	57 ± 5%	80 ± 5%	115 ± 5%

Πίνακας 6.1

Η ελάχιστη πίεση εκροής εξαρτάται από την κατηγορία κινδύνου στην οποία κατατάσσεται το προς υπολογισμό σύστημα, έτσι λοιπόν έχουμε:

- Για κατηγορία μικρού κινδύνου η ελάχιστη δυναμική πίεση πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.22 MPa (2.2 bar) όταν η παροχή νερού στους σταθμούς είναι 225 lt/min
- Για κατηγορία συνήθους κινδύνου και για ομάδα I η ελάχιστη δυναμική πίεση πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.1 MPa (1.0 bar) όταν η παροχή νερού στους σταθμούς είναι 375 lt/min και τουλάχιστον 0.07 MPa (0.7 bar) όταν η παροχή νερού στους σταθμούς είναι 540 lt/min. Για την ομάδα II η ελάχιστη δυναμική πίεση πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.14 MPa (1.4 bar) όταν η παροχή νερού στους σταθμούς είναι 725 lt/min και τουλάχιστον 0.1 MPa (1.0 bar) όταν η παροχή νερού στους σταθμούς είναι 1000 lt/min. Για την ομάδα III η ελάχιστη δυναμική πίεση πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.17 MPa (1.7 bar) όταν η παροχή νερού στους σταθμούς είναι 1100 lt/min και τουλάχιστον 0.14 MPa (1.4 bar) όταν η παροχή νερού στους σταθμούς είναι 1350 lt/min
- Για την κατηγορία μεγάλου κινδύνου η ελάχιστη δυναμική πίεση συναρτήσει της πυκνότητας καταιόνησης και της επιφάνειας σχεδιασμού που καλύπτει ένας καταιονητήρας δίνεται από τον πίνακα 6.2

Απαιτήσεις παροχής – δυναμικής πίεσης σε συστήματα μεγάλου κινδύνου [Πηγή: TOTEE 2451/86]									
Απαιτούμενη πυκνότητα καταιόνησης (mm/min)	Απαιτούμενη παροχή (lt/min)	Επιφάνεια σχεδιασμού που καλύπτεται από ένα καταιονητήρα (m ²)							
		6	7	8	9	10	11	12	
		Ελάχιστη δυναμική πίεση (bar)							
Καταιονητήρες DN15	7.5	2.30	-	-	0.70	0.90	1.10	1.35	1.60
	10.0	3.05	0.70	0.95	1.25	1.60	1.95	2.35	2.80
	12.5	3.80	1.10	1.50	1.95	2.45	3.05	3.70	4.35
	15.0	4.55	1.60	2.15	2.80	3.55	4.35	5.25	6.25
	17.5	4.85	2.15	2.90	3.80	4.80	5.90	7.15	-
	20.0	6.40	2.80	3.80	5.00	6.30	7.57	-	-
	22.5	7.20	3.50	4.80	6.30	7.95	-	-	-
	25.0	8.00	4.35	5.90	7.75	-	-	-	-
	27.5	8.80	5.25	7.15	-	-	-	-	-
	30.0	9.65	6.20	-	-	-	-	-	-
Καταιονητήρες DN20	7.5	2.30	-	-	-	-	-	0.80	0.95
	10.0	3.05	-	-	-	0.95	1.15	1.40	1.65
	12.5	3.80	-	0.90	1.15	1.45	1.80	2.15	2.55
	15.0	4.55	0.95	1.25	1.65	2.10	2.55	3.10	3.65
	17.5	4.85	1.25	1.70	2.25	2.80	3.45	4.20	4.95
	20.0	6.40	1.65	2.25	2.95	3.70	4.60	5.55	6.55
	22.5	7.20	2.05	2.85	3.70	4.70	5.75	6.95	-
	25.0	8.00	2.55	3.50	4.55	5.75	7.10	-	-
	27.5	8.80	3.05	4.20	5.50	6.90	-	-	-
	30.0	9.65	3.60	4.95	6.50	-	-	-	-

Πίνακας 6.2

6.6 Υδροδοτικά πιεστικά συγκροτήματα:

Πολλές φορές η διατιθέμενη πίεση του δικτύου πόλεως δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες του συστήματος πυρόσβεσης, σε πίεση και παροχή. Για τον λόγο αυτό αναγκαία γίνεται η χρήση ενός πιεστικού συγκροτήματος. Το συγκρότημα αυτό κύριο σκοπό έχει την αύξηση της πίεσης και της παροχής στα επίπεδα αυτά όπου καλείτε να λειτουργήσει το δίκτυο πυρόσβεσης. Τα στοιχεία που απαρτίζουν ένα πιεστικό συγκρότημα είναι τα εξής:

- το αυτόματο αντλητικό συγκρότημα και
- η δεξαμενή αναρρόφησης

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν το επιτρέπει η εταιρία ύδρευσης, το αντλητικό συγκρότημα μπορεί να αναρροφά απευθείας από τον αγωγό του δικτύου πόλεως. Στις

περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να τοποθετείτε αγωγός παράκαμψης (Bypass) με μια βαλβίδα αντεπιστροφής παράλληλα με την αντλία. Η παράκαμψη θα πρέπει να έχει διάμετρο τουλάχιστον όση και ο αγωγός αναρρόφησης. Στις περισσότερες εγκαταστάσεις η χρήση της δεξαμενής αναρρόφησης είναι υποχρεωτική, ο υπολογισμός της οποίας γίνεται παρακάτω.

6.6.1 Αντλίες:

Ως αντλίες ορίζουμε τις υδροδυναμικές μηχανές με τις οποίες προσδίδουμε ενέργεια στο ρευστό με σκοπό την κίνησή του. Η κίνηση του ρευστού μπορεί να είναι είτε κατακόρυφη, από ένα χαμηλό επίπεδο σε ένα υψηλότερο, είτε οριζόντια σε πεπερασμένη απόσταση.

Το κριτήριο με το οποίο ταξινομούνται οι αντλίες ποικίλει ανάλογα με την αρχή λειτουργίας της, τον αριθμό των βαλβίδων της κα. Το βασικότερο κριτήριο κατάταξης είναι η αρχή λειτουργίας τους, δηλαδή τον μηχανισμό με τον οποίο προσδίδεται η ενέργεια στο ρευστό. Έτσι λοιπόν η αντλίες κατατάσσονται στις δυναμικές, ή κινητικού τύπου, και στις θετικής εκτοπίσεως, ή στατικού τύπου.

Στις δυναμικές αντλίες η κινητική ενέργεια στο ρευστό προσδίδετε είτε με φυγοκεντρικές δυνάμεις, είτε με ηλεκτρομαγνητικές, είτε και με μεταφορά ορμής. Οι κύριες κατηγορίες δυναμικών αντλιών είναι:

- φυγοκεντρικές, οι οποίες διακρίνονται σε ακτινικής, αξονικής και μικτής ροής
- περιφερειακές ή αναγεννητικές αντλίες και
- δυναμικές αντλίες ειδικού τύπου, οι οποίες διακρίνονται σε εγχυτήρες, διατάξεις ανύψωσης με πεπιεσμένο αέρα και σε ηλεκτρομαγνητικές αντλίες

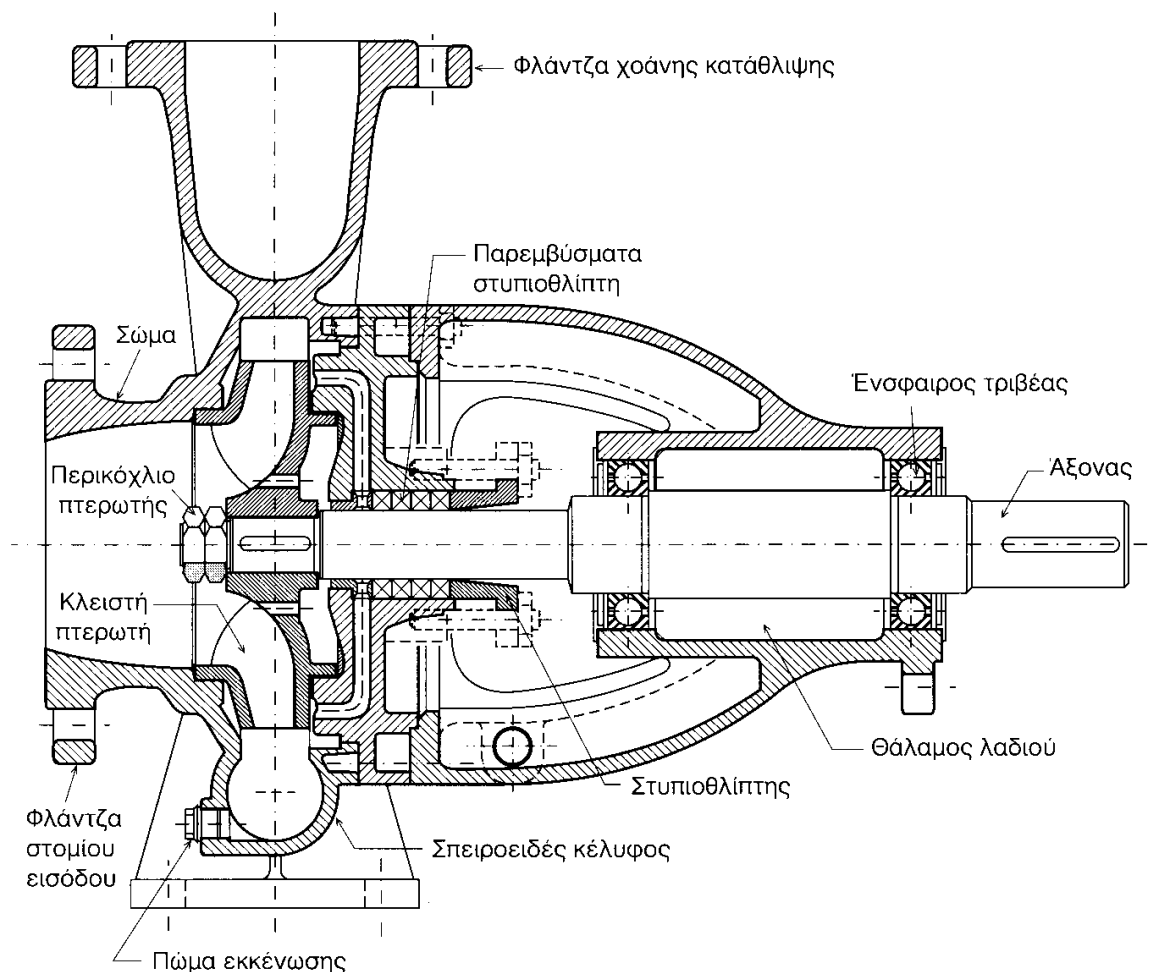
Στις αντλίες θετικής εκτοπίσεως το ρευστό εκτοπίζεται, δηλαδή προωθείται, από ένα χώρο σε άλλο είτε με χρήση ενός μηχανικού μέσου (έμβολο, διάφραγμα, περιστρεφόμενο μηχανισμό κα), είτε με ένα άλλο ρευστό. Οι κύριες κατηγορίες αντλιών θετικής εκτοπίσεως είναι:

- παλινδρομικές
- περιστροφικές και
- πιεστικού θαλάμου

Στα πιεστικά συγκροτήματα πυρόσβεσης οι αντλίες που χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστο είναι φυγοκεντρικές.

Φυγοκεντρικές αντλίες:

Τα κύρια στοιχεία που απαρτίζουν μια φυγοκεντρική αντλία είναι ο μηχανισμός ατράκτου – πλήμνης, οι πτερωτές του στροφείου και το περίβλημα της πτερωτής που ονομάζεται στροφείο ή ρότορας. Σε μια φυγοκεντρική αντλία το ρευστό εισέρχεται αξονικά δια μέσου του αγωγού αναρρόφησης, μετά τον οποίο συναντά τις περιστρεφόμενες πτερωτές. Κατά την διέλευσή του, το ρευστό, αποκτά εφαπτομενική και ακτινική ταχύτητα με μεταφορά ορμής, από την πτερωτή και πρόσθετη ακτινική ταχύτητα με φυγόκεντρη δύναμη, οι οποία στην πραγματικότητα είναι μια έλλειψη επαρκούς κεντρομόλου δύναμης, για να διατηρήσει κυκλική κίνηση. Το ρευστό εξέρχεται από το στροφείο, μετά την αύξηση τόσο της ταχύτητας όσο και της πίεσης του, κατά την ακτινική του απομάκρυνση μέσα στον σπειροειδή συμπιεστή. Σκοπός του σπειροειδούς συμπιεστή είναι, να επιβραδύνει το γρήγορα κινούμενο ρευστό καθώς εξέρχεται από τις ακμές των πτερυγίων και να διευθύνει την ροή του ρευστού προς μία κατεύθυνση.



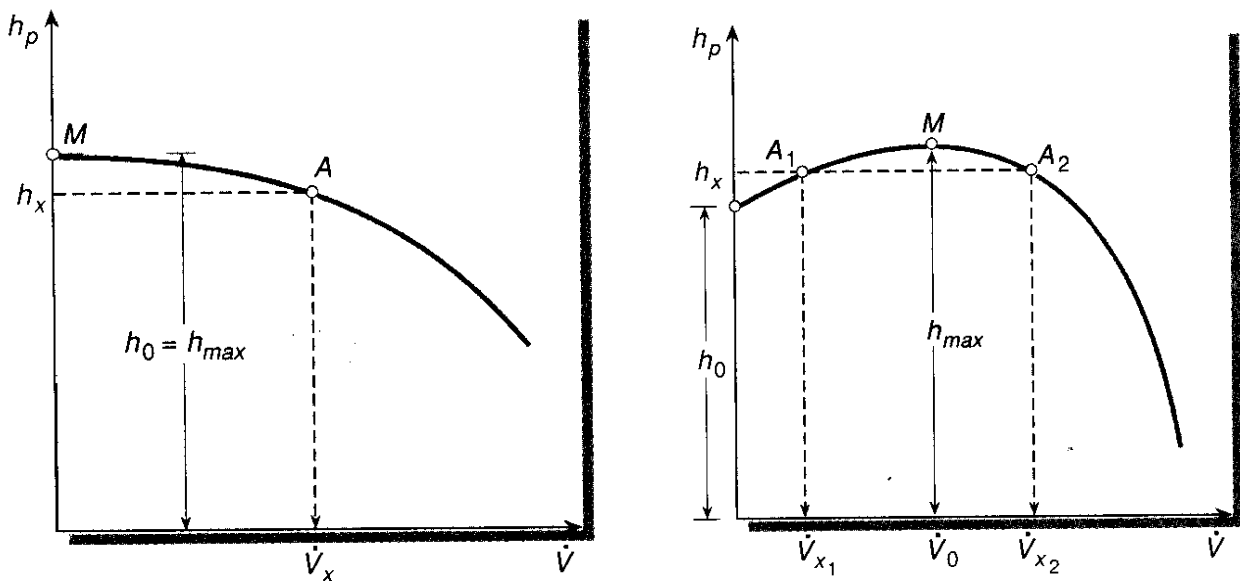
Εικόνα 6.5

Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών:

Κάθε αντλία κατασκευάζεται για να παρέχει μία συγκεκριμένη παροχή (\dot{V}) και ένα συγκεκριμένο μανομετρικό ύψος (h_p), όταν αυτή λειτουργεί με το μέγιστο βαθμό απόδοσης (η_{max}) σε δεδομένο αριθμό στροφών (N). Στις πρακτικές εφαρμογές όμως, δηλαδή όταν η αντλία εγκατασταθεί σε κάποιο αντλητικό συγκρότημα δε θα λειτουργήσει απαραίτητα στις συνθήκες για τις οποίες έχει κατασκευαστεί. Επομένως, για την εγκατάσταση μίας αντλίας, εκτός από τις παραμέτρους \dot{V} , h_p , και N πρέπει να είναι γνωστή και η απόδοσή της όταν οι συνθήκες λειτουργίας της μεταβάλλονται.

Ο καθορισμός των υδραυλικών χαρακτηριστικών μίας αντλίας γίνεται με τη μορφή διαγραμμάτων, τα αποτελέσματα των οποίων έχουν επαληθευτεί πειραματικά από τις εταιρείες κατασκευής των αντλιών. Τα διαγράμματα αυτά χαράσσονται πάντα για δεδομένο αριθμό στροφών και ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίζεται η τιμή της παροχής (\dot{V}). Ως εξαρτημένες μεταβλητές λαμβάνονται το μανομετρικό υψόμετρο (h_p), η ισχύς (P_s) και ο ολικός βαθμός απόδοσης (η_{tot}). Έτσι λοιπόν κάθε αντλία χαρακτηρίζεται από τρεις καμπύλες λειτουργία, οι οποίες καλούνται χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας, την καμπύλη ύψους – παροχής [$h_p = f(\dot{V})$], την καμπύλη ισχύος – παροχής [$P_s = f(\dot{V})$] και την καμπύλη βαθμού απόδοσης – παροχής [$\eta_{tot} = f(\dot{V})$].

Από τις τρεις προαναφερθέντες χαρακτηριστικές καμπύλες εκείνη που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής είναι η χαρακτηριστική καμπύλη ύψους – παροχής, για τον λόγο ότι στις περισσότερες εφαρμογές η επιλογή αντλίας γίνεται με χρήση αυτής της καμπύλης. Η χαρακτηριστική καμπύλη αυτή μπορεί να είναι είτε ευσταθής είτε ασταθής. Στην ευσταθή καμπύλη (εικόνα 6.6α), για $\dot{V} = 0$, δηλαδή για τελείως κλειστή την βαλβίδα εκροής, το μανομετρικό ύψος που αναπτύσσει η αντλία είναι το μέγιστο ($h_p = h_0 = h_{max}$) και, με την αύξηση της παροχής, ελαττώνεται. Στην ασταθή καμπύλη (εικ. 6.6β), το μέγιστο της καμπύλης $h_p = f(\dot{V})$ εμφανίζεται για περιοχή $\dot{V} = \dot{V}_0 > 0$. Έτσι, με την αύξηση της παροχής, το μανομετρικό ύψος, που αναπτύσσει η αντλία μπορεί να είναι είτε μεγαλύτερο (αν $0 < \dot{V} < \dot{V}_0$) είτε μικρότερο (αν $\dot{V} > \dot{V}_0$). Επομένως, όταν η χαρακτηριστική καμπύλη ύψους – παροχής μίας αντλίας είναι ευσταθής, για κάθε τιμή του (έστω την h_x) αντιστοιχεί μία μόνο τιμή του \dot{V} (η \dot{V}_x), ενώ όταν είναι ασταθής, για τιμή του $h_p = h_x > h_0$, αντιστοιχούν δύο τιμές του \dot{V} (οι \dot{V}_{x1} και \dot{V}_{x2}). Στις αντλίες μικτής και αξονικής ροής, η καμπύλη ύψους – παροχής είναι πάντοτε ευσταθής. Όταν η αντλία παρέχει την μέγιστη δυνατή παροχή (\dot{V}_{max}) για δεδομένη ταχύτητα περιστροφής το μανομετρικό ύψος είναι μηδέν.



α) ευσταθής χαρακτηριστική καμπύλη
ύψους – παροχής φυγοκεντρικής αντλίας

β) ασταθής χαρακτηριστική καμπύλη
ύψους – παροχής φυγοκεντρικής αντλίας

Εικόνα 6.6

Σύνδεση αντλιών:

Πολλές φορές, σε αντλητικές εγκαταστάσεις, για λειτουργικούς λόγους, χρησιμοποιούνται περισσότερες από μία αντλίες με κατάλληλη σύνδεση μεταξύ τους. Υπάρχουν δύο τυπικές μορφές σύνδεσης αντλιών η παράλληλη σύνδεση και η σύνδεση εν σειρά.

Δύο αντλίες είναι συνδεδεμένες παράλληλα όταν τα στόμια εξόδου τους συνδέονται στην ίδια σωλήνωση κατάθλιψης. Η αναρρόφηση του υγρού μπορεί να γίνεται από κοινό ή χωριστούς σωλήνες. Στην περίπτωση αυτή το ολικό μανομετρικό ύψος του συστήματος των αντλιών είναι ίσο με το μανομετρικό ύψος κάθε αντλίας ενώ οι παροχές τους αθροίζονται.

Αντίστοιχα, δύο αντλίες είναι συνδεδεμένες εν σειρά όταν η κατάθλιψη της μίας συνδέεται στην αναρρόφηση της άλλης. Στην περίπτωση αυτή, η ολική παροχή είναι ίση με την παροχή της κάθε αντλίας, ενώ τα μανομετρικά τους ύψη αθροίζονται.

Σπηλαιώση:

Σπηλαιώση καλείται το φαινόμενο δημιουργίας θυλάκων ατμού σε θέσεις του πεδίου ροής όπου η στατική πίεση (p) από τιμές μεγαλύτερες, τείνει να φθάσει την τιμή τάσης ατμών (p_s) του υγρού, για την θερμοκρασία που επικρατεί εκεί. Οι σχηματιζόμενες φυσαλίδες ατμού μεταφερόμενες σε θέσεις γειτονικές με τις προηγούμενες όπου η πίεση (p) τείνει να αυξηθεί πάλι προς τιμές μεγαλύτερες από την τάση (p_s), συμπυκνώνονται ταχύτατα, δημιουργώντας πάρα πολύ μεγάλες τοπικές πιέσεις. Αν η συμπύκνωση των φυσαλίδων γίνεται κοντά σε στερεά, οι διαδοχικές αυξομειώσεις της

πίεσης του υγρού μπορεί να προκαλέσουν σημαντική φθορά στην επιφάνεια του στερεού και, προκειμένου για μηχανήματα, μείωση του βαθμού απόδοσής τους.

Στις φυγοκεντρικές αντλίες, οι περιοχές όπου υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος να εκδηλωθεί το φαινόμενο της σπηλαιώσης είναι η πίσω πλευρά των πτερυγίων κοντά στην είσοδο του υγρού. Στις περιοχές αυτές, η στατική πίεση έχει τη μικρότερη δυνατή τιμή της, λόγω της απότομης αύξησης της ταχύτητας ροής του υγρού. Η εμφάνιση της σπηλαιώσης στις αντλίες προκαλεί, εκτός από τη φθορά των μεταλλικών επιφανειών των πτερυγίων και του κελύφους, θόρυβο, κραδασμούς, απότομη πτώση της χαρακτηριστικής καμπύλης ύψους – παροχής και σημαντική μείωση του βαθμού απόδοσής της.

6.6.2 Αυτόματο αντλητικό συγκρότημα:

Αυτόματο αντλητικό συγκρότημα καλείται το σύνολο των αυτοματισμών, των αντλιών και των στοιχείων σύνδεσης τους (βάνες, συλλέκτες κα.) που κύριο σκοπό έχουν την αύξηση της πίεσης και της παροχής σε ένα υδροδοτικό πιεστικό συγκρότημα πυρόσβεσης και αποτελούν το πιο σημαντικό τμήμα του. Οι αντλίες πρέπει να εγκαθίστανται σε εύκολα προσιτές θέσεις μέσα σε κτίρια που προστατεύονται με καταιονητήρες ή, στην περίπτωση ηλεκτροκίνητων αντλιών σε χωριστά πυροδιαμερίσματα ή κτίρια άκαυστης κατασκευής, που θα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την στέγαση των εγκαταστάσεων υδροδότησης των συστημάτων πυροπροστασίας.

Τα αντλητικά συγκροτήματα πρέπει να προστατεύονται ικανοποιητικά από πιθανή διακοπή λειτουργίας εξαιτίας βλάβης από πυρκαγιά ή νερό καθώς και από μηχανικές βλάβες. Η θερμοκρασία του αντλιοστασίου θα πρέπει να διατηρείται πάνω από 4°C (10°C όταν χρησιμοποιούνται μηχανές εσωτερικής καύσης). Όπου προβλέπεται τροφοδότηση υδροστομιών με αντλίες πρέπει να τοποθετούνται χωριστές αντλίες. Εάν το αντλιοστάσιο είναι απομακρυσμένο από τους χώρους που προστατεύονται με καταιονητήρες, έτσι ώστε να είναι δύσκολα πραγματοποιήσιμη η τοποθέτηση καταιονητήρων (όπου απαιτείται), που να τροφοδοτούνται από ένα σταθμό ελέγχου του κεντρικού συστήματος, τότε οι καταιονητήρες του αντλιοστασίου μπορεί να υδροδοτηθούν από το πλησιέστερο σημείο της εγκατάστασης, μετά την βαλβίδα αντεπιστροφής (εφόσον υπάρχει), στον σωλήνα κατάθλιψης της αντλίας. Σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να τοποθετείται μία βαλβίδα διακοπής (ασφαλισμένη στην ανοιχτή θέση), προσαρμοσμένη στον αγωγό προσαγωγής προς τους καταιονητήρες του αντλιοστασίου μαζί με την εγκεκριμένη συσκευή (δείκτη ροής), που θα δίνει οπτικό και ακουστικό σήμα σε προκαθορισμένο σημείο, π.χ. στο φυλάκιο εισόδου ή κοντά στους σταθμούς ελέγχου της κεντρικής εγκατάστασης, όταν αρχίζουν να λειτουργούν οι

καταιονητήρες. Μετά την συσκευή αυτή πρέπει να προσαρμόζεται μία βαλβίδα αποστράγγισης των 15mm για την δοκιμή της διάταξης συναγερμού.



Εικόνα 6.7

Οι αντλίες θα πρέπει να έχουν απευθείας κίνηση και να εκκινούν αυτόματα. Η διάταξη αυτόματης εκκίνησης πρέπει να είναι εγκεκριμένου τύπου και ρυθμισμένη να λειτουργεί όταν η πίεση στον κεντρικό σωλήνα προσαγωγής μειώνεται το πολύ στο 80% της πίεσης στον σωλήνα αυτόν όταν η αντλία λειτουργεί με κλειστή βαλβίδα διακοπής.

Η κίνηση των αντλιών μπορεί να προέρχεται είτε από κάποιον ηλεκτροκινητήρα είτε από μία μηχανή εσωτερικής καύσης. Σε περίπτωση όπου έχουμε ηλεκτροκινητήρα, η ηλεκτρική τροφοδότηση των αντλιών πρέπει να γίνεται από μια αξιόπιστη πηγή, κατά

προτίμηση από το ηλεκτρικό δίκτυο πόλεως (ΔΕΗ). Όπου είναι αδύνατη η ηλεκτρική σύνδεση με το δίκτυο πόλεως ή δεν υπάρχει τότε τοποθετείται ηλεκτρογεννήτρια, η οποία πρέπει πρώτα να εγκριθεί από την αρμόδια πυροσβεστική αρχή. Σε περίπτωση όπου έχουμε μηχανή εσωτερικής καύσης τότε θα πρέπει το μηχανοστάσιο να θερμαίνεται τεχνητά, εάν απαιτείται, ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία του πάνω από 10 °C. Θα πρέπει αν προβλέπεται επαρκής αερισμός ώστε η θερμοκρασία του χώρου να μην ξεπερνά τους 40 °C όταν η μηχανή λειτουργεί σε πλήρες φορτίο. Τα καυσαέρια πρέπει να απάγονται στο ύπαιθρο. Η μηχανή εσωτερικής καύσης θα πρέπει να είναι:

- με απευθείας ψεκασμό, ικανή να ξεκινά χωρίς προθέρμανση σε θερμοκρασία χώρου 7 °C και πρέπει να αποδίδει την πλήρη ισχύ μέσα σε 15sec από την εντολή εκκίνησης
- φυσικής εισπνοής ή με προ συμπίεση αέρα, αερόψυκτη ή υδρόψυκτη. Στην περίπτωση μαντοκίνητου ανεμιστήρα ή αντλίας πρέπει να υπάρχουν περισσότεροι μάντες, ώστε, αν σπάσουν οι μισοί, να μπορούν οι υπόλοιποι να κινήσουν τον ανεμιστήρα ή την αντλία
- ικανή για συνεχή λειτουργία με το μέγιστο φορτίο, στο δεδομένο υψόμετρο, για 6 ώρες
- εξοπλισμένη με διάταξη για τον έλεγχο της ταχύτητας της μηχανής μέσα σε όρια 5% της κανονικής ταχύτητας με οποιοδήποτε φορτίο μέχρι το μέγιστο φορτίο
- σχεδιασμένη έτσι ώστε οποιαδήποτε χειροκίνητη διάταξη που θα μπορούσε να εμποδίσει την εκκίνηση της μηχανής να επαναφέρεται αυτόματα στην κανονική θέση της και
- εξοπλισμένη με ένα ταχύμετρο, μόνιμα συνδεδεμένο, και ένα ωρομετρητή.

Κατά τον σχεδιασμό ενός αυτόματου αντλητικού συγκροτήματος, ανεξάρτητα από το είδος της αντλίας που θα χρησιμοποιηθεί, θα πρέπει η εγκατάσταση να ρυθμιστεί σε τέτοια πίεση ώστε να υπερνικάει το σύνολο των απωλειών που υπάρχουν στο δίκτυο. Η πίεση του αντλητικού συγκροτήματος υπολογίζεται από την σχέση:

$$P_{pump} = \Delta P_R + \Delta P_E + P_{min} + H_{geo} - P_v \quad \Sigma\chi \ 6.5$$

Όπου :

P_v	Η διατιθέμενη πίεση του δικτύου πόλεως (bar)
ΔP_R	Γραμμικές απώλειες (mmH ₂ O ή mbar)
ΔP_E	Τοπικές απώλειες (mmH ₂ O ή mbar)
P_{min}	Ελάχιστη πίεση εκροής (bar)
H_{geo}	Υψομετρική διαφορά (m)

6.6.3 Δεξαμενή αναρρόφησης:

Οι δεξαμενές αναρρόφησης από τις οποίες αναρροφούν νερό οι αντλίες χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλες τις εγκαταστάσεις πυρόσβεσης όπου έχουμε αντλητικό συγκρότημα. Η ενεργή χωρητικότητα των δεξαμενών καθορίζεται από την κατηγορία κινδύνου για την οποία καλείται να λειτουργήσει η εγκατάσταση και δίνονται από τους πίνακες 6.3 και 6.4.

Ελάχιστη χωρητικότητα δεξαμενών αναρρόφησης για συστήματα μικρού και συνήθους κινδύνου και κτήρια ύψους 15m, 30m & 45m [Πηγή: TOTEE 2451/86]			
Κατηγορία κινδύνου	Μέγιστο καταιονητήρων πάνω από τον σταθμό ελέγχου (m)	Ελάχιστη χωρητικότητα δεξαμενής (m ³)	Μέγιστη περίοδος εισροής σε δεξαμενές αναρρόφησης (min)
Μικρός	15	9	30
	30	10	
	45	11	
Συνήθης Ομάδα I	15	55	60
	30	70	
	45	80	
Συνήθης Ομάδα II	15	105	60
	30	125	
	45	140	
Συνήθης Ομάδα III	15	135	60
	30	160	
	45	185	
Συνήθης Ομάδα III (Ειδική)	15	160	60
	30	185	

Πίνακας 6.3

Ελάχιστη χωρητικότητα δεξαμενών αναρρόφησης για συστήματα μεγάλου κινδύνου σε μονώροφα κτήρια [Πηγή: TOTEE 2451/86]		
Πυκνότητα καταιόνησης σχεδιασμού (mm/min)	Ελάχιστη χωρητικότητα δεξαμενής (m ³)	Μέγιστη περίοδος εισροής σε δεξαμενές αναρρόφησης (min)
7,5	225	90
10,0	275	
12,5	350	
15,0	425	
17,5	450	
20,0	575	
22,5	650	
25,0	725	
27,5	800	
30,0	875	

Πίνακας 6.4

Για να εξασφαλίζεται ότι οι δεξαμενές νερού μπορούν αν ξαναγεμίζουν σε εύλογο χρονικό διάστημα, όταν αδειάζουν για οποιονδήποτε λόγο και εξ αιτίας της λειτουργίας των καταιονητήρων για αντιμετώπιση πυρκαγιάς, προβλέπεται σύνδεση με το δίκτυο πόλης, μέσω βαλβίδων αυτόματης λειτουργίας, με παροχή όχι μικρότερη από :

- για μία δεξαμενή 1 lt/min ανά m³ ενεργού χωρητικότητας και
- για διπλές δεξαμενές 0.7 lt/min ανά m³ ενεργού χωρητικότητας της μίας από τις δεξαμενές

Εάν, με τα μέσα που διατίθενται, η δεξαμενή δεν μπορεί να ξαναγεμίσει με τις παραπάνω παροχές, πρέπει να αυξάνεται η ενεργή χωρητικότητα.

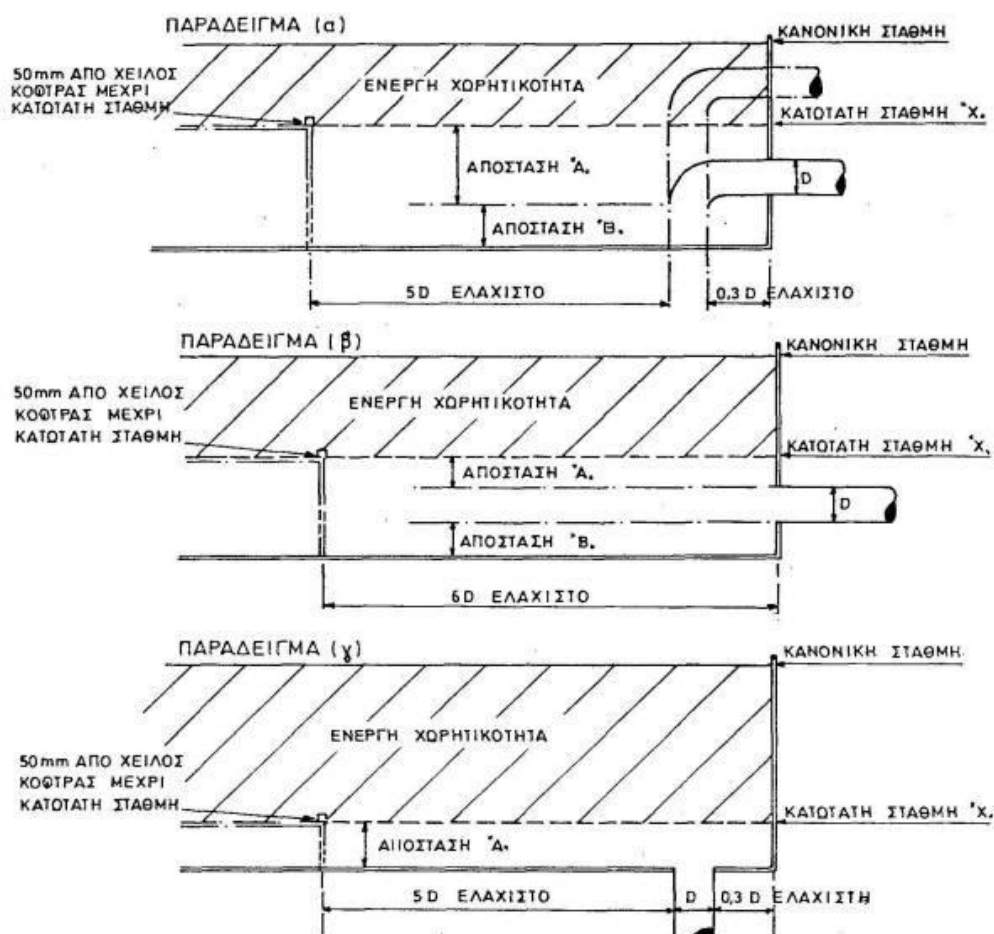
Σε καμιά περίπτωση οι παραπάνω παροχές ξαναγεμίματος μπορούν να είναι μικρότερες από 75 lt/min.

Στο σημείο προσαγωγής του νερού στην δεξαμενή πρέπει να προβλέπεται κατάλληλη διάταξη ώστε να συμπαρασύρεται η ελάχιστη ποσότητα αέρα. Επίσης πρέπει να προβλέπεται μία κάτω κόφτρα, της οποίας το χείλος θα εξέχει 50 mm από την κατώτατη στάθμη του νερού, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.8 (α), (β) και (γ).

Κατά τον υπολογισμό της ενεργού χωρητικότητας μιας δεξαμενής, είτε εξαρτάται από εισροή νερού είτε όχι, ως βάθος πρέπει να θεωρείται η απόσταση μεταξύ της κανονικής στάθμης του νερού στην δεξαμενή και της κατώτατης στάθμης "X" που φαίνεται στην εικόνα 6.8 και είναι η στάθμη σε απόσταση "A" όπως καθορίζεται στον Πίνακα 6.5 πάνω από την στάθμη αναρρόφησης. Η κατώτατη στάθμη "X" υπολογίζεται έτσι ώστε να είναι η χαμηλότερη στάθμη, στην οποία δεν σχηματίζεται δίνη και δεν αναρροφά η αντλία αέρα.

Όνομαστική διάμετρος σωλήνα αναρρόφησης (mm)	Απόσταση "A" (mm)	Απόσταση "B" (mm)
65	250	80
80	310	80
100	370	100
150	500	100
200	620	150
250	750	150

Πίνακας 6.5



Εικόνα 6.8
[Πηγή: TOTEE 2451/86]

Δεξαμενές με εισροή νερού από πηγές απεριόριστης παροχής:

Όταν οι αντλίες αναρροφούν από δεξαμενές ή φρεάτια που τροφοδοτούνται από πρακτικά ανεξάντλητες πηγές νερού, όπως ποτάμια, λίμνες κ.λπ., ισχύουν η διάταξη και οι διαστάσεις που δίνονται στην εικόνα 6.9. Σωλήνες, αγωγοί και ανοιχτοί οχετοί πρέπει να έχουν συνεχή κλίση 1:125 τουλάχιστον προς την δεξαμενή ή το φρεάτιο αναρρόφησης.

Η διάμετρος των σωλήνων ή αγωγών εισροής πρέπει να προσδιορίζεται από την σχέση:

$$D = 21.68 \cdot Q^{0.357} \quad \text{Σχ 6.6}$$

Όπου :

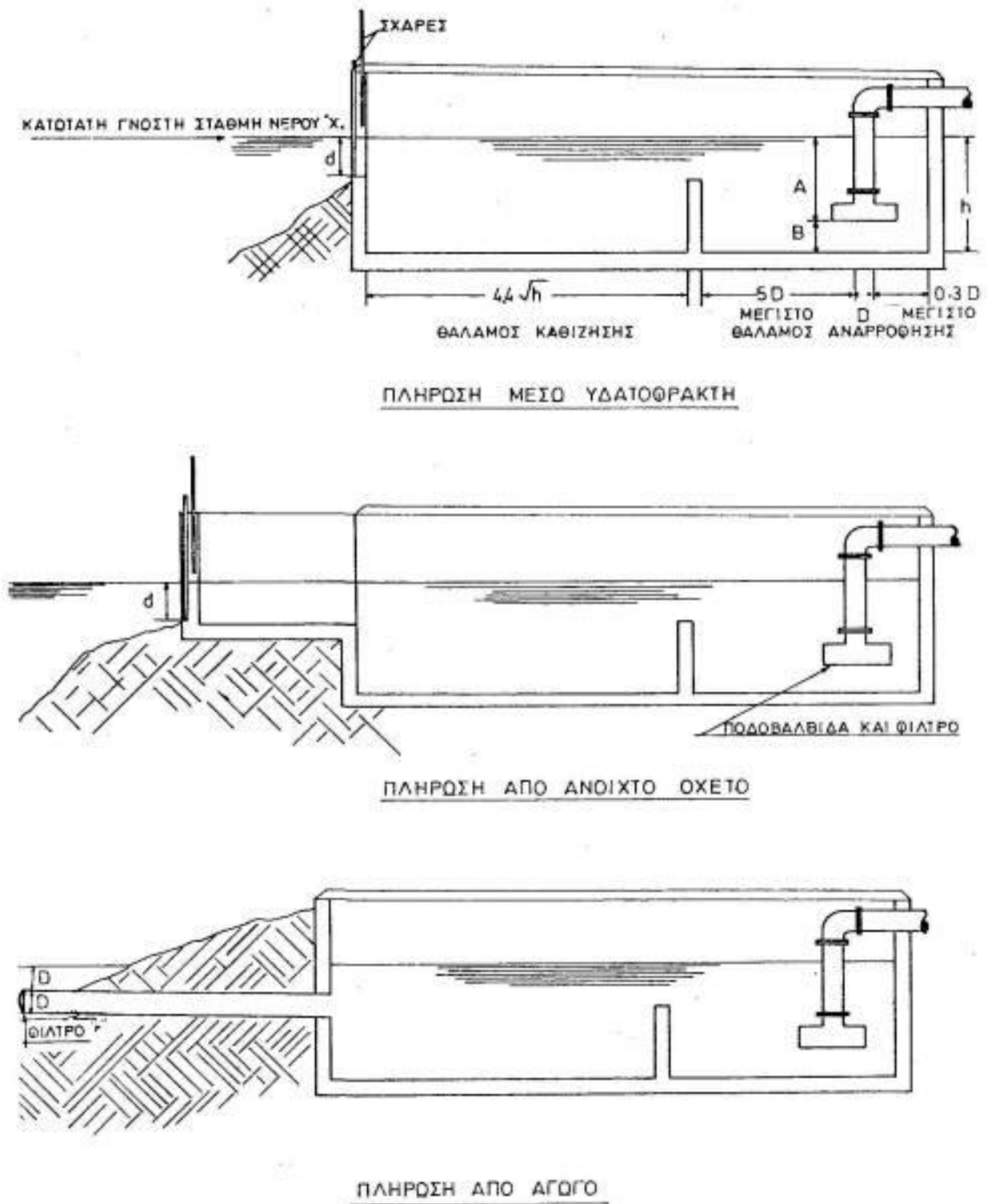
- D η εσωτερική διάμετρος σωλήνα ή αγωγού
- Q μέγιστη παροχή αντλίας δηλαδή η ονομαστική παροχή για τα συστήματα μικρού ή συνήθους κινδύνου και η μέγιστη παροχή σχεδιασμού για τα συστήματα μεγάλου κινδύνου

Τα στόμια των σωλήνων αναρρόφησης πρέπει να βρίσκονται τουλάχιστον κατά 1 διάμετρο κάτω από την κατώτατη γνωστή στάθμη νερού. Το βάθος d του νερού σε ανοιχτούς οχετούς ή υδατοφράκτες καθώς και η απόσταση του χείλους της κόφτρας από την κατώτατη γνωστή στάθμη νερού της πηγής πρέπει να είναι τουλάχιστο αυτή που δίνεται στον Πίνακα 6.6 για τα αντίστοιχα πλάτος W και εισροή. Η εισροή αυτή είναι ίση με την μέγιστη παροχή της αντλίας, δηλαδή η ονομαστική παροχή για τα συστήματα μικρού και συνήθους κινδύνου και η μέγιστη παροχή σχεδιασμού για τα συστήματα μεγάλου κινδύνου.

Το συνολικό ύψος των οχετών και υδατοφρακτών θα πρέπει να είναι αρκετό και για την ψηλότερη γνωστή στάθμη νερού της πηγής.

Οι διαστάσεις του θαλάμου αναρρόφησης και η θέση των σωλήνων αναρρόφησης ως προς τα τοιχώματα του θαλάμου, η βύθιση της κάτω από την κατώτατη στάθμη νερού και η ελεύθερη απόσταση τους από τον πυθμένα του θαλάμου πρέπει να συμφωνούν με τις απαιτήσεις για τις δεξαμενές αναρρόφησης, σχετικά με τα φρεάτια αναρρόφησης.

Ο θάλαμος καθίζησης πρέπει να έχει το ίδιο πλάτος και βάθος με τον θάλαμο αναρρόφησης και μήκος τουλάχιστο $4,4xh/2$, όπου h είναι το βάθος του θαλάμου καθίζησης σε m .



Εικόνα 6.9
[Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2451/86]

Ελάχιστο βάθος νερού d και πλάτος W ανοιχτών οχετών και υδατοφρακτών για αντίστοιχες εισροές Διαστάσεις σε mm [Πηγή: TOTEE 2451/86]					
Βάθος (d)					
250		500		1000	
W (min)	q_{\max} (lt/min)	W (min)	q_{\max} (lt/min)	W (min)	q_{\max} (lt/min)
88	280	82	522	78	993
125	497	112	891	106	1687
167	807	143	1383	134	2593
215	1197	176	1960	163	3631
307	2064	235	3159	210	5647
334	2342	250	3506	223	6255
410	3157	291	4482	254	7823
500	4185	334	5592	286	9577
564	4953	361	6340	306	10749
750	7261	429	8307	353	13670
1113	12054	527	11415	417	18066
1167	12792	539	11816	425	18635
1500	17379	600	13903	462	21411
2000	24395	667	16271	500	24395
4500	60302	819	21949	581	31142
		1000	29173	667	38916
				2000	203320

Πίνακας 6.6

Το νερό πρέπει να περνά, πριν από την είσοδο του στον θάλαμο καθίζησης, μέσα από αφαιρετή σχάρα, κατασκευασμένη από συρμάτινο πλέγμα ή διάτρητη λαμαρίνα. Η ελεύθερη επιφάνεια διόδου κάτω από την στάθμη νερού πρέπει να είναι 150 mm^2 για κάθε 1 lt/min ονομαστικής παροχής της αντλίας, για τα συστήματα μικρού και συνήθους κινδύνου ή της μέγιστης παροχής σχεδιασμού, για τα συστήματα μεγάλου κινδύνου. Η σχάρα πρέπει να είναι αρκετά ισχυρή για να αντέχει την πίεση του νερού σε περίπτωση έμφραξης και να έχει μέγεθος ανοιγμάτων το πολύ 12.5 mm . Συνιστάται να προβλέπονται δύο σχάρες, η μία εφεδρική, που θα τοποθετείται όταν καθαρίζεται η άλλη. Στην είσοδο των σωλήνων ή αγωγών που τροφοδοτούν τις δεξαμενές ή τα φρεάτια πρέπει να τοποθετείται φίλτρο με ελεύθερη επιφάνεια διόδου τουλάχιστον 5πλασια από την διανομή των σωλήνων ή αγωγών. Κάθε άνοιγμα του φίλτρου πρέπει να μην επιτρέπει την διόδο σφαίρας διαμέτρου 25 mm . Θα πρέπει να προβλέπεται η απομόνωση της δεξαμενής για τον περιοδικό καθαρισμό

και συντήρηση. Επίσης πρέπει να προβλέπονται διπλές δεξαμενές με ξεχωριστούς θαλάμους αναρρόφησης και καθίζησης.

Όπου γίνεται αναρρόφηση από ένα περιτοιχισμένο τμήμα κοίτης ποταμού, λίμνης κ.λπ., το τοίχωμα θα πρέπει κατά προτίμηση να υψώνεται πάνω από την επιφάνεια του νερού και να έχει άνοιγμα με φίλτρο, όπως περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο. Εναλλακτικά, ο χώρος μεταξύ της κορυφής του τοίχου και της επιφάνειας του νερού θα πρέπει να κλείνεται με σχάρα με αρκετή ελεύθερη επιφάνεια διόδου, όπως περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο.

Συνιστάται να αποφεύγεται η εκσκαφή του πυθμένα λίμνης, της κοίτης ποταμού κ.λπ. για την δημιουργία αρκετού βάθους για την τοποθέτηση του σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας. Εάν αυτό είναι αναπόφευκτο, η περιοχή θα πρέπει να περικλείεται με πλέγμα με το μέγιστο δυνατό μέγεθος ανοιγμάτων, που σε κάθε περίπτωση θα έχει αρκετή επιφάνεια διόδου, όπως περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο. Οι ίδιες απαιτήσεις ισχύουν και εκεί όπου η άντληση γίνεται από την θάλασσα. Ο θάλαμος αναρρόφησης πρέπει να καθαρίζεται τακτικά από τα φύκια και τα άλλα θαλάσσια φυτά που θα μπορούσαν να φράζουν τις σχάρες, τα πλέγματα και τα στόμια αναρρόφησης.

Πρέπει επίσης να καθαρίζεται τακτικά ο σωλήνας αναρρόφησης, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά, από τα θαλάσσια φυτά και από επικαθίσεις θαλάσσιων οργανισμών ώστε να μη μειώνεται η εσωτερική διάμετρος του.

Όπου χρησιμοποιείται θαλάσσιο νερό, αυτό πρέπει να αντλείται μόνο κατά την λειτουργία του συστήματος. Όσες σωληνώσεις παραμένουν συνέχεια γεμάτες με νερό, πρέπει να γεμίζουν μόνο με γλυκό νερό και η συμπλήρωση τυχόν διαρροών πρέπει να γίνεται με γλυκό νερό. Μετά την λειτουργία του συστήματος και πριν την αποκατάσταση του σε θέση ετοιμότητας, οι σωληνώσεις, όπου απαιτείται, πρέπει να πλένονται εσωτερικά με γλυκό νερό.

Παράρτημα – Πίνακες

Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά
[Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010]

Δομικά υλικά		Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών		
					ρ kg/m ³	λ W/(mK)	cp J/(kgK)
Ανόργανα δομικά υλικά	Φυσικοί λίθοι και γαίες	Ιζηματογενή πετρώματα (σκληρά)	2600	2,300	1 000	250	200
		Ομογενής βράχος		3,500			
		Βασάλτης	2700 - 3000	3,500	1 000	10 000	10 000
		Γνεύσιος	2400 - 2700	3,500	1 000	10 000	10 000
		Γρανίτης	2500 - 2700	2,800	1 000	10 000	10 000
		Μάρμαρο	2800	3,500	1 000	10 000	10 000
		Σχιστόλιθος	2000 - 2800	2,200	1 000	1000	800
		Ασβεστόλιθος πολύ σκληρός	2600	2,300	1 000	250	200
		Ασβεστόλιθος σκληρός	2200	1,700	1 000	200	150
		Ασβεστόλιθος ημίσκληρος	2000	1,400	1 000	50	40
		Ασβεστόλιθος μαλακός	1800	1,100	1 000	40	25
		Ασβεστόλιθος πολύ μαλακός	1600	0,850	1 000	30	20
		Ψαμμίτης	2600	2,300	1 000	40	30
		Ιζηματογενή πετρώματα (μαλακά)	1500	0,850	1 000	30	20
		Κίσηρη υπό μορφή πέτρας, λάβα, πορώδης λάβα	1600	0,550	800	20	15
		Ελαφρόπετρα, θηραϊκή γη	400	0,120	1 000	8	6
		Πλάκες τύπου Μάλτας (μαλτεζόπλακες)		1,050			
	Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.	Χώμα συμπαγές	1800	2,000			
		Άργιλος / ιλύς	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
		Λυώδης άμμος (υγρή)	1700	1,500	1 800	—	
		Τύρφη (σε ξηρή κατάσταση)	400	0,200	1 000		
		Τύρφη (σε υγρή κατάσταση)	900	0,500	1 500		
		Άμμος διαμέτρου κόκκου < 5 mm	1520	0,350	800		
		Άμμοχαλικο	2200	2,000	910 - 1180	50	50
		Χονδρόκοκκη κίσηρη		0,190		40 180	
		Διογκωμένος περλίτης	50 - 130	0,070	900	1 - 2	
		Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές		0,810			
		Θραύσματα οπτόπλινθων και κεραμιδιών	1400	0,410			
	Κατεργασμένη άργιλος (πηλός)	Ελαφρός πηλός (κίσηρη + πηλός)	760	0,230	1 000	6	
		Πηλός μπαγδατί		0,47			
		Πηλός λάσπη	1200 - 1800	1,5	1670 - 2500	50	50
		Ωμόπλινθοι συμπαγείς	1990	0,800	1 000	10	
		Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	300	0,100	1 500	5	
	Επιχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών	1400	0,7				
		Ασβεστοκονίαμα	1800	0,870	1 000	15	
		Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,870	1 000	25 - 35	
		1900	1,000	1 100	35		
		Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	1,400	1 100	25 - 35	
		Ασβεστογυψοκονίαμα	1400	0,700	1 000	10	
		Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1200	0,350	900	10	6
		Γυψοκονίαμα με συμπλήρωμα άμμου	1600	0,800	900	10	6
		Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικά)	250	0,080	1 100	10	
350		0,100	1 100	10			
500	0,140	1 100	10				
Συνθετικά κονιάματα	1800	0,870	1 100	80 - 250			
Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2300	0,900		∞			

Πίνακας ΠΙ

Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά
[Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010]

Δομικά υλικά			Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
			ρ	λ	cp	μ	
			kg/m ³	W/(mK)	J/(kgK)	ξηρό	υγρό
Ανόργανα δομικά υλικά	Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	60	
		2000	1,350	1 000	100	60	
		2200	1,650	1 000	120	70	
	Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο υψηλής πυκνότητας	2400	2,000	1 000	130	80	
	Οπλισμένο σκυρόδεμα χαμηλής ποιότητας (παλαιού τύπου B120)		1,510				
	Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)	2300	2,300	1 000	130	80	
	Οπλισμένο σκυρόδεμα (≥ 2% σίδηρος)	2400	2,500	1 000	130	80	
	Γαμπιλοσκυρόδεμα, γαμπιλόδεμα	1500	0,640		20		
		1700	0,810		25		
		1900	1,100		35		
	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0,200		5 - 20		
		600	0,220		5 - 20		
		800	0,280		5 - 20		
		1000	0,350		5 - 20		
		1200	0,460		5 - 20		
	Σύμμεικτα Ελαφροσκυρόδεμα με διογκωμένη πολυστερίνη	200	0,065		11		
		250	0,070		12		
		300	0,080		12		
		350	0,110		22		
	Κυβελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένο με ατμό	400	0,140	1 000	3		
		500	0,190	1 000	4		
		600	0,230	1 000	4		
		800	0,290	1 000	5		
		1000	0,350	1 000	6		
	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αεροποιητικού παράγοντα	350	0,130				
		450	0,140				
		500	0,160				
		600	0,200				
	Περλιτόδεμα με τη χρήση αεροποιητικού παράγοντα	350	0,094				
		450	0,110				
		500	0,116				
		600	0,140				
	Πλάκες από κισηρόδεμα	800	0,280		5 - 10		
	Πλάκες από ελαφρό σκυρόδεμα με ανάμεικτα αδρανή	1400	0,580		10 - 25		
	Γυψοσανίδες	700	0,210	1 000	10	4	
		900	0,250	1 000	10	4	
		1150	0,360	1 000	10		
	Τσιμεντοσανίδες	1200 - 1300	0,28 - 0,32		20 - 30		
	Ινοπλισμένες τσιμεντόπλακες	2000	0,480	1 100	60	2000	
	Λιθοσώματα	Τεχνητοί λίθοι	1750	1,300	1 000	50	40
Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών	Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμμου)	1200	0,560	1 000	8 - 10		
		1400	0,700	1 000	8 - 10		
		1600	0,790	1 000	15 - 25		
		1800	0,990	1 000	15 - 25		
		2000	1,100	1 100	15 - 25		
		2200	1,300	1 100	15 - 25		
	Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι (ελαφροτσιμεντόλιθοι)	400	0,110	1 000	3 - 5		
		500	0,130	1 000	4 - 6		
		600	0,160	1 000	5 - 7		
		700	0,190	1 000	6 - 8		
		800	0,220	1 000	8 - 10		

Πίνακας III (συνέχεια)

Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά
[Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010]

Δομικά υλικά			Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών		
						μ		
			ρ kg/m ³	λ W/(mK)	cp J/(kgK)	ξηρό	υγρό	
Ανόργανα δομικά υλικά	Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών	Διάτρητες πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα	600	0,350	1 000	5 - 10		
			800	0,470	1 000	5 - 10		
			1000	0,650	1 000	5 - 10		
			1200	0,770	1 000	5 - 10		
			1400	0,910	1 000	5 - 10		
			1600	1	1 000	5 - 10		
		Κιστηρόλιθοι (πλίνθοι από φυσική ελαφρόπετρα)	500	0,17	1 000	5 - 10		
			600	0,2	1 000	5 - 10		
			700	0,22	1 000	5 - 10		
		Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	800	0,26	1 000	5 - 10		
			1200	0,490	1 000	10 - 25		
			1500	0,600	1 000	10 - 25		
		Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1700	0,680	1 000	10 - 25		
			1900	0,78	1 000	10 - 25		
			1200	0,45	1 000	5 - 10		
	Πορώδεις αργιλικές οπτόπλινθοι (πορώδη τούβλα)	1500	0,510	1 000	5 - 10			
		1700	0,580	1 000	5 - 10			
		1900	0,640	1 000	5 - 10			
	Πορώδεις αργιλικές οπτόπλινθοι (πορώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10			
	Οξύμαχες οπτόπλινθοι (κλίνκερ)	1800	1,800	900	100			
Υαλότουβλα	2500	1,400	840	∞				
Κεραμίδια	Κεραμίδια		0,400					
	Αργιλικά πλακίδια επιστέγασης	2000	1,000	800	40	30		
Ξύλα	Συμπαγής ξυλεία	Κατεργασμένη και ακατέργαστη ξυλεία, γενικός	450	0,120	1 600	50	20	
			500	0,130	1 600	50	20	
			700	0,180	1 600	200	50	
		Κωνοφόρα (πεύκο, έλαο κ.τ.λ.)	600	0,140	1 600	50	20	
			800	0,170	1 600	200	50	
			800	0,210	1 600	200	50	
	Προϊόντα ξύλου	Μορισσανίδες	Εύλινα τεμάχια παρκέτου	0,210	1 600			
			300	0,100	1 700	50	10	
			600	0,140	1 700	50	15	
			900	0,180	1 700	50	20	
			Ανικολλητά φύλλα ξυλείας (κόψιμα πλακέ)	300	0,090	1 600	150	50
				500	0,130	1 600	200	70
		700		0,170	1 600	220	90	
		Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)	1000	0,240	1 600	250	110	
			250	0,070	1 700	5	3	
			400	0,100	1 700	10	5	
			800	0,14	1 700	30	12	
		800	0,18	1 700	30	20		
Μέταλλα και γυαλί	Γυαλί	Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	∞	∞	
		Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	∞	∞	
	Μέταλλα	Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	∞	∞	
		Χάλυβας (αισάλι)	7 800	50,00	450	∞	∞	
		Ανοιξείδιωτος χάλυβας	7 900	17,00	500	∞	∞	
		Χαλκός	8 900	380,00	380	∞	∞	
		Ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου)	8 400	120,00	380	∞	∞	
		Μπρούντζος (κράμα χαλκού και κασσίτερου)	8 700	65,00	380	∞	∞	
		Μόλυβδος	11 300	35,00	130	∞	∞	
		Ψευδάργυρος	7 200	110,00	380	∞	∞	
		Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2 800	160,00	880	∞	∞	
		Φύλλο αλουμινίου των 125 kg/m (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00		∞	∞	
		Φύλλο λαμαρίνας		58,00		∞	∞	

Πίνακας ΠΙ (συνέχεια)

Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά

[Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010]

Δομικά υλικά		Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών		
					ρ	λ	cp
		kg/m ³	W/(mK)	J/(kgK)	ξηρό	υγρό	
Υλικά υποστρωμάτων και επιστρώσεων	Λινέλαιο	1 200	0.170	1 400	1 000	800	
	Υποστρώματα	Υπόστρωμα από ισόχα. πύλημα	120	0.050	1 300	20	15
		Υπόστρωμα από κυτταρίνη-καουτσούκ ή πλαστικό	270	0.100	1 400	10 000	10 000
		Υπόστρωμα από λινάτσα	200	0.060	1 300	20	15
		Υπόστρωμα φελλού	< 200	0.050	1 500	20	10
		Υάλουφασμα. υαλόνημα. γεωύφασμα	60 - 140 > 140	0.040 0.045	1 030 1 030	2 2	2 2
		Πεπιεσμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0.060	1 030	10	10
	Πλακίδια φελλού	Απλά πλακίδια φελλού	100 - 150 > 400	0.042 0.065	1 560 1 500	10 - 30 40	
		Πλακίδια φελλού. οπλισμένα με ψαθωτή ύφανση	100 - 150	0.046	1 560	10 - 30	
	Μοκέτα	200	0.060	1 300	5	5	
	Καουτσούκ, λάστιχο	Φυσικό καουτσούκ	910	0.130	1 100	10 000	10 000
		Νεοπρένιο (συνθετικό καουτσούκ)	1 240	0.230	2 140	10 000	10 000
		Βουτυλικό καουτσούκ	1 200	0.240	1 400	200 000	200 000
		Διογκωμένο καουτσούκ (αφρώδες, σπογγώδες, λατέξ)	60 - 80	0.060	1 500	7 000	7 000
		Σκληρυμμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβονίτης)	1 200	0.170	1 400	∞	∞
		Σκληρυμμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβονίτης)	1 150	0.250	1 000	6 000	6 000
		Μονομερές αιθυλένιο-προπυλένιο-διένιο (ERDM)	930	0.200	1 100	10 000	10 000
		Πολυισοβουτυλένιο	1 700	0.400	1 000	10 000	10 000
		Πολυσουλφίδια	980	0.250	1 000	100 000	100 000
	Βουταδιένιο	910	0.130	1 100	10 000	10 000	
	Ασφαλτικά υλικά	Καθαρή άσφαλτος, μαστίχη ασφάλτου, πίσσα	1 050	0.170	1 700	50 000	50 000
		Ασφαλτικά μείγματα με αδρανή, ασφαλτικό σκυρόδεμα	2 100	0.700	1 000	50 000	50 000
		Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2 300	0.900	920	50 000	50 000
		Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόχαρτα)	1 100	0.190	1 000	50 000	50 000
		Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1 100	0.230	1 000	50 000	50 000
	Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο	Πλακίδια επίστρωσης τοίχων	2 000	1.050		250	
		Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1.840	840	250	
		Κεραμικά πλακίδια με εφύαλωση / πορσελάνες	2 300	1.300	840	∞	∞
	Μωσαϊκό	1 900	1.200				
	Συνθετικά (πλαστικά) πλακίδια	1 000	0.200	1 000	10 000	10 000	
Πλάκες πεζοδρομίου	2 100	1.500	1 000	100	60		
Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλκόνες	Πλαστικά	Πολυκαρβονικά φύλλα	1 200	0.200	1 200	5 000	5 000
		Φύλλο πολυαιθυλενίου (υψηλής πυκνότητας)	980	0.500	1 800	100 000	100 000
		Φύλλο πολυαιθυλενίου (υψηλής πυκνότητας)	920	0.330	2 200	100 000	100 000
		Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	1 390	0.170	900	50 000	50 000
		Πολυπροπυλένιο (PP)	910	0.220	1 800	10 000	10 000
		Πολυστυρένιο (PS)	1 050	0.160	1 300	100 000	100 000
		Ακρυλικά	1 050	0.200	1 500	10 000	10 000
		Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE)	2 200	0.250	1 000	10 000	10 000
		Πολυακετόνη	1 410	0.300	1 400	100 000	100 000
		Πολυαμίδιο	1 150	0.250	1 600	50 000	5 000
		Πολυουρεθάνη	1 200	0.250	1 800	6 000	6 000
		Αφρός πολυουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0.050	1 500	60	60

Πίνακας III (συνέχεια)

Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά [Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010]							
Δομικά υλικά			Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
						ρ kg/m ³	λ W/(mK)
Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλικόνες	Ρητίνες	Εποξεική (εποξειδική) ρητίνη	1 200	0.200	1 400	10 000	10 000
		Φενολική ρητίνη	1 300	0.300	1 700	100 000	100 000
		Πολυεστερική ρητίνη	1 400	0.190	1 200	10 000	10 000
	Σιλικόνες	Καθαρή σιλικόνη	1 200	0.350	1 000	5 000	5 000
		Γέμισμα σιλικόνης	1 450	0.5	1 000	5 000	5 000
		Σιλικονόχουχος αφρός	750	0.120	1 000	10 000	10 000
		Κόκκοι οξειδίου του πυριτίου. πηκτή πυριτίου (silica gel)	720	0.130	1 000	∞	∞
Θερμομονωτικά υλικά	Ινώδη ανόργανα υλικά	Υαλοβάμβακας σε μορφή παπλώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
		Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
		Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
		Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
		Ορυκτοβάμβακας σε μορφή παπλώματος		0,039 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
		Ορυκτοβάμβακας σε μορφή πλακών		0,037 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
	Ανόργανα υλικά κυψελωτής δομής	Αφρώδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,052	1 000	100 000	100 000
		Τρίμματα θηραϊκής γης	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000		
	Συνθετικά οργανικά κυψελωτής δομής	Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό d < 25 mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
		Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό d ≥ 25 mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
		Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
		Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
		Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους	12 - 35	0,033 - 0,038	1 450		
		Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες	12 - 35	0,033 - 0,038	1 500	20 - 100	
		Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12 - 35	0,030 - 0,032	1 550	30 - 80	
		Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	30-40	0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
		Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες	30-40	0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
		Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 ⁽³⁾	1400 - 1500	50 - 100	
	Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης	Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
		Πλάκες ή μπάλες πεπιεσμένου άχρρου	200	0,040 - 0,070		2	
		Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0, 050		2	
		Πλάκες από καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200		
		Κυτταρίνη (κολλώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1100		
		Κυτταρίνη (ινώδης)	30 - 80	0,040 - 0,45	1700 - 2100		
		Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1300 - 1600		
		Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1300		
		Μαλλί προβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 - 1300		

Πίνακας ΠΙ (συνέχεια)

Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά

[Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010]

Δομικά υλικά		Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο- χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών		
					μ		
		ρ kg/m ³	λ W/(mK)	cp J/(kgK)	ξηρό	υγρό	
Αέρια	Ξηρός αέρας (στους 20°C)		1,23	0,025	1 008	1	
	Διοξείδιο του άνθρακα		1,95	0,014	820	1	
	Αργό		1,70	0,017	519	1	
	Κρυπτό		3,56	0,009	245	1	
	Ξένο		5,68	0,0054	160	1	
Νερό	Νερό σε υγρή φάση	Νερό στους 10°C	1000	0,600	4 187	—	—
		Νερό στους 40°C	990	0,630	4 190	—	—
		Νερό στους 80°C	970	0,670	4 190	—	—
	Νερό σε στερεά φάση	Πάγος στους -10°C	1000	0,600	4 187	—	—
		Πάγος στους 0°C	990	0,630	4 190	—	—
		Φρέσκο χιόνι (πάχος στρώσης < 30 mm)	920	2,300	2 000	—	—
		Χιόνι, μαλακό (πάχος στρώσης 30 έως 70 mm)	900	2,200	2 000	—	—
		Χιόνι, ελαφρώς συμπιεσμένο (πάχος στρώσης 70 έως 100 mm)	100	0,050	2 000	—	—
		Χιόνι, συμπιεσμένο (πάχος στρώσης < 200 mm)	200	0,120	2 000	—	—
<i>Πίνακας III (συνέχεια)</i>							

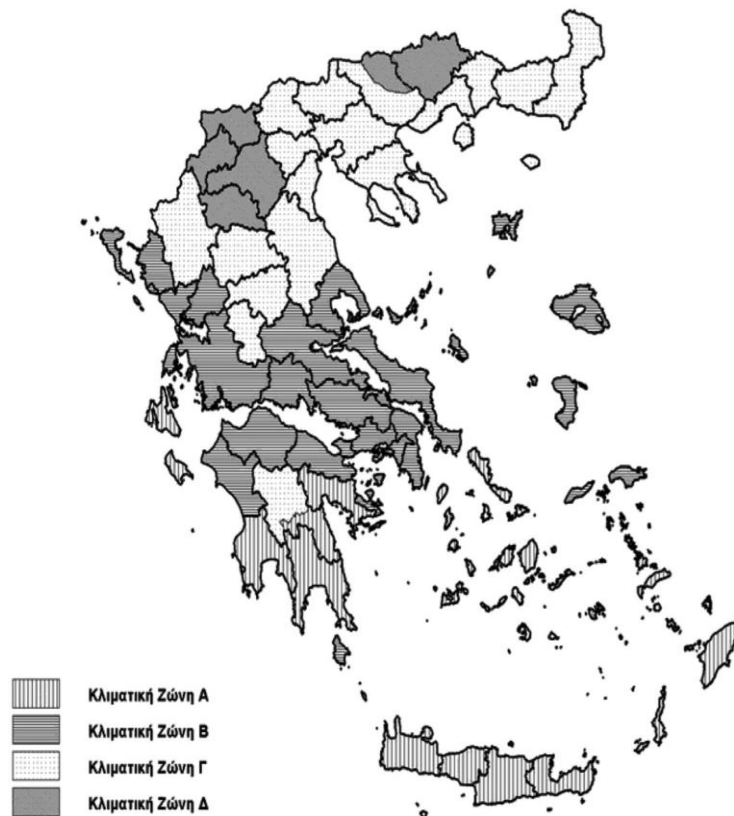
Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας θερμογεφυρών (Ψ). Απλοποιητική μέθοδος. [Πηγή: TOTEE 20701 – 2/2010]		
1. Εξωτερικές γωνίες		Ψ [W/(mK)]
1	εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	-0,10
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,30
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90
2	εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	-0,25
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,15
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,05
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,65
2. Εσωτερικές γωνίες		Ψ [W/(mK)]
1	εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	+0,05
2	εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	+0,25
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,35
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,75
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,10
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,50
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90
3. Ενώσεις δομικών στοιχείων		Ψ [W/(mK)]
1	εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	$\pm 0,00$
2	εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	$\pm 0,00$
	α. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,35
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,25
4. Δώμα / οροφή σε προεξοχή		Ψ [W/(mK)]
1	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	-0,05
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου	+0,30
	β. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,85
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου και συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,95
2	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,55
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
	β. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50
3	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,65

4	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	-0,20
5	κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,15
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου	+0,30
	β. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,80
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου και συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,90
6	κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,55 +0,10
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	
	β. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,55
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50
5. Δάπεδο σε προεξοχή / πυλωτή		Ψ [W/(mK)]
1	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,55
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας β. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	+0,10 -0,50
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,50
2	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,80
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,25
	β. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,15
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	+0,05
3	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	-0,20
4	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,60
5	κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	±0,00
6	κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,65
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
6. Οροφή σε εσοχή		Ψ [W/(mK)]
1	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+1,00
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,15
2	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,05
3	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+1,10

	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,15
4	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+1,05
	α. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,70
5	κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+1,25
	α. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,25
6	κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,30
7. Δάπεδο σε εσοχή		Ψ [W/(mK)]
1	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,05
2	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+1,15
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,40
3	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+1,20
	α. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,70
4	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+1,65
	α. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,30
	β. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπτοπλινθοδομή	+0,95
5	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην άνω παρειά	+0,40
6	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην κάτω παρειά	+1,15
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπτοπλινθοδομή	-0,40
8. Ενδιάμεσο δάπεδο		Ψ [W/(mK)]
1	εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	±0,00
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+ 1,25
2	εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	+1,10
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,45
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,80
9. Δάπεδο επί εδάφους		Ψ [W/(mK)]
1	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,25
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,25
2	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,40
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,50

3	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	-0,05
4	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,50
5	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην άνω παρειά	+0,05
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,10
6	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην κάτω παρειά	+0,35
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,25
10. Περίδεσμος ενίσχυσης		Ψ [W/(mK)]
1	εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	±0,00
2	εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	±0,00
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,30
	α. απουσία θερμομόνωσης στην θέση του περιδέσμου ενίσχυσης	+0,80
11. Λαμπάς κουφώματος		Ψ [W/(mK)]
1	κούφωμα και θερμομόνωση στην ίδια ευθεία	+0,05
2	κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση	+0,35
3	κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση με συνέχεια της θερμομόνωσης στο λαμπά	+0,15
12. Ανωκάσι / κατωκάσι κουφώματος		Ψ [W/(mK)]
1	κούφωμα και θερμομόνωση στην ίδια ευθεία	+0,05
	α. διακοπή της θερμομόνωσης στην θέση συναρμογής περιδέσμου ενίσχυσης και οπτοπλινθοδομής	+0,25
2	κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση	+0,55
3	κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση με συνέχεια της θερμομόνωσης στο ανωκάσι/κατωκάσι	+0,20
4	κατωκάσι σε πλάκα	±0,00
<i>Πίνακας Π2</i>		

Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς. [Πηγή: TOTEE 20701 – 1/2010]	
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Περίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.
<i>Πίνακας Π3</i>	



Εικόνα ΠΙ. Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας
 [Πηγή: TOTEE 20701 – 1/2010]

Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας, [Πηγή: TOTEE 20701 – 1/2010]			
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [lt/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. Επιφάνεια [lt /m ² /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	50	2,50	0,91
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	60	9,00	3,28
θερινής λειτουργίας	50	7,50	1,59
χειμερινής λειτουργίας	60	9,00	2,18
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	9,00	3,28
θερινής λειτουργίας	50	7,50	1,59
χειμερινής λειτουργίας	60	9,00	2,18
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	5,00	1,82
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	45	3,60	1,31
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	5	1,50	0,55
Εστιατόριο	8	6,40	2,33
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	2	1,60	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3	3,00	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	2	2,00	0,73
Χώρος συναυλιών	2	2,00	0,73
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	2	1,60	0,58
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	5	5,50	1,43
Τράπεζα	5	2,00	0,52
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	5	3,75	0,59
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	40	30,00	10,92
Λουτρό (κοινόχρηστο)	40	4,00	1,46
Νηπιαγωγείο	5	2,50	0,43
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	7	3,50	0,68
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76
Φροντιστήριο, ωδείο	5	2,75	0,54

Πίνακας Π4

Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας, [Πηγή: TOTEE 20701 – 1/2010]			
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [lt/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. Επιφάνεια [lt /m ² /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Νοσοκομείο, κλινική	60	18,00	6,55
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	30	6,60	2,40
Χειρουργείο (τακτικό)	70	0,00	0,00
Εξωτερικών ιατρείων	5	0,50	0,13
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	10	1,50	0,39
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	50	2,50	0,91
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	10	2,50	0,60
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	45	9,00	3,28
Αστυνομική διεύθυνση	5	0,50	0,18
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	1	0,14	0,04
Κατάστημα, φαρμακείο,	1	0,14	0,04
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	40	6,00	1,87
Γραφείο	5	0,50	0,13
Βιβλιοθήκη	2	0,44	0,11
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	10	1,00	0,31
Παρασκευαστήριο τροφίμων	10	1,20	0,37
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	10	1,20	0,37
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	2	0,30	0,11
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	2	0,10	0,04
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	10	0,30	0,09
<i>Πίνακας Π4 (συνέχεια)</i>			

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκολλούμενους πλαστικούς σωλήνες - Κρύο Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

d x s			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1	160 x 21,9	200 x 27,4	250 x 34,2
Q̇	d _i		13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
		0.01 l/s	0.60 l/min	R	0.13	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02 l/s	1.20 l/min	R	0.41	0.14	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.15	0.09	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03 l/s	1.80 l/min	R	0.81	0.28	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.22	0.14	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04 l/s	2.40 l/min	R	1.32	0.45	0.14	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.29	0.18	0.11	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
0.05 l/s	3.00 l/min	R	1.94	0.66	0.21	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.37	0.23	0.14	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
0.06 l/s	3.60 l/min	R	2.66	0.90	0.28	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.44	0.28	0.17	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
0.07 l/s	4.20 l/min	R	3.47	1.17	0.37	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.51	0.32	0.20	0.11	0.07	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
0.08 l/s	4.80 l/min	R	4.38	1.47	0.46	0.11	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.58	0.37	0.23	0.12	0.08	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
0.09 l/s	5.40 l/min	R	5.37	1.81	0.57	0.13	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.66	0.42	0.25	0.14	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
0.10 l/s	6.00 l/min	R	6.46	2.17	0.68	0.15	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.73	0.46	0.28	0.15	0.10	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
0.12 l/s	7.20 l/min	R	8.90	2.98	0.93	0.21	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.88	0.55	0.34	0.18	0.12	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
0.16 l/s	9.60 l/min	R	14.79	4.93	1.54	0.35	0.12	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	1.17	0.74	0.45	0.24	0.16	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
0.18 l/s	10.8 l/min	R	18.24	6.07	1.89	0.43	0.15	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	1.32	0.83	0.51	0.27	0.17	0.11	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
0.20 l/s	12.0 l/min	R	22.00	7.31	2.27	0.51	0.18	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	1.46	0.92	0.57	0.30	0.19	0.12	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
0.30 l/s	18.0 l/min	R	45.52	15.02	4.63	1.04	0.36	0.12	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	2.19	1.39	0.85	0.45	0.29	0.18	0.13	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01
0.40 l/s	24.0 l/min	R	76.63	25.16	7.73	1.72	0.60	0.19	0.09	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		v	2.92	1.85	1.13	0.61	0.39	0.24	0.17	0.12	0.08	0.06	0.04	0.02	0.02
0.50 l/s	30.0 l/min	R	115.12	37.63	11.51	2.55	0.88	0.29	0.13	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
		v	3.65	2.31	1.42	0.76	0.49	0.30	0.22	0.15	0.10	0.08	0.05	0.03	0.02
0.60 l/s	36.0 l/min	R	160.87	52.38	15.97	3.53	1.22	0.40	0.17	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00
		v	4.38	2.77	1.70	0.91	0.58	0.36	0.26	0.18	0.12	0.09	0.06	0.04	0.02
0.70 l/s	42.0 l/min	R	213.78	69.37	21.09	4.64	1.60	0.52	0.23	0.10	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00
		v	5.12	3.23	1.98	1.06	0.68	0.42	0.30	0.21	0.14	0.11	0.07	0.04	0.03
0.80 l/s	48.0 l/min	R	273.78	88.57	26.85	5.90	2.03	0.66	0.29	0.12	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00
		v	5.85	3.70	2.27	1.21	0.78	0.49	0.34	0.24	0.16	0.12	0.08	0.05	0.03
Q̇ = Παροχή (l/s)					R = Πτώση πίεσης (mbar/m)					v = Ταχύτητα (m/s)					

Πίνακας Π15

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκλλόμενους πλαστικούς σωλήνες - Κρύο Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

d x s			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,5	50 x 8,9	63 x 11,6	75 x 15,3	90 x 20,3	110 x 26,1	125 x 33,1	160 x 42,9	200 x 57,4	250 x 74,2
V̇		α	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
0.90 l/s	64.0 l/min	R	1017,48	340,84	109,97	7,28	2,50	0,81	0,36	0,15	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00
		v	10,20	6,58	4,16	1,36	0,87	0,55	0,39	0,27	0,18	0,14	0,08	0,05	0,04
1.00 l/s	60.0 l/min	R	1241,75	414,91	133,53	8,80	3,02	0,98	0,43	0,18	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00
		v	11,33	7,31	4,62	1,51	0,97	0,61	0,43	0,30	0,20	0,15	0,09	0,06	0,04
1.20 l/s	72.0 l/min	R	1755,44	584,00	187,12	12,23	4,19	1,35	0,59	0,25	0,09	0,05	0,02	0,01	0,00
		v	13,60	8,77	5,54	1,82	1,17	0,73	0,52	0,36	0,24	0,19	0,11	0,07	0,05
1.40 l/s	84.0 l/min	R	2355,79	780,86	249,26	16,17	5,52	1,78	0,78	0,32	0,12	0,07	0,02	0,01	0,00
		v	15,86	10,23	6,47	2,12	1,36	0,85	0,60	0,42	0,28	0,22	0,13	0,08	0,05
1.60 l/s	96.0 l/min	R	3042,63	1005,40	319,89	20,61	7,03	2,26	0,99	0,41	0,16	0,09	0,03	0,01	0,00
		v	18,13	11,69	7,39	2,42	1,55	0,97	0,69	0,48	0,32	0,25	0,15	0,10	0,06
1.80 l/s	108 l/min	R	3815,83	1257,54	398,96	25,55	8,69	2,79	1,22	0,50	0,19	0,10	0,03	0,01	0,00
		v	20,40	13,15	8,32	2,73	1,75	1,09	0,77	0,54	0,36	0,28	0,17	0,11	0,07
2.00 l/s	120 l/min	R	4675,33	1537,22	486,44	30,97	10,52	3,37	1,47	0,61	0,23	0,13	0,04	0,01	0,00
		v	22,66	14,61	9,24	3,03	1,94	1,21	0,86	0,60	0,40	0,31	0,19	0,12	0,08
2.20 l/s	132 l/min	R	5621,05	1864,39	582,30	36,89	12,51	4,00	1,75	0,72	0,28	0,15	0,05	0,02	0,01
		v	24,93	16,08	10,17	3,33	2,14	1,34	0,95	0,65	0,44	0,34	0,21	0,13	0,09
2.40 l/s	144 l/min	R	6652,96	2179,03	686,53	43,28	14,66	4,68	2,04	0,84	0,32	0,17	0,05	0,02	0,01
		v	27,20	17,54	11,09	3,63	2,33	1,46	1,03	0,71	0,48	0,37	0,23	0,14	0,09
2.60 l/s	156 l/min	R	7771,02	2541,12	799,10	50,15	16,96	5,41	2,36	0,97	0,37	0,20	0,06	0,02	0,01
		v	29,46	19,00	12,01	3,94	2,53	1,58	1,12	0,77	0,52	0,40	0,25	0,16	0,10
2.80 l/s	168 l/min	R	8975,22	2930,62	920,01	57,51	19,42	6,19	2,69	1,11	0,43	0,23	0,07	0,02	0,01
		v	31,73	20,46	12,94	4,24	2,72	1,70	1,20	0,83	0,56	0,43	0,26	0,17	0,11
3.00 l/s	180 l/min	R	10265,53	3347,53	1049,24	65,33	22,04	7,02	3,05	1,25	0,48	0,26	0,08	0,03	0,01
		v	34,00	21,92	13,86	4,54	2,91	1,82	1,29	0,89	0,60	0,46	0,28	0,18	0,12
3.20 l/s	192 l/min	R	11641,93	3791,84	1186,78	73,63	24,81	7,89	3,43	1,41	0,54	0,29	0,09	0,03	0,01
		v	36,26	23,38	14,79	4,84	3,11	1,94	1,38	0,95	0,64	0,49	0,30	0,19	0,13
3.40 l/s	204 l/min	R	13104,41	4263,53	1332,63	82,39	27,73	8,81	3,82	1,57	0,60	0,32	0,10	0,03	0,01
		v	38,53	24,85	15,71	5,15	3,30	2,06	1,46	1,01	0,68	0,53	0,32	0,21	0,13
3.60 l/s	216 l/min	R	14652,97	4762,59	1486,78	91,63	30,80	9,78	4,24	1,74	0,67	0,36	0,11	0,04	0,01
		v	40,79	26,31	16,63	5,45	3,50	2,19	1,55	1,07	0,72	0,56	0,34	0,22	0,14
3.80 l/s	228 l/min	R	16287,59	5289,02	1649,23	101,33	34,02	10,79	4,68	1,92	0,74	0,40	0,12	0,04	0,01
		v	43,06	27,77	17,56	5,75	3,69	2,31	1,63	1,13	0,76	0,59	0,36	0,23	0,15
4.00 l/s	240 l/min	R	18008,27	5842,81	1819,97	111,80	37,40	11,85	5,13	2,11	0,81	0,43	0,13	0,05	0,02
		v	45,33	29,23	18,48	6,06	3,89	2,43	1,72	1,19	0,80	0,62	0,38	0,24	0,16
4.20 l/s	252 l/min	R	19814,99	6423,96	1998,99	122,13	40,93	12,95	5,61	2,30	0,88	0,47	0,14	0,05	0,02
		v	47,59	30,69	19,47	6,36	4,08	2,55	1,81	1,25	0,84	0,65	0,40	0,25	0,16
4.40 l/s	264 l/min	R	21707,77	7032,46	2186,30	133,23	44,60	14,10	6,11	2,50	0,96	0,51	0,16	0,06	0,02
		v	49,86	32,15	20,33	6,66	4,28	2,67	1,89	1,31	0,88	0,68	0,41	0,27	0,17
4.60 l/s	276 l/min	R	23686,58	7668,31	2381,89	144,79	48,43	15,30	6,62	2,71	1,04	0,56	0,17	0,06	0,02
		v	52,13	33,61	21,25	6,96	4,47	2,79	1,98	1,37	0,92	0,71	0,43	0,28	0,18
V̇ = Παροχή (l/s)			R = Πτώση πίεσης (mbar/m)						v = Ταχύτητα (m/s)						

Πίνακας Π5 (συνέχεια)

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκλλούμενους πλαστικούς σωλήνες - Κρύο Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

$d \times s$			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,5	50 x 8,9	63 x 11,6	75 x 15,3	90 x 20,3	110 x 26,1	140 x 33,9	200 x 57,4	250 x 74,2	
\dot{V}	d_i		13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
4.80 l/s	288 l/min	R	8331.50	2585.76	750.49	156.81	52.40	16.54	7.15	2.93	1.12	0.60	0.18	0.06	0.02
		v	35.08	22.18	13.60	7.27	4.66	2.91	2.07	1.43	0.96	0.74	0.45	0.29	0.19
5.00 l/s	300 l/min	R	9022.03	2797.90	811.28	169.29	56.53	17.83	7.71	3.15	1.21	0.65	0.20	0.07	0.02
		v	36.54	23.10	14.16	7.57	4.86	3.03	2.15	1.49	1.00	0.77	0.47	0.30	0.20
5.20 l/s	312 l/min	R	9739.91	3018.31	874.39	182.23	60.80	19.16	8.28	3.39	1.29	0.69	0.21	0.07	0.03
		v	38.00	24.03	14.73	7.87	5.05	3.16	2.24	1.55	1.04	0.80	0.49	0.31	0.20
5.40 l/s	324 l/min	R	10485.12	3247.00	939.82	195.64	65.22	20.54	8.87	3.63	1.39	0.74	0.23	0.08	0.03
		v	39.46	24.95	15.30	8.18	5.25	3.28	2.32	1.61	1.08	0.83	0.51	0.33	0.21
5.60 l/s	336 l/min	R	11257.66	3483.96	1007.57	209.50	69.78	21.96	9.48	3.87	1.48	0.79	0.24	0.08	0.03
		v	40.92	25.88	15.86	8.48	5.44	3.40	2.41	1.67	1.12	0.86	0.53	0.34	0.22
5.80 l/s	348 l/min	R	12057.54	3729.18	1077.64	223.82	74.50	23.43	10.11	4.13	1.58	0.85	0.26	0.09	0.03
		v	42.38	26.80	16.43	8.78	5.64	3.52	2.50	1.73	1.16	0.90	0.55	0.35	0.23
6.00 l/s	360 l/min	R	12884.75	3982.67	1150.02	238.60	79.36	24.94	10.76	4.39	1.68	0.90	0.27	0.09	0.03
		v	43.84	27.72	17.00	9.08	5.83	3.64	2.58	1.79	1.20	0.93	0.57	0.36	0.23
6.20 l/s	372 l/min	R	13739.29	4244.43	1224.72	253.84	84.37	26.50	11.42	4.66	1.78	0.95	0.29	0.10	0.04
		v	45.31	28.65	17.56	9.39	6.02	3.76	2.67	1.85	1.24	0.96	0.58	0.37	0.24
6.40 l/s	384 l/min	R	14621.17	4514.45	1301.73	269.53	89.52	28.10	12.11	4.94	1.88	1.01	0.31	0.11	0.04
		v	46.77	29.57	18.13	9.69	6.22	3.88	2.75	1.91	1.28	0.99	0.60	0.39	0.25
6.60 l/s	396 l/min	R	15530.37	4792.74	1381.05	285.68	94.82	29.74	12.81	5.23	1.99	1.07	0.33	0.11	0.04
		v	48.23	30.50	18.70	9.99	6.41	4.01	2.84	1.96	1.32	1.02	0.62	0.40	0.26
6.80 l/s	408 l/min	R	16466.89	5079.29	1462.69	302.29	100.27	31.43	13.53	5.52	2.10	1.13	0.34	0.12	0.04
		v	49.69	31.42	19.26	10.29	6.61	4.13	2.93	2.02	1.36	1.05	0.64	0.41	0.27
7.00 l/s	420 l/min	R	17430.75	5374.10	1546.64	319.36	105.86	33.16	14.27	5.82	2.22	1.19	0.36	0.12	0.04
		v	51.15	32.34	19.83	10.60	6.80	4.25	3.01	2.08	1.40	1.08	0.66	0.42	0.27
7.50 l/s	450 l/min	R	19959.93	6147.28	1766.63	364.01	120.49	37.69	16.21	6.60	2.51	1.34	0.41	0.14	0.05
		v	54.81	34.65	21.25	11.35	7.29	4.55	3.23	2.23	1.50	1.16	0.71	0.45	0.29
8.00 l/s	480 l/min	R	22659.89	6972.08	2001.06	411.52	136.02	42.49	18.25	7.43	2.82	1.51	0.46	0.16	0.06
		v	58.46	36.96	22.66	12.11	7.77	4.86	3.44	2.38	1.60	1.24	0.75	0.48	0.31
9.00 l/s	540 l/min	R	28572.11	8776.52	2513.23	515.05	169.80	52.90	22.69	9.22	3.50	1.87	0.57	0.19	0.07
		v	65.77	41.59	25.50	13.63	8.74	5.46	3.87	2.68	1.80	1.39	0.85	0.54	0.35
10.0 l/s	600 l/min	R		10787.40	3083.09	629.93	207.19	64.40	27.58	11.19	4.24	2.27	0.69	0.24	0.08
		v		46.21	28.33	15.14	9.72	6.07	4.30	2.98	2.00	1.54	0.94	0.60	0.39
12.0 l/s	720 l/min	R		15428.32	4395.84	893.66	292.78	90.64	38.70	15.66	5.92	3.16	0.96	0.33	0.11
		v		55.45	34.00	18.17	11.66	7.28	5.16	3.57	2.40	1.85	1.13	0.72	0.47
14.0 l/s	840 l/min	R		20894.66	5939.17	1202.62	392.73	121.15	51.60	20.83	7.86	4.19	1.27	0.43	0.15
		v		64.69	39.66	21.20	13.60	8.50	6.02	4.17	2.80	2.16	1.32	0.85	0.55
16.0 l/s	960 l/min	R			7712.99	1556.75	506.99	155.92	66.27	26.69	10.05	5.35	1.61	0.55	0.19
		v			45.33	24.22	15.55	9.71	6.88	4.76	3.20	2.47	1.51	0.97	0.63
18.0 l/s	1080 l/min	R			9717.25	1956.00	635.54	194.94	82.70	33.24	12.50	6.65	2.00	0.68	0.24
		v			50.99	27.25	17.49	10.93	7.74	5.36	3.60	2.78	1.70	1.09	0.70
\dot{V} = Παροχή (l/s)			R = Πτώση πίεσης (mbar/m)						v = Ταχύτητα (m/s)						

Πίνακας Π5 (συνέχεια)

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκλλόμενους πλαστικούς σωλήνες - Κρύο Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

d x s			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 6,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1	160 x 21,9	200 x 27,4	250 x 34,2
V̇		c ₁	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
20.0 l/s	1200 l/min	R				2400.35	778.35	238.19	100.87	40.48	15.19	8.07	2.43	0.82	0.29
	v					30.28	19.43	12.14	8.60	5.95	4.00	3.09	1.89	1.21	0.78
22.0 l/s	1320 l/min	R				2889.78	935.41	285.66	120.79	48.39	18.13	9.62	2.89	0.98	0.34
	v					33.31	21.38	13.35	9.47	6.55	4.40	3.40	2.07	1.33	0.86
24.0 l/s	1440 l/min	R				3424.28	1106.72	337.35	142.44	56.98	21.32	11.31	3.39	1.15	0.40
	v					36.34	23.32	14.57	10.33	7.14	4.80	3.71	2.26	1.45	0.94
26.0 l/s	1560 l/min	R				4003.83	1292.25	393.24	165.83	66.25	24.75	13.11	3.92	1.33	0.46
	v					39.36	25.26	15.78	11.19	7.74	5.20	4.02	2.45	1.57	1.02
28.0 l/s	1680 l/min	R				4628.43	1492.01	453.33	190.94	76.18	28.43	15.05	4.50	1.52	0.53
	v					42.39	27.21	17.00	12.05	8.34	5.60	4.32	2.64	1.69	1.10
30.0 l/s	1800 l/min	R				5298.07	1705.99	517.63	217.78	86.79	32.35	17.11	5.11	1.73	0.60
	v					46.42	29.15	18.21	12.91	8.93	6.00	4.63	2.83	1.81	1.17
32.0 l/s	1920 l/min	R				6012.75	1934.18	586.12	246.35	98.06	36.51	19.30	5.75	1.94	0.68
	v					48.45	31.09	19.42	13.77	9.53	6.40	4.94	3.02	1.93	1.25
34.0 l/s	2040 l/min	R				6772.46	2176.59	658.81	276.64	110.00	40.91	21.61	6.44	2.17	0.76
	v					51.47	33.03	20.64	14.63	10.12	6.80	5.25	3.21	2.05	1.33
36.0 l/s	2160 l/min	R				7577.20	2433.21	735.69	308.65	122.61	45.55	24.05	7.15	2.41	0.84
	v					54.50	34.98	21.85	15.49	10.72	7.20	5.56	3.39	2.17	1.41
38.0 l/s	2280 l/min	R					2704.03	816.76	342.38	135.89	50.43	26.61	7.91	2.66	0.93
	v						36.92	23.07	16.35	11.31	7.60	5.87	3.58	2.29	1.49
40.0 l/s	2400 l/min	R					2989.06	902.01	377.83	149.83	55.55	29.30	8.70	2.93	1.02
	v						38.86	24.28	17.21	11.91	8.00	6.18	3.77	2.42	1.56
42.0 l/s	2520 l/min	R					3288.29	991.46	414.99	164.43	60.91	32.11	9.52	3.20	1.11
	v						40.81	25.49	18.07	12.50	8.40	6.49	3.96	2.54	1.64
44.0 l/s	2640 l/min	R					3601.72	1085.09	453.87	179.69	66.51	35.04	10.38	3.49	1.21
	v						42.75	26.71	18.93	13.10	8.80	6.80	4.15	2.66	1.72
46.0 l/s	2760 l/min	R					3929.35	1182.90	494.47	195.62	72.35	38.09	11.28	3.79	1.31
	v						44.69	27.92	19.79	13.69	9.20	7.10	4.34	2.78	1.80
48.0 l/s	2880 l/min	R					4271.18	1284.90	536.78	212.21	78.43	41.27	12.21	4.10	1.42
	v						46.64	29.14	20.65	14.29	9.60	7.41	4.63	2.90	1.88
50.0 l/s	3000 l/min	R					4627.22	1391.08	580.81	229.47	84.74	44.57	13.17	4.42	1.53
	v						48.58	30.35	21.51	14.88	10.00	7.72	4.71	3.02	1.96
52.0 l/s	3120 l/min	R					4997.44	1501.45	626.55	247.38	91.29	48.00	14.18	4.75	1.65
	v						50.52	31.56	22.37	15.48	10.40	8.03	4.90	3.14	2.03
54.0 l/s	3240 l/min	R					5381.87	1616.00	674.00	265.95	98.08	51.54	15.21	5.09	1.77
	v						52.47	32.78	23.23	16.07	10.80	8.34	5.09	3.26	2.11
56.0 l/s	3360 l/min	R					5780.49	1734.73	723.17	285.19	105.10	55.21	16.28	5.45	1.89
	v						54.41	33.99	24.09	16.67	11.20	8.65	5.28	3.38	2.19
58.0 l/s	3480 l/min	R					6193.31	1857.64	774.05	305.08	112.36	59.00	17.39	5.81	2.01
	v						56.35	35.21	24.95	17.27	11.60	8.96	5.47	3.50	2.27
V̇ = Παροχή (l/s)						R = Πτώση πίεσης (mbar/m)					v = Ταχύτητα (m/s)				

Πίνακας Π5 (συνέχεια)

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκλλόμενους πλαστικούς σωλήνες - Κρύο Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

d x s			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1	160 x 21,9	200 x 27,4	250 x 34,2
\dot{V}	d_i		13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
60.0 l/s l/min	R							1984.73	826.64	325.64	119.86	62.91	18.53	6.19	2.14
	v							36.42	25.81	17.86	12.00	9.27	5.66	3.62	2.35
62.0 l/s l/min	R							2116.00	880.94	346.85	127.59	66.95	19.70	6.58	2.28
	v							37.63	26.67	18.46	12.40	9.57	5.85	3.74	2.43
64.0 l/s l/min	R							2251.45	936.96	368.73	135.56	71.10	20.91	6.98	2.41
	v							38.85	27.54	19.05	12.80	9.88	6.04	3.87	2.50
66.0 l/s l/min	R							2391.08	994.68	391.26	143.77	75.38	22.15	7.39	2.55
	v							40.06	28.40	19.65	13.20	10.19	6.22	3.99	2.58
68.0 l/s l/min	R							2534.89	1054.12	414.46	152.21	79.78	23.43	7.81	2.70
	v							41.28	29.26	20.24	13.60	10.50	6.41	4.11	2.66
70.0 l/s l/min	R							2682.88	1115.27	438.31	160.89	84.30	24.74	8.25	2.85
	v							42.49	30.12	20.84	14.00	10.81	6.60	4.23	2.74
72.0 l/s l/min	R							2835.05	1178.12	462.82	169.80	88.94	26.09	8.69	3.00
	v							43.70	30.98	21.43	14.40	11.12	6.79	4.35	2.82
74.0 l/s l/min	R							2991.40	1242.69	487.99	178.95	93.70	27.47	9.15	3.16
	v							44.92	31.84	22.03	14.80	11.43	6.98	4.47	2.90
76.0 l/s l/min	R							3151.92	1308.97	513.82	188.34	98.59	28.88	9.62	3.32
	v							46.13	32.70	22.62	15.20	11.74	7.17	4.59	2.97
78.0 l/s l/min	R							3316.63	1376.96	540.31	197.96	103.59	30.33	10.09	3.48
	v							47.35	33.56	23.22	15.60	12.05	7.36	4.71	3.05
80.0 l/s l/min	R							3485.51	1446.66	567.45	207.81	108.72	31.81	10.58	3.65
	v							48.56	34.42	23.81	16.00	12.35	7.54	4.83	3.13
85.0 l/s l/min	R							3925.99	1628.38	638.19	233.48	122.06	35.67	11.86	4.08
	v							51.59	36.57	25.30	17.00	13.13	8.02	5.13	3.33
90.0 l/s l/min	R							4392.59	1820.79	713.05	260.62	136.16	39.74	13.19	4.54
	v							54.63	38.72	26.79	17.99	13.90	8.49	5.44	3.52
95.0 l/s l/min	R							2023.89	792.01	289.22	151.01	44.03	14.60	5.02	
	v							40.87	28.28	18.99	14.67	8.96	5.74	3.72	
100.0 l/s l/min	R							2237.66	875.09	319.29	166.62	48.52	16.07	5.52	
	v							43.02	29.77	19.99	15.44	9.43	6.04	3.91	
105.0 l/s l/min	R							2462.12	962.27	350.83	182.97	53.23	17.61	6.04	
	v							45.18	31.26	20.99	16.22	9.90	6.34	4.11	
\dot{V} = Παροχή (l/s)			R = Πτώση πίεσης (mbar/m)						v = Ταχύτητα (m/s)						

Πίνακας Π5 (συνέχεια)

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκολλούμενους πλαστικούς σωλήνες - Ζεστό Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

d x s			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1	160 x 21,9	200 x 27,4	250 x 34,2
V̇	d _i		13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,0 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
		0.01 l/s	0.60 l/min	R	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02 l/s	1.20 l/min	R	0.32	0.11	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.15	0.09	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03 l/s	1.80 l/min	R	0.64	0.22	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.22	0.14	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04 l/s	2.40 l/min	R	1.06	0.36	0.11	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.29	0.18	0.11	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
0.05 l/s	3.00 l/min	R	1.57	0.53	0.16	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.37	0.23	0.14	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
0.06 l/s	3.60 l/min	R	2.16	0.72	0.23	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.44	0.28	0.17	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
0.07 l/s	4.20 l/min	R	2.84	0.95	0.30	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.51	0.32	0.20	0.11	0.07	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
0.08 l/s	4.80 l/min	R	3.60	1.20	0.37	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.58	0.37	0.23	0.12	0.08	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
0.09 l/s	5.40 l/min	R	4.43	1.47	0.46	0.10	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.66	0.42	0.25	0.14	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
0.10 l/s	6.00 l/min	R	5.35	1.78	0.55	0.12	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.73	0.46	0.28	0.15	0.10	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
0.12 l/s	7.20 l/min	R	7.42	2.45	0.76	0.17	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	0.88	0.55	0.34	0.18	0.12	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
0.16 l/s	9.60 l/min	R	12.46	4.10	1.26	0.28	0.10	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	1.17	0.74	0.45	0.24	0.16	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
0.18 l/s	10.8 l/min	R	15.42	5.07	1.56	0.35	0.12	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	1.32	0.83	0.51	0.27	0.17	0.11	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
0.20 l/s	12.0 l/min	R	18.68	6.12	1.88	0.42	0.14	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	1.46	0.92	0.57	0.30	0.19	0.12	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
0.30 l/s	18.0 l/min	R	39.26	12.77	3.89	0.86	0.30	0.10	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		v	2.19	1.39	0.85	0.45	0.29	0.18	0.13	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01
0.40 l/s	24.0 l/min	R	66.87	21.61	6.54	1.43	0.49	0.16	0.07	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		v	2.92	1.85	1.13	0.61	0.39	0.24	0.17	0.12	0.08	0.06	0.04	0.02	0.02
0.50 l/s	30.0 l/min	R	101.42	32.59	9.82	2.14	0.73	0.24	0.10	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
		v	3.65	2.31	1.42	0.76	0.49	0.30	0.22	0.15	0.10	0.08	0.05	0.03	0.02
0.60 l/s	36.0 l/min	R	142.83	45.70	13.71	2.98	1.02	0.33	0.14	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
		v	4.38	2.77	1.70	0.91	0.58	0.36	0.26	0.18	0.12	0.09	0.06	0.04	0.02
0.70 l/s	42.0 l/min	R	191.08	60.91	18.21	3.94	1.34	0.43	0.19	0.08	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00
		v	5.12	3.23	1.98	1.06	0.68	0.42	0.30	0.21	0.14	0.11	0.07	0.04	0.03
0.80 l/s	48.0 l/min	R	246.13	78.20	23.30	5.02	1.71	0.55	0.24	0.10	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00
		v	5.85	3.70	2.27	1.21	0.78	0.49	0.34	0.24	0.16	0.12	0.08	0.05	0.03
V̇ = Παροχή (l/s)					R = Πτώση πίεσης (mbar/m)					v = Ταχύτητα (m/s)					

Πίνακας Π6

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκολλούμενους πλαστικούς σωλήνες - Ζεστό Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

$d \times s$			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,5	50 x 8,9	63 x 11,6	75 x 15,3	90 x 20,3	110 x 26,1	125 x 33,1	160 x 42,9	200 x 56,4	
\dot{V}	d_i		13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
		0.90 l/s	54.0 l/min	R	307.97	97.57	28.98	6.23	2.12	0.68	0.30	0.12	0.06	0.03	0.01
		v	6.58	4.16	2.55	1.36	0.87	0.55	0.39	0.27	0.18	0.14	0.08	0.05	0.04
1.00 l/s	60.0 l/min	R	376.89	119.00	35.25	7.55	2.56	0.82	0.36	0.15	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00
		v	7.31	4.62	2.83	1.51	0.97	0.61	0.43	0.30	0.20	0.15	0.09	0.06	0.04
1.20 l/s	72.0 l/min	R	534.11	168.06	49.55	10.56	3.57	1.14	0.50	0.20	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00
		v	8.77	5.54	3.40	1.82	1.17	0.73	0.52	0.36	0.24	0.19	0.11	0.07	0.05
1.40 l/s	84.0 l/min	R	718.65	225.31	66.18	14.04	4.74	1.51	0.66	0.27	0.10	0.06	0.02	0.01	0.00
		v	10.23	6.47	3.97	2.12	1.36	0.85	0.60	0.42	0.28	0.22	0.13	0.08	0.05
1.60 l/s	96.0 l/min	R	930.18	290.76	85.11	17.98	6.05	1.92	0.83	0.34	0.13	0.07	0.02	0.01	0.00
		v	11.69	7.39	4.53	2.42	1.55	0.97	0.69	0.48	0.32	0.25	0.15	0.10	0.06
1.80 l/s	108 l/min	R	1168.67	364.39	106.35	22.38	7.52	2.38	1.03	0.42	0.16	0.09	0.03	0.01	0.00
		v	13.15	8.32	5.10	2.73	1.75	1.09	0.77	0.54	0.36	0.28	0.17	0.11	0.07
2.00 l/s	120 l/min	R	1434.11	446.18	129.89	27.25	9.13	2.89	1.25	0.51	0.20	0.11	0.03	0.01	0.00
		v	14.61	9.24	5.67	3.03	1.94	1.21	0.86	0.60	0.40	0.31	0.19	0.12	0.08
2.20 l/s	132 l/min	R	1726.49	536.14	155.72	32.57	10.89	3.44	1.49	0.61	0.23	0.13	0.04	0.01	0.00
		v	16.08	10.17	6.23	3.33	2.14	1.34	0.95	0.65	0.44	0.34	0.21	0.13	0.09
2.40 l/s	144 l/min	R	2045.80	634.24	183.83	38.34	12.80	4.04	1.74	0.71	0.27	0.15	0.04	0.02	0.01
		v	17.54	11.09	6.80	3.63	2.33	1.46	1.03	0.71	0.48	0.37	0.23	0.14	0.09
2.60 l/s	156 l/min	R	2392.04	740.50	214.24	44.57	14.85	4.68	2.02	0.83	0.32	0.17	0.05	0.02	0.01
		v	19.00	12.01	7.37	3.94	2.53	1.58	1.12	0.77	0.52	0.40	0.25	0.16	0.10
2.80 l/s	168 l/min	R	2765.20	854.90	246.92	51.25	17.05	5.36	2.31	0.94	0.36	0.19	0.06	0.02	0.01
		v	20.46	12.94	7.93	4.24	2.72	1.70	1.20	0.83	0.56	0.43	0.26	0.17	0.11
3.00 l/s	180 l/min	R	3165.29	977.44	281.88	58.38	19.39	6.09	2.62	1.07	0.41	0.22	0.07	0.02	0.01
		v	21.92	13.86	8.50	4.54	2.91	1.82	1.29	0.89	0.60	0.46	0.28	0.18	0.12
3.20 l/s	192 l/min	R	3592.29	1108.12	319.13	65.96	21.88	6.86	2.95	1.20	0.46	0.25	0.07	0.03	0.01
		v	23.38	14.79	9.07	4.84	3.11	1.94	1.38	0.95	0.64	0.49	0.30	0.19	0.13
3.40 l/s	204 l/min	R	4046.21	1246.94	358.65	73.99	24.51	7.67	3.30	1.35	0.51	0.27	0.08	0.03	0.01
		v	24.85	15.71	9.63	5.15	3.30	2.06	1.46	1.01	0.68	0.53	0.32	0.21	0.13
3.60 l/s	216 l/min	R	4527.04	1393.89	400.45	82.47	27.29	8.53	3.67	1.49	0.57	0.30	0.09	0.03	0.01
		v	26.31	16.63	10.20	5.45	3.50	2.19	1.55	1.07	0.72	0.56	0.34	0.22	0.14
3.80 l/s	228 l/min	R	5034.79	1548.98	444.52	91.40	30.21	9.43	4.05	1.65	0.63	0.34	0.10	0.03	0.01
		v	27.77	17.56	10.77	5.75	3.69	2.31	1.63	1.13	0.76	0.59	0.36	0.23	0.15
4.00 l/s	240 l/min	R	5569.45	1712.21	490.87	100.78	33.27	10.38	4.45	1.81	0.69	0.37	0.11	0.04	0.01
		v	29.23	18.48	11.33	6.06	3.89	2.43	1.72	1.19	0.80	0.62	0.38	0.24	0.16
4.20 l/s	252 l/min	R	6131.02	1883.57	539.49	110.60	36.47	11.37	4.88	1.98	0.75	0.40	0.12	0.04	0.01
		v	30.69	19.41	11.90	6.36	4.08	2.55	1.81	1.25	0.84	0.65	0.40	0.25	0.16
4.40 l/s	264 l/min	R	6719.50	2063.06	590.39	120.87	39.82	12.40	5.31	2.16	0.82	0.44	0.13	0.05	0.02
		v	32.15	20.33	12.46	6.66	4.28	2.67	1.89	1.31	0.88	0.68	0.41	0.27	0.17
4.60 l/s	276 l/min	R	7334.89	2260.69	643.56	131.59	43.31	13.47	5.77	2.34	0.89	0.47	0.14	0.05	0.02
		v	33.61	21.25	13.03	6.96	4.47	2.79	1.98	1.37	0.92	0.71	0.43	0.28	0.18
\dot{V} = Παροχή (l/s)			R = Πτώση πίεσης (mbar/m)						v = Ταχύτητα (m/s)						

Πίνακας Π6 (συνέχεια)

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκολλούμενους πλαστικούς σωλήνες - Ζεστό Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

d x s			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1	160 x 21,9	200 x 27,4	250 x 34,2
V̇		α ₁	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
4.80 l/s	288 l/min	R	7977.19	2446.45	699.00	142.75	46.94	14.58	6.24	2.53	0.96	0.51	0.16	0.05	0.02
		v	35.08	22.18	13.60	7.27	4.66	2.91	2.07	1.43	0.96	0.74	0.45	0.29	0.19
5.00 l/s	300 l/min	R	8646.40	2650.34	756.72	164.36	50.71	16.74	6.73	2.73	1.03	0.55	0.17	0.06	0.02
		v	36.54	23.10	14.16	7.57	4.86	3.03	2.15	1.49	1.00	0.77	0.47	0.30	0.20
5.20 l/s	312 l/min	R	9342.51	2862.36	816.70	166.42	54.62	16.94	7.24	2.93	1.11	0.59	0.18	0.06	0.02
		v	38.00	24.03	14.73	7.87	5.05	3.16	2.24	1.55	1.04	0.80	0.49	0.31	0.20
5.40 l/s	324 l/min	R	10065.54	3082.51	878.96	178.92	58.68	18.18	7.77	3.15	1.19	0.64	0.19	0.07	0.02
		v	39.46	24.95	15.30	8.18	5.25	3.28	2.32	1.61	1.08	0.83	0.51	0.33	0.21
5.60 l/s	336 l/min	R	10815.47	3310.79	943.49	191.87	62.88	19.47	8.31	3.36	1.27	0.68	0.21	0.07	0.02
		v	40.92	25.88	15.86	8.48	5.44	3.40	2.41	1.67	1.12	0.86	0.53	0.34	0.22
5.80 l/s	348 l/min	R	11592.31	3547.20	1010.29	206.26	67.21	20.80	8.88	3.59	1.36	0.72	0.22	0.07	0.03
		v	42.38	26.80	16.43	8.78	5.64	3.52	2.50	1.73	1.16	0.90	0.56	0.35	0.23
6.00 l/s	360 l/min	R	12396.06	3791.75	1079.36	219.10	71.69	22.17	9.46	3.82	1.44	0.77	0.23	0.08	0.03
		v	43.84	27.72	17.00	9.08	5.83	3.64	2.58	1.79	1.20	0.93	0.57	0.36	0.23
6.20 l/s	372 l/min	R	13226.72	4044.42	1150.70	233.38	76.32	23.58	10.06	4.06	1.53	0.82	0.25	0.08	0.03
		v	45.31	28.65	17.56	9.39	6.02	3.76	2.67	1.85	1.24	0.96	0.58	0.37	0.24
6.40 l/s	384 l/min	R	14084.28	4305.22	1224.32	248.11	81.08	25.03	10.67	4.31	1.63	0.87	0.26	0.09	0.03
		v	46.77	29.57	18.13	9.69	6.22	3.88	2.75	1.91	1.28	0.99	0.60	0.39	0.25
6.60 l/s	396 l/min	R	14968.75	4574.15	1300.20	263.29	85.98	26.52	11.30	4.56	1.72	0.92	0.28	0.09	0.03
		v	48.23	30.50	18.70	9.99	6.41	4.01	2.84	1.96	1.32	1.02	0.62	0.40	0.26
6.80 l/s	408 l/min	R	15880.12	4851.21	1378.35	278.91	91.03	28.06	11.95	4.82	1.82	0.97	0.29	0.10	0.04
		v	49.69	31.42	19.26	10.29	6.61	4.13	2.93	2.02	1.36	1.05	0.64	0.41	0.27
7.00 l/s	420 l/min	R	16818.40	5136.40	1458.78	294.97	96.21	29.64	12.61	5.09	1.92	1.02	0.31	0.11	0.04
		v	51.15	32.34	19.83	10.60	6.80	4.25	3.01	2.08	1.40	1.08	0.66	0.42	0.27
7.50 l/s	450 l/min	R	19281.82	5884.94	1669.77	337.07	109.79	33.77	14.36	5.78	2.18	1.16	0.35	0.12	0.04
		v	54.81	34.65	21.25	11.35	7.29	4.55	3.23	2.23	1.50	1.16	0.71	0.45	0.29
8.00 l/s	480 l/min	R	21913.41	6684.29	1894.94	381.96	124.25	38.16	16.21	6.52	2.45	1.31	0.39	0.13	0.05
		v	58.46	36.96	22.66	12.11	7.77	4.86	3.44	2.38	1.60	1.24	0.75	0.48	0.31
9.00 l/s	540 l/min	R	27681.07	8435.39	2387.85	480.05	155.80	47.73	20.23	8.12	3.05	1.62	0.49	0.17	0.06
		v	65.77	41.59	25.50	13.63	8.74	5.46	3.87	2.68	1.80	1.39	0.85	0.54	0.35
10.0 l/s	600 l/min	R		10389.70	2937.49	589.25	190.87	58.34	24.68	9.89	3.71	1.97	0.59	0.20	0.07
		v		46.21	28.33	15.14	9.72	6.07	4.30	2.98	2.00	1.54	0.94	0.60	0.39
12.0 l/s	720 l/min	R		14907.94	4206.95	840.94	271.52	82.66	34.87	13.94	5.21	2.76	0.83	0.28	0.10
		v		55.45	34.00	18.17	11.66	7.28	5.16	3.57	2.40	1.85	1.13	0.72	0.47
14.0 l/s	840 l/min	R		20238.98	5703.31	1137.00	366.18	111.13	46.77	18.64	6.95	3.68	1.10	0.37	0.13
		v		64.69	39.66	21.20	13.60	8.50	6.02	4.17	2.80	2.16	1.32	0.85	0.55
16.0 l/s	960 l/min	R			7426.54	1477.42	474.85	143.74	60.36	24.00	8.93	4.72	1.40	0.47	0.17
		v			45.33	24.22	15.55	9.71	6.88	4.76	3.20	2.47	1.51	0.97	0.63
18.0 l/s	1080 l/min	R			9376.64	1862.20	597.51	180.47	75.65	30.02	11.14	5.88	1.75	0.59	0.20
		v			50.99	27.25	17.49	10.93	7.74	5.36	3.60	2.78	1.70	1.09	0.70
V̇ = Παροχή (l/s)			R = Πτώση πίεσης (mbar/m)						v = Ταχύτητα (m/s)						

Πίνακας Π6 (συνέχεια)

Τιμές του R και v για Αυτοσυγκολλούμενους πλαστικούς σωλήνες - Ζεστό Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

$d \times s$			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,5	50 x 8,9	63 x 11,6	75 x 15,3	90 x 20,3	110 x 26,1	125 x 33,1	160 x 42,9	200 x 57,4	250 x 76,2
\dot{V}		d_i	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	114,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
20.0 l/s	1200 l/min	R			11553.60	2291.32	734.16	221.33	92.63	36.70	13.59	7.16	2.12	0.71	0.25
		v			56.66	30.28	19.43	12.14	8.60	5.95	4.00	3.09	1.89	1.21	0.78
22.0 l/s	1320 l/min	R			13957.43	2764.79	884.80	266.31	111.30	44.02	16.28	8.57	2.54	0.85	0.30
		v			62.32	33.31	21.38	13.35	9.47	6.55	4.40	3.40	2.07	1.33	0.86
24.0 l/s	1440 l/min	R			16588.12	3282.60	1049.43	315.41	131.66	52.00	19.20	10.10	2.98	1.00	0.35
		v			67.99	36.34	23.32	14.57	10.33	7.14	4.80	3.71	2.26	1.45	0.94
26.0 l/s	1560 l/min	R				3844.75	1228.04	368.63	153.71	60.63	22.35	11.74	3.46	1.16	0.40
		v				39.36	25.26	15.78	11.19	7.74	5.20	4.02	2.45	1.57	1.02
28.0 l/s	1680 l/min	R				4451.23	1420.64	425.97	177.44	69.91	25.74	13.51	3.98	1.33	0.46
		v				42.39	27.21	17.00	12.05	8.34	5.60	4.32	2.64	1.69	1.10
30.0 l/s	1800 l/min	R				5102.06	1627.21	487.43	202.86	79.84	29.36	15.40	4.53	1.51	0.52
		v				45.42	29.15	18.21	12.91	8.93	6.00	4.63	2.83	1.81	1.17
32.0 l/s	1920 l/min	R				5797.23	1847.77	553.00	229.97	90.42	33.21	17.41	5.11	1.71	0.59
		v				48.45	31.09	19.42	13.77	9.53	6.40	4.94	3.02	1.93	1.25
34.0 l/s	2040 l/min	R				6536.73	2082.31	622.69	258.76	101.65	37.30	19.53	5.73	1.91	0.66
		v				51.47	33.03	20.64	14.63	10.12	6.80	5.25	3.21	2.05	1.33
36.0 l/s	2160 l/min	R				7320.56	2330.83	696.50	289.24	113.53	41.61	21.78	6.38	2.12	0.73
		v				54.50	34.98	21.85	15.49	10.72	7.20	5.56	3.39	2.17	1.41
38.0 l/s	2280 l/min	R					2593.33	774.42	321.40	126.06	46.16	24.15	7.07	2.35	0.81
		v					36.92	23.07	16.35	11.31	7.60	5.87	3.58	2.29	1.49
40.0 l/s	2400 l/min	R					2869.81	856.46	355.25	139.23	50.94	26.63	7.78	2.59	0.89
		v					38.86	24.28	17.21	11.91	8.00	6.18	3.77	2.42	1.56
42.0 l/s	2520 l/min	R					3160.26	942.61	390.77	153.06	55.95	29.24	8.54	2.83	0.97
		v					40.81	25.49	18.07	12.50	8.40	6.49	3.96	2.54	1.64
44.0 l/s	2640 l/min	R					3464.70	1032.88	427.99	167.53	61.20	31.96	9.32	3.09	1.06
		v					42.75	26.71	18.93	13.10	8.80	6.80	4.15	2.66	1.72
46.0 l/s	2760 l/min	R					3783.12	1127.26	466.88	182.65	66.67	34.80	10.14	3.36	1.15
		v					44.69	27.92	19.79	13.69	9.20	7.10	4.34	2.78	1.80
48.0 l/s	2880 l/min	R					4115.51	1225.76	507.46	198.41	72.38	37.76	10.99	3.64	1.25
		v					46.64	29.14	20.65	14.29	9.60	7.41	4.53	2.90	1.88
50.0 l/s	3000 l/min	R					4461.88	1328.37	549.73	214.83	78.31	40.84	11.88	3.93	1.35
		v					48.58	30.35	21.51	14.88	10.00	7.72	4.71	3.02	1.96
52.0 l/s	3120 l/min	R					4822.23	1435.09	593.67	231.89	84.48	44.04	12.80	4.23	1.45
		v					50.52	31.56	22.37	15.48	10.40	8.03	4.90	3.14	2.03
54.0 l/s	3240 l/min	R					5196.56	1545.93	639.30	249.60	90.88	47.35	13.75	4.54	1.56
		v					52.47	32.78	23.23	16.07	10.80	8.34	5.09	3.26	2.11
56.0 l/s	3360 l/min	R					5584.87	1660.88	686.61	267.95	97.51	50.79	14.74	4.87	1.67
		v					54.41	33.99	24.09	16.67	11.20	8.65	5.28	3.38	2.19
58.0 l/s	3480 l/min	R					5987.15	1779.95	735.60	286.95	104.37	54.34	15.75	5.20	1.78
		v					56.35	35.21	24.95	17.27	11.60	8.96	5.47	3.50	2.27
\dot{V} = Παροχή (l/s)					R = Πτώση πίεσης (mbar/m)					v = Ταχύτητα (m/s)					

Πίνακας Π6 (συνέχεια)

Τιμές του R και u για Αυτοσυγκλλούμενους πλαστικούς σωλήνες - Ζεστό Νερό
[Πηγή: Aquatherm]

d x ε			20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1	160 x 21,9	200 x 27,4	250 x 34,2
V̇		ci	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm	116,2 mm	145,2 mm	181,6 mm
60.0 l/s	3600 l/min	R						1903.13	786.28	306.60	111.46	58.01	16.81	5.54	1.90
	v							36.42	25.81	17.86	12.00	9.27	5.66	3.62	2.35
62.0 l/s	3720 l/min	R						2030.42	838.64	326.90	118.78	61.80	17.89	5.90	2.02
	v							37.63	26.67	18.46	12.40	9.57	5.85	3.74	2.43
64.0 l/s	3840 l/min	R						2161.83	892.68	347.85	126.34	65.71	19.01	6.26	2.14
	v							38.85	27.54	19.05	12.80	9.88	6.04	3.87	2.50
66.0 l/s	3960 l/min	R						2297.35	948.41	369.44	134.12	69.73	20.16	6.64	2.27
	v							40.06	28.40	19.65	13.20	10.19	6.22	3.99	2.58
68.0 l/s	4080 l/min	R						2436.99	1005.82	391.67	142.13	73.88	21.35	7.02	2.40
	v							41.28	29.26	20.24	13.60	10.50	6.41	4.11	2.66
70.0 l/s	4200 l/min	R						2580.74	1064.91	414.56	150.38	78.14	22.56	7.42	2.53
	v							42.49	30.12	20.84	14.00	10.81	6.60	4.23	2.74
72.0 l/s	4320 l/min	R						2728.60	1125.68	438.09	158.85	82.52	23.82	7.82	2.67
	v							43.70	30.98	21.43	14.40	11.12	6.79	4.35	2.82
74.0 l/s	4440 l/min	R						2880.58	1188.13	462.27	167.56	87.02	25.10	8.24	2.81
	v							44.92	31.84	22.03	14.80	11.43	6.98	4.47	2.90
76.0 l/s	4560 l/min	R						3036.66	1252.27	487.10	176.50	91.64	26.42	8.67	2.95
	v							46.13	32.70	22.62	15.20	11.74	7.17	4.59	2.97
78.0 l/s	4680 l/min	R						3196.87	1318.09	512.57	185.66	96.37	27.77	9.11	3.10
	v							47.35	33.56	23.22	15.60	12.06	7.36	4.71	3.05
80.0 l/s	4800 l/min	R						3361.18	1385.59	538.69	195.06	101.23	29.15	9.56	3.25
	v							48.56	34.42	23.81	16.00	12.35	7.54	4.83	3.13
85.0 l/s	5100 l/min	R						3789.97	1561.70	606.81	219.56	113.88	32.75	10.73	3.65
	v							51.59	36.57	25.30	17.00	13.13	8.02	5.13	3.33
90.0 l/s	5400 l/min	R						4244.46	1748.33	678.98	245.50	127.26	36.56	11.96	4.06
	v							54.63	38.72	26.79	17.99	13.90	8.49	5.44	3.52
95.0 l/s	5700 l/min	R						1945.47	755.19	272.88	141.39	40.58	13.26	4.50	
	v							40.87	28.28	18.99	14.67	8.96	5.74	3.72	
100.0 l/s	6000 l/min	R						2153.13	835.44	301.70	156.25	44.80	14.63	4.96	
	v							43.02	29.77	19.99	15.44	9.43	6.04	3.91	
105.0 l/s	6300 l/min	R						2371.30	919.73	331.96	171.85	49.22	16.06	5.44	
	v							45.18	31.26	20.99	16.22	9.90	6.34	4.11	
V̇ = Παροχή (l/s)			R = Πτώση πίεσης (mbar/m)					v = Ταχύτητα (m/s)							

Πίνακας Π6 (συνέχεια)

Τιμές του R και u για πολυστρωματικούς σωλήνες
[Πηγή: Rehau]

Παροχή Q lit/sec	Φ 16		Φ 20		Φ 25	
	R mbar/m	u m/sec	R mbar/m	u m/sec	R mbar/m	u m/sec
0,01	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,04
0,02	0,8	0,2	0,3	0,1	0,1	0,08
0,03	1,6	0,3	0,6	0,2	0,2	0,12
0,04	2,6	0,4	0,9	0,2	0,3	0,16
0,05	3,9	0,5	1,4	0,3	0,5	0,20
0,06	5,3	0,6	1,9	0,4	0,7	0,24
0,07	6,9	0,7	2,5	0,4	0,9	0,28
0,08	8,7	0,8	3,1	0,5	1,1	0,31
0,09	10,7	0,9	3,8	0,6	1,3	0,35
0,10	12,8	0,9	4,6	0,6	1,6	0,4
0,15	26,1	1,4	9,3	0,9	3,2	0,6
0,20	43,5	1,9	15,4	1,2	5,3	0,8
0,25	64,8	2,4	22,8	1,5	7,8	1,0
0,30	89,9	2,8	31,6	1,8	10,8	1,2
0,35	118,8	3,3	41,6	2,1	14,2	1,4
0,40	151,3	3,8	52,9	2,5	18,0	1,6
0,45	187,4	4,3	65,4	2,8	22,2	1,8
0,50	227,2	4,7	79,1	3,1	26,8	2,0
0,55	270,5	5,2	94,0	3,4	31,8	2,2
0,60	317,3	5,7	110,1	3,7	37,2	2,4
0,65	367,7	6,2	127,3	4,0	43,0	2,6
0,70	-	-	145,8	4,3	49,2	2,8
0,75	-	-	165,3	4,6	55,7	2,9
0,80	-	-	186,1	4,9	62,6	3,1
0,85	-	-	208,0	5,2	69,9	3,3
0,90	-	-	231,0	5,5	77,5	3,5
0,95	-	-	255,2	5,8	85,5	3,7
1,00	-	-	280,5	6,1	93,9	3,9
1,05	-	-	-	-	102,7	4,1
1,10	-	-	-	-	111,8	4,3
1,15	-	-	-	-	121,3	4,5
1,20	-	-	-	-	131,1	4,7
1,25	-	-	-	-	141,3	4,9
1,30	-	-	-	-	151,8	5,1

Πίνακας Π7

Τιμές του R και u για πολυστρωματικούς σωλήνες
[Πηγή: Rehau]

Παροχή Q lt/sec	$\varnothing 32$		$\varnothing 40$		$\varnothing 50$		$\varnothing 63$	
	R mbar/m	u m/sec	R mbar/m	u m/sec	R mbar/m	u m/sec	R mbar/m	u m/sec
0,1	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1
0,2	1,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
0,3	3,2	0,7	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2
0,4	5,3	0,9	1,8	0,6	0,6	0,4	0,2	0,2
0,5	7,9	1,2	2,7	0,8	0,9	0,5	0,3	0,3
0,6	10,9	1,4	3,7	0,9	1,3	0,6	0,4	0,4
0,7	14,4	1,7	4,9	1,1	1,7	0,7	0,6	0,4
0,8	18,3	1,9	6,2	1,2	2,2	0,8	0,7	0,5
0,9	22,6	2,1	7,7	1,4	2,7	0,9	0,9	0,6
1,0	27,3	2,4	9,3	1,5	3,2	1,0	1,1	0,6
1,1	32,5	2,6	11,0	1,7	3,8	1,1	1,3	0,7
1,2	38,0	2,8	12,9	1,8	4,4	1,2	1,5	0,7
1,3	44,0	3,1	14,9	2,0	5,1	1,3	1,7	0,8
1,4	50,3	3,3	17,0	2,1	5,8	1,4	1,9	0,9
1,5	52,0	3,5	19,3	2,3	6,6	1,5	2,2	0,9
1,6	64,2	3,8	21,7	2,4	7,4	1,6	2,4	1,0
1,7	71,7	4,0	24,2	2,6	8,3	1,7	2,7	1,0
1,8	79,6	4,3	26,8	2,7	9,2	1,7	3,0	1,1
1,9	87,9	4,5	29,6	2,9	10,1	1,8	3,3	1,2
2,0	96,5	4,7	32,5	3,0	11,1	1,9	3,6	1,2
2,1	105,6	5,0	35,5	3,2	12,1	2,0	4,0	1,3
2,2	115,0	5,2	38,6	3,3	13,2	2,1	4,3	1,3
2,3	-	-	41,9	3,5	14,3	2,2	4,7	1,4
2,4	-	-	45,3	3,6	15,4	2,3	5,0	1,5
2,5	-	-	48,8	3,8	16,6	2,4	5,4	1,5
2,6	-	-	52,4	3,9	17,8	2,5	5,8	1,6
2,7	-	-	56,2	4,1	19,1	2,6	6,2	1,7
2,8	-	-	60,1	4,2	20,4	2,7	6,7	1,7
2,9	-	-	64,1	4,4	21,7	2,8	7,1	1,8
3,0	-	-	68,2	4,5	23,1	2,9	7,5	1,8
3,1	-	-	72,4	4,7	24,5	3,0	8,0	1,9
3,2	-	-	76,8	4,8	26,0	3,1	8,5	2,0
3,3	-	-	81,2	5,0	27,5	3,2	9,0	2,0
3,4	-	-	85,8	5,1	29,0	3,3	9,5	2,1
3,5	-	-	-	-	30,6	3,4	10,0	2,1
3,6	-	-	-	-	32,2	3,5	10,5	2,2
3,7	-	-	-	-	33,9	3,6	11,0	2,3
3,8	-	-	-	-	35,6	3,7	11,6	2,3
3,9	-	-	-	-	37,3	3,8	12,1	2,4
4,0	-	-	-	-	39,1	3,9	12,7	2,4
4,1	-	-	-	-	40,9	4,0	13,3	2,5
4,2	-	-	-	-	42,7	4,1	13,9	2,6
4,3	-	-	-	-	44,6	4,2	14,5	2,6
4,4	-	-	-	-	46,5	4,3	15,1	2,7
4,5	-	-	-	-	48,5	4,4	15,7	2,8
4,6	-	-	-	-	50,5	4,5	16,4	2,8
4,7	-	-	-	-	52,6	4,6	17,0	2,9
4,8	-	-	-	-	54,6	4,7	17,7	2,9
4,9	-	-	-	-	56,7	4,8	18,4	3,0
5,0	-	-	-	-	58,9	4,9	19,1	3,1

Πίνακας Π7 (συνέχεια)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :**A. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:**

- [A1] Αλέξης Γεώργιος, *Η Τεχνολογία της Ψύξης*, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 2007
- [A2] Βραχόπουλος Γρ. Μιχάλης, *Αναλυτική προσέγγιση κεντρικών θερμάνσεων*, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 2004
- [A3] Βραχόπουλος Γρ. Μιχάλης, *Ψυκτικές Διατάξεις*, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2000
- [A4] Ιωαννίδης Ι. Δημήτρης & Γεωργακάκης Ι. Μανώλης, *Θερμάνσεις*, Εκδόσεις Ευγενιδείου Ιδρύματος, Αθήνα 2003
- [A5] Ιωαννίδης Ι. Δημήτρης, *Κλιματισμός*, Εκδόσεις Ευγενιδείου Ιδρύματος, Αθήνα 2003
- [A6] Κοντορουπής Μ. Γιώργος, *Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις κτιρίων και πόλεων*, Αθήνα 1978
- [A7] Κορωνάκης Περικλής, *Εφαρμοσμένη Ρευστομηχανική*, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2006
- [A8] Κορωνάκης Περικλής, *Μηχανική Ρευστών*, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2009
- [A9] Κουρεμένος Α. Δημήτριος, *Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις*, Εκδόσεις Ευγενιδείου Ιδρύματος, Αθήνα 2003
- [A10] Κουρής Σ. Σ. & Σωτηρόπουλος Α. Β., *Ηλεκτρολογικές και Μηχανολογικές εγκαταστάσεις σε κτήρια*, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη 1996
- [A11] Λαζαρίδης Ε. Λάζαρος, *Υδραυλικές Εγκαταστάσεις*, Εκδόσεις Ευγενιδείου Ιδρύματος, Αθήνα 1998
- [A12] Μαλαχίας Γιώργος, *Πυροπροστασία & 4 πρότυπες μελέτες*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα 1994

- [A13] Νίκας Π. Κωνσταντίνος – Στέφανος, *Αρχές της Μετάδοσης Θερμότητας για Μηχανικούς*, Αθήνα 2010
- [A14] Νίκας Π. Κωνσταντίνος – Στέφανος & Παπάζογλου Σ. Ελένη, *Αρχές της Μετάδοσης Θερμότητας για Μηχανικούς – Συνοπτική Θεωρία & Ασκήσεις*, Αθήνα 2010
- [A15] Παπαϊωάννου Θ. Άγγελος, *Μηχανική των Ρευστών*, Τόμοι 1 & 2, Εκδόσεις Κοράλι, Αθήνα 1998
- [A16] Παπακωνσταντίνου Κωνσταντίνα & Μπελιάς Χρήστος, *Υγιεινή και Ασφάλεια Εργασίας*, Εκδόσεις Rosili, Αθήνα 2007
- [A17] Σελλούντος Η. Βάιος, *Θέρμανση – Κλιματισμός*, Τόμοι 1 & 2, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ, Αθήνα 2005
- [A18] Σελλούντος Β., Περγίδης Στ., Παπαϊωάννου Γ. & Χουσιανάκος Κ., *Πυρασφάλεια – Εφαρμοσμένη Πυροπροστασία και Στοιχεία Πυρόσβεσης*, Εκδόσεις Φοίβος, Αθήνα 1988
- [A19] Στεργίου Ι. Κωνσταντίνος, *Σχεδιασμός Κατασκευών*, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2004
- [A20] Φουντουκίδης Γ. Ευάγγελος, *Εργαστηριακές ασκήσεις χημικής και περιβαλλοντικής τεχνολογίας*, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2009
- [A21] Χαρόνης Γ. Παναγιώτης, *Μηχανολογικές εγκαταστάσεις κτηρίων*, τόμος 1, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2003

B. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΜΕΤΑΦΡΑΣΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- [B1] Brickle Siegfried, Harterick Manfred, Merkle Helmut, Schuler Karl & Uhr Ulrich, *Θερμοϋδραυλικές Εγκαταστάσεις*, Επιμέλεια Μετάφρασης: Μελέτης Βούλγαρης, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 1999
- [B2] Giles V. Ranald, *Μηχανική των Ρευστών & Υδραυλική*, Επιμέλεια Μετάφρασης: Μελέτης Μέγγος Αλέξανδρος & Ντουσόπουλος Γεώργιος, Εκδόσεις ΕΣΠΙ, Αθήνα 1998

- [B3] McQuiston C. Faye & Parker D. Jerrald, *Θέρμανση, Αερισμός και Κλιματισμός*, Επιμέλεια Μετάφρασης: Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2003
- [B4] Recknagel Hermann & Sprenger Eberhand, *Θέρμανση και Κλιματισμός*, τόμοι 1 & 2, Επιμέλεια Μετάφρασης: Δημάκος Μ. Ν. & Πααθανασίου Ζ. Μ., Εκδόσεις Μ. Γκιούρας, Αθήνα 1992

Γ. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- [Γ1] Brumbaugh E. James, *Audel HVAC Fundamentals, Volume 1: Heating Systems, Furnaces and Boilers*, 4th Edition, Wiley, Canada 2004
- [Γ2] Brumbaugh E. James, *Audel HVAC Fundamentals, Volume 2: Heating System Components, Gas and Oil Burners*, 4th Edition, Wiley, Canada 2004
- [Γ3] Brumbaugh E. James, *Audel HVAC Fundamentals, Volume 3: Air Conditioning, Heat Pumps and Distribution Systems*, 4th Edition, Wiley, Canada 2004
- [Γ4] Cengel A. Yunus & Boles A. Michael, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 8th Edition, McGraw – Hill, N.Y. 2015
- [Γ5] Cengel A. Yunus & Cimbala M. John, *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*, 3th Edition, McGraw – Hill, N.Y. 2014
- [Γ6] Cengel A. Yunus, *Heat and Mass Transfers – An Practical Approach*, 3th Edition, McGraw – Hill, N.Y. 2014
- [Γ7] Grondzik T. Walter, Kwok G. Alison, Stein Benjamin & Reynolds S. John, *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*, 11th Edition, Willey, Canada 2010
- [Γ8] Kreider F. Jan, *Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning*, CRC Press, Florida 2000

- [Γ9] Stanford W. Herbert, *HVAC Water Chillers and Cooling Towers – Fundamentals – Applications and Operation*, 2th Edition, CRC Press, Florida 2011

Α. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ:

- [Δ1] Ζήσιμος Ιωάννης, *Σωληνουργείο, σημειώσεις μαθήματος : Μηχανολογικό Εργαστήριο I*, ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ
- [Δ2] Μονιάκης Ε. Μύρων, *Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις I (Υδρευση – Αποχέτευση), σημειώσεις μαθήματος*, ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ
- [Δ3] Μονιάκης Ε. Μύρων, *Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις II (Πυροπροστασία), σημειώσεις μαθήματος*, ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ
- [Δ4] Νάζος Γ. Αντώνιος, *Θέρμανση – Κλιματισμός, σημειώσεις μαθήματος*, ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ
- [Δ5] Παπακώστας Κωνσταντίνος, *Κλιματισμός, σημειώσεις μαθήματος*, ΑΠΘ, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Ε. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ:

- [E1] BS EN 12831 / 2003: *Heating systems in building – Method of calculation of the design heat load*
- [E2] DIN 18022: *Küchen, Bäder und WCs im Wohnungsbau – Planungsgrundlagen.*
- [E3] ΤΟΤΕΕ 2411/86 : *Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου – ζεστού νερού χρήσης*
- [E4] ΤΟΤΕΕ 2412/86 : *Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις*

- [E5] ΤΟΤΕΕ 2421/86 Μέρος 1^ο : *Εγκαταστάσεις σε κτήρια : Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών χώρων*
- [E6] ΤΟΤΕΕ 2421/86 Μέρος 2^ο : *Εγκαταστάσεις σε κτήρια : Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών χώρων*
- [E7] ΤΟΤΕΕ 2423/ 86 : *Εγκαταστάσεις σε κτήρια : Κλιματισμός κτηριακών χώρων*
- [E8] ΤΟΤΕΕ 2425/ 86 : *Εγκαταστάσεις σε κτήρια : Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων*
- [E9] ΤΟΤΕΕ 2451/ 86 : *Εγκαταστάσεις σε κτήρια : Μόνιμα πυροσβεστικά συστήματα με νερό*
- [E10] ΤΟΤΕΕ 20701–1/2010 : *Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*
- [E11] ΤΟΤΕΕ 20701–2/2010 : *Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων*
- [E12] ΤΟΤΕΕ 20701–3/2010 : *Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών περιοχών*
- [E13] ΦΕΚ 892/Β΄/11.7.2001: *Ποιότητα νερού για ανθρώπινη κατανάλωση*
- [E14] ΦΕΚ 963/Β΄/15.7.2003: *Κανονισμός εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar*
- [E15] ΦΕΚ 973/Β΄/28.3.2012: *Κανονισμός εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 500 mbar*

ΣΤ. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ:

- [ΣΤ1] Τεχνικά Εγχειρίδια Aquatherm
- [ΣΤ2] Τεχνικά Εγχειρίδια Halcor
- [ΣΤ3] Τεχνικά Εγχειρίδια Nikolsol

- [ΣΤ4] Τεχνικά Εγχειρίδια Rehau
- [ΣΤ5] Τεχνικά Εγχειρίδια Virax
- [ΣΤ6] Τεχνικά Εγχειρίδια Wilo
- [ΣΤ7] Τεχνικά Εγχειρίδια Βιοσώλ
- [ΣΤ8] Τεχνικά Εγχειρίδια Fyrogenis