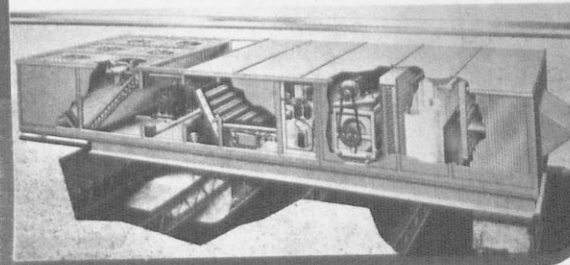
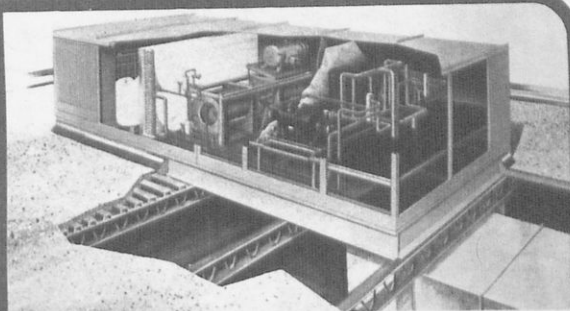


ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Δημητρ. Ί. Ίωαννίδη

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.

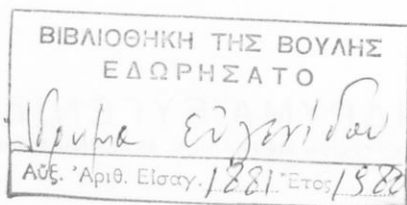


002
ΚΛΣ
ΣΤ2Β
2162



ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ





ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης, ὁ ἰδρυτής καί χορηγός τοῦ «Ἰδρύματος Εὐγενίδου», πολὺ νωρὶς πρόβλεψε καί σχημάτισε τὴν πεποίθησιν ὅτι ἡ ἄρτια κατάρτιση τῶν τεχνικῶν μας, σέ συνδυασμὸ μὲ τὴν ἐθνικὴ ἀγωγὴ, θά ἦταν ἀναγκαῖος καί ἀποφασιστικός παράγοντας τῆς προόδου τοῦ ἔθνους μας.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴ ὁ Εὐγενίδης ἐκδήλωσε μὲ τὴ γενναιόφρονα πράξιν εὐεργεσίας, νὰ κληροδοτήσῃ σεβαστὸ ποσὸ γιὰ τὴ σύστασιν Ἰδρύματος ποῦ θά εἶχε σκοπὸ νὰ συμβάλλῃ στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευσιν τῶν νέων τῆς Ἑλλάδας.

Ἐτσι τὸ Φεβρουάριον τοῦ 1956 συστήθηκε τὸ «Ἰδρυμα Εὐγενίδου», τοῦ ὁποίου τὴν διοίκηση ἀνέλαβε ἡ ἀδελφὴ του κυρία Μαριάνθη Σίμου, σύμφωνα μὲ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτη.

Ἀπὸ τὸ 1956 μέχρι σήμερα ἡ συμβολὴ τοῦ Ἰδρύματος στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευσιν πραγματοποιεῖται μὲ διάφορες δραστηριότητες. Ὅμως ἀπ' αὐτὲς ἡ σημαντικότερη, ποῦ κρίθηκε ἀπὸ τὴν ἀρχὴ ὡς πρώτης ἀνάγκης, εἶναι ἡ ἐκδόσις βιβλίων γιὰ τοὺς μαθητὰς τῶν τεχνικῶν σχολῶν.

Μέχρι σήμερα ἐκδόθηκαν 150 τόμοι βιβλίων, ποὺ ἔχουν διατεθεῖ σέ πολλὰ ἐκατομμύρια τεύχη, καί καλύπτουν ἀνάγκες τῶν Κατώτερων καί Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν τοῦ Ὑπ. Παιδείας, τῶν Σχολῶν τοῦ Ὁργανισμοῦ Ἀπασχολήσεως Ἑργατικοῦ Δυναμικοῦ (ΟΑΕΔ) καί τῶν Δημοσίων Σχολῶν Ἐμπορικοῦ Ναυτικοῦ.

Μοναδικὴ φροντίδα τοῦ Ἰδρύματος σ' αὐτὴ τὴν ἐκδοτικὴν του προσπάθειαν ἦταν καί εἶναι ἡ ποιότητα τῶν βιβλίων, ἀπὸ ἀποψη ὅχι μόνον ἐπιστημονικὴ, παιδαγωγικὴ καί γλωσσικὴ, ἀλλὰ καί ἀπὸ ἀποψη ἐμφανίσεως, ὥστε τὸ βιβλίον νὰ ἀγαπηθεῖ ἀπὸ τοὺς νέους.

Γιὰ τὴν ἐπιστημονικὴ καί παιδαγωγικὴ ποιότητα τῶν βιβλίων, τὰ κείμενα ὑποβάλλονται σέ πολλὰς ἐπεξεργασίας καί βελτιώνονται πρὶν ἀπὸ καθε νέα ἐκδόσιν.

Ἰδιαίτερη σημασία ἀπέδωσε τὸ Ἰδρυμα ἀπὸ τὴν ἀρχὴ στὴν ποιότητα τῶν βιβλίων ἀπὸ γλωσσικὴ ἀποψη, γιατί πιστεῖται ὅτι καί τὰ τεχνικὰ βιβλία, ὅταν εἶναι γραμμένα σέ γλῶσσα ἄρτια καί ὁμοιόμορφη ἀλλὰ καί κατάλληλη γιὰ τὴ στάθμην τῶν μαθητῶν, μποροῦν νὰ συμβάλλουν στὴν γλωσσικὴ διαπαιδαγώγησιν τῶν μαθητῶν.

Ἐτσι μὲ ἀπόφασιν ποῦ πάρθηκε ἤδη ἀπὸ τὸ 1956 ὅλα τὰ βιβλία τῆς Βιβλιοθήκης τοῦ Τεχνίτη, δηλαδὴ τὰ βιβλία γιὰ τίς Κατώτερες Τεχνικὰς Σχολάς, ὅπως ἀργότερα καί γιὰ τίς Σχολάς τοῦ ΟΑΕΔ, εἶναι γραμμένα σέ γλῶσσα δημοτικὴ μὲ βάση τὴν γραμματικὴν τοῦ Τριανταφυλλίδη, ἐνῶ ὅλα τὰ ἄλλα βιβλία εἶναι γραμμένα στὴν ἀπλὴν καθαρεύουσαν. Ἡ γλωσσικὴ ἐπεξεργασία τῶν βιβλίων γίνεται ἀπὸ φιλόλογους τοῦ Ἰδρύματος καί ἔτσι ἐξασφαλίζεται ἡ ἐνιαία σύνταξις καί ὁρολογία καθε κατηγορίας βιβλίων.

Ἡ ποιότητα τοῦ χαρτιοῦ, τὸ εἶδος τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων, τὰ σωστά σχήματα καὶ ἡ καλαίσθητη σελιδοποίηση, τὸ ἐξώφυλλο καὶ τὸ μέγεθος τοῦ βιβλίου περιλαμβάνονται καὶ αὐτὰ στίς φροντίδες τοῦ Ἰδρύματος.

Τὸ Ἰδρυμα θεώρησε ὅτι εἶναι ὑποχρέωσή του, σύμφωνα μέ τὸ πνεῦμα τοῦ ἱδρυτῆ του, νά θέσει στήν διάθεση τοῦ Κράτους ὅλη αὐτή τήν πείρα του τῶν 20 ἐτῶν, ἀναλαμβάνοντας τήν ἐκδοση τῶν βιβλίων καὶ γιά τίς νέες Τεχνικές καὶ Ἑπαγγελματικές Σχολές καὶ τὰ νέα Τεχνικά καὶ Ἑπαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα μέ τὰ Ἀναλυτικά Προγράμματα τοῦ Κ.Ε.Μ.Ε.

Τά χρονικά περιθώρια γι' αὐτή τήν νέα ἐκδοτική προσπάθεια ἦταν πολύ περιορισμένα καὶ ἴσως γι' αὐτό, ἰδίως τὰ πρῶτα βιβλία αὐτῆς τῆς σειρᾶς, νά παρουσιάσουν ἀτέλειες στή συγγραφή ἢ στήν ἐκτύπωση, πού θά διορθωθοῦν στή νέα τους ἐκδοση. Γι' αὐτό τὸ σκοπὸ ἐπικαλούμαστε τήν βοήθεια ὄλων ὧν θά χρησιμοποιοῦσιν τὰ βιβλία, ὥστε νά μᾶς γνωστοποιήσουν κάθε παρατήρησή τους γιά νά συμβάλλουν καὶ αὐτοὶ στή βελτίωση τῶν βιβλίων.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ἀλέξανδρος Ι. Παπᾶς, Ὁμ. Καθηγητῆς ΕΜΠ, Πρόεδρος.
Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ.-Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, Ἀντιπρόεδρος.
Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητῆς ΕΜΠ, τ. Διοικητῆς ΔΕΗ.
Παναγιώτης Χατζηιωάννου, Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, Γεν. Δ/τῆς Ἑπαγ/κῆς Ἑκπ. Ὑπ. Παιδείας.
Ἐπιστῆμ. Σύμβουλος, **Γ. Ροῦσσος**, Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ.
Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος, **Κ. Α. Μανᾶφης**, Καθηγητῆς Φιλοσοφικῆς Σχολῆς Παν/μίου Ἀθηνῶν.
Γραμματεὺς, **Δ. Π. Μεγαρίτης**.

Διατελέσαντα μέλη ἢ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδῆς † (1955 - 1959) Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Ἄγγελος Καλογεράς** † (1957 - 1970) Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Δημήτριος Νιάντας** (1957 - 1965) Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Μιχαὴλ Σπετσιέρης** (1956 - 1959), **Νικόλαος Βασιωτῆς** (1960 - 1967), **Θεόδωρος Κουζέλης** (1968 - 1976) Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ.



E

3

21warrism, Infirmary

1^η ΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΙΩΑΝ. ΙΩΑΝΝΙΔΟΥ

ΜΗΧ/ΤΟΥ – ΗΛΕΚ/ΤΟΥ Ε.Μ.Π.

M. Eng. Concordia Univ.

ΑΘΗΝΑ

1979

002
ΛΠΕ
ΕΤ2Β
2162

ΖΟΜΖΙΤΑΜΙΑ

ΤΟΜΟΣ ΒΙ ΜΕΤΕΠΙΣΤΗΜΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τό βιβλίο αυτό άπευθύνεται στους μαθητές τής Γ' τάξεως, Τμήμα Μηχανολόγων, τοῦ Τεχνικοῦ Λυκείου. Ἐχει ὡς σκοπό τήν παροχή τῶν ἀπαραιτήτων στοιχείων, ὥστε νά ἀποκτήσουν γνώσεις γιά τή λειτουργία, τίς δυνατότητες, τή χρησιμότητα, τήν ἐπιλογή καί τή συντήρηση τῶν βασικῶν ἐγκαταστάσεων κλιματισμοῦ. Γι' αὐτό καί τό περιεχόμενό του εἶναι, βασικά, περιγραφικό μέ πολύ περιορισμένη χρήση μαθηματικῶν ὑπολογισμῶν. Ἔτσι δέν ἀποτελεῖ σέ καμιά περίπτωση ἐγγερίδιο ὅπως εἶναι τά ἐγγερίδια πού χρησιμοποιοῦν οἱ μελετητές γιά τόν ὑπολογισμό καί τήν ἐπιλογή τῶν καταλλήλων κλιματιστικῶν ἐγκαταστάσεων, παρόλο πού σέ μερικά κεφάλαια δίνονται ἀρκετά στοιχεῖα (πίνακες, τύποι ὑπολογισμοῦ κλπ.), τά ὁποῖα ὅμως εἶναι κατάλληλα μόνο γιά τόν καθηγητή καί τοὺς μαθητές του. Σημειώνομε ἐδῶ ὅτι γιά τήν κατανόηση τοῦ μαθήματος προϋποτίθεται καί ἡ προηγούμενη (ἢ καί παράλληλη) διδασκαλία τοῦ μαθήματος «Ψυκτικές Διατάξεις».

Πρίν ἀπό τήν ἀνάπτυξη τῶν βασικῶν ἐνοτήτων τοῦ βιβλίου, παρέχονται στοιχεῖα γιά τόν σκοπό καί τή χρησιμότητα τοῦ κλιματισμοῦ σέ συνδυασμό μέ τήν ἱστορική του ἐξέλιξη. Στή συνέχεια περιγράφεται ἡ τυπική κλιματιστική ἐγκατάσταση (Κεφ. 2) καί κατατάσσονται οἱ ἐγκαταστάσεις τοῦ κλιματισμοῦ (Κεφ. 3) ὥστε νά προηγηθεῖ μιᾷ συνολική ἐποπτική εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου τῶν στοιχείων ὑπολογισμοῦ καί ἐπιλογῆς πού ἀκολουθοῦν (Κεφάλαια 4 ὡς 10). Στό Κεφάλαιο 11 ἀναπτύσσονται τά σχετικά μέ τόν ἐξαερισμό τῶν διαφόρων χώρων καί περιγράφονται οἱ μέθοδοι γιά τήν ἱκανοποίηση τῶν ἀναγκῶν τους μέ τή κλιματιστική ἐγκατάσταση ἢ μέ ἀνεξάρτητα ἀπό αὐτήν συστήματα. Στή συνέχεια περιγράφονται τά βοηθητικά συστήματα πού εἶναι ἀπαραίτητα γιά τίς κλιματιστικές ἐγκαταστάσεις, δηλαδή τά συστήματα ἐλέγχου (Κεφ. 12). Στό ἐπόμενο Κεφάλαιο παρατίθενται στοιχεῖα γιά τή συντήρηση τῶν κλιματιστικῶν ἐγκαταστάσεων. Γιά νά τονισθεῖ ἡ σημασία τῆς προληπτικῆς συντηρήσεως πού εἶναι ἀπαραίτητη σήμερα γιά τή μείωση τῆς καταναλώσεως ἐνέργειας, δίνονται περισσότερες λεπτομέρειες γιά τή μέθοδο ὁργανώσεως προληπτικῆς συντηρήσεως. Τέλος, στό Κεφάλαιο 14, ἀναπτύσσεται ἡ σχέση πού ἔχουν οἱ κλιματιστικές ἐγκαταστάσεις μέ τήν προστασία τοῦ περιβάλλοντος καί τήν ἐξοικονόμηση ἐνέργειας, ἔννοιες καί προβλήματα πού σήμερα, ὅπως εἶναι γνωστό, ἔχουν ἀποκτήσει ἰδιαίτερη σημασία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 Ιστορική εξέλιξη – Έφαρμογή.

Η προσπάθεια του ανθρώπου να ελέγξει το κλιματολογικό περιβάλλον άρχισε από πολύ παλιά. Είναι γνωστό ότι οι προϊστορικοί άνθρωποι είχαν χρησιμοποιήσει τη **φωτιά** για τη θέρμανσή τους και ότι τα **ξύλα** ήταν το αρχιότερο από τα καύσιμα. Μετά ανακάλυψαν ότι από τα ξύλα μπορούσαν να φτιάξουν τούς **ξυλάνθρακες** και να έχουν έτσι ένα καύσιμο χωρίς καπνό. Η ανακάλυψη αυτή έγινε σε περιοχές με μετριότερες ανάγκες για θέρμανση, όπως οι άκτες της Μεσογείου, η Κίνα και η Ιαπωνία. Η όριστική όμως απαλλαγή του θερμαινόμενου χώρου από τούς καπνούς και τα άερια της καύσεως, έγινε με την ανακάλυψη του **τζακιού** στην Ευρώπη το 13ο αιώνα. Οι προσπάθειες για βελτίωση της απόδόσεως των τζακιών δεν ήταν επιτυχείς γι' αυτό και μέχρι σήμερα ακόμα τα τζάκια έχουν τη μεγαλύτερη σπατάλη καυσίμου, πολύ μεγαλύτερη από τις **σόμπες**, τις οποίες, σημειωτέον, οι Κινέζοι, χρησιμοποιούσαν ήδη από το 600 π.Χ.

Αυτό που λέμε σήμερα **κεντρική θέρμανση**, δηλαδή θέρμανση ενός χώρου από φωτιά που βρίσκεται έξω από το χώρο, πιστεύεται ότι έχει εφευρεθεί από τούς Λακεδαιμόνιους οι οποίοι πρώτοι χρησιμοποίησαν τα **θερμαινόμενα δάπεδα**. Το Μεγάλο Τέμπλο στην Έφεσο (350 π.Χ.) πιστεύεται ότι θερμαίνονταν από οριζόντια μμήματα καπνοδόχων μέσα στο δάπεδο. Ός καύσιμο οι Λακεδαιμόνιοι χρησιμοποιούσαν τό λιγνίτη. Αυτός ο τύπος κεντρικής θερμάνσεως τελειοποιήθηκε αργότερα από τούς Ρωμαίους. Σήμερα υπάρχουν εύρηματα τέτοιων εγκαταστάσεων σε πολλές πόλεις της Ευρώπης στις οποίες αναπτύχθηκε ο Ρωμαϊκός Πολιτισμός. Οι εγκαταστάσεις αυτές στα θερμότερα κλίματα γίνονταν κυρίως στα λουτρά, ενώ στα ψυχρότερα και στο σαλόνι ή μερικές φορές και σε άλλα δωμάτια.

Αυτή η επιστημονική πρόοδος και κατά συνέπεια ο εξευγενισμός της ζωής, στάματησαν με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Ο Μεσαίωνας έδειξε μία έπιστροφή σε λιγότερο πολιτισμένη μορφή ζωής. Έτσι στα κάστρα και τις κατοικίες βρισκομε πάλι τούς πρωτόγονους τρόπους θερμάνσεως. Δηλαδή μεγάλες αίθουσες (μέ πολλά ρεύματα άερα) θερμαίνονταν από μία **φωτιά μέ ξύλα** στο κέντρο του πέτρινου πατώματος. Οι άνθρωποι για να μην κρυώνουν φορούσαν πολύ βαριά γούνινα παλτά. Πέρασαν 1500 χρόνια για να ανακαλύψει και πάλι ο άνθρωπος τό έπιδαπέδιο σύστημα θερμάνσεως των Ρωμαίων.

Η Βιομηχανική Έπανάσταση τό 18ο και 19ο αιώνα εγκαίνιασε ένα νέο τρόπο θερμάνσεως που χρησιμοποιήθηκε πρώτα στα εργοστάσια: Τη θέρμανση μέ **άτμο**. Ο τρόπος αυτός θερμάνσεως χρησιμοποιήθηκε μετά και για τη θέρμανση σχολείων, εκκλησιών, δικαστηρίων, ή ακόμα και σπιτιών. Οι πολύ θερμές επιφάνειες όμως των εγκαταστάσεων άτμοϋ ξεραίνουν τόν άερα και προκαλούν συχνά μία ά-

νεπιθύμητη μυρωδιά καμμένης σκόνης. Στά 1830 άρχισαν νά αναγνωρίζουν τά πλεονεκτήματα του **ζεστού νερού** μέ τίς χαμηλότερες θερμοκρασίες επιφανειών τήν πιό «γλυκιά», σέ σύγκριση μέ τόν άτμό, θερμάνση. Άπό τότε τό ζεστό νερό εΐναι ένα άπό τά βασικά μέσα θερμάνσεως. Χρησιμοποιείται στά **καλοριφέρ**, σέ **θερμάνσεις δαπέδου** ή **δροφής** καί άκόμα γιά **θέρμανση άέρα** πού μοιράζεται στους χώρους μέ τή βοήθεια **άνεμιστήρων**.

Ή άνάγκη γιά κάποια μορφή **έξαναγκασμένου (μηχανικού) άερισμού** σέ κλειστούς χώρους πρωτοπαρουσιάστηκε πιθανόν τόν 19ο αΐωνα, γιατί τότε άρχισαν νά χτίζονται μεγάλες αίθουσες συγκεντρώσεως, θέατρα καί έκκλησίες μέ χωρητικότητα έκατοντάδων ή καί χιλιάδων άτόμων. Παράλληλα στή βιομηχανία, οί ιδιοκτήτες εργοστασίων μέ πολύ κακή έσωτερική άτμόσφαιρα, άναγκάστηκαν νά καταφύγουν σέ βελτίωση του άερισμού γιά νά περιορίσουν τόν αύξανόμενο ρυθμό άσθeneιών.

Βέβαια ό έξαναγκασμένος μηχανικός άερισμός χρησιμοποιούνταν άπό άκόμα πιό παλιούς χρόνους στά όρυχεΐα. Έκεΐ κάμινοι έκαιγαν συνέχεια στή βάση των **πηγαδιών έξαερισμού** γιά νά δημιουργείται άνοδικό ρεύμα άέρα. Παρόμοιο σύστημα χρησιμοποιήθηκε καί σέ πολλά παλιά κτίρια, όπως π.χ. τό 1837 στά κτίρια τής άγγλικής Βουλής, στό Λονδίνο στά όποΐα άκόμα καί σήμερα σώζονται οί άχρηστοι πιά γοτθικού ρυθμού κατακόρυφοι άεραγωγοί.

Άπό τόν 18ο αΐωνα άρχισε νά χρησιμοποιείται σέ βιομηχανικές έγκαταστάσεις άερισμού καί ό **κινούμενος μέ άτμό** άνεμιστήρας. Στή συνέχεια άναπτύχθηκε ένα σύστημα σύμφωνα μέ τό όποΐο ό άέρας πού μετακινούσε ό άτμοκινούμενος αύτός άνεμιστήρας ζεσταΐνονταν μέ άτμό πού περνούσε μέσα άπό σωλήνες τοποθετημένους στό έσωτερικό των άεραγωγών. Μέ αύτό τό σύστημα θερμαΐνονταν εργοστάσια, σχολεία, νοσοκομεία κλπ.

Ή **ψύξη** μέσω **έξατμίσσεως** φαίνεται ότι άρχισε στήν Ίνδία βρεγμένες ψάθες κρεμασμένες πάνω άπό άνοΐγματα πρós τή μεριά του άνέμου, κατέβαζαν τή θερμοκρασία άπό 11 ως 17°C.

Ό όρος **«κλιματισμός» (Air Conditioning)** άνήκει στον Stuart W. Cramer, ό όποΐος τόν χρησιμοποίησε τό 1907 σέ μιά διάλεξη του γιά τόν έλεγχο τής ύγρασίας στήν ύφαντουργία καί τό 1911 τέθηκαν οί έπιστημονικές βάσεις του κλιματισμού όταν ό Willis Carrier δημοσίευσε τά άποτελέσματα σχετικών πολυετών έρευνών του.

Όρόσημο στήν Ιστορία του κλιματισμού άποτελεΐ ό Πρώτος Παγκόσμιος πόλεμος. Μετά τή λήξη του ή έρευνα στον τομέα αύτό, πήρε σέ πολλές χώρες καί κυρίως στίς ΗΠΑ, τή Μεγάλη Βρεταννία, τή Γερμανία, τή Σουηδία καί τή Γαλλία μεγάλες διαστάσεις.

Οί πρώτες έφαρμογές του κλιματισμού έξυπηρετούσαν τή βιομηχανία. Ό κλιματισμός γιά τήν άνεση του άνθρώπου άρχισε νά άναπτύσσεται μετά τό 1920 καί άφορούσε κυρίως τά μεγάλα καταστήματα, θέατρα καί κτίρια γραφείων. Στά χρόνια πού άκολούθησαν ό κλιματισμός βοηθούμενος καί άπό τήν άλματώδη αύξηση τής άνοικοδομήσεως γνώρισε μεγάλη έφαρμογή.

0.2 Επίδιώξεις του Κλιματισμού.

Μέ τόν κλιματισμό επιδιώκομε τή διατήρηση, μέσα σέ έπιθυμητά όρια, (άπαραι-

τητα γιά τήν ανθρώπινη άνεση ή γιά τή διεξαγωγή κάποιας παραγωγικής διαδικασίας ή γιά τή διατήρηση κάποιου προϊόντος) τών συνθηκών έσωτερικού άτμοσφαιρικού περιβάλλοντος (έσωτερικού κλίματος). Οι συνθήκες αυτές προσδιορίζονται από τούς έξής μεταβλητούς παράγοντες πού άφορούν τόν άέρα ενός χώρου:

- Θερμοκρασία.
- Ύγρασία.
- Κίνηση καί διανομή άέρα.
- Καθαρότητα άέρα.
- Ηλεκτρική φόρτιση άέρα.

Γιά τόν έλεγχο τών παραπάνω μεταβλητών του περιβάλλοντος έγκαθιστούμε τά κατάλληλα μηχανήματα, τίς συσκευές έλέγχου καί τά δίκτυα μεταφοράς ενέργειας έτσι ώστε νά μήν αύξάνονται οι θόρυβοι του περιβάλλοντος. Η **Κλιματιστική Έγκατάσταση** είναι ένας συνδυασμός τέτοιων μηχανημάτων, συσκευών έλέγχου καί δικτύων μεταφοράς ενέργειας. Όσο περισσότερες από τίς μεταβλητές του άέρα (θερμοκρασία κλπ.) έλέγχονται καί όσο πιά άύστηρός είναι αυτός ό έλεγχος γιά κάποια συγκεκριμένη έφαρμογή, τόσο πιά πλούσιος καί τόσο πιά πολύπλοκος είναι ό συνδυασμός.

0.3 Συστήματα Μονάδων καί Πρότυπα Κλιματισμού.

Τό βιβλίό βασίζεται στα Άμερικανικά Πρότυπα Κλιματισμού — δέν υπάρχουν άκόμα παρόμοια Έλληνικά — όπως καθορίζονται τίς τελευταίες έκδόσεις τών Έγχειριδίων Κλιματισμού καί Ψύξεως τής Άμερικανικής Ένώσεως Μηχανικών Θερμάνσεως, Ψύξεως καί Κλιματισμού (A.S.H.R.A.E — American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers). Τά πρότυπα αυτά χρησιμοποιούνται κατά κανόνα από τούς περισσότερους μελετητές καί κατασκευαστές κλιματιστικών εγκαταστάσεων τής χώρας μας, κυρίως μέ τή μορφή ενός συγκεντρωτικού άπλοποιημένου Έγχειριδίου Μελέτης (Design Manual). Τό έγχειρίδιο έχει έκδοθεί από μία μεγάλη άμερικανική εταιρία κατασκευής μηχανημάτων καί συστημάτων κλιματισμού, τήν Carrier. Συγκριτικά όμως μέ τά έγχειρίδια τής A.S.H.R.A.E, τά όποια άποτελούν μία σειρά τεσσάρων μεγάλων βιβλίων πού τό καθένα τους καλύπτει μία ιδιαίτερη περιοχή γνώσεων του κλιματισμού, ύστερεί σέ πληρότητα καί ενημέρωση. Τά έγχειρίδια τής A.S.H.R.A.E επανεκδίδονται κάθε 4ετία συμπληρωμένα μέ όλα τά νέα στοιχεία πού προκύπτουν από τίς εύρύτατες καί πολυδάπανες έρευντικές έργασίες τής ένωσης. Έτσι ή σειρά τών τεσσάρων αυτών έγχειριδίων πού σήμερα είναι σέ ίσχύ άποτελείται από τά βιβλία:

- 1979 Equipment (Μηχανήματα καί Συσκευές).
- 1978 Applications (Έφαρμογές).
- 1977 Fundamentals (Θεμελιώδεις Γνώσεις).
- 1976 Systems (Συστήματα).

Τό Σύστημα Μονάδων πού εφαρμόζεται στα παραπάνω βιβλία χρησιμοποιήθηκε καί στήν παρούσα έκδοση. Τό σύστημα αυτό, επειδή άκριβώς ή A.S.H.R.A.E βρίσκεται στήν εξέλιξη μιās διαδικασίας μεταβάσεως από τό Άγγλικό Σύστημα Μονάδων στο μετρικό Διεθνές Σύστημα Μονάδων (Système International d'Uni-



tés — S.I.U), αποτελεί συνδυασμό των δύο συστημάτων. Περισσότερο όμως βασίζεται στο Άγγλικό Σύστημα το οποίο κυρίως χρησιμοποιήθηκε στον τόμο του A.S.H.R.A.E που αφορά τις «Θεμελιώδεις Γνώσεις» (1977 Fundamentals) και από τον οποίο άντλήθηκαν οι περισσότερες πληροφορίες για την παρούσα έκδοση. Όταν ο τόμος αυτός (Fundamentals) επανεκδοθεί (τό 1981) θα χρησιμοποιεί αποκλειστικά μονάδες SIU (μέχρι σήμερα οι τόμοι που έχουν εκδοθεί με χρήση των μονάδων (S.I.U) είναι οι τόμοι 1978 Applications και 1979 Equipment). Επομένως όταν το βιβλίο επανεκδοθεί θα είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε το διεθνές μετρικό σύστημα μονάδων (S.I.U).

Σημειώνουμε επίσης ότι στον κλιματισμό χρησιμοποιούνται ευρύτατα, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, και μερικές άλλες μετρικές μονάδες οι οποίες δέν περιλαμβάνονται στο Διεθνές Σύστημα μετρικών μονάδων (S.I.U), όπως π.χ. η χιλιοθερμίδα ανά ώρα (kcal/h). Αυτές οι μονάδες μετατρέπονται σε διεθνείς μετρικές μονάδες, δηλαδή στη θέση του kcal/h χρησιμοποιείται το Watt (βάττ). Στον πίνακα 0.3α δίνονται οι συντελεστές μετατροπής των Άγγλικών Μονάδων και των μη διεθνών μετρικών μονάδων που συνηθέστερα συναντάμε στον κλιματισμό, σε μονάδες του Διεθνούς Συστήματος Μετρικών Μονάδων (S.I.U). Επίσης στον πίνακα 0.3β δίνεται η αντίστοιχία μεταξύ της κλίμακας θερμοκρασιών Celsius (°C) και της κλίμακας θερμοκρασιών Fahrenheit (°F).

ΠΙΝΑΚΑΣ 0.3α.

Συντελεστές Μετατροπής σε μονάδες διεθνούς συστήματος (S.I.U)

Φυσικό Μέγεθος	Σύμβολο	Άγγλικό Σύστημα		Μη Διεθνές Μετρ. Σύστημα		Μονάδα S.I.U
		Μονάδα	Συντελεστής Μετατροπής σε S.I.U	Μονάδα	Συντελεστής Μετατροπής σε S.I.U	
Μήκος	L	ft	0,3048	micron	1×10^{-6}	m
		in	0,0254	—	—	m
Έμβαδό	A	ft ²	0,0929	—	—	m ²
Όγκος	V	ft ³	0,0283	litre	0,101	m ³
Ταχύτητα		ft/min (FPM)	0,00508	—	—	m/s
Διαφορά Θερμοκρασίας*	ΔT	F	1/1,8	—	—	°C
		F	1/1,8	—	—	K
Πίεση**	p	in Hg	3386	—	—	Pa (Pascal)
		psi	6895	atm (κανονική)	101325	Pa
Μάζα	m	lb	0,4536	ton	1000	kg
Μάζα ανά μονάδα επιφάνειας		lb/ft ²	4,882	—	—	kg/m ²
Πυκνότητα		lb/ft ³	16,019	—	—	kg/m ³
Θερμική διαβατότητα	U ή K	Btu/(h.ft ² .F)	5,678	kcal/(h.m ² .°C)	1,163	W/(m ² .K)
Θερμική αντίσταση	R	(h.ft ² .F)/Btu	0,1761	—	—	(m ² .K)/W
Ροή θερμότητας	q	Btu/(h.ft ²)	3,155	—	—	W/m ²
Θερμική Ίσχύς		Btu/h	0,2928	kcal/h	1,1622	W(J/s)
Θερμική Ένέργεια**		Btu	1054,35	kcal	4184	J(Joule)
Ροή Αέρα**		Ft ³ /min (CFM)	$4,72 \times 10^{-4}$	m ³ /h	$2,78 \times 10^{-4}$	m ³ /s

Παραδείγματα χρήσεως του πίνακα:

$$U = 0,3 \text{ Btu/(h.ft}^2\text{.F)} = 0,3 \times 5,678 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} = 1,7 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$3500 \text{ Btu/h} = 3500 \times 0,2928 \text{ W} = 1025 \text{ W}$$

$$3500 \text{ kcal/h} = 3500 \times 1,1622 \text{ W} = 4060 \text{ W}$$

*Γιά τή θερμοκρασία t στην οποία βρίσκεται ένα σώμα έχουμε τούς εξής τύπους μετατροπής από τό ένα σύστημα μονάδων στο άλλο:

$$t_{\text{°C}} = (t_{\text{F}} - 32)/1,8 = t_{\text{K}} - 273,15$$

$$t_{\text{K}} = (t_{\text{F}} + 459,67)/1,8 = t_{\text{°C}} + 273,15$$

** Για τήν πίεση, τή θερμότητα καί τή ροή αέρα έχουμε συνήθως τούς εξής τύπους μετατροπής από μή Διεθνές Μετρικό στο Άγγλικό Σύστημα (μέ τή βοήθεια του πίνακα):

$$\alpha) \quad 1 \text{ atm (κανονική)} = \frac{101.325 \text{ Pa}}{6895 \text{ Pa/psi}} = 14,7 \text{ psi}$$

$$= \frac{101.325 \text{ Pa}}{3386 \text{ Pa/inHg}} = 29,921 \text{ inHg}$$

$$\beta) \quad 1 \text{ kcal} = \frac{4184 \text{ J}}{1054,35 \text{ J/Btu}} = 3,968 \text{ Btu} = 4 \text{ Btu}$$

$$\gamma) \quad 1 \text{ CFM} = \frac{4,72 \times 10^{-4}}{2,78 \times 10^{-4}} = 1,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 0.3β.
Μετατροπής Θερμοκρασιών C, F.

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
C	C ή F	F	C	C ή F	F
-40,0	-40	-40,0	-17,8	0	+32,0
-39,4	-39	-38,2	-17,2	+1	+33,8
-38,9	-38	-36,4	-16,7	+2	+35,6
-38,3	-37	-34,6	-16,1	+3	+37,4
-37,8	-36	-32,8	-15,6	+4	+39,2
-37,2	-35	-31,0	-15,0	+5	+41,0
-36,7	-34	-29,2	-14,4	+6	+42,8
-36,1	-33	-27,4	-13,9	+7	+44,6
-35,6	-32	-25,6	-13,3	+8	+46,4
-35,0	-31	-23,8	-12,8	+9	+48,2
-34,4	-30	-22,0	-12,2	+10	+50,0
-33,9	-29	-20,2	-11,7	+11	+51,8
-33,3	-28	-18,4	-11,1	+12	+53,6
-32,8	-27	-16,6	-10,6	+13	+55,4
-32,2	-26	-14,8	-10,0	+14	+57,2
-31,7	-25	-13,0	-9,4	+15	+59,0
-31,1	-24	-11,2	-8,9	+16	+60,8
-30,6	-23	-9,4	-8,3	+17	+62,6
-30,0	-22	-7,6	-7,8	+18	+64,4
-29,4	-21	-5,8	-7,2	+19	+66,2
-28,9	-20	-4,0	-6,7	+20	+68,0
-28,3	-19	-2,2	-6,1	+21	+69,8
-27,8	-18	-0,4	-5,5	+22	+71,6
-27,2	-17	+1,4	-5,0	+23	+73,4
-26,7	-16	+3,2	-4,4	+24	+75,2
-26,1	-15	+5,0	-3,9	+25	+77,0
-25,6	-14	+6,8	-3,3	+26	+78,8
-25,0	-13	+8,6	-2,8	+27	+80,6
-24,4	-12	+10,4	-2,2	+28	+82,4
-23,9	-11	+12,2	-1,7	+29	+84,2
-23,3	-10	+14,0	-1,1	+30	+86,0
-22,8	-9	+15,8	-0,6	+31	+87,8
-22,2	-8	+17,6	0	+32	+89,6
-21,7	-7	+19,4	+0,6	+33	+91,4
-21,1	-6	+21,2	+1,1	+34	+93,2
-20,6	-5	+23,0	+1,7	+35	+95,0
-20,0	-4	+24,8	+2,2	+36	+96,8
-19,4	-3	+26,6	+2,8	+37	+98,6
-18,9	-2	+28,4	+3,3	+38	+100,4
-18,3	-1	+30,2	+3,9	+39	+102,2

(συνεχίζεται)

(συνέχεια Πίνακας 0.3β)

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
C	C ή F	F	C	C ή F	F
+4,4	+40	+104,0	+26,7	+80	+176,0
+5,0	+41	+105,8	+27,2	+81	+177,8
+5,5	+42	+107,6	+27,8	+82	+179,6
+6,1	+43	+109,4	+28,3	+83	+181,4
+6,7	+44	+111,2	+28,9	+84	+183,2
+7,2	+45	+113,0	+29,4	+85	+185,0
+7,8	+46	+114,8	+30,0	+86	+186,8
+8,3	+47	+116,6	+30,6	+87	+188,6
+8,9	+48	+118,4	+31,1	+88	+190,4
+9,4	+49	+120,2	+31,7	+89	+192,2
+10,0	+50	+122,0	+32,2	+90	+194,0
+10,6	+51	+123,8	+32,8	+91	+195,8
+11,1	+52	+125,6	+33,3	+92	+197,6
+11,7	+53	+127,4	+33,9	+93	+199,4
+12,2	+54	+129,2	+34,4	+94	+201,2
+12,8	+55	+131,0	+35,0	+95	+203,0
+13,3	+56	+132,8	+35,6	+96	+204,8
+13,9	+57	+134,6	+36,1	+97	+206,6
+14,4	+58	+136,4	+36,7	+98	+208,4
+15,0	+59	+138,2	+37,2	+99	+210,2
+15,6	+60	+140,0	+37,8	+100	+212,0
+16,1	+61	+141,8	+38,3	+101	+213,8
+16,7	+62	+143,6	+38,9	+102	+215,6
+17,2	+63	+145,4	+39,4	+103	+217,4
+17,8	+64	+147,2	+40,0	+104	+219,2
+18,3	+65	+149,0	+40,6	+105	+221,0
+18,9	+66	+150,8	+41,1	+106	+222,8
+19,4	+67	+152,6	+41,7	+107	+224,6
+20,0	+68	+154,4	+42,2	+108	+226,4
+20,6	+69	+156,2	+42,8	+109	+228,2
+21,1	+70	+158,0	+43,3	+110	+230,0
+21,7	+71	+159,8	+43,9	+111	+231,8
+22,2	+72	+161,6	+44,4	+112	+233,6
+22,8	+73	+163,4	+45,0	+113	+235,4
+23,3	+74	+165,2	+45,6	+114	+237,2
+23,9	+75	+167,0	+46,1	+115	+239,0
+24,4	+76	+168,8	+46,7	+116	+240,8
+25,0	+77	+170,6	+47,2	+117	+242,6
+25,6	+78	+172,4	+47,8	+118	+244,4
+26,1	+79	+174,2	+48,3	+119	+246,2

(συνεχίζεται)

(συνέχεια Πίνακας 0.3β)

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
C	C ή F	F	C	C ή F	F
+48,9	+120	+248,0	+71,1	+160	+320,0
+49,4	+121	+249,8	+71,7	+161	+321,8
+50,0	+122	+251,6	+72,2	+162	+323,6
+50,6	+123	+253,4	+72,8	+163	+325,4
+51,1	+124	+255,2	+73,3	+164	+327,2
+51,7	+125	+257,0	+73,9	+165	+329,0
+52,2	+126	+258,8	+74,4	+166	+330,8
+52,8	+127	+260,6	+75,0	+167	+332,6
+53,3	+128	+262,4	+75,6	+168	+334,4
+53,9	+129	+264,2	+76,1	+169	+336,2
+54,4	+130	+266,0	+76,7	+170	+338,0
+55,0	+131	+267,8	+77,2	+171	+339,8
+55,6	+132	+269,6	+77,8	+172	+341,6
+56,1	+133	+271,4	+78,3	+173	+343,4
+56,7	+134	+273,2	+78,9	+174	+345,2
+57,2	+135	+275,0	+79,4	+175	+347,0
+57,8	+136	+276,8	+80,0	+176	+348,8
+58,3	+137	+278,6	+80,6	+177	+350,6
+58,9	+138	+280,4	+81,1	+178	+352,4
+59,4	+139	+282,2	+81,7	+179	+354,2
+60,0	+140	+284,0	+82,2	+180	+356,0
+60,6	+141	+285,8	+82,8	+181	+357,8
+61,1	+142	+287,6	+83,3	+182	+359,6
+61,7	+143	+289,4	+83,9	+183	+361,4
+62,2	+144	+291,2	+84,4	+184	+363,2
+62,8	+145	+293,0	+85,0	+185	+365,0
+63,3	+146	+294,8	+85,6	+186	+366,8
+63,9	+147	+296,6	+86,1	+187	+368,6
+64,4	+148	+298,4	+86,7	+188	+370,4
+65,0	+149	+300,2	+87,2	+189	+372,2
+65,6	+150	+302,0	+87,8	+190	+374,0
+66,1	+151	+303,8	+88,3	+191	+375,8
+66,7	+152	+305,6	+88,9	+192	+377,6
+67,2	+153	+307,4	+89,4	+193	+379,4
+67,8	+154	+309,2	+90,0	+194	+381,2
+68,3	+155	+311,0	+90,6	+195	+383,0
+68,9	+156	+312,8	+91,1	+196	+384,8
+69,4	+157	+314,6	+91,7	+197	+386,6
+70,0	+158	+316,4	+92,2	+198	+388,4
+70,6	+159	+318,2	+92,8	+199	+390,2

(συνεχίζεται)

(συνέχεια Πίνακας 0.3β)

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
C	C ή F	F	C	C ή F	F
+93,3	+200	+392,0	+115,6	+240	+464,0
+93,9	+201	+393,8	+116,1	+241	+465,8
+94,4	+202	+395,6	+116,7	+242	+467,6
+95,0	+203	+397,4	+117,2	+243	+469,4
+95,6	+204	+399,2	+117,8	+244	+471,2
+96,1	+205	+401,0	+118,3	+245	+473,0
+96,7	+206	+402,8	+118,9	+246	+474,8
+97,2	+207	+404,6	+119,4	+247	+476,6
+97,8	+208	+406,4	+120,0	+248	+478,4
+98,3	+209	+408,2	+120,6	+249	+480,2
+98,9	+210	+410,0	+121,1	+250	+482,0
+99,4	+211	+411,8	+122,4	+252	+485,6
+100,0	+212	+413,6	+123,3	+254	+489,2
+100,6	+213	+415,4	+124,4	+256	+492,8
+101,1	+214	+417,2	+125,5	+258	+496,4
+101,7	+215	+419,0	+126,7	+260	+500,0
+102,2	+216	+420,8	+127,8	+262	+503,6
+102,8	+217	+422,6	+128,9	+264	+507,2
+103,3	+218	+424,4	+130,0	+266	+510,8
+103,9	+219	+426,2	+131,3	+268	+514,4
+104,4	+220	+428,0	+132,2	+270	+518,0
+105,0	+221	+429,8	+133,3	+272	+521,6
+105,6	+222	+431,6	+134,4	+274	+525,2
+106,1	+223	+433,4	+135,6	+276	+528,8
+106,7	+224	+435,2	+136,7	+278	+532,4
+107,2	+225	+437,0	+137,8	+280	+536,0
+107,8	+226	+438,8	+138,9	+282	+539,6
+108,3	+227	+440,6	+140,0	+284	+543,2
+108,9	+228	+442,4	+141,1	+286	+546,8
+109,4	+229	+444,2	+142,2	+288	+550,4
+110,0	+230	+446,0	+143,3	+290	+554,0
+110,6	+231	+447,8	+144,4	+292	+557,6
+111,1	+232	+449,6	+145,6	+294	+561,2
+111,7	+233	+451,4	+146,7	+296	+564,8
+112,2	+234	+453,2	+147,8	+298	+568,4
+112,8	+235	+455,0			
+113,3	+236	+456,8			
+113,9	+237	+458,6			
+114,4	+238	+460,4			
+115,0	+239	+462,2			

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

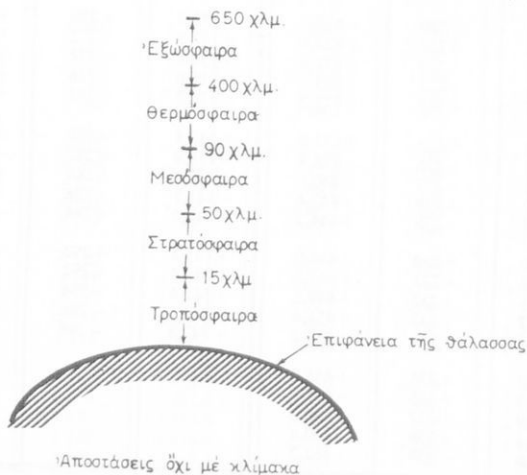
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

1.1 Γενικά.

Σύμφωνα με όσα είπαμε στην εισαγωγή ή έννοια του κλιματισμού καθορίζεται ως ή επεξεργασία κάποιας μάζας αέρα. Έπομένως για νά καταλάβομε τόν κλιματισμό, πρέπει νά γνωρίζομε τή σύνθεση καί τίς ιδιότητες του αέρα.

1.2 Σύνθεση του αέρα.

Ο αέρας είναι ένα αόρατο, άοσμο καί άγευστο μίγμα αερίων, πού περιβάλλει τή γή μέχρι τό ύψος τών 650 περίπου χιλιομέτρων, μέχρι τό ύψος δηλαδή τής **Ατμόσφαιράς της**. Τά στρώματα τής ατμόσφαιρας φαίνονται στό σχήμα 1.2. **Η τροπόσφαιρα** πού είναι τό κατώτερο στρώμα καί τό ύψος της φθάνει μέχρι 15 περίπου



Σχ. 1.2.

Ο αέρας πού περιβάλλει τή Γή.

χιλιόμετρα, μᾶς ενδιαφέρει ἄμεσα γιὰ τόν κλιματισμό. Ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα περίπου σταθερὸ μίγμα ἀερίων ἀπὸ τὰ ὁποῖα τὸ καθένα συμπεριφέρεται ὡς νὰ καταλάμβανε ὅλο τὸ χῶρο μόνο του (Νόμος τοῦ Dalton).

Ἡ σύνθεση τοῦ ξηροῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα σέ ποσοστά βάρους καὶ ὄγκου φαίνεται στὸν Πίνακα 1.2.1. Ὁ **πραγματικὸς ἀέρας** ποὺ ἀναπνέομε περιέχει καὶ μικρὲς ποσότητες **ὕδατμῶν** καὶ **μολυσματικῶν στοιχείων** ποὺ μεταβάλλονται ἀνάλογα μὲ τόν χῶρο, τὴν ἐποχὴ κλπ. Οἱ ποσότητες αὐτὲς ἔχουν μεγάλη σημασία γιὰ τόν κλιματισμό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2.1.
Σύνθεση ξηροῦ ἀέρα.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΧΗΜΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΞΗΡΟΣ ΑΕΡΑΣ	
		Βάρος %	Όγκος %
Ἀζωτο	N ₂	75.47	78,03
Ὁξυγόνο	O ₂	23,19	20,99
Διοξειδίου Ἀνθρακος	CO ₂	0,04	0,03
Ὑδρογόνο	H ₂	0,00	0,01
Σπάνια ἀέρια		1,30	0,94
Σύνολο		100,00	100,00

Ὑδατμοῖ (H₂O) ὑπάρχουν στὸν ἀέρα κάτω ἀπὸ ὅλες τὶς συνθῆκες θερμοκρασίας, ἀλλὰ σέ μικρὸ ποσοστὸ, ἀκόμα καὶ ὅταν ὁ ἀέρας εἶναι κορεσμένος, δέν μπορεῖ δηλαδὴ νὰ συγκρατήσῃ ἄλλους ὑδατμοῦς. Ἐτσι στοὺς 77°F (25°C) ὁ κορεσμένος ἀέρας ἔχει 2% (σέ βάρος) ὑδατμοῦς, ἐνὺ στοὺς 57°F (14°C) ἔχει 1% μόνο.

Ἀπὸ τὰ παραπάνω συμπεραίνομε ὅτι **ἡ ἱκανότητα τοῦ ἀέρα νὰ συγκρατῇ ὑδατμοῦς μειώνεται ἀνάλογα μὲ τὴ μείωση τῆς θερμοκρασίας του.**

Τὰ μολυσματικὰ στοιχεῖα τοῦ ἀέρα ἐμφανίζονται μὲ τὶς ἑξῆς μορφές:

- Μὲ τὴ μορφή σκόνης ἢ καπνοῦ (στερεὰ σωματίδια).
- Μὲ τὴ μορφή ὁμίχλης (πολὺ μικρὰ ὑγρά σωματίδια).
- Μὲ τὴ μορφή διαφόρων ἀερίων.

Τὰ παραπάνω μολυσματικὰ στοιχεῖα μπορεῖ νὰ εἶναι βλαβερὰ ἢ ἀβλαβή, ὀργανικά ἢ ἀνόργανα, ὁρατὰ ἢ ἀόρατα. Σέ μιά συνηθισμένη ἀτμόσφαιρα τὸ 99% ἀπὸ τὰ αἰωρούμενα σωματίδια εἶναι μικρότερα ἀπὸ 1 μm (1 μικρὸ, δηλαδὴ 1 ἑκατομμυριοστό τοῦ μέτρου) τὸ καθένα. Γιά νὰ συλλάβομε τὴν ἔννοια τοῦ 1 μm ἀναφέρομε ὅτι μιά ἀνθρώπινη τρίχα ἔχει συνήθως διάμετρο ἀπὸ 30 μέχρι 120 μm. Ὁ ἀριθμὸς τῶν αἰωρουμένων σωματιδίων στὴν ἀτμόσφαιρα, ὅσο καθαρὴ καὶ ἂν εἶναι, εἶναι πάρα πολὺ μεγάλος, π.χ. σέ 1 m³ καθαροῦ ἀέρα τῆς ἐξοχῆς, πρέπει κανονικὰ νὰ μετρήσομε πάνω ἀπὸ 35.000.000 σωματίδια τὰ ὁποῖα ἔχουν μέγεθος μεγαλύτερο ἀπὸ 0,3 μm, ἐνὺ σέ ἓνα δωμάτιο στὸ ὁποῖο καπνίζουν πολλὰ άτομα ὁ ἀριθμὸς τῶν σωματιδίων αὐτῶν φθάνει τὰ 106.000.000. Πάντως παρὰ τὸ τεράστιο πλῆθος τους, τὸ συνολικὸ βάρος τους σπάνια ὑπερβαίνει τὰ 0,002 gr/m³ (2 χλστ, γραμ. ἀνὰ κ.μ. ἀέρα).

Ἡ καλύτερη ἐφαρμογή τοῦ κλιματισμοῦ εἶναι γιὰ τόν καθαρισμό τοῦ ἀέρα ἀπὸ τὶς παραπάνω μολυσματικὲς οὐσίες.

1.3 Ἰδιότητες τοῦ ἀέρα.

α) Πυκνότητα - Βάρος - Πίεση.

Ὁ ἀέρας ἔχει **μάζα** (εἰδική πυκνότητα) καὶ **βάρος** (εἰδικό βάρος). Ἐπομένως πιέζει μὲ τὸ βάρος του τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς. Ἡ **πίεση** αὐτὴ στὴν «κανονικὴ» ἀτμόσφαιρα εἶναι 760mmHg (760 χλστ. στήλης Hg) ἢ 29,921 in.Hg ἢ 14,7psi, πάνω στὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας. Ὅσο ἀνεβαίνομε σὲ μεγαλύτερα ὕψη ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας τόσο ἡ πυκνότητα καὶ ἡ πίεση τοῦ ἀέρα μικραίνουν.

β) Εἰδικὸς ὄγκος.

Εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρα (μίγματος) ἀνά μονάδα βάρους ξηροῦ ἀέρα (ft^3/lb ἢ m^3/kg). Ὁ εἰδικὸς ὄγκος αὐξάνεται ἀνάλογα μὲ τὴ θερμοκρασία τοῦ ἀέρα.

γ) Θερμοκρασία ξηροῦ θερμομέτρου (Ξ.Θ.).

Εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρα πού μετᾶμε μὲ ἓνα κοινὸ θερμομέτρο. Αὐτὴ ἡ θερμοκρασία ἀποτελεῖ ἔμμεσα καὶ ἓνα μέτρο τῆς **αἰσθητῆς θερμότητας** πού περιέχεται στὸν ἀέρα. Δηλαδή τῆς θερμότητας πού ὅταν προστίθεται ἡ ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὴ μάζα ἐνὸς σώματος μεταβάλλει τὴ θερμικὴ του κατάσταση. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρα μειώνεται καθὼς ἀνεβαίνομε σὲ ὑψηλότερα στρώματα τῆς τροπόσφαιρας.

δ) Θερμοκρασία ὑγροῦ θερμομέτρου (Υ.Θ.).

Εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρα πού μετᾶμε μὲ ἓνα θερμομέτρο τοῦ ὁποίου ὁ βολβὸς καλύπτεται μὲ βρεγμένο πανί καὶ εἶναι ἐκτεθειμένος σὲ ρεῦμα ἀέρα πού κινεῖται γρήγορα. Ὅταν ὁ ἀέρας εἶναι κορεσμένος σὲ ὑδρατμούς, ἡ θερμοκρασία ὑγροῦ θερμομέτρου συμπίπτει μὲ τὴ θερμοκρασία ξηροῦ θερμομέτρου. Ὅταν ὁ ἀέρας ἔχει λιγότερους ἀπὸ τὸ σημεῖο κορεσμοῦ ὑδρατμούς ἡ θερμοκρασία ὑγροῦ θερμομέτρου εἶναι μικρότερη ἀπὸ τὴ θερμοκρασία ξηροῦ θερμομέτρου. Ἀρα ἡ θερμοκρασία Υ.Θ. ἀποτελεῖ ἔμμεσα ἓνα μέτρο τῆς **λανθάνουσας θερμότητας** πού περιέχεται στὸν ἀέρα. Δηλαδή τῆς θερμότητας πού δαπανήθηκε γιὰ τὴν ἀτμοποίηση τῆς ποσότητας νεροῦ πού ὑπάρχει στὸν ἀέρα.

ε) Θερμοκρασία σημείου δρόσου (Σ.Δ.).

Εἶναι ἡ θερμοκρασία στὴν ὁποία, καθὼς ψύχομε βαθμιαῖα τὸν ἀέρα, ἀρχίζει ἡ συμπύκνωση (ὑγροποίηση) τῶν ὑδρατμῶν. Δηλαδή στὸ σημεῖο δρόσου ὁ ἀέρας εἶναι κορεσμένος. Ἐπομένως σὲ κορεσμένο ἀέρα ἔχομε γιὰ τὶς παραπάνω τρεῖς θερμοκρασίες:

$$\Xi.\Theta. = \Upsilon.\Theta. = \Sigma.\Delta.$$

Ἡ θερμοκρασία δρόσου εἶναι ἓνας καλὸς δείκτης τῆς **ρικετικότητας τοῦ ἀέρα σὲ ὑδρατμούς**.

στ) Σχετική υγρασία (Σ.Υ.).

Είναι ο λόγος του βάρους των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα με το βάρος των υδρατμών που θα περιείχε ο αέρας αν ήταν κορεσμένος κάτω από την ίδια θερμοκρασία και την ίδια βαρομετρική πίεση.

$$\text{Σ.Υ. (\%)} = \frac{\text{Πραγματική υγρασία}}{\text{Ύγρασία κορεσμένου αέρα}} \times 100.$$

ζ) Απόλυτη υγρασία.

Είναι το βάρος των υδρατμών που υπάρχουν στην μονάδα όγκου του αέρα. Μετρείται σε lb/ft³ ή σε grains/ft³ (1 lb = 7000 grains) ή σε kg/m³ ξηρού αέρα.

η) Ειδική υγρασία.

Είναι το βάρος των υδρατμών που υπάρχουν στη μονάδα βάρους του αέρα (lb/lb ή grains/lb ή kg/kg ξηρού αέρα).

θ) Ένθαλπία (ή θερμοπεριεκτικότητα).

Είναι η θερμοδυναμική ιδιότητα που εκφράζει το ποσό θερμότητας **(αισθητής και λανθάνουσας)** που περιέχεται στη μονάδα βάρους του αέρα. Έκφράζεται σε Btu/lb ή kcal/kg.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

2.1 Γενικά.

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, ο βασικός σκοπός του κλιματισμού είναι να ρυθμίζει μέσα στα επιθυμητά όρια, τις ιδιότητες του αέρα σε ένα χώρο π.χ. σε γραφείο, θέατρο, εστιατόριο, εργοστάσιο κλπ. Για τη ρύθμιση αυτή χρησιμοποιείται ένα «μέσο» που μπορεί να είναι **νερό** ή **ψυκτικό υγρό** ή και **άερας** (ανεξάρτητος από τον αέρα του χώρου ή μίγμα αέρα που περιέχει και αέρα του χώρου). Το «μέσο» υφίσταται πρώτα μία **έπεξεργασία** (θέρμανση, ψύξη κλπ.) και στη συνέχεια έρχεται σε επαφή με τον αέρα του χώρου για να προκαλέσει την επιθυμητή ρύθμιση των ιδιοτήτων του αέρα. Η έπεξεργασία του «μέσου» γίνεται στην **Κλιματιστική Έγκατάσταση**.

Η Κλιματιστική Έγκατάσταση μπορεί να είναι **τοπική** (μέσα ή δίπλα στον κλιματιζόμενο χώρο) ή **κεντρική**. Στην δεύτερη περίπτωση η έγκατάσταση περιλαμβάνει και **δίκτυα** μεταφοράς του επεξεργασμένου «μέσου» από το **Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού** στο χώρο που έχουμε να κλιματίσουμε. Τα δίκτυα αυτά περιγράφονται στα Κεφάλαια 6 και 7. Επίσης στα Κεφάλαια, 8,9,10 επεξηγούνται διεξοδικά τα στοιχεία των τοπικών και κεντρικών κλιματιστικών εγκαταστάσεων. Στο παρόν κεφάλαιο δίνεται περιγραφικά το **περιεχόμενο μιας πλήρους κλιματιστικής εγκατάστασης**, στοιχείο απαραίτητο για την κατανόηση των επομένων κεφαλαίων.

Μία πλήρης κλιματιστική εγκατάσταση περιλαμβάνει:

- Τή μονάδα παραγωγής θερμότητας,
- Τή μονάδα παραγωγής ψύχους,
- Τή μονάδα έπεξεργασίας αέρα,
- Τό δίκτυο μεταφοράς του κλιματιστικού «μέσου».
- Τίς τερματικές μονάδες,
- Τό Σύστημα Έλέγχου και Ρυθμίσεως (ή όπως συνήθως λέγεται, Σύστημα Αυτόματισμού).

2.2 Κεντρική κλιματιστική εγκατάσταση.

Στην περίπτωση αυτή τα στοιχεία που αποτελούν το **Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού**, το οποίο βρίσκεται μακριά από τους κλιματιζόμενους χώρους, είναι η μονάδα παραγωγής θερμότητας, παραγωγής ψύχους ή, συνήθως, και η μονάδα έπεξεργασίας αέρα. Οι **Κεντρικές Μονάδες Έπεξεργασίας Άερα** μπορεί, σε πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις που έχουν πολλές τέτοιες μονάδες, να βρίσκονται και κοντά στους κλιματιζόμενους χώρους. Οι **Τερματικές Μονάδες** βρίσκονται μέσα στους

κλιματιζόμενους χώρους. Τέλος τὰ διάφορα **δίκτυα** ή **συστήματα** ἐκτείνονται σέ ὅλα τὰ μέρη τῆς Κλιματιστικῆς Ἑγκαταστάσεως, δηλαδή στό Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμοῦ, στοὺς κλιματιζόμενους χώρους, στίς θερματικές μονάδες, τὰ ὁποῖα συνδέουν μεταξύ τους. Παραδείγματα Κεντρικῶν Κλιματιστικῶν Ἑγκαταστάσεων βλέπε στά σχήματα 3.2α ὡς 3.4γ.

Τό Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμοῦ εἶναι ή καρδιά τῆς Κεντρικῆς Κλιματιστικῆς Ἑγκαταστάσεως. Ἐκεῖ γίνεται ή παραγωγή τῆς θερμότητας καί τοῦ ψύχους πού μέ τὰ διάφορα δίκτυα μεταφέρονται στοὺς κλιματιζόμενους χώρους. Τά κύρια μηχανήματα τοῦ Κεντρικοῦ Μηχανοστασίου Κλιματισμοῦ εἶναι ὁ **Λέβητας** (μονάδα παραγωγῆς θερμότητας) καί τό **Ψυκτικό Συγκρότημα** (μονάδα παραγωγῆς ψύχους). Τό Ψυκτικό Συγκρότημα περιλαμβάνει καί τή **Μονάδα Ἀπορρίψεως Θερμότητας** πού συνήθως εἶναι ἓνας **Πύργος Ψύξεως** τοποθετημένος στό ὑψηλότερο σημείο (ταράτσα) τοῦ κτιρίου. Στίς Κεντρικές Κλιματιστικές Ἑγκαταστάσεις πού ἔχουν καί **Κεντρικές Μονάδες Ἐπεξεργασίας Ἀέρα**, οἱ μονάδες αὐτές βρίσκονται στό Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμοῦ ή καί ἔξω ἀπό αὐτό, ἀλλά πολύ κοντά στοὺς κλιματιζόμενους χώρους.

2.3 Τοπική κλιματιστική ἐγκατάσταση.

Στήν περίπτωση αὐτή ὅλα τὰ στοιχεῖα πού ἀποτελοῦν τήν ἐγκατάσταση εἶναι συγκεντρωμένα σέ μιά **Αὐτοδύναμη Τοπική Κλιματιστική Μονάδα** πού βρίσκεται μέσα ή δίπλα στόν κλιματιζόμενο χώρο. Παραδείγματα τοπικῶν ἐγκαταστάσεων βλέπε στά σχήματα 3.5α ὡς 3.5γ. Μέσα στήν αὐτοδύναμη μονάδα, στά παραπάνω παραδείγματα, ὑπάρχουν, σέ μικρότερη κλίμακα, ὅλα τὰ μέρη μιᾶς Κεντρικῆς Κλιματιστικῆς Ἑγκαταστάσεως. Δηλαδή ὑπάρχουν ή παραγωγή θερμότητας, ή παραγωγή ψύχους, ή ἐπεξεργασία τοῦ ἀέρα, τό δίκτυο κυκλοφορίας τοῦ «μέσου» καί τό δίκτυο ἐλέγχου τῆς ἐγκαταστάσεως. Σέ μερικές μόνο περιπτώσεις, ὅπως αὐτή τοῦ σχήματος 3.5γ, ή ἀπόρριψη τῆς θερμότητας γίνεται ἀπό μονάδα πού βρίσκεται μακριά ἀπό τόν κλιματιζόμενο χώρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

3.1 Γενικά.

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο κλιματισμολνός χώρου γίνεται με τη βοήθεια κάποιου «μέσου», το οποίο επεξεργαζόμαστε στην Κλιματιστική Έγκατάσταση. Με βάση το είδος του ρυθμιζόμενου μέσου αν δηλαδή είναι **άερας, νερό** ή **ψυκτικό ύγρο** ή συνδυασμός τους, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα διάφορα κλιματιστικά συστήματα στις παρακάτω κατηγορίες:

- Συστήματα Άερα (μέ μοναδικό μέσο τόν άερα).
- Συστήματα Νεροῦ (μέ μοναδικό μέσο τό νερό).
- Συστήματα Άερα - Νεροῦ.
- Συστήματα Ψυκτικού Ὑγροῦ (ή συστήματα μέ αὐτοδύναμες τοπικές μονάδες).

Τά συστήματα αὐτά ἀναλύονται περιγραφικά στίς ἐπόμενες παραγράφους.

3.2 Συστήματα Άερα.

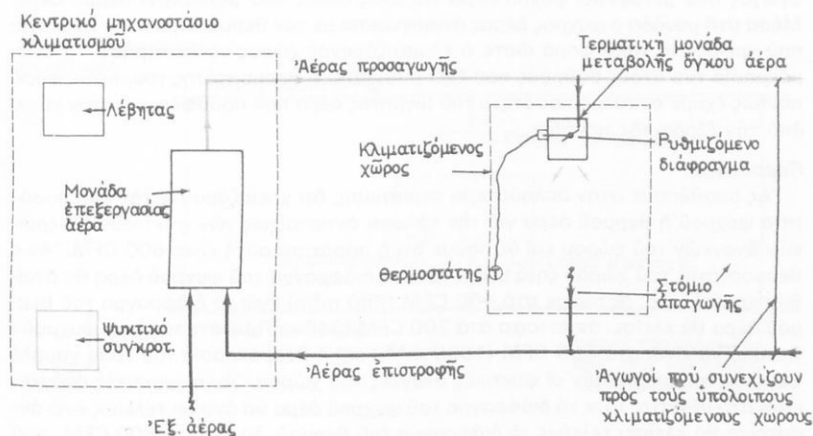
Σέ αὐτόν τόν τύπο συστημάτων, ὅπως ἀναφέραμε, τό μέσο πού χρησιμοποιῶμε γιά τόν κλιματισμό ἑνός χώρου εἶναι ἀέρας. Ὁ ἀέρας μεταφέρεται στόν κλιματιζόμενο χώρο μέ ἀγωγούς (τούς λεγόμενους **ἀεραγωγούς**) καί διανέμεται μέσα στόν χώρο μέ **στόμια** ἢ **θερματικές μονάδες ἀναμίξεως** ἢ **μεταβολῆς ὁγκοῦ ἀέρα**. Ὁ ἀέρας ἔχει προηγουμένως καθαριστεῖ, θερμανθεῖ (ἢ ψυχθεῖ) καί ὑγρανθεῖ (ἢ ἀφυγρανθεῖ) σέ Κεντρική Μονάδα Ἑπεξεργασίας Ἀέρα, ἡ ὁποία μπορεῖ νά εἶναι τοποθετημένη σέ κάποια ἀπόσταση ἀπό τόν κλιματιζόμενο χώρο.

Οἱ πιό κοινές παραλλαγές Συστημάτων Ἀέρα εἶναι οἱ ἀκόλουθες:

3.2.1 Σύστημα μέ Ἐνα Ἀγωγό καί Μεταβαλλόμενη Παροχή Ἀέρα (σχ. 3.2α).

Μόνο ψυχρός ἢ μόνο θερμός ἀέρας μεταφέρεται μέ ἕναν ἀγωγό στόν κλιματιζόμενο χώρο ὅπου ὁ ὁγκος του ρυθμίζεται αὐτόματα ὥστε νά ἱκανοποιηθοῦν οἱ ψυκτικές ἢ θερμικές ἀνάγκες τοῦ χώρου. Ὄταν λειτουργεῖ ἡ ψύξη, τότε στόν ἀγωγό προσαγωγῆς τοῦ σχήματος 3.2α κυκλοφορεῖ ψυχρός ἀέρας. Αὐτός ὁ ἀέρας φθάνει στήν μονάδα μεταβολῆς ὁγκοῦ ἀέρα πού εἶναι τοποθετημένη στόν χώρο πού θέλομε νά κλιματίσουμε καί ἐκεῖ ἡ ποσότητα τοῦ ψυχροῦ ἀέρα ρυθμίζεται ἀνάλογα μέ τίς ψυκτικές ἀνάγκες τοῦ χώρου. Ἄν αὐτές οἱ ἀνάγκες εἶναι μέγιστες, τότε ὁ θερμοστάτης τοῦ χώρου δίνει ἐντολή στό διάφραγμα τῆς μονάδας νά ἀνοίξει τελείως. Ἄν οἱ ψυκτικές ἀνάγκες εἶναι στό 0, τότε τό διάφραγμα κλείνει στήν ἐλάχιστη.

στη θέση του, επιτρέποντας μόνο μία μικρή ποσότητα αέρα (π.χ. 15%) να βγαίνει από την τερματική μονάδα για να υπάρχει κάποια κίνηση αέρα μέσα στον χώρο.

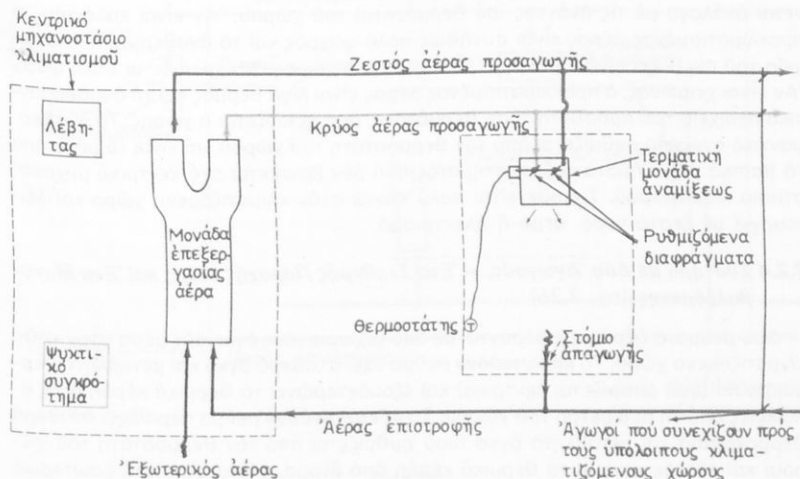


Σχ. 3.2α.

Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με ένα αγωγό και μεταβαλλόμενη παροχή αέρα.

3.2.2 Σύστημα με Ζευγος Άγωγων και Σταθερή Παροχή Άερα (σχ. 3.2β).

Ψυχρός και θερμός αέρας μεταφέρονται με ένα ζευγος άγωγων προς τερματι-



Σχ. 3.2β.

Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με ζευγος άγωγων και σταθερή παροχή αέρα.

κές μονάδες αναμίξεως τοποθετημένες στους διάφορους χώρους που θέλουμε να κλιματίσουμε. Σέ κάθε τέτοια μονάδα, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.2β, φτάνει ένας άγωγός που μεταφέρει ψυχρό αέρα και ένας άλλος που μεταφέρει θερμό αέρα. Μέσα στη μονάδα ο ψυχρός αέρας αναμειγνύεται με τον θερμό αέρα στην αναλογία που χρειάζεται κάθε φορά ώστε ο κλιματιζόμενος χώρος να διατηρήσει τη θερμοκρασία του στους βαθμούς που έχει ρυθμιστεί ο θερμοστάτης του. Κάθε φορά πάντως έχουμε σταθερή ποσότητα του μίγματος αέρα που προσφέρεται στον χώρο από την έξοδο της μονάδας.

Παράδειγμα:

“Ας υποθέσουμε στην απλούστερη περίπτωση, ότι χρειαζόμαστε την ίδια ποσότητα ψυχρού ή θερμού αέρα για την κάλυψη αντίστοιχως των ψυκτικών ή θερμικών αναγκών του χώρου και ας πούμε ότι η ποσότητα αυτή είναι 600 CFM. “Αν ο θερμοστάτης του χώρου ζητά ψύξη, τότε το διάφραγμα του ψυχρού αέρα θα ανοίξει περισσότερο, ας πούμε στα 400 CFM (680 m³/h) ενώ το διάφραγμα του θερμού αέρα θα κλείσει αντίστοιχα στα 200 CFM (340 m³/h) ώστε το μίγμα ψυχρού - θερμού να είναι στα 600 CFM (1020 m³/h) και η θερμοκρασία του τόσο χαμηλή ώστε να ικανοποιηθούν οι ψυκτικές ανάγκες του χώρου. “Αν οι ψυκτικές ανάγκες είναι στο μέγιστο, τότε το διάφραγμα του ψυχρού αέρα θα ανοίξει τελείως ενώ αντίστοιχα θα κλείσει τελείως το διάφραγμα του θερμού, δηλαδή τα 600 CFM που θα παρέχονται στο χώρο θα είναι μόνο ψυχρός αέρας. Τα αντίθετα θα συμβούν αν ο χώρος έχει μικρές ή μεγάλες θερμικές ανάγκες.

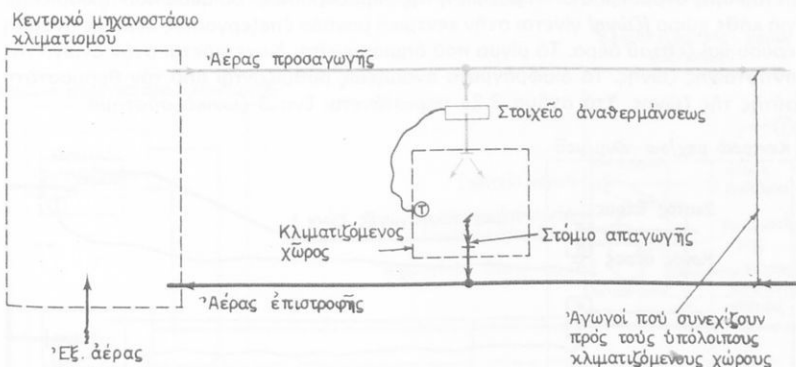
3.2.3 Σύστημα με Ένα Άγωγό και Αναθέρμανση (σχ. 3.2γ).

Προκλιματισμένος αέρας σταθερού δγκου μεταφέρεται με έναν άγωγό στον κλιματιζόμενο χώρο όπου, με τη βοήθεια ενός θερμαντικού στοιχείου, αναθερμαίνεται ανάλογα με τις ανάγκες (σέ θερμότητα) του χώρου. “Αν είναι καλοκαίρι, ο προκλιματισμένος αέρας είναι συνήθως πολύ ψυχρός και το αναθερμαντικό στοιχείο του ανεβάζει λίγο τη θερμοκρασία, όταν ο χώρος δεν χρειάζεται πολύ ψύξη. “Αν είναι χειμώνας, ο προκλιματισμένος αέρας είναι λίγο θερμός και το αναθερμαντικό στοιχείο του προσθέτει τόση θερμότητα, όση χρειάζεται ο χώρος. Τό αναθερμαντικό στοιχείο ρυθμίζεται από τον θερμοστάτη του χώρου και είναι το μόνο από τα βασικά μηχανήματα του συστήματος που δεν βρίσκεται στο κεντρικό μηχανοστάσιο κλιματισμού. Τοποθετείται πολύ κοντά στον κλιματιζόμενο χώρο και λειτουργεί με ζεστό νερό, άτμο ή ηλεκτρισμό.

3.2.4 Σύστημα με Δύο Άγωγούς. — Ένα Σταθερής Παροχής Άέρα και Ένα Μεταβαλλόμενη (σχ. 3.2δ).

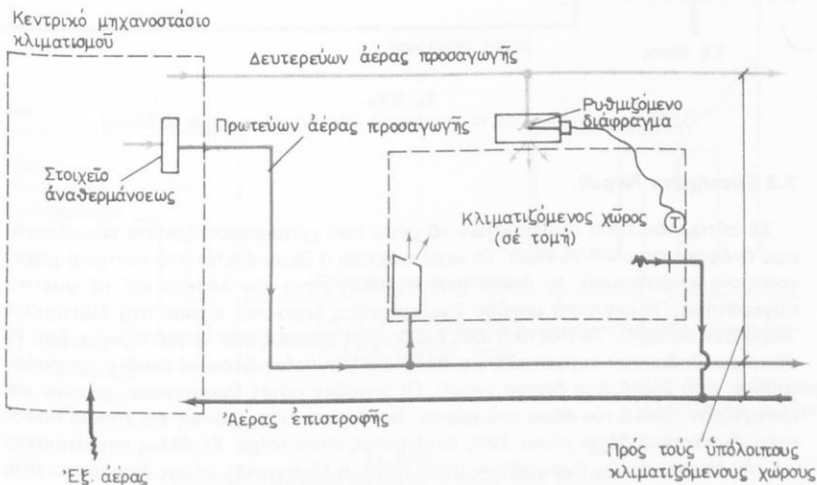
Δύο ρεύματα αέρα μεταφέρονται με δύο ξεχωριστούς άγωγούς μέσα στον κάθε κλιματιζόμενο χώρο. Το «**πρωτεύον**» ρεύμα έχει σταθερό δγκο και μεταβλητή θερμοκρασία (που ρυθμίζεται κεντρικά) και εξουδετερώνει τα θερμικά κέρδη ή τις απώλειες από τη περίμετρο του χώρου. Το «**δευτερεύον**» ρεύμα αέρα έχει σταθερή θερμοκρασία και μεταβλητό δγκο (που ρυθμίζεται από τον θερμοστάτη του χώρου) και εξουδετερώνει τα θερμικά κέρδη από άτομα, φώτα κλπ., στο έσωτερικό

του χώρου. Συνήθως και τα δύο ρεύματα αέρα προκλιματίζονται στην ίδια κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα. Για το «πρωτεύον» ρεύμα χρησιμοποιείται και αναθέρμανση (σχ. 3.2δ).



Σχ. 3.2γ.

Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με ένα αγωγό και αναθέρμανση.

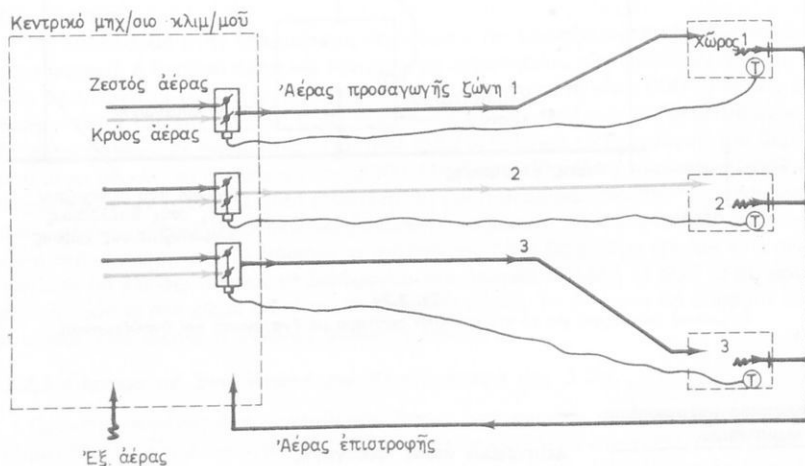


Σχ. 3.2δ.

Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με δύο αγωγούς — ένα σταθερής και ένα μεταβαλλόμενης παροχής αέρα.

3.2.5 Σύστημα με πολλούς άγωγούς — ή Πολυζωνικό Σύστημα (σχ. 3.2ε).

Σέ κάθε κλιματιζόμενο από τό σύστημα χώρο φτάνει ένας αποκλειστικός γι' αυτόν τόν χώρο άγωγός. Ό άέρας πού παρέχεται στόν χώρο έχει σταθερό όγκο καί μεταβλητή θερμοκρασία. Ό ρύθμιση τής θερμοκρασίας του άέρα πού προορίζεται γιά κάθε χώρο (**ζώνη**) γίνεται στήν κεντρική μονάδα έπεξεργασίας άέρα μέ ανάμιξη κρύου καί ζεστού άέρα. Τό μίγμα πού δημιουργείται διοχετεύεται στόν άγωγό τής αντίστοιχης ζώνης. Τά διαφράγματα αναμίξεως ρυθμίζονται από τόν θερμοστάτη αυτής τής ζώνης. Στο σχήμα 3.2ε παριστάνεται ένα 3-ζωνικό σύστημα.



Σχ. 3.2ε.

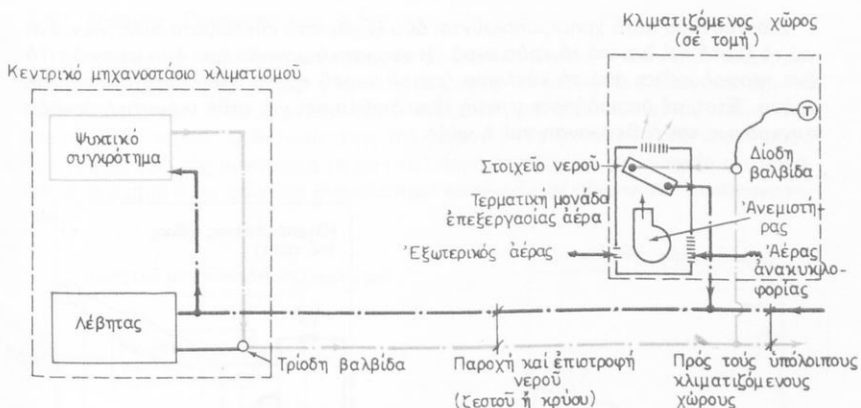
Σχηματικό διάγραμμα γιά τό πολυζωνικό κλιματιστικό σύστημα (3 ζώνες)

3.3 Συστήματα Νερού.

Σέ αυτόν τόν τύπο συστημάτων τό μέσο πού χρησιμοποιούμε γιά τόν κλιματισμό ενός χώρου είναι τό νερό. Τό νερό ψύχεται ή θερμαίνεται στό κεντρικό μηχανοστάσιο κλιματισμού, τό όποιο περιλαμβάνει μόνο τόν λέβητα καί τό ψυκτικό συγκρότημα. Ό κεντρική μονάδα έπεξεργασίας άέρα πού είχαμε στά Συστήματα Άέρα δέν υπάρχει. Αντίθετα στους διάφορους χώρους πού κλιματίζονται από τό σύστημα υπάρχουν θερματικές μονάδες έπεξεργασίας άέρα οι όποιες τροφοδοτούνται από ένα ή δύο δίκτυα νερού. Οι μονάδες αυτές θερμαίνουν, ψύχουν καί καθαρίζουν τοπικά τόν άέρα του χώρου, παρέχοντας συγχρόνως καί κάποια ποσότητα έξωτερικού άέρα μέσω ενός ανοίγματος στόν τοίχο, ό έξωτερικός άέρας διανέμεται στίς γιά τήν άποφυγή τών ανοιγμάτων στόν τοίχο, ό έξωτερικός άέρας διανέμεται στίς μονάδες μέσω δικτύου άεραγωγών ή εισέρχεται μόνο από τίς χαραμάδες τών κουφωμάτων μέ τή βοήθεια κάποιου ανεμιστήρα άπαγωγής. Ό ρύθμιση του νερού σέ μία θερματική μονάδα γίνεται μέσω του θερμοστάτη του χώρου πού κλιματίζεται από τή μονάδα αυτή.

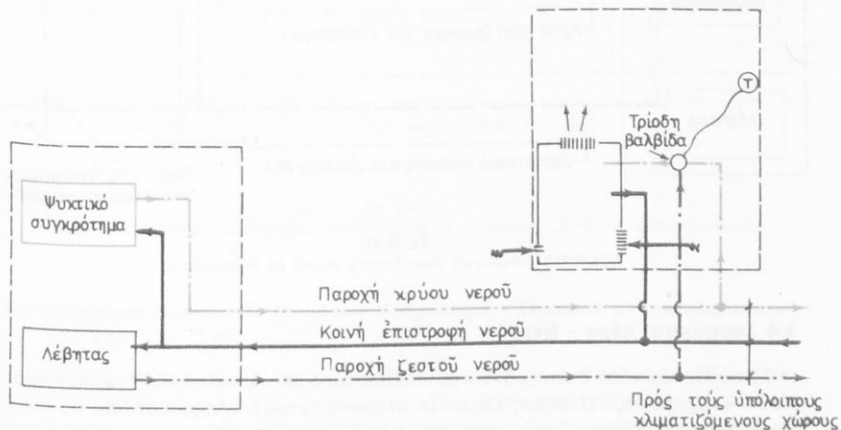
3.3.1 Σύστημα με 2 σωλήνες νερού (σχ. 3.3α).

Ζεστό ή κρύο νερό μπορεί να κυκλοφορεί προς τις θερματικές μονάδες έπεξεργασίας αέρα. Στο σχήμα 3.3α φαίνεται (με τα τόξα ροής και το πράσινο χρώμα) η περίπτωση κυκλοφορίας κρύου νερού σε όλες τις μονάδες του συστήματος.



Σχ. 3.3α.

Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 2 σωλήνες.



Σχ. 3.3β.

Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 3 σωλήνες.

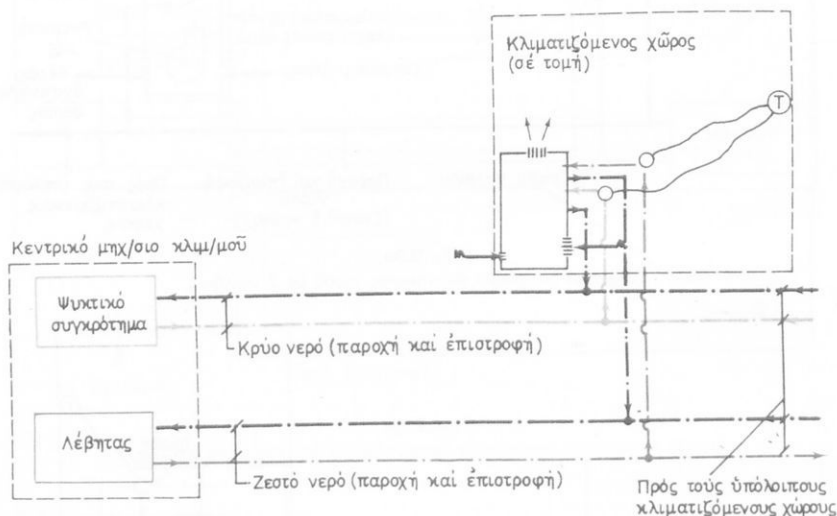
3.3.2 Σύστημα με 3 σωλήνες νερού (σχ. 3.3β).

Από τους δύο σωλήνες παροχής νερού, ένας για ζεστό και ένας για κρύο νερό,

παρέχεται θέρμανση ή ψύξη σε κάθε μονάδα χωριστά, ανάλογα βέβαια με τις ανάγκες του χώρου που εξυπηρετεί αυτή η μονάδα. Ο σωλήνας επιστροφής είναι κοινός και για το ζεστό και για το κρύο νερό.

3.3.3 Σύστημα με 4 σωλήνες νερού (σχ. 3.3γ).

Στό σύστημα αυτό χρησιμοποιούνται δύο ξεχωριστά κυκλώματα σωλήνων, ένα για το ζεστό και ένα για το κρύο νερό. Η θερματική μονάδα έχει δύο στοιχεία. Το ένα τροφοδοτείται από το κύκλωμα ζεστού νερού και το άλλο από το κύκλωμα κρύου. Έτσι, σε οποιαδήποτε στιγμή είναι διαθέσιμες για κάθε θερματική μονάδα συγχρόνως και η θέρμανση και η ψύξη.



Σχ. 3.3γ.

Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 4 σωλήνες.

3.4 Συστήματα Άερα - Νερού.

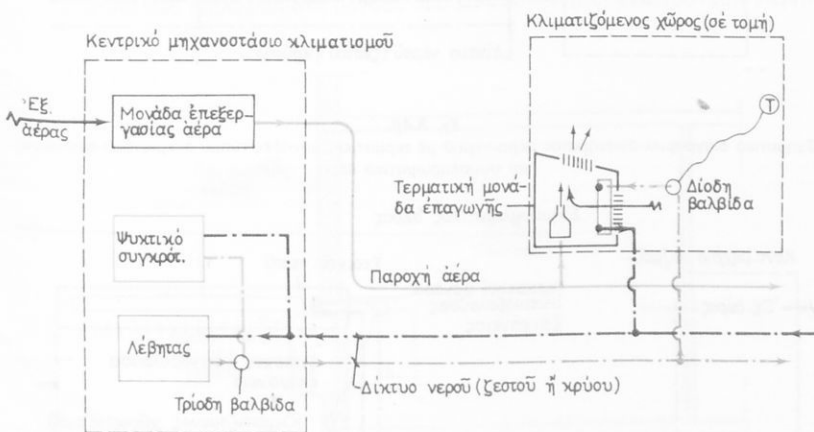
Σε αυτόν τον τύπο συστημάτων συνδυάζονται ο άερας και το νερό για να κλιματισθεί ένας χώρος. Ο άερας κλιματίζεται στο Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού το οποίο, όπως και στην κατηγορία των Συστημάτων Άερα, περιλαμβάνει και Κεντρική Μονάδα Έπεξεργασίας Άερα. Ο κλιματιζόμενος όμως αυτός άερας που διανέμεται με αεραγωγούς, αποτελεί μέρος του άερα που κυκλοφορεί σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο και συνήθως δεν επιστρέφεται πίσω στην κεντρική εγκατάσταση. Το μεγαλύτερο μέρος του άερα του χώρου περνά και κλιματίζεται μέσα από Θερματικές Μονάδες Έπεξεργασίας Άερα εφοδιασμένες με θερμαντικά και ψυκτικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά τροφοδοτούνται με νερό το οποίο θερμαίνεται ή ψύ-

χεται στην κεντρική εγκατάσταση καί διανέμεται στις θερματικές μονάδες με έναν από τους τρόπους που περιγράψαμε στην κατηγορία Συστημάτων Νερού, δηλαδή δίκτυο δύο σωλήνων, τριών σωλήνων ή τεσσάρων σωλήνων.

Οι πιο συνηθισμένες παραλλαγές συστημάτων 'Αέρα - Νερού είναι:

3.4.1 Σύστημα Έπαγωγής (σχ. 3.4α).

Προκλιματισμένος αέρας μεταφέρεται με μεγάλη ταχύτητα καί σε σταθερή ποσότητα σε θερματικές μονάδες τύπου έπαγωγής. 'Ο αέρας που επάγεται από τό χώρο θερμαίνεται ή ψύχεται μέσα στην θερματική μονάδα περνώντας επάνω από ένα στοιχείο νερού. 'Ο θερμοστάτης του χώρου ρυθμίζει τή ροή του νερού μέσα από τό στοιχείο τής μονάδας ή τή ροή του αέρα επάνω από τό στοιχείο τής μονάδας. Στο σχήμα 3.4α φαίνεται ένα σύστημα έπαγωγής με δίκτυο δύο σωλήνων νερού.



Σχ. 3.4α.

Σχηματικό διάγραμμα συστήματος αέρα - νερού με θερματικές μονάδες τύπου έπαγωγής.

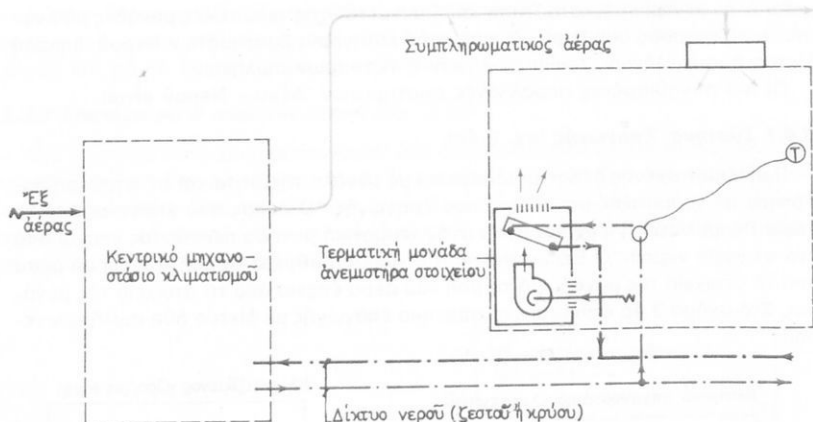
3.4.2 Σύστημα Τερματικών Μονάδων 'Ανεμιστήρα - Στοιχείου με συμπληρωματικό αέρα (σχ. 3.4β).

Η Τερματική Μονάδα 'Ανεμιστήρα - Στοιχείου θερμαίνει ή ψύχει άπευθείας τόν αέρα του χώρου. 'Ο συμπληρωματικός αέρας σταθερής παροχής παρέχει τόν απαιτούμενο αερισμό (φρέσκο αέρα) καί τήν απαιτούμενη ύγρανση (ή αφύγρανση) του χώρου. Τό σχηματικό διάγραμμα συστήματος που χρησιμοποιεί δίκτυο νερού δύο σωλήνων φαίνεται στο σχήμα 3.4β.

3.4.3 Σύστημα Τερματικών Μονάδων 'Ακτινοβολίας με συμπληρωματικό αέρα (σχ. 3.4γ).

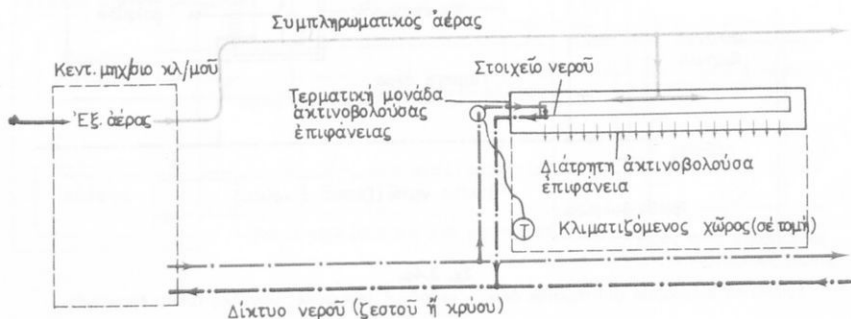
Η Τερματική μονάδα με ακτινοβολούσα έπιφάνεια (τύπου τοίχου ή όροφής) πα





Σχ. 3.4β.

Σχηματικό διάγραμμα συστήματος αέρα-νερού με θερματικές μονάδες τύπου άνεμιστήρα-στοιχείου και συμπληρωματικό αέρα.



Σχ. 3.4γ.

Σχηματικό διάγραμμα συστήματος αέρα-νερού με θερματικές μονάδες τύπου ακτινοβολούσας επιφάνειας και με συμπληρωματικό αέρα.

ρέχει θέρμανση ακτινοβολίας ή ψύξη ακτινοβολίας. Ο συμπληρωματικός αέρας σταθερού όγκου παρέχει αερισμό και υγρανση (ή αφύγρανση). Στο σχήμα 3.4γ φαίνεται το σύστημα που χρησιμοποιεί δίκτυο νερού δύο σωληνών.

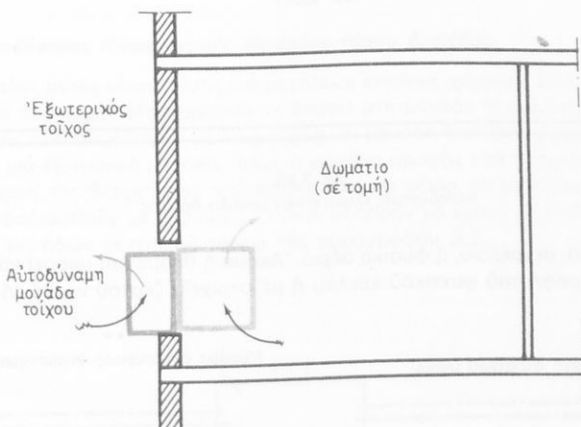
3.5 Συστήματα Ψυκτικού Υγρού (ή συστήματα με Αυτόδύναμες Τοπικές Μονάδες).

Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν άπευθείας ψυκτικό υγρό για να ψύξουν ή θερμάνουν (με αντίστροφη του ψυκτικού κύκλου) τον αέρα ενός χώρου. Η θέρ-

μανση παρέχεται και με ιδιαίτερα συμπληρωματικά θερμαντικά στοιχεία τα οποία λειτουργούν με θερμό νερό, ηλεκτρισμό ή οποιαδήποτε άλλη μορφή θερμικής ενέργειας. Η ψύξη, ή θέρμανση και ο καθαρισμός του αέρα του χώρου γίνονται μέσα σε Αυτόδυναμες Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες. Σέ μερικούς τύπους αυτών των μονάδων μπορεί να εφαρμοσθεί και υγρανση. Οι αυτόδυναμες μονάδες είναι κανονικά τοποθετημένες μέσα ή δίπλα στον κλιματιζόμενο χώρο και διακρίνονται κυρίως στους παρακάτω τύπους.

3.5.1 Αυτόδυναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Παραθύρου ή Τοίχου.

Οι μονάδες αυτές κυμαίνονται από μικρές μονάδες δωματίου, όπως αυτή που δείχνεται στο σχήμα 3.5α, μέχρι μεγάλες μονάδες, όπως π.χ. για μία αίθουσα καταστήματος. Οι μονάδες αυτές δεν έχουν υγρανση και η θέρμανσή τους παράγεται με αντίστροφη του ψυκτικού κύκλου, με ηλεκτρικές αντιστάσεις ή με θερμό νερό (ή ατμό) που παρέχεται στη μονάδα από κάποια κεντρική εγκατάσταση (λέβητα).

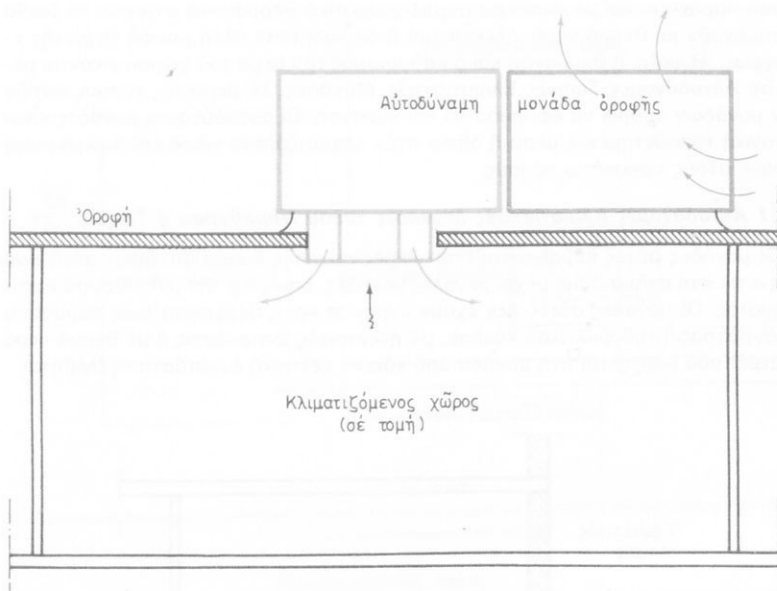


Σχ. 3.5α.

Αυτόδυναμη κλιματιστική μονάδα τοίχου.

3.5.2 Αυτόδυναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Όροφης.

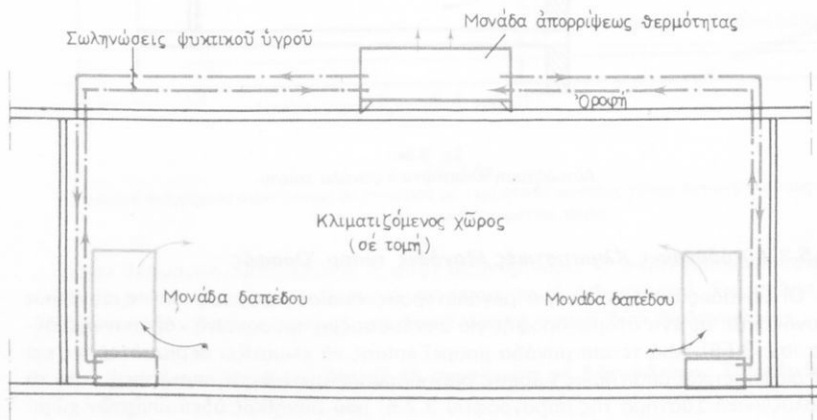
Οι μονάδες αυτές είναι για μεγαλύτερους ενιαίους χώρους, όποτε συνήθως συνδέονται σε ένα στόμιο όροφης για συνδυασμένη προσαγωγή και άπαγωγή αέρα (σχ. 3.5β). Μία τέτοια μονάδα μπορεί επίσης να κλιματίζει περισσότερους και με διαφορετικές απαιτήσεις χώρους, όποτε συνδέεται σε αεραγωγούς (π.χ. κατά τό Πολυζωνικό Σύστημα της παραγράφου 3.2.5) που συνήθως οδεύουν στον χώρο μεταξύ όροφης και ψευδοροφής. Οι μονάδες αυτές μπορούν να έχουν υγρανση, ή δε θέρμανσή τους παράγεται από πηγές θερμάνσεως που συνήθως λειτουργούν



Σχ. 3.5β.

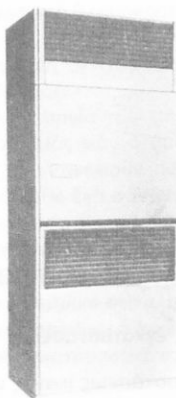
Αυτοδύναμη κλιματιστική μονάδα όροφής.

μέ ηλεκτρισμό, πετρέλαιο, ή φυσικό αέριο. Άκόμα ή θέρμανση μπορεί νά παράγεται μέ αντίστροφή του ψυκτικού κύκλου ή μέ στοιχεία ζεστού νερού (ή άτμοϋ).



Σχ. 3.5γ.

Αυτοδύναμη κλιματιστική μονάδα τύπου δαπέδου.



Σχ. 3.5γ.

Αυτόδύναμη κλιματιστική μονάδα τύπου δαπέδου.

3.5.3 Αυτόδύναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Δαπέδου.

Οι μονάδες αυτές είναι επίσης για μεγάλους ενιαίους χώρους. Τα στόμια προσ-αγωγής καί άπαγωγής αέρα βρίσκονται επάνω στή μονάδα (σχ. 3.5γ) ή επάνω σε άεραγωγούς πού συνδέονται με τή μονάδα. Ή μονάδα δαπέδου συνδυάζεται συ-νήθως με μία έξωτερική μονάδα, όπως ή μονάδα όροφής τοῦ σχήματος 3.5γ, γιά τήν απόρριψη τῆς θερμότητας πού ἀπάγει ἀπό τό χώρο. Οἱ μονάδες αὐτές μπο-ροῦν νά ἐφοδιασθοῦν μέ ὕγρανση. Γενικά, μποροῦν νά ἔχουν ὅλα τὰ πλεονεκτή-ματα τῶν μονάδων κεντρικοῦ τύπου τῆς παραγράφου 3.2.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

4.1 Διαδικασία καί στάδια ύπολογισμοϋ κλιματιστικῆς ἐγκαταστάσεως.

Γιά τήν ἐπιλογή τῆς κατάλληλης κλιματιστικῆς ἐγκαταστάσεως ἱκανῆς νά κλιματίσει ἓνα κτίριο, θά πρέπει νά βρεθοῦν πρῶτα οἱ κλιματιστικές ἀπαιτήσεις τοῦ κτιρίου. Οἱ ἀπαιτήσεις αὐτές προσδιορίζονται ἀπό τά ἐξῆς δεδομένα:

- Τήν τοποθεσία πού βρίσκεται (ἢ πού θά βρίσκεται) τὸ κτίριο (Κλιματολογικές συνθήκες, περιβάλλον).

- Τήν κατασκευή τοῦ κτιρίου (Προσανατολισμός (τοιχῶν, παραθύρων κλπ.), ἰσχύς καί τρόπος λειτουργίας ἡλεκτρομηχανολογικῶν ἐγκαταστάσεων φωτισμοῦ, μαγειρείων κλπ).

- Τή χρήση τοῦ κτιρίου, (ἂν εἶναι δηλαδή κτίριο ἐργοστασίου ἢ νοσοκομείου ἢ ξενοδοχείου ἢ κτίριο γραφείων κλπ.), καί τίς εἰδικές κλιματιστικές ἀπαιτήσεις πού προκύπτουν ἀπό αὐτή τή χρήση.

- Τά ἄτομα πού ὑπάρχουν στό κτίριο, εἶδος τῆς ἐργασίας τους κατὰ τήν παραμονή τους στό κτίριο καθώς καί τίς ἀπαιτήσεις ἀνέσεως πού ἔχουν.

Ἀπό τά παραπάνω δεδομένα, καί μέ τή βοήθεια πινάκων καί διαγραμμάτων πού δίνονται στά διάφορα ἐγχειρίδια μελετῶν κλιματισμοῦ, προκύπτουν τά ἐξῆς γιά κάθε χῶρο τοῦ κτιρίου στοιχεῖα:

- Ἀκραῖες ἐξωτερικές συνθήκες χειμῶνα καί καλοκαιριοῦ πού πρέπει νά ληφθοῦν ὑπόψη (θερμοκρασία, ὑγρασία, ἄνεμος, ἡλιοφάνεια, μόλυνση ἀτμόσφαιρας).

- Ἐσωτερικές συνθήκες πού πρέπει νά διατηροῦνται στό χῶρο (θερμοκρασία, ὑγρασία, κίνηση καί καθαρότητα ἀέρα) κατὰ τὸ χειμῶνα καί τὸ καλοκαίρι.

- Θερμικές ἀπώλειες κατὰ τὸ χειμῶνα καί θερμικά κέρδη κατὰ τὸ καλοκαίρι ἀπό τὰ διάφορα δομικά στοιχεῖα τοῦ χώρου, τὰ μηχανήματα πού λειτουργοῦν στόν χῶρο, τοὺς ἀνθρώπους πού μένουν ἢ ἐργάζονται σέ αὐτόν καί τόν ἀέρα πού εἰσέρχεται καί ἐξέρχεται ἀπό τὸ χῶρο.

Τά παραπάνω στοιχεῖα συνήθως ὑπολογίζονται χωριστά γιά κάθε ἐνιαῖο χῶρο τοῦ κτιρίου (δωμάτιο, γραφεῖο, αἴθουσα κλπ.) καί ἔτσι ὥστε νά ὁδηγοῦν στίς μέγιστες συνολικές κλιματιστικές ἀπαιτήσεις αὐτοῦ τοῦ χώρου. Γιά νά γίνει ἐπιτευχθεῖ αὐτό, γίνονται γιά κάθε χῶρο ἄρκετοὶ ὑπολογισμοί (2, 3 ἢ καί περισσότεροι) πού ὁ καθένας τους ἀνταποκρίνεται σέ διαφορετικὴ χρονικὴ στιγμή κατὰ τήν ὁποία ἐπικρατεῖ διαφορετικὸς συνδυασμός τῶν παραγόντων πού προσδιορίζουν τίς θερμικές ἀπώλειες (ἢ τὰ θερμικά κέρδη) τοῦ χώρου. Οἱ παράγοντες αὐτοὶ εἶναι:

- 'Η διαφορά θερμοκρασίας ή υγρασίας μεταξύ έσωτερικού καί έξωτερικού χώρου.
- 'Η ήλιακή ακτινοβολία.
- 'Ο άνεμος.
- 'Η λειτουργία των μηχανημάτων πού υπάρχουν στό χώρο.
- 'Ο αριθμός των ατόμων καί τής κινητικότητάς τους μέσα στό χώρο.

Άφου υπολογισθοῦν οἱ συνολικές θερμικές ἀπώλειες (ή τά συνολικά θερμικά κέρδη) γιά κάθε ἕνα συνδυασμό ἀπό τούς παραπάνω παράγοντες, ἐπιλέγεται ἐκεῖνος ὁ συνδυασμός πού δίνει τό μεγαλύτερο σύνολο θερμικῶν ἀπωλειῶν (ή κερδῶν). Αὐτό τό σύνολο ἀποτελεῖ καί τίς θερμικές ἀπώλειες (ή τά θερμικά κέρδη) τοῦ συγκεκριμένου χώρου.

Αὐτό τό θερμικό σύνολο θά συνδυασθεῖ μέ τά θερμικά σύνολα τῶν ἄλλων χώρων γιά νά προκύψει ἡ ἰσχὺς καί τό εἶδος τῆς κλιματιστικῆς ἐγκαταστάσεως πού θά πρέπει νά ἐγκατασταθεῖ στό ὑπό μελέτη κτίριο.

4.2 Θερμικά φορτία.

Τό θερμικό φορτίο ἢ **θερμικές ἀπώλειες** ἐνός χώρου εἶναι τό ποσό θερμότητας πού χάνεται ἀπό τόν χώρο στή μονάδα τοῦ χρόνου καί ἐκφράζεται σέ Btu/h ἢ σέ kcal/h. Ἐπειδὴ θερμικές ἀπώλειες ἀπό ἕνα χώρο συμβαίνουν συνήθως τό χειμῶνα, οἱ ἀπώλειες αὐτές λέγονται καί **φορτίο χειμῶνα**.

Οἱ θερμικές ἀπώλειες ἐνός κλειστοῦ χώρου ὀφείλονται στή βασική ιδιότητα τῆς θερμοδυναμικῆς (2ος Νόμος) πού ὀρίζει ὅτι «ἡ θερμότητα ρεεῖ ἀπό τήν ὑψηλότερη θερμοκρασία πρὸς τή χαμηλότερη». Ἀφου λοιπόν κατὰ τό χειμῶνα ἡ θερμοκρασία ἐνός χώρου εἶναι ὑψηλότερη ἀπὸ τή θερμοκρασία τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος, ἔχομε **ροή θερμότητας** ἀπὸ τόν χώρο πρὸς τό ἐξωτερικό περιβάλλον. Ἡ ροή αὐτή εἶναι ἀνάλογη μέ τή **θερμική διαβατότητα** τοῦ περιβλήματος τοῦ χώρου. Ἐπίσης εἶναι ἀνάλογη πρὸς τή θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ ἐσωτερικοῦ χώρου καί ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος. Ὅσο μικραίνει ἡ διαφορά αὐτή τόσο ἐλαττώνονται καί οἱ ἀπώλειες. Ἐπομένως, ἂν ὑποθέσουμε ὅτι στό χώρο δέν υπάρχουν πηγές θερμότητας καί ὅτι ἡ ἐξωτερική (χαμηλή) θερμοκρασία εἶναι σταθερή, τότε ἡ ἐσωτερική θερμοκρασία θά μειώνεται συνέχεια μέχρι μιά ἐλάχιστη τιμή, ὁπότε σταματᾷ ἡ ροή θερμότητας. Ἡ τιμή αὐτή τῆς ἐσωτερικῆς θερμοκρασίας θά εἶναι τόσο πιό κοντά πρὸς τήν τιμή τῆς ἐξωτερικῆς θερμοκρασίας ὅσο μικρότερη εἶναι ἡ **θερμική ἀντίσταση** (τό ἀντίστροφο τῆς θερμικῆς διαβατότητας) πού παρουσιάζει τό περίβλημα τοῦ χώρου πρὸς τή ροή τῆς θερμότητας. Ἀν μηδενίσουμε αὐτή τήν ἀντίσταση, ἂν ἀνοίξουμε π.χ. τά παράθυρα, τότε ἡ θερμοκρασία τοῦ χώρου θά ἐξισωθεῖ μέ τή θερμοκρασία τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος. Δηλαδή ἡ ροή τῆς θερμότητας εἶναι παρόμοια μέ τή ροή τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἔχοντας γιά **διαφορά δυναμικοῦ** τή διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ἐσωτερικοῦ καί ἐξωτερικοῦ χώρου καί γιά **ἀγωγό - ἀντίσταση** τά τοιχώματα πού παρεμβάλλονται μεταξύ τῶν δύο χώρων. Τέλος τό ἀνοίγμα τῶν παραθύρων (μηδενισμός θερμικῆς ἀντιστάσεως) εἶναι ἀντίστοιχο τοῦ **βραχυκυκλώματος** στόν ἡλεκτρισμό.

Γιά νά διατηρηθεῖ ἡ θερμοκρασία ἐνός χώρου κατὰ τό χειμῶνα σταθερή σέ κάποια τιμή, θά πρέπει οἱ θερμικές ἀπώλειες τοῦ χώρου σέ αὐτή τή θερμοκρασιακή

τιμή νά ἀναπληρώνονται ἀπό κάποια ἐσωτερική πηγή θερμότητας. Τέτοια πηγή μπορεῖ νά εἶναι ἓνα θερμαντικό σῶμα πού στή μέγιστη ἀπόδοσή του θά παράγει στή μονάδα τοῦ χρόνου τόση θερμότητα, ὅση εἶναι ἡ μέγιστη θερμότητα πού ρεῖ ἀπό τό χῶρο πρὸς τὰ ἔξω στήν ἴδια μονάδα τοῦ χρόνου. Ἡ μέγιστη αὐτή ροή (ἀπώλεια) θερμότητας, ὅπως προκύπτει ἀπὸ τὰ προηγούμενα, θά συμβαίνει κατὰ τή μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ ἐσωτερικοῦ καί ἐξωτερικοῦ χώρου ἢ ἀπλούστερα, ὅταν ἡ ἐξωτερική θερμοκρασία φθάσει τήν ἐλάχιστη τιμή της, μιά καί ἡ ἐσωτερική θερμοκρασία εἶναι δοσμένη καί ἴση μέ τήν ἐπιθυμητή θερμοκρασία τοῦ χώρου (π.χ. 20°C). Γι' αὐτό σέ κάθε τοποθεσία, οἱ ὑπολογισμοί τῶν θερμικῶν ἀπωλειῶν ἐνός χώρου γίνονται γιά τήν ἐλάχιστη στατιστικά χειμερινή θερμοκρασία περιβάλλοντος πού προκύπτει ἀπὸ τὰ κλιματολογικά δεδομένα τῆς περιοχῆς. Λαμβάνεται δέ συνήθως ὡς **στατιστικά ἐλάχιστη τιμή** τῆς θερμοκρασίας, ἡ τιμή ἐπάνω ἀπὸ τήν ὁποία βρίσκεται τό 99% ἢ τό 97,5% τῶν μέσων ὡριαίων θερμοκρασιῶν τοῦ συνόλου τῶν ὥρῶν (2208 ὥρες) τοῦ χειμῶνα (Δεκεμβρίου, Ἰανουαρίου καί Φεβρουαρίου). Δηλαδή σέ ἓνα κανονικό ἀθηναϊκό χειμῶνα, θά υπάρξουν μόνο 22 περίπου ὥρες (1%) κατὰ τίς ὁποῖες ἡ θερμοκρασία θά εἶναι ἴση ἢ κατώτερη ἀπὸ τή θερμοκρασία τῶν 33°F (ἢ 0,5°C) πού ἀποτελεῖ τήν 99% τιμή γιά τήν περιοχή Ἀθηνῶν.

Πέρα ἀπὸ τίς παραπάνω θερμικές ἀπώλειες πού τίς λέμε **ἀπώλειες διαβάσεως** θερμότητας, ἓνας κλιματιζόμενος χῶρος ἔχει τό χειμῶνα καί **ἀπώλειες συναγωγῆς** θερμότητας. Οἱ ἀπώλειες αὐτές συμβαίνουν μέ τή μεταφορά ζεστῶν μαζῶν ἀέρα ἀπὸ τόν κλιματιζόμενο χῶρο πρὸς τό ἐξωτερικό περιβάλλον, καί ἀντίθετα κρύων μαζῶν ἀέρα ἀπὸ τό ἐξωτερικό περιβάλλον πρὸς τόν κλιματιζόμενο χῶρο. Ἡ μεταφορά αὐτῆς μαζῶν ἀέρα εἶναι ἐλεγχόμενη (**τεχνητός ἀερισμός**) μέσῳ μηχανημάτων ἢ μὴ ἐλεγχόμενη (**φυσικός ἀερισμός**) ἀπὸ χαραμάδες ἢ ἀπὸ πόρτες καί παράθυρα πού ἀνοίγοκλείνουν. Προκαλεῖ δέ, πέρα ἀπὸ τίς ἀπώλειες θερμότητας, καί **ἀπώλειες ὑγρασίας**, γιατί συνήθως τό χειμῶνα ὁ ἐξωτερικός ἀέρας ἔχει μικρότερο περιεχόμενο ὕδατῶν (ἀπόλυτη ὑγρασία) ἀπὸ τόν ἐσωτερικό ἀέρα. Οἱ ἀπώλειες δέ θερμότητας (καί ὑγρασίας) ἔχουν, καί στήν περίπτωση τῶν ἀπωλειῶν μεταφορᾶς, τή μέγιστη τιμή τους ὅταν ὁ ἐξωτερικός ἀέρας ἔχει τήν ἐλάχιστη στατιστικά τιμή θερμοκρασίας (καί ὑγρασίας). Ἐπομένως πρέπει καί αὐτές οἱ ἀπώλειες νά ὑπολογισθοῦν γιά τήν ἴδια χρονική στιγμή πού ὑπολογίσθηκαν οἱ ἀπώλειες διαβάσεως, τὰ δύο δέ εἶδη ἀπωλειῶν (διαβάσεως καί συναγωγῆς) νά προστεθοῦν γιά νά προκύψουν οἱ συνολικές ἀπώλειες τοῦ χώρου.

Οἱ ἀπώλειες διαβάσεως καί συναγωγῆς ἐνός χώρου ἐπηρεάζονται (πέρα ἀπὸ τή διαφορά θερμοκρασιῶν, τήν κατασκευή καί τή χρήση τοῦ κτιρίου πού ἀναφέρθηκαν πρὶν) ἀπὸ ἄλλους παράγοντες, οἱ κυριότεροι ἀπὸ τοὺς ὁποῖους εἶναι:

- Ὁ προσανατολισμός τοῦ χώρου.
- Ἡ θέση του μέσα στό κτίριο.
- Οἱ ἄνεμοι πού ἐπικρατοῦν στήν περιοχή καί
- τό εἶδος τῆς λειτουργίας (συνεχῆς ἢ μέ διακοπές).

Γιά ὅλους αὐτοὺς τοὺς παράγοντες δίνονται ἀπὸ πίνακες διάφορες χαρακτηριστικές τιμές πού ἔχουν προκύψει ἀπὸ μακρόχρονες παρατηρήσεις, μετρήσεις καί ἔρευνες ὅσον ἀφορᾷ τήν ἐπίδραση τῶν παραγόντων πάνω στή θερμική συμπεριφορά τῶν διαφόρων χώρων. Ἐπίσης ἀπὸ πίνακες δίνονται οἱ στατιστικές τιμές τῶν

έξωτερικῶν θερμοκρασιῶν, οἱ συνθῆκες ἀνέσεως χειμῶνα γιὰ τίς διάφορες κατηγορίες χώρων, ἡ θερμικὴ διαβατότητα τῶν διαφόρων δομικῶν στοιχείων, οἱ ἀπώλειες κουφωμάτων καί οἱ ἀπαιτήσεις ἐξαερισμοῦ γιὰ τὰ ἄτομα καί τίς διάφορες παραγωγικές διαδικασίες ἢ δραστηριότητες. Στούς ἴδιους αὐτοὺς πίνακες δίνονται καί τὰ ἀντίστοιχα γιὰ τὸ καλοκαίρι στοιχεῖα. Ἐνδεικτικὰ ἀποσπάσματα μερικῶν τέτοιων πινάκων περιλήφθηκαν στὶς παραγράφους 4.4 ὡς 4.10.

Ἐδῶ πρέπει νὰ σημειώσουμε ὅτι κατὰ τὸ χειμῶνα ἓνας χώρος δέν ἔχει μόνο θερμικές ἀπώλειες, ἀλλὰ καί θερμικὰ κέρδη, κυρίως ἀπὸ τὴν ἡλιακὴ ἀκτινοβολία, ἀπὸ τὰ ἄτομα καί τὰ μηχανήματα πού ὑπάρχουν στὸν χώρο. Τὰ θερμικὰ αὐτὰ κέρδη μπορεῖ νὰ καλύπτουν μέρος ἢ καί τὸ σύνολο τῶν θερμικῶν ἀπωλειῶν καί ἀσφαλῶς συντελοῦν στὴ μείωση τῆς **ἐνέργειας πού καταναλώνεται** κατὰ τὴ χειμερινή λειτουργία τῆς κλιματιστικῆς ἐγκαταστάσεως. Ἡ ἐγκαταστημένη ἰσχύς ὅμως ὑπολογίζεται (γιὰ τὸ χειμῶνα) συνήθως σέ τέτοιο μέγεθος ὥστε νὰ εἶναι ἱκανὴ νὰ καλύπτει τὸ μέγιστο τῶν θερμικῶν ἀπωλειῶν χωρὶς καμιά βοήθεια ἀπὸ τὰ θερμικὰ κέρδη. Ἐκτός βέβαια ἂν εἶναι στατιστικά βεβαιωμένο ὅτι μαζί μέ τίς μέγιστες θερμικές ἀπώλειες θά ἔχομε συγχρόνως καί μερικά θερμικὰ κέρδη, κυρίως αὐτὰ πού προέρχονται ἀπὸ ἄτομα καί μηχανήματα (σέ συνδυασμό μέ τὴ σκέψη ὅτι ἡ θέρμανση ἀπαιτεῖται ὅταν τὰ ἄτομα βρίσκονται στὸν χώρο ἢ ὅταν μιά παραγωγικὴ διαδικασία βρίσκεται σέ ἐξέλιξη). Σέ αὐτὴ τὴ περίπτωση εἶναι δυνατό τὰ θερμικὰ αὐτὰ κέρδη νὰ ἀφαιρεθοῦν ἀπὸ τίς μέγιστες θερμικές ἀπώλειες γιὰ νὰ προκύψει ἡ απαιτούμενη ἰσχύς χειμῶνα τῆς κλιματιστικῆς ἐγκαταστάσεως. Ἔτσι ὄχι μόνο τὸ **ἀρχικὸ κόστος** τῆς ἐγκαταστάσεως θά εἶναι μικρότερο, ἀλλὰ καί ἡ ἀπόδοσή τῆς καλύτερη, δηλαδὴ τὸ **κόστος λειτουργίας** χαμηλότερο. Ἡ μείωση τοῦ κόστους αὐτοῦ ἔχει ἰδιαίτερη σημασία σήμερα πού οἱ τιμές ἀγορᾶς ἐνέργειας ἔχουν φθάσει σέ πάρα πολύ μεγάλου ὕψους (περισσότερες λεπτομέρειες γιὰ τὸ θέμα αὐτὸ τῆς ἐνέργειας ἔχουν περιληφθεῖ στό τελευταῖο κεφάλαιο τοῦ βιβλίου).

4.3 Ψυκτικὰ φορτία.

Τὸ ψυκτικὸ φορτίο ἢ **θερμικὰ κέρδη** ἑνὸς χώρου εἶναι τὸ ποσό θερμότητας πού δέχεται ὁ χώρος στὴ μονάδα τοῦ χρόνου καί ἐκφράζεται σέ Btu/h ἢ σέ kcal/h. Ἐπειδὴ θερμικὰ κέρδη ἔχει ἓνας χώρος συνήθως τὸ καλοκαίρι τὰ κέρδη αὐτὰ λέγονται καί **φορτίο καλοκαιριοῦ**.

Τὰ θερμικὰ κέρδη ἑνὸς χώρου εἶναι:

- Θερμικὰ κέρδη λόγω διαβάσεως θερμότητας (περίβλημα).
- Θερμικὰ κέρδη λόγω συναγωγῆς θερμότητας (ἀερισμός).
- Θερμικὰ κέρδη λόγω ἀκτινοβολίας (ἥλιος).
- Θερμικὰ κέρδη λόγω ἐσωτερικῶν θερμικῶν πηγῶν (ἄτομα καί μηχανήματα).

Δηλαδή ἔχομε τίς ἴδιες κατηγορίες ροῶν θερμότητας πού εἴχαμε καί τὸ χειμῶνα, μέ τὴ διαφορά ὅτι ἐδῶ ὅλες οἱ ροές ἔχουν τὴν ἴδια «κατεύθυνση», δηλαδή αὐξάνουν τὴ θερμοκρασία τοῦ χώρου. Ὑπολογίζονται δέ γιὰ κείνη τὴ χρονικὴ στιγμή πού τὸ ἄθροισμά τους εἶναι τὸ μέγιστο (βλέπε παράγρ. 4.1).

Τὰ φορτία καλοκαιριοῦ (ὅπως καί τὰ φορτία χειμῶνα) ἑνὸς χώρου ὑπολογίζονται μέ βάση:

- Τίς ἐπιθυμητές συνθῆκες μέσα στό χώρο.
- Τίς ἀπαιτήσεις ἀερισμοῦ τοῦ χώρου.

- Τίς συνθήκες έξωτερικού περιβάλλοντος.
- Τόν προσανατολισμό του χώρου.
- Τή θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων που περιβάλλουν τό χώρο.
- Τό πλήθος καί τή δραστηριότητα των ατόμων στό χώρο.
- Τήν ισχύ των μηχανημάτων στόν χώρο καί
- τό τρόπο λειτουργίας τής κλιματιστικής ἐγκαταστάσεως.

Μερικές ένδεικτικές τιμές των παραπάνω παραγόντων δίνονται στους άποσπασματικούς πίνακες των παραγράφων που ακολουθούν.

Οί ύπολογισμοί των θερμικών κερδών ενός χώρου για κάθε τοποθεσία γίνονται για τή μέγιστη στατιστική θερινή θερμοκρασία περιβάλλοντος που προκύπτει από τά κλιματολογικά δεδομένα τής περιοχής. Λαμβάνεται δέ συνήθως ως **στατιστική μέγιστη τιμή** τής θερμοκρασίας, ή τιμή τήν οποία υπερβαίνουν μόνο ένα ελάχιστο ποσοστό (συνήθως 1%, 2 1/2% ή 5%) από τίς μέσες ωριαίες θερμοκρασίες όλων των θερινών ώρων. Όσο τό ποσοστό αυτό μεγαλώνει τόσο ή αντίστοιχη μέγιστη τιμή είναι μικρότερη (Πίνακας 4.4.1). Τά παραπάνω ισχύουν για τή θερμοκρασία ξηροϋ θερμομέτρου (Ξ.Θ) αλλά καί για τή θερμοκρασία Ύγρου Θερμομέτρου (Υ.Θ.) Στόν ίδιο πίνακα (4.3.1) υπάρχει για τό καλοκαίρι καί ένα άλλο θερμοκρασιακό δεδομένο: Ή ήμερήσια διακύμανση τής θερμοκρασίας ξηροϋ θερμομέτρου. Ή διακύμανση αυτή (που είναι ή διαφορά μεταξύ τής μέσης ήμερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας καί τής μέσης ήμερήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας στή διάρκεια του θερμότερου μήνα τής περιοχής) είναι χρήσιμη για τόν καθορισμό των ισχυόνων έξωτερικών θερμοκρασιών στις διάφορες ώρες τής ημέρας (βλέπε παράγρ. 4.5).

Τά θερμικά κέρδη είναι αισθητά ή λανθάνοντα. Τό θερμικό κέρδος είναι **αίσθητό** όταν υπάρχει μία άπευθείας προσθήκη θερμότητας στόν κλιματιζόμενο χώρο μέ έναν οποιοδήποτε ή όλους μαζί τούς τρόπους μεταδόσεως θερμότητας που άναφέρθηκαν (διάβαση, συναγωγή καί ακτινοβολία). Τό θερμικό κέρδος είναι **λανθάνον** όταν προστίθεται ύγρασία στόν κλιματιζόμενο χώρο μέ **εξάτμιση** μέσα στο χώρο (π.χ. από άτομα καί ζεστά φαγητά) ή μέ **μεταφορά ύδρατμών** από τό έξωτερικό περιβάλλον (μέσω των χαραμάδων του περιβλήματος ή μέσω του τεχνητού άερισμού). Ή ποσότητα **ένέργειας** (ψυκτικής) που απαιτείται για τή συμπύκνωση αυτών των πρόσθετων ύδρατμών είναι τό **λανθάνον θερμικό κέρδος** του χώρου.

4.4 Έσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας καί ύγρασίας.

Ό Πίνακας 4.4.1 δίνει τίς συνηθισμένες συνθήκες που απαιτούνται για τήν ανθρώπινη άνεση σε διάφορους έσωτερικούς χώρους, όπως συνιστώνται από τούς συγγραφείς του βιβλίου Handbook of Air Conditioning System Design, Carrier, McGraw - Hill Book Company, New York, 1965. Ή άναφερόμενη «διακύμανση θερμοκρασίας» είναι για τό καλοκαίρι **πάνω** από τήν επιθυμητή θερμοκρασία στις συνθήκες μέγιστου φορτίου καλοκαιριού, για τό χειμώνα **κάτω** από τήν επιθυμητή θερμοκρασία στις συνθήκες μέγιστου φορτίου χειμώνα (γι' αυτό σημειώνεται μέ τό πρόσημο —).

Όπό τό ίδιο βιβλίο είναι ό επόμενος Πίνακας 4.4.2 που δίνει τίς συνηθισμένες συνθήκες που απαιτούνται για μερικές βιομηχανικές εφαρμογές (παραγωγική διαδικασία, συσκευασία, άποθήκευση κλπ.) Οί άναφερόμενες συνθήκες άφορούν τίς απαιτήσεις του προϊόντος ή τής παραγωγικής διαδικασίας καί όχι τίς απαιτήσεις άν-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.1.
Συνθήκες άνεσεως τό καλοκαίρι καί τό χειμώνα

Χώρος	Θέρος			Χειμώνας				
				Μέ υγρανση			Χωρίς υγρανση	
	Ξ.Θ. (F)	Σχ. Ύγρ. (%)	Διακυμ. Θερμοκρ. (F)	Ξ.Θ. (F)	Σχ. Ύγρ. (%)	Διακυμ. Θερμοκρ. (F)	Ξ.Θ. (F)	Διακυμ. Θερμοκρ. (F)
Κατοικία, Ξενοδοχείο Γραφείο, Σχολείο κτλ.	77-79	50-45	2 ως 4	74-76	35-30	-3 ως -4	75-77	-4
Τράπεζα, Κατάστημα, Κουρέιο κλπ.	78-80	50-45	2 ως 4	72-74	35-30	-3 ως -4	73-75	-4
Αίθουσα Συγκεντρώσεων, Έκκλησία, Έστιατόριο Μπάρ, κλπ.	78-80	60-50	1 ως 2	72-74	40-35	-2 ως -3	74-76	-4
Έργοστάσιο	80-85	60-50	3 ως 6	68-72	35-30	-4 ως -6	70-74	-6

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.2
Έσωτερικές βιομηχανίες συνθήκες (Παραδείγματα)

Βιομηχανία	Παραγωγική Διαδικασία	Ξ.Θ. (F)	Σχετ. Ύγρ. (%)
Άρτοποιία	Ζυμωτήριο:	75 - 82	70 - 75
	Δωμάτιο Ψύχους	40 - 45	—
	Μπισκότα	60 - 65	50
	Συσκευασία	60 - 65	60 - 65
	Άποθήκευση:		
	Άλευρα	70 - 75	50 - 65
	Ζάχαρι	80	35
	Νερό	32 - 35	—
	Ξερά προϊόντα	70	55 - 65
Τυπογραφία	Φρέσκα προϊόντα	30 - 45	80 - 85
	Λιθογρ. Έκτύπωση	75 - 80	46 - 48
	Όφσετ Έκτύπωση	Συνθήκες	Άνεσεως

θρώπινης άνεσεως. Γι' αυτό είναι ανεξάρτητες από εποχή. Αντίθετα, σέ όποιους έργοστασιακούς χώρους πρέπει νά επικρατούν συνθήκες γιά ανθρώπινη άνεση, σημειώνονται οι λέξεις «Συνθήκες Άνεσεως» πού σημαίνει ότι οι μελετητές θά πρέπει νά ανατρέξουν στίς συνθήκες καλοκαιριού - χειμώνα πού αναφέρονται στόν Πίνακα 4.4.1 γιά τά έργοστάσια. Στίς τελευταίες αυτές περιπτώσεις οι έσωτερικές συνθήκες χώρου δέν επιδρούν πάνω στήν παραγωγική διαδικασία ή στό προϊόν, αλλά πάνω στούς εργαζόμενους μέσα στό χώρο ώστε νά αϋξάνεται ή παραγωγικότητά τους καί νά μειώνεται τό κόστος παραγωγής. Σέ μερικές περιπτώσεις θά πρέπει νά συμβιβασθούν οι απαιτούμενες συνθήκες παραγωγικής διαδικα-

σίας με τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσεως ώστε να διατηρείται υψηλή ποιότητα συνδυαζόμενη με χαμηλό κόστος παραγωγής.

Οι ειδικές έσωτερικές κλιματιστικές συνθήκες απαιτούνται στις βιομηχανικές εφαρμογές για έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω λόγους:

α) Η σταθερή θερμοκρασία απαιτείται για μετρήσεις άνοχων ακρίβειας σε διάφορες εργασίες, ώστε να αποφεύγεται η διαστολή και συστολή των τμημάτων της μηχανής, των προϊόντων και των συσκευών μετρήσεως. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνήθως η σταθερότητα της θερμοκρασίας είναι πιο σημαντική από το μέγεθός της. Η σταθερότητα της υγρασίας είναι δευτερεύων παράγοντας, αλλά δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 45% για να ελαχιστοποιούνται τα τυχόν σχηματιζόμενα έπιφανειακά στρώματα υγρασίας, ώστε να αποφεύγεται η φθορά των μεταλλικών έπιφανειών και η έλάττωση της ηλεκτρικής αντίστασεως των μονωτικών υλικών.

β) Οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας εκεί που κατασκευάζονται ή αποθηκεύονται έξαιρετικά λείες έπιφάνειες, πρέπει να διατηρούνται σταθερές για να ελαχιστοποιείται το σχηματιζόμενο έπιφανειακό στρώμα υγρασίας. Οι συνθήκες αυτές πρέπει να είναι στο ίδιο επίπεδο ή λίγο χαμηλότερα από τις συνθήκες άνεσεως ώστε να ελαχιστοποιείται η παραγωγή ύδρατμών από τα σώματα των εργαζομένων στον ίδιο χώρο.

γ) Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας απαιτείται για την διατήρηση των ιδιοτήτων (άντοχή, εύκαμψία κλπ.) των ύγροσκοπικών υλικών, όπως ύφασματα και χαρτί.

δ) Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται για τον περιορισμό των έπιδράσεων του στατικού ηλεκτρισμού. Η ανάπτυξη στατικών ηλεκτρικών φορτίων ελαχιστοποιείται σε σχετικές υγρασίες του επιπέδου των 55% ή και ψηλότερα.

ε) Ο έλεγχος των συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας απαιτείται για τη ρύθμιση της ταχύτητας χημικών ή βιοχημικών αντίδράσεων, όπως π.χ. το στέγνωμα βερνικιών, ή παραγωγή συνθετικών ίνων κλπ.

στ) Τα διάφορα εργαστήρια απαιτούν συνήθως αυστηρό έλεγχο της θερμοκρασίας ή της υγρασίας ή και των δύο συγχρόνως. Συχνά στα εργαστήρια δοκιμών και ποιοτικού έλέγχου η έγκατάσταση κλιματισμού είναι μελετημένη ώστε να διατηρεί τις Πρότυπες Συνθήκες που προβλέπουν μερικά καθιερωμένα πρότυπα, όπως οι συνθήκες που προβλέπονται από τα άμερικανικά πρότυπα A.S.T.M./Standard Conditions (73,4 F Ξ.Θ. και 50% σχετικής υγρασίας).

4.5 Συνθήκες έξωτερικού περιβάλλοντος.

Για τον έλληνικό γεωγραφικό χώρο δεν υπάρχουν ακόμα πλήρη στατιστικά μετεωρολογικά στοιχεία από τα όποια προκύπτουν δεδομένα θερμοκρασίας, υγρασίας κλπ., με τη μορφή που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, τις σχετικές με τα θερμικά και ψυκτικά φορτία (Κεφ. 4.2 και 4.3). Τα πιο λεπτομερή στοιχεία υπάρχουν για την Άθήνα και Θεσσαλονίκη, αναφέρονται δέ στον Πίνακα 4.5.1 που προέκυψε από το άμερικανικό βιβλίο Fundamentals Handbook (A.S.H.R.A.E., 1977).

Για το καλοκαίρι, που το θερμικό κέρδος από την ήλιακή ακτινοβολία πρέπει να προστεθεί στα άλλα θερμικά κέρδη του χώρου (από άγωγιμότητα, μεταφορά και έ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5.1.
Συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος

Πόλη	Γεωγραφικό Πλάτος	Υψόμετρο (Ft)	Χειμώνας			Θέρος						
			Μέση Έτησίαν Έλαχίστων (F)	Τιμή 99% (F)	Τιμή 97 1/2% (F)	Θερμοκρασίας Ξ.Θ.			Ήμερήσια Διακύμ. (F)	Θερμοκρασία Υ.Θ.		
						1% (F)	2 1/2% (F)	5% (F)		1% (F)	2 1/2% (F)	5% (F)
Αθήνα	37° 58' B	351	29	33	36	96	93	91	18	72	71	71
Θεσ/νίκη	40° 37' B	78	23	28	32	95	93	91	20	77	76	75

σωτερικές θερμικές πηγές), χρησιμοποιούνται περισσότερο λεπτομερείς πίνακες εξωτερικών θερμοκρασιών που λαμβάνουν υπόψη τους την ηλιακή ακτινοβολία. Οι θερμοκρασίες αυτές λέγονται **ηλιακές θερμοκρασίες αέρα** και αναφέρονται σε

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5.2.
Ήλιακές θερμοκρασίες αέρα

(Για την 21η Ιουλίου και για ανοιχτόχρωμες επιφάνειες που βρίσκονται σε περιοχές Γεωγραφικού Πλάτους 40°B και θερμοκρασίας καλοκαιριού 95°F με Ήμερήσια Διακύμανση 21°F).

Ώρα	Θερμοκρασία αέρα (F)	Ήλιακή θερμοκρασία αέρα (°F) για διάφορους προσανατολισμούς								
		B	BA	A	NA	N	NΔ	Δ	ΒΔ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ
1	76	76	76	76	76	76	76	76	76	69
2	76	76	76	76	76	76	76	76	76	69
3	75	75	75	75	75	75	75	75	75	68
4	74	74	74	74	74	74	74	74	74	67
5	74	74	74	74	74	74	74	74	74	67
6	74	82	95	97	86	75	75	75	75	74
7	75	82	103	109	97	78	78	78	78	85
8	77	82	103	114	105	83	81	81	81	96
9	80	85	101	114	110	92	85	85	85	106
10	83	89	96	110	112	100	89	89	89	115
11	87	93	94	104	111	108	96	93	93	123
12	90	96	96	97	107	112	107	97	96	127
13	93	99	99	99	102	114	117	110	100	129
14	94	100	100	100	100	111	123	121	107	126
15	95	100	100	100	100	107	125	129	116	121
16	94	99	98	98	98	100	122	131	120	113
17	93	100	96	96	96	96	115	127	121	103
18	91	99	92	92	92	92	103	114	112	91
19	87	87	87	87	87	87	87	87	87	80
20	85	85	85	85	85	85	85	85	85	78
21	83	83	83	83	83	83	83	83	83	76
22	81	81	81	81	81	81	81	81	81	74
23	79	79	79	79	79	79	79	79	79	72
24	77	77	77	77	77	77	77	77	77	70
Μέση	85	86	89	91	90	89	90	91	89	91
Μέγιστη	95	100	103	114	112	114	125	131	121	129
Ώρα μεγ.	15	15	8	9	10	13	15	16	17	13

συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, ημέρα του έτους, γεωγραφικό πλάτος, προσανατολισμό και χρωματισμό επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο. **«Η ήλιακή θερμοκρασία άερα είναι ή (υποθετική) θερμοκρασία του εξωτερικού άερα ή οποία θά έδινε σέ μιά επιφάνεια σέ (υποθετική) περίπτωση άπουσίας κάθε άκτινοβολίας, τήν ίδια ροή είσερχόμενης θερμότητας πού δίνει ό πραγματικός συνδυασμός της προσπίπτουσας στήν επιφάνεια ήλιακής άκτινοβολίας, της άκτινοβολίας του περιβάλλοντος και της έναλλαγής θερμότητας μέ τό έξωτερικό άερα.** "Αν υποθέσουμε ότι ή ροή θερμότητας μέσα από μιά επιφάνεια μπορεί νά έκφρασθεϊ σέ συνάρτηση μέ τήν «ήλιακή θερμοκρασία άερα», θά έχομε:

$$\frac{q}{A} = h_o (t_e - t_s) \text{ σέ Btu/h} \cdot \text{ft}^2$$

όπου:

q = ή ροή θερμότητας (Btu/h).

A = τό έμβαδό της επιφάνειας (ft^2).

h_o = ό συντελεστής μεταφοράς θερμότητας μέσω άκτινοβολίας και έπαφής του άερα στήν έξωτερική επιφάνεια ($\text{Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$).

t_e = ή «ήλιακή θερμοκρασία άερα» ($^{\circ}\text{F}$).

t_s = ή θερμοκρασία της επιφάνειας ($^{\circ}\text{F}$).

Ένα παράδειγμα πίνακα «ήλιακών θερμοκρασιών άερα» είναι ό Πίνακας 4.5.2 πού επίσης προέκυψε από σχετικούς πίνακες του βιβλίου Fundamentals Handbook (A.S.H.R.A.E., 1977). Ό πίνακας αυτός θά μπορούσε νά εφαρμοσθεϊ γιά τήν περιοχή Θεσσαλονίκης μιά και τά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας γιά τήν όποία έχει προκύψει (Γεωγραφικό Πλάτος, Θερμοκρασία καλοκαιριού, ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας καλοκαιριού) ταιριάζουν μέ τά χαρακτηριστικά της Θεσσαλονίκης πού άναφέρονται στόν Πίνακα 4.5.1 (αν πάρομε γιά θερμοκρασία καλοκαιριού τήν τιμή 1%, δηλαδή 95°F ή 35°C).

4.6 Ψυκτικά φορτία από τοίχους και όροφές.

Οί έρευνητές του A.S.H.R.A.E. στίς έργασίες των όποιών στηρίζονται όλα τά στοιχεία πού περιέχονται στόν τόμο: «Fundamentals Handbook 1977» και στους άλλους τόμους του A.S.H.R.A.E., μέ βάση τίς παραπάνω «ήλιακές θερμοκρασίες άερα» και υποθέτοντας μιά όρισμένη θερμοκρασία έσωτερικού χώρου (78°F ή $25,5^{\circ}\text{C}$) κατάρτισαν πιά λεπτομερείς πίνακες πού δίνουν 215 **«Ίσοδύναμες Θερμοκρασιακές Διαφορές»** (Ι.Θ.Θ) γιά τόν ύπολογισμό των ψυκτικών φορτίων πού δέχεται ένας χώρος από τοίχους και όροφές μέ διαφορετικό προσανατολισμό και τύπο κατασκευής.

Δηλαδή έχομε:

$$q = A \cdot U \cdot (\text{Ι.Θ.Δ}) \quad 4.1$$

όπου: q είναι τό ψυκτικό φορτίο (Btu/h).

A είναι τό έμβαδό του τοίχου ή της όροφής (ft^2).

U είναι ό συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας του τοίχου ή της όροφής ($\text{Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{F}$).

(Ι.Θ.Δ) ή ίσοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά πού δίνεται από τους πίνακες ($^{\circ}\text{F}$).

Οί Ι.Θ.Δ. πού περιέχονται στους παραπάνω πίνακες έχουν προκύψει από έρευνες και ύπολογισμούς πού έλαβαν ύπόψη τους και τή **θερμική μάζα** του κάθε δομι-

κοῦ στοιχείου (τοίχου ἢ ὀροφῆς), δηλαδή τὴν ἱκανότητά του νὰ συγκρατεῖ περισσότερη ἢ λιγότερη θερμότητα. Ἀποτέλεσμα τῆς ιδιότητος αὐτῆς τῶν δομικῶν στοιχείων εἶναι νὰ ἔχομε τὸ μέγιστο θερμικὸ κέρδος μὲ **καθυστερήση** σὲ σχέση μετὰ τῆς μέγιστης ἑξωτερικῆς «ἡλιακῆς θερμοκρασίας ἀέρα». Πράγματι, ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὸν Πίνακα 4.6.1 (ποῦ ἀποτελεῖ ἀπόσπασμα ἀπὸ ἕνα μεγαλύτερο πίνακα τοῦ Fundamentals Handbook, 1977, οἱ μέγιστες Ι.Θ.Δ. συμβαίνουν τόσο ἀργότερα ὅσο

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6.1.

Ἰσοδύναμες θερμοκρασιακές διαφορές (Ι.Θ.Δ. σέ °F) γιὰ ὑπολογισμὸ ψυκτικῶν φορτίων ἀπὸ ἡλιοφώτιστους τοίχους

(Γιὰ τὴν 21η Ἰουλίου καὶ γιὰ ἀνοιχτόχρωμους τοίχους* ποῦ βρίσκονται σὲ περιοχές Γεωγραφικοῦ Πλάτους 40° Β καὶ Μέσης Ἡμερήσιας Ἐξωτερικῆς Θερμοκρασίας 85° F. Ἐσωτερικὴ Θερμοκρασία Ἀέρα 78° F)**

ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕ- ΡΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΥ																							
	ΤΟΙΧΟΣ ΟΜΑΔΑΣ Α (97 - 190) (Lb/Ft ²)								ΤΟΙΧΟΣ ΟΜΑΔΑΣ Δ (40 - 90) (Lb/Ft ²)								ΤΟΙΧΟΣ ΟΜΑΔΑΣ Η (5 - 16) (Lb/Ft ²)							
	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ
1	9	12	16	16	13	16	18	14	10	11	12	13	12	18	20	16	2	2	3	3	3	3	4	3
2	9	12	16	15	13	16	18	14	8	10	11	11	11	16	18	14	1	1	1	1	1	3	3	2
3	9	12	15	15	12	16	17	14	8	8	10	10	10	14	16	12	1	1	1	1	1	2	2	1
4	8	12	15	14	12	16	17	13	7	7	8	8	8	12	14	11	0	0	0	0	0	1	1	1
5	8	11	14	14	12	16	16	13	6	7	7	7	7	10	12	9	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0
6	8	11	14	13	12	15	16	12	5	5	6	7	6	9	10	8	1	6	7	3	0	0	1	0
7	8	10	13	13	11	14	16	12	4	5	5	5	5	8	8	7	5	18	20	12	1	1	1	1
8	8	10	12	12	10	14	15	12	4	5	6	5	5	7	7	6	5	23	31	21	3	3	3	3
9	7	10	12	12	10	13	14	11	4	7	8	7	4	6	7	5	6	25	35	27	8	5	5	5
10	7	10	12	12	10	12	14	10	4	9	11	8	4	5	6	5	8	23	36	32	14	8	7	7
11	7	10	12	12	9	12	13	10	4	11	14	11	5	5	6	5	10	20	33	33	20	10	10	10
12	7	10	12	12	9	12	12	10	5	13	18	14	6	5	6	5	12	17	26	31	25	17	12	12
13	7	10	13	12	9	11	12	10	5	14	20	17	8	7	7	6	14	17	21	27	29	25	18	14
14	7	10	14	12	9	11	12	9	7	15	21	19	10	8	7	7	15	18	20	23	30	33	27	18
15	7	11	14	13	9	11	12	9	8	15	21	20	13	10	9	8	16	18	20	21	28	38	36	24
16	7	12	15	14	10	11	12	9	8	16	21	21	16	14	12	9	16	17	19	20	24	41	44	31
17	7	12	16	14	10	12	12	10	10	16	21	21	18	18	16	12	16	16	18	18	20	40	47	36
18	7	12	16	15	11	12	12	10	11	16	21	21	19	21	20	14	17	14	16	16	16	34	44	36
19	8	12	16	15	12	13	13	10	12	16	20	20	19	23	23	18	14	12	12	12	13	24	31	27
20	8	12	16	16	12	14	14	11	12	16	20	20	19	25	26	20	10	9	10	10	10	16	19	16
21	8	13	16	16	12	15	15	12	12	15	18	18	18	25	27	21	7	7	8	8	8	11	13	11
22	8	13	16	16	13	16	16	12	12	14	17	17	17	24	26	21	6	6	7	7	7	8	10	8
23	9	13	16	16	13	16	17	13	12	13	16	16	16	22	25	20	5	5	5	5	5	7	7	7
24	9	13	16	16	13	16	17	14	10	12	14	14	14	20	22	18	3	3	4	4	3	5	5	5
ΜΕΓΙ- ΣΤΗ	9	13	16	16	13	16	18	14	12	16	21	21	19	25	27	21	17	25	36	33	30	41	47	36
ΩΡΑ ΜΕΓΙ- ΣΤΗΣ	2	22	22	22	23	24	1	1	21	19	16	17	19	21	21	22	18	9	10	11	14	16	17	18

* Γιά σκοτεινόχρωμους τοίχους οἱ τιμές τοῦ πίνακα πρέπει νὰ πολλαπλασιάζονται ἐπὶ 1,54

** Γιά ἄλλες ἀλλαγές στὶς συνθήκες ἐφαρμογῆς χρησιμοποιοῦνται ἄλλοι κατάλληλοι συντελεστές διορθώσεως ποῦ δίνονται στὸ Fundamentals Handbook 1977.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6.2.

Ίσοδύναμες θερμοκρασιακές διαφορές (Ι.Θ.Δ. - Σέ °F) για υπολογισμό ψυκτικών φορτίων από επίπεδες όροφες

(Για την 21 'Ιουλίου και γιά άνοιχτόχρωμες* όροφές πού βρίσκονται σέ περιοχές Γεωγραφικού πλάτους 40° Β καί Μέσης Ήμερήσιας Έξωτερικής Θερμοκρασίας 85° F. Έσωτερική Θερμοκρασία Άέρα 78° F)**

ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΟΡΟΦΗΣ					
	4-in μπετόν έλαφρού τύπου 18 lb/ft ²	6-in μπετόν έλαφρού τύπου 24 lb/ft ²	4-in μπετόν βαρέος τύπου μέ 2 in μόνωση 52 lb/ft ²	6-in μπετόν βαρέος τύπου μέ 2-in μόνωση 75 lb/ft ²	6-in μπετόν βαρέος τύπου μέ 2 in μόν. καί ψευδοροφή 77 lb/ft ²	4-in ξύλο μέ 2-in μόν. καί ψευδοροφή 20 lb/ft ²
1	5	11	13	16	15	18
2	3	9	11	14	14	17
3	1	7	9	13	14	17
4	0	5	8	11	13	16
5	-1	3	6	10	13	16
6	-2	2	5	9	12	15
7	-2	1	4	8	12	14
8	1	1	4	7	11	13
9	5	2	5	7	11	12
10	10	4	7	8	11	12
11	16	8	10	9	11	11
12	22	12	13	11	12	11
13	28	17	17	13	13	11
14	32	22	20	16	13	11
15	35	26	23	18	14	12
16	37	29	25	20	15	13
17	36	31	27	22	16	14
18	33	32	27	23	17	15
19	29	31	26	23	17	16
20	23	29	24	22	17	17
21	17	25	22	21	17	18
22	13	21	19	20	17	18
23	9	18	17	19	16	19
24	7	14	15	17	16	18
ΜΕΓΙΣΤΗ	37	32	27	23	17	19
ΩΡΑ ΜΕΓΙΣΤΗΣ	16	18	18	19	20	23

* Γιά σκοτεινόχρωμες όροφές οί τιμές τού πίνακα πρέπει νά πολλαπλασιάζονται επί 2,0.

** Γιά άλλες αλλαγές στίς συνθήκες έφαρμογής χρησιμοποιούνται κατάλληλοι συντελεστές διορθώσεως πού δίνονται στό Fundamentals Handbook 1977.

βαρύτερη είναι ή κατασκευή. Έτσι γιά τούς τοίχους τής Όμάδας Α (μέ τό μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα επιφάνειας τοίχου) οί μέγιστες Ι.Θ.Δ —, άρα καί τό μέγιστο θερμικό κέρδος, όπως φαίνεται από τήν έξίσωση 4.1 συμβαίνουν γύρω στά μεσάνυχτα, ένώ γιά τούς τοίχους τής Όμάδας Η (μέ τό μικρότερο βάρος) οί μέγιστες Ι.Θ.Δ. ακολουθούν τίς μέγιστες «ήλιακές θερμοκρασίες άέρα» (βλέπε Πίνακα

4.5.2) με καθυστέρηση μιάς ή δύο τό πολύ ώρων.

Τό άλλο σημαντικό δομικό στοιχείο μέσω του οποίου ένας χώρος έρχεται σε επαφή με τό έξωτερικό περιβάλλον, είναι ή όροφή. Όπως οί τοίχοι, έτσι καί ή όροφή «καθυστερεί» τήν είσοδο τής θερμότητας μέσα στόν χώρο τόσο πιά πολύ όσο βαρύτερη είναι ή κατασκευή τής. Αυτό φαίνεται (καί στήν περίπτωση τής όροφής) από τό πότε εμφανίζονται οί μέγιστες Ι.Θ.Δ σε σχέση με τό χρόνο εμφάνισης (ώρα 13) τής μέγιστης «ήλιακής θερμοκρασίας αέρα» (βλέπε τελευταία στήλη — OPI-ZONTIO — του Πίνακα 4.5.2). Οί Ι.Θ.Δ γιά μερικούς τύπους όροφων δίνονται στόν Πίνακα 4.6.2 πού έχει προκύψει με κατάλληλους ύπολογισμούς από αντίστοιχους πίνακες του Fundamentals Handbook 1977. Πράγματι, από τόν πίνακα αυτόν φαίνεται ότι όσο βαρύτερη είναι ή κατασκευή τής όροφής τόσο απομακρύνεται ή ώρα μέγιστης Ι.Θ.Δ. από τήν 13η ώρα. Επίσης από τόν πίνακα φαίνεται ότι ή «θερμική» βαρύτητα τής κατασκευής, δηλαδή ή **θερμοχωρητικότητα** τής (πού προκαλεί τήν καθυστέρηση στήν εμφάνιση τής μέγιστης Ι.Θ.Δ) δέν είναι μόνο συνάρτηση του βάρους τής κατασκευής (lb/ft²), αλλά καί του είδους των υλικών πού χρησιμοποιούνται σε αυτήν (μπετόν, ξύλο κλπ.).

Ο συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας U, ό οποίος επίσης είναι απαραίτητος στήν εξίσωση 4.1 γιά τόν ύπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από ένα τοίχο ή όροφή, δίνεται καί αυτός από πίνακες του Fundamentals Handbook 1977 γιά τούς διάφορους τύπους τοίχων καί όροφων. Ένδεικτικές τιμές γιά μερικές από τίς κατασκευές πού πλησιάζουν περισσότερο πρós τίς κατασκευές στήν Ελλάδα δίνονται στόν Πίνακα 4.6.3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6.3.

Συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας (U σε Btu/h . ft² . °F) γιά τοίχους καί όροφές

Περιγραφή Κατασκευής	Βάρος (lb/ft ²)	Συντελ. U (Btu/h . ft ² . °F)	
		Χειμώνας	Καλοκαίρι
Τοίχος:			
— Από τοῦβλο 20 cm	90	0,430	0,415
— Από τοῦβλο 20 cm + Μόνωση 5 cm	90	0,112	0,111
— Από μπετόν 20 cm	109	0,520	0,490
— Από μπετόν 20 cm + Μόνωση 5 cm	110	0,117	0,115
Όροφή:			
— Από μπετόν 10 cm (έλαφρού τύπου)	18	0,305	0,213
— Από μπετόν 10 cm (βαρέος τύπου) + Μόν. 5 cm	52	0,230	0,120
— Από μπετόν 15 cm (βαρέος τύπου) + Μόν 5 cm	75	0,225	0,117
— Από μπετόν 10 cm (έλαφρού τύπου) + Ψευδοροφή	20	0,211	0,134

4.7 Ψυκτικά φορτία από κουφώματα με τζάμια.

Σε οποιαδήποτε στιγμή τό συνολικό θερμικό κέρδος από μιά τζαμένια επιφάνεια αποτελείται από δύο βασικά μέρη:

Συνολικό	Θερμικό	Θερμικό	
Θερμικό	κέρδος	κέρδος από	4.2
Κέρδος	=	από διάβαση	+ τόν ήλιο
τζαμιού		θερμότητας	

Τό ένα μέρος (θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας) όφείλεται στή διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ έσωτερικοϋ καί έξωτερικοϋ περιβάλλοντος. Έτσι τό κέρδος αυτό υπάρχει ανεξάρτητα από τό άν οι ήλιακές άκτίνες πέφτουν ή όχι πάνω στό τζάμι. Τό άλλο μέρος (Θερμικό κέρδος από τόν ήλιο) όφείλεται στήν άπευθείας ήλιακή άκτινοβολία, καθώς καί στήν ήλιακή ένέργεια πού έχουν άπορροφήσει τά έσωτερικά άρχιτεκτονικά στοιχεία του χώρου (δάπεδο, χωρίσματα κλπ.) καί του άποδίνουν πρós τόν χώρο κατά τή στιγμή του ύπολογισμού του συνολικοϋ θερμοκοϋ κέρδους. Αύτή ή άπορροφημένη ένέργεια έξαρτάται από τή **θερμοχωρητικότητα** τής έσωτερικής κατασκευής του χώρου καί προκαλεί **καθυστέρηση** στήν εμφάνιση του μέγιστου Θερμικοϋ κέρδους από Ήλιο σέ σχέση μέ τήν ώρα πού ή άκτινοβολία του ήλιου πάνω στό τζάμι είναι ή μεγαλύτερη.

4.7.1 Θερμικό Κέρδος από διάβαση θερμότητας.

Όπως γιά τούς τοίχους καί τίς όροφές, έτσι καί στήν περίπτωση τών τζαμιών, τό θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας ύπολογίζεται μέ βάση τίς αντίστοιχες γιά τζάμια Ίσοδύναμες Θερμοκρασιακές Διαφορές (Ι.Θ.Δ) (βλέπε έξίσωση 4.1 τής παργρ. 4.6).

$$q_{\Delta} = A \cdot U \cdot (Ι.Θ.Δ) \quad 4.3$$

όπου: q_{Δ} = τό ψυκτικό φορτίο από τή διάβαση θερμότητας μέσα από τά τζάμια (Btu/h).

A' = τό καθαρό έμβαδό του τζαμιού (ft^2)

U = ό συνολικός συντελεστής θερμικής διαβατότητας του τζαμιού (Btu/h . ft^2 . $^{\circ}F$).

(Ι.Θ.Δ) = ή Ίσοδύναμη Θερμοκρασιακή Διαφορά γιά διάβαση θερμότητας μέσα από τό τζάμι ($^{\circ}F$).

Οι Ι.Θ.Δ γιά τζάμια έχουν επίσης ύπολογισθεϊ από τούς έρευνητές του Α.Σ.Η.Ρ.Α.Ε καί δίνονται από τόν Πίνακα 4.7.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.1.

Ίσοδύναμες θερμοκρασιακές διαφορές (Ι.Θ.Δ σέ $^{\circ}F$) γιά ύπολογισμό ψυκτικῶν φορτίων διαβάσεως θερμότητας από τζάμια (Γιά Μέση Ήμερήσια Έξωτερική Θερμοκρασία $83^{\circ}G$ & Έσωτερική Θερμοκρασία Άέρα $78^{\circ}F$)*

ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ :	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Ι.Θ.Δ :	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

* Γιά άλλες συνθήκες έφαρμογής οι τιμές του πίνακα αλλάζουν μέ τή βοήθεια κατάλληλων συντελεστών διορθώσεως πού δίνονται στο *Fundamentals Handbook*, 1977.

Όπως φαίνεται από τόν παραπάνω πίνακα, σέ όρισμένες ώρες τής ήμέρας (4 καί 6 τό πρωϊ) οι Ίσοδύναμες θερμοκρασιακές Διαφορές είναι άρνητικές, καί συνεπώς τό θερμικό κέρδος πού προκύπτει από τήν έξίσωση 4.3 είναι άρνητικό, δηλαδή πρόκειται γιά θερμική άπώλεια καί όχι θερμικό κέρδος. Αυτό βέβαια είναι φυσικό, γιατί εκείνες τίς ώρες ή θερμοκρασία του έξωτερικοϋ άέρα είναι χαμηλότερη άπό τή θερμοκρασία του χώρου. Επίσης από τόν πίνακα προκύπτει ότι ή μέγιστη Ι.Θ.Δ. — συνεπώς καί τό μέγιστο θερμικό κέρδος q , άφού στήν έξίσωση 4.3 μόνο ή

Ι.Θ.Δ. αλλάζει με την ώρα — συμβαίνει στις 16.00, δηλαδή την ίδια περίπου ώρα πού, όπως φαίνεται από τη δεύτερη στήλη του Πίνακα 4.5.2, έχουμε και τη μέγιστη θερμοκρασία (95° F) ή 35° C εξωτερικού αέρα. Δηλαδή δέν υπάρχει ουσιαστική καθυστέρηση πού νά προκαλείται από τη θερμοχωρητικότητα της μάζας του τζαμιού. Γι' αυτό άλλωστε και οι Ι.Θ.Δ. του Πίνακα 4.7.1 δέν εξαρτώνται από την κατασκευή του τζαμιού, σέ αντίθεση μέ τις Ι.Θ.Δ. των τοίχων (Πίνακας 4.6.1) και τις Ι.Θ.Δ των όροφών (Πίνακας 4.6.2).

Ο παράγοντας της εξίσωσης 4.3 πού εξαρτάται από την κατασκευή του τζαμιού του κουφώματος είναι ο συντελεστής U. Τιμές του U για μερικούς ένδεικτικούς τύπους τζαμιού (μέ ή χωρίς σκίαση) δίνονται στον επόμενο Πίνακα 4.7.2 πού επίσης έχει προκύψει από αντίστοιχο πίνακα του Fundamentals Handbook, 1977.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.2

Συνολικός συντελεστής Θερμικής διαβατότητας για εξωτερικά κατακόρυφα τζαμένια κουφώματα (Συντελεστής U σέ Btu/h · ft² · °F)

ΤΥΠΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ*		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ**	
	ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΗ	ΜΕ ΕΣΩΤ. ΣΚΙΑΣΗ***	ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΗ	ΜΕ ΕΣΩΤ. ΣΚΙΑΣΗ***
Μονό τζάμι	1,10	0,83	1,04	0,81
Διπλό τζάμι:				
Μέ 1/4-in κενό αέρα	0,58	0,48	0,61	0,55
Μέ 1/2-in κενό αέρα	0,49	0,42	0,56	0,52

* Οι τιμές για χειμώνα βρέθηκαν με ταχύτητα εξωτερικού αέρα 15 mph (μίλια την ώρα).

** Οι τιμές για καλοκαίρι βρέθηκαν με ταχύτητα εξωτερικού αέρα 7,5 mph.

*** Οι τιμές αυτές αφορούν σφιστά κλειστές περιόδους (όριζόντιες ή κατακόρυφες), κουρτίνες και ρολλλά.

Ο παραπάνω «συνολικός» συντελεστής Θερμικής διαβατότητας U αφορά τη συνολική διαδικασία της μεταδόσεως θερμότητας από τον εξωτερικό αέρα προς τον έσωτερικό (ή αντίστροφα), δηλαδή αφορά:

- Τη μετάδοση μέ **συναγωγή** και **άκτινοβολία θερμότητας** από τον εξωτερικό αέρα προς τό τζάμι (ή αντίστροφα).
- Τη μετάδοση μέ **άγωγή θερμότητας** μέσα από τό τζάμι.
- Τη μετάδοση μέ **συναγωγή** και **άκτινοβολία θερμότητας** από τό τζάμι προς τον έσωτερικό αέρα (ή αντίστροφα).

Δηλαδή τό θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας για τά εξωτερικά τζάμια είναι στην πραγματικότητα ένα κέρδος σύνθετο, δηλαδή συναγωγής θερμότητας, θερμικής άκτινοβολίας και άγωγής θερμότητας, όπως περίπου συμβαίνει και στην περίπτωση των εξωτερικών τοίχων και όροφών.

4.7.2 Θερμικό Κέρδος από τον Ήλιο.

Τό θερμικό κέρδος πού όφείλεται στην άπευθείας μεταδιόδομένη και στην άπορροφημένη ήλιακή ενέργεια (**Ήλιακό Θερμικό Κέρδος** (ΗΘΚ)), παρουσιάζεται στους ύπολογισμούς ψυκτικού φορτίου μόνο όταν τά τζάμια δέχονται την ήλιακή άκτινοβολία. Έπομένως τό θερμικό αυτό κέρδος είναι άμεση συνάρτηση της όλικής ήλια-

κῆς ἀκτινοβολίας στὴν περιοχὴ τοῦ κτιρίου. Μεταβάλλεται ἀνάλογα μὲ τὸν προσανατολισμό, τὴν κατασκευὴ καὶ τὴ σκίαση τῆς τζαμωτῆς ἐπιφάνειας, καθὼς καὶ μὲ τὴ θερμοχωρητικότητα τῶν ἐσωτερικῶν ἀρχιτεκτονικῶν στοιχείων τοῦ χώρου πάνω στὰ ὁποῖα πέφτουν (καὶ ἀπορροφῶνται) οἱ ἡλιακὲς ἀκτίνες πού περνᾶνε ἀπὸ τὴ τζαμωτὴ ἐπιφάνεια. Ἡ A.S.H.R.A.E ἔχει ἀναπτύξει μιὰ μέθοδο ἡ ὁποία λαμβάνει ὑπόψη τῆς ὅλες τῆς παραπάνω μεταβλητῆς καὶ ἡ ὁποία δίνει τὸ ψυκτικὸ φορτίο μὲ τὸν τύπο:

$$q_H = A \cdot (\Sigma\Sigma) \cdot (ΜΗΘΚ) \cdot (\Sigma\Psi\Phi) \quad 4.4$$

ὅπου: q_H = τὸ ψυκτικὸ φορτίο ἀπὸ τὴν ἡλιακὴ ἀκτινοβολία στὰ τζάμια (Btu/h).

A = τὸ καθαρὸ ἐμβαδὸν τοῦ τζαμιοῦ (ft^2).

$\Sigma\Sigma$ = ὁ Συντελεστὴς Σκιάσεως πού προκύπτει ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ τζαμιοῦ καὶ τὴ σκίασὶ του (ἀδιάστατος).

$ΜΗΘΚ$ = Τὸ Μέγιστο Ἡλιακὸ Θερμικὸ Κέρδος γιὰ τὸ Γεωγραφικὸ Πλάτος, τὸν μῆνα ὑπολογισμοῦ καὶ τὸν προσανατολισμὸ τῆς τζαμωτῆς ἐπιφάνειας (Btu/h. ft^2)

$\Sigma\Psi\Phi$ = ὁ Συντελεστὴς Ψυκτικοῦ Φορτίου πού ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ θερμικὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ χώρου (ἀδιάστατος).

Τὸ Μέγιστο Ἡλιακὸ Θερμικὸ Κέρδος ($ΜΗΘΚ$) ἀναφέρεται σὲ ἓνα συγκεκριμένο τύπο τζαμωτῆς ἐπιφάνειας (φύλλο γυαλιοῦ πάχους 0,125 in). Ἀντιπροσωπεύει τὸ ὁλικὸ θερμικὸ φορτίο πού περνᾶ ἀπὸ τὴ μονάδα ἐμβαδοῦ αὐτῆς τῆς τζαμωτῆς ἐπιφάνειας καὶ ὀφείλεται στὴν **ὀλική** ἡλιακὴ ἀκτινοβολία (δηλαδὴ τὸ ἄθροισμα τῆς **ἄμεσης** καὶ **διάχυτης** ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας). Ἔτσι γιὰ ἓνα τζάμι μὲ ἀνατολικὸ προσανατολισμὸ τὸ φορτίο αὐτὸ θὰ εἶναι πολὺ μεγάλο τὸ πρῶτὸ λόγω ἄμεσης καὶ διάχυτης ἀκτινοβολίας) καὶ πολὺ μικρότερο τὸ ἀπόγευμα (γιατὶ τὸ ἀνατολικὸ προσανατολισμὸ τζάμι θὰ δέχεται μόνο διάχυτη ἡλιακὴ ἀκτινοβολία). Στὴν ἐξίσωση 4.4 θὰ πρέπει νὰ χρησιμοποιηθεῖ ἡ μεγαλύτερη ἀπὸ ὅλες τῆς ἡμέρας γιὰ τὴν ὁποία γίνεται ὁ ὑπολογισμὸς. Τέτοιες μέγιστες τιμές τοῦ ἡλιακοῦ θερμικοῦ κέρδους ($ΜΗΘΚ$) δίνονται στὸν Πίνακα 4.7.3 γιὰ 40° Βόρειο Πλάτος καὶ γιὰ τὴν 21η ἡμέρα κάθε μῆνα τοῦ ἔτους.

Παρόμοιοι μὲ τὸν 4.7.3 πίνακες δίνουν τῆς τιμές τοῦ $ΜΗΘΚ$ γιὰ ἄλλα γεωγραφικὰ πλάτη. Οἱ πίνακες αὐτοὶ περιγράφονται μὲ κάθε λεπτομέρεια στὸ *Fundamentals Handbook 1977*, Κεφάλαια 25 καὶ 26.

Ὁ Συντελεστὴς Σκιάσεως ($\Sigma\Sigma$) εἶναι ἀδιάστατος καὶ μετατρέπει τὸ παραπάνω θερμικὸ κέρδος τοῦ πρότυπου τζαμιοῦ τῶν 0,125 in σὲ θερμικὸ κέρδος τοῦ πραγματικοῦ τζαμένιου κουφώματος πού ἔχομε. Ἐξαρτᾶται ὄχι μόνο ἀπὸ τὸν τύπο τοῦ τζαμιοῦ, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴ σκίαση πού χρησιμοποιεῖται καὶ εἶναι:

$$\Sigma\Sigma = \frac{ΜΗΘΚ \text{ πραγματικοῦ τζαμένιου κουφώματος}}{ΜΗΘΚ \text{ πρότυπου τζαμιοῦ πάχους 0,125 (Πίνακας 4.7.3)}} \quad 4.5$$

Οἱ δύο ὅροι τοῦ κλάσματος ἀναφέρονται στῆς ἴδιες συνθῆκες προσανατολισμοῦ, γεωγραφικοῦ πλάτους κλπ., δηλαδὴ διαφέρουν μόνο κατὰ τὸν τύπο τοῦ τζαμιοῦ καὶ τὴ σκίαση. Ἐνδεικτικὲς τιμές τοῦ $\Sigma\Sigma$ γιὰ μερικοὺς κατασκευαστικοὺς συνδυασμοὺς τζαμένιου κουφώματος (διάφοροι τύποι τζαμιοῦ) φαίνονται στὸν ἐπόμενο Πίνακα 4.7.4 ὁ ὁποῖος ἐπίσης ἔχει προκύψει ἀπὸ ἐκτενέστερους πίνακες τοῦ Fun-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.3

Μέγιστο ήλιακό θερμικό κέρδος (ΜΗΘΚ σε $Btu/h \cdot ft^2$) για πρότυπο τζάμι (πάχους 0,125 in) σε Γεωγρ. πλάτος 40° Β

ΜΗΝΑΣ*	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ					
	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ
Ίαν.	20	20	154	241	254	133
Φεβρ.	24	50	186	246	241	180
Μάρτ.	29	93	218	236	206	223
Ώπρ.	34	140	224	203	154	252
Μάιος	37	165	220	175	113	265
Ίούν.	48	172	215	161	95	268
Ίούλ.	38	163	216	170	109	262
Αύγ.	35	135	216	196	149	247
Σεπτ.	30	87	205	226	200	215
Όκτ.	25	49	180	238	234	177
Νοέμ.	18	20	151	237	250	132
Δεκ.	18	18	135	232	253	112

* Οι τιμές για κάθε μήνα αφορούν τις μέγιστες τιμές για την 21η του μήνα.

damentals Handbook, 1977. Τιμές του ΣΣ δίνουν επίσης και οι κατασκευαστές διαφόρων τύπων τζαμιών και μηχανισμών σκιάσεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.4.

Συντελεστής σκιάσεως (ΣΣ, αδιάστατος) για διάφορους τύπους τζαμιών και μηχανισμούς έσωτερικής σκιάσεως

ΤΥΠΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΗ	ΜΕ ΕΣΩΤ. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟ ΣΚΙΑΣΕΩΣ			
		ΠΕΡΣΙΔΕΣ		ΡΟΛΛΑ	
		ΜΕΣΑΙΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΣΚΟΤΕΙΝΟΧΡ.	ΗΜΙΔΙΑΦΑΝΗ ΑΝΟΙΚΤΟΧΡΩΜΑ
Καθαρό τζάμι πάχους 1/8 in	1,00*				
Καθαρό τζάμι πάχους 1/4 in	0,94				
Καθαρό τζάμι πάχους 1/2 in	0,87	0,64	0,55	0,59	0,39
Θερμοαπορροφητικό πάχους 1/8	0,83				
		0,57	0,53	0,45	0,36
Θερμοαπορροφητικό πάχους 1/4	0,69				
Θερμοαπορροφητικό πάχους 1/2	0,53	0,54	0,52	0,40	0,32
Με ανακλαστικό επίχρισμα	0,30	0,25	0,23	—	—
Διπλά Τζάμια (με διάκενο αέρος):					
Καθαρό Έξω/Καθαρό Μέσα, 1/8** in	0,88	0,57	0,51	0,60	0,37
Καθαρό Έξω/Καθαρό Μέσα, 1/4 in	0,81				
Θερμοαπορροφητικό Έξω					
Καθαρό μέσα, 1/4 in	0,55	0,39	0,36	0,40	0,30

* Αναφέρεται στο πρότυπο τζάμι (πάχους 0,125 in ή 1/8 in), άρα από την εξίσωση 4.5: ΣΣ = 1,00.

** Πάχος κάθε φύλλου τζαμιού. Ή απόσταση μεταξύ φύλλων (διάκενο αέρα) δεν επηρεάζει τον ΣΣ — ενώ αντίθετα επηρεάζει τον Συντελεστή U (βλέπε πίνακα 4.7.2).

Ο Συντελεστής Ψυκτικού Φορτίου (ΣΨΦ) είναι επίσης αδιάστατος και στην εξίσωση 4.4 μετατρέπει το θερμικό κέρδος σε ψυκτικό φορτίο. Δηλαδή η θερμική ενέργεια που μπαίνει από τα τζάμια υπό μορφή ηλιακής ακτινοβολίας δεν προστίθεται άμέσως στη θερμότητα του αέρα του χώρου, αλλά σημαντικό μέρος της απορροφάται από τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του χώρου (χωρίσματα, δάπεδο κλπ.) και αποδίνεται στον αέρα του χώρου αργότερα. Όταν η ενέργεια αυτή αποδίνεται στον χώρο, τότε αποτελεί και ψυκτικό φορτίο του χώρου, δηλαδή συντελεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα του χώρου και συνεπώς πρέπει να αντιμετωπισθεί από την ψυκτική εγκατάσταση. Αυτή ακριβώς η **καθυστέρηση** μετατροπής μέρους της ηλιακής ακτινοβολίας σε ψυκτικό φορτίο για το χώρο, εκφράζεται από τον ΣΨΦ που είναι πάντα μικρότερος από την μονάδα και που δίνεται από πίνακες για κάθε ώρα της ημέρας με βάση τον προσανατολισμό του τζαμένιου κουφώματος και τη βαρύτητα κατασκευής του περιβλήματος του χώρου, δηλαδή τη θερμοχωρητικότητα αυτού του περιβλήματος. Από τον Πίνακα 4.7.5 που έχει προκύψει από λεπτομερέστερους πίνακες του Fundamentals Handbook, 1977, φαίνεται ότι ο ΣΨΦ έχει πάντα τιμές μεγαλύτερες από το 0, ακόμα και στη διάρκεια της νύχτας που δεν υπάρχει διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία. Οι τιμές αυτές βέβαια είναι πολύ μικρές, γιατί εκφράζουν μόνο την ενέργεια η οποία αποδίνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας από τα δομικά στοιχεία του χώρου που την είχαν απορροφήσει κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το μοίρασμα αυτό του Ήλιακού Θερμικού Κέρδους (τό οποίο συμβαίνει μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας) στις ώρες όλου του 24ώρου, φαίνεται στο παράδειγμα του σχήματος 4.7α. Το σχήμα αφορά το πρότυπο τζάμι (0,125 in), χωρίς σκίαση, με Νότιο προσανατολισμό σε 40° Β Γεωγραφικό Πλάτος, στον μήνα Ιούλιο και έσωτερικό χώρο με κατασκευή βαρέος τύπου. Όπως φαίνεται στο σχήμα, η καμπύλη του Ήλιακού Ψυκτικού Φορτίου είναι χαμηλότερη και ομαλότερη από την καμπύλη του Ήλιακού Θερμικού Κέρδους, η δε μέγιστη τιμή της πολύ μικρότερη (περίπου το 1/2) και μετατοπισμένη (καθυστερημένη) κατά 2 περίπου ώρες. Επίσης μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η διαγραμματισμένη επιφάνεια Β αποτελεί το μέρος εκείνο της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται στη διάρκεια της ημέρας από τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του χώρου και αποδίνεται αργότερα ως θερμική ενέργεια που εκφράζεται από τις επιφάνειες Γ και Α. Δηλαδή έχουμε:

$$B = \Gamma + A$$

Για το παραπάνω παράδειγμα, οι τιμές του ΣΨΦ προέκυψαν από τον Πίνακα 4.7.5, ενώ τιμές του ΗΘΚ στις διάφορες ώρες (και όχι μόνο η μέγιστη τιμή 109 που δίνεται και από τον Πίνακα 4.7.5) προέκυψαν από τον Πίνακα 4.7.6 ο οποίος αποτελεί μικρό μέρος ενός πολύ μεγάλου πίνακα του Fundamentals Handbook, 1977. Οι τιμές του ΗΨΦ, όπως φαίνεται και στο πινάκιο υπολογισμού του σχήματος 4.7, υπολογίστηκαν με βάση το ΜΗΘΚ και με τη βοήθεια της εξίσωσης 4.4, δηλαδή:

$$H\Psi\Phi = (M\Theta K) \cdot (\Sigma\Psi\Phi)$$

$$H\Psi\Phi = 109 \cdot (\Sigma\Psi\Phi)$$

ή

Συντελεστής ψικτικού φορτίου (ΣΨΦ, δίδεται από τζάμι χωρίς / με εσωτερική σκίαση (Ο) ή τζάμι χωρίς γυαλί τύπου τζαμιών — από, θερμοαπορροφητικό, ανακλαστικό κτλ. σε Βόρεια Γεωγραφικά Πλάτος

Προσ- ανατο- λισμός	Κατα- σκέυ- χώρα	Ώρα του 24 - ώρου												20	22	24
		2***	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24			
B	Μέση	0,20/0,07	0,16/0,06	0,34/0,73	0,46/0,65	0,69/0,80	0,70/0,89	0,75/0,86	0,74/0,75	0,79/0,91	0,50/0,18	0,36/0,13	0,23/0,09			
	Βαρύ	0,23/0,09	0,20/0,07	0,38/0,75	0,50/0,66	0,60/0,80	0,69/0,89	0,73/0,85	0,70/0,73	0,74/0,88	0,46/0,17	0,34/0,13	0,28/0,10			
BA	M*	0,06/0,02	0,05/0,02	0,21/0,56	0,44/0,74	0,40/0,37	0,33/0,27	0,30/0,24	0,26/0,20	0,21/0,12	0,15/0,05	0,11/0,04	0,08/0,03			
	B**	0,08/0,03	0,07/0,03	0,23/0,57	0,44/0,74	0,39/0,36	0,31/0,26	0,27/0,23	0,24/0,19	0,20/0,11	0,14/0,05	0,12/0,04	0,10/0,04			
A	M	0,06/0,02	0,05/0,02	0,18/0,47	0,44/0,80	0,51/0,62	0,39/0,27	0,32/0,22	0,26/0,17	0,24/0,11	0,15/0,05	0,11/0,04	0,08/0,03			
	B	0,09/0,03	0,08/0,03	0,21/0,48	0,45/0,80	0,49/0,61	0,36/0,25	0,29/0,21	0,24/0,16	0,19/0,10	0,15/0,05	0,12/0,04	0,10/0,04			
NA	M	0,08/0,03	0,06/0,02	0,14/0,30	0,38/0,74	0,54/0,79	0,51/0,41	0,40/0,28	0,33/0,22	0,25/0,13	0,18/0,03	0,14/0,05	0,10/0,04			
	B	0,10/0,04	0,09/0,03	0,17/0,31	0,40/0,74	0,53/0,79	0,48/0,48	0,36/0,23	0,30/0,20	0,24/0,13	0,18/0,07	0,14/0,05	0,12/0,05			
N	M	0,11/0,04	0,08/0,03	0,08/0,09	0,14/0,22	0,31/0,58	0,52/0,83	0,58/0,68	0,47/0,35	0,36/0,19	0,25/0,09	0,18/0,07	0,14/0,05			
	B	0,12/0,05	0,11/0,04	0,12/0,11	0,17/0,24	0,33/0,59	0,51/0,82	0,55/0,67	0,43/0,33	0,32/0,18	0,22/0,08	0,18/0,06	0,15/0,05			
NΔ	M	0,13/0,05	0,10/0,04	0,09/0,07	0,12/0,14	0,15/0,19	0,23/0,38	0,44/0,75	0,58/0,81	0,53/0,45	0,33/0,12	0,24/0,08	0,18/0,16			
	B	0,14/0,05	0,12/0,04	0,12/0,08	0,14/0,15	0,17/0,20	0,25/0,39	0,44/0,75	0,56/0,80	0,49/0,43	0,30/0,11	0,21/0,08	0,17/0,06			
Δ	M	0,13/0,05	0,10/0,04	0,09/0,06	0,10/0,11	0,12/0,15	0,14/0,17	0,29/0,53	0,50/0,82	0,55/0,61	0,33/0,12	0,23/0,08	0,17/0,06			
	B	0,13/0,05	0,11/0,04	0,11/0,07	0,13/0,12	0,14/0,16	0,16/0,18	0,30/0,54	0,49/0,81	0,52/0,59	0,30/0,11	0,21/0,07	0,16/0,06			
BΔ	M	0,12/0,04	0,09/0,03	0,09/0,07	0,11/0,14	0,14/0,19	0,17/0,21	0,21/0,30	0,42/0,73	0,53/0,69	0,32/0,12	0,22/0,08	0,16/0,06			
	B	0,12/0,04	0,11/0,04	0,11/0,08	0,13/0,15	0,16/0,20	0,19/0,22	0,22/0,30	0,41/0,73	0,51/0,61	0,29/0,11	0,20/0,07	0,15/0,05			
ΟΡΙΖ ΟΝΤΙ ΟΣ	M	0,14/0,05	0,11/0,04	0,11/0,12	0,24/0,44	0,43/0,72	0,59/0,85	0,67/0,81	0,62/0,58	0,47/0,25	0,32/0,12	0,24/0,08	0,18/0,06			
	B	0,16/0,06	0,14/0,05	0,15/0,13	0,27/0,45	0,45/0,72	0,59/0,85	0,64/0,79	0,58/0,58	0,42/0,33	0,29/0,11	0,23/0,08	0,19/0,07			

* Μέση (M) κατασκευή: 4 in μπλετόν τοίχος, 4 in μπλετόν δάπεδο, περίπου 70 lb κατασκευαστικά υλικά / ft² δαπέδου.

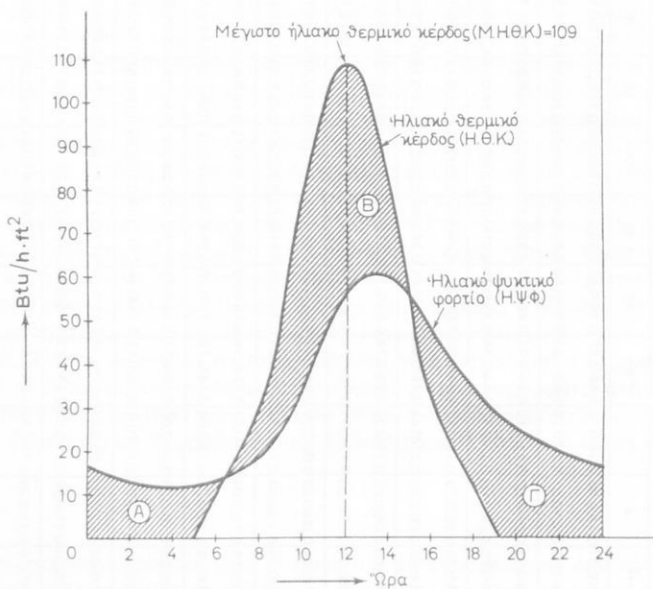
** Βαρύ (B) κατασκευή: 6 in μπλετόν τοίχος, 6 in μπλετόν δάπεδο, περίπου 130 lb κατασκευαστικά υλικά / ft² δαπέδου.

*** Σε κάθε στήλη ή πρώτη τιμή του ΣΨΦ αφορά τζάμι χωρίς εσωτερική σκίαση και η δεύτερη τιμή με εσωτερική σκίαση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.6

Ήλιακό θερμικό κέρδος (ΗΘΚ σε $Btu/h \cdot ft^2$) Για πρότυπο τζάμι (πάχους 0,125 in) σε γεωγραφικό πλάτος 40° Β και για την 21 'Ιουλίου.

ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ ΜΕ ΗΛΙΟ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ								
	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ
6	37	125	137	68	11	11	11	11	32
8	28	148	216	160	30	26	26	26	145
10	35	56	146	159	81	36	35	35	231
12	38	38	41	80	109	80	41	38	262
14	35	35	35	36	81	159	146	56	231
16	28	26	26	26	30	160	216	148	145
18	37	11	11	11	11	68	137	125	32



Σχ. 4.7.

Παράδειγμα συγκρίσεως φορτίου και θερμικού κέρδους από ηλιακή ακτινοβολία μέσω τζαμιού πάχους 0,125 in με νότιο προσανατολισμό σε 40° βόρειο γεωγραφικό πλάτος κατά την 21η Ιουλίου και για χώρο βαριάς δομικής κατασκευής.

Πινάκιο υπολογισμού των καυλών του σχήματος

Ωρα =	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
ΗΘΚ (Πίν. 4.7.6) =	0	0	11	30	81	109	81	30	11	0	0	0
ΣΨΦ (Πίν. 4.7.5) =	0,12	0,11	0,12	0,17	0,33	0,51	0,55	0,43	0,32	0,22	0,18	0,15
ΗΨΦ = 109·(ΣΨΦ) =	13	12	13	19	36	56	60	47	35	24	20	16

4.7.3 Συνολικό Ψυκτικό Φορτίο από κουφώματα με τζάμια.

Με βάση τις εξισώσεις (4.2, 4.3 και 4.4) έχουμε:

$$q_{\Sigma} = q_{\Delta} + q_H$$

$$\dot{q}_{\Sigma} = A \cdot U \cdot (I.\Theta.\Delta) + A \cdot (\Sigma.\Sigma) \cdot (M\Theta K) \cdot (\Sigma\Psi\Phi) \quad 4.6$$

όπου q_{Σ} είναι τό συνολικό ψυκτικό φορτίο που οφείλεται στο θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας (q_{Δ}) και στο θερμικό κέρδος από ηλιακή ακτινοβολία (q_H) μέσα από ένα τζαμένιο κούφωμα με έμβαδόν A . Οι υπόλοιποι παράγοντες της εξίσωσης (4.6) δίνονται σε πίνακες, αποσπάσματα των οποίων παραθέσαμε στις προηγούμενες παραγράφους.

Παράδειγμα.

Νά εύρεθεί για την 21η 'Ιουλίου τό μέγιστο ψυκτικό φορτίο που οφείλεται σε τζάμι Νοτίου τοίχου ενός κτιρίου τό οποίο βρίσκεται σε 40° Βόρειο πλάτος με έξω-τερικές συνθήκες ύπολογισμού, 95°F (35°C) θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου και ήμερήσια διακύμανση 21°F (12°C). 'Η έσωτερική θερμοκρασία του χώρου είναι 78°F (25,6°C) και έχει βαριά δομική κατασκευή. Τό τζάμι είναι διπλό με πάχος κά-θε φύλλου 1/4 in διάκενο άέρα, και έχει έμβαδόν 100 ft² χωρίς έσωτερική σκίαση.

Λύση.

'Ο Συντελεστής U του τζαμιού (άπό τόν Πίνακα 4.7.2) = 0,61 Btu/h ft²°F.

Τό $\Sigma\Sigma$ (άπό τόν Πίνακα 4.7.4) = 0,81.

Τό $M\Theta K$ (άπό τόν Πίνακα 4.7.3) = 109 Btu/h.ft².

'Ο Μέγιστος $\Sigma\Psi\Phi$ (άπό τόν Πίνακα 4.7.5) = 0,55 στίς 14.00 ώρα.

Γιά την ίδια ώρα παίρνομε και τή $I\Theta\Delta$ (άπό Πίνακα 4.7.1) = 13°F.

Συνεπώς:

$$\begin{aligned} \text{Μέγιστο Συνολικό Ψυκτικό Φορτίο} &= (100)(0,61)(13) + (100)(0,8 \\ &1)(109)(0,55) \\ &= 793 + 4856 \\ &= \underline{5649 \text{ Btu/h}} \end{aligned}$$

'Από τίς παραπάνω πράξεις φαίνεται πόσο σημαντικότερο είναι στο μέγιστο συνολικό φορτίο του τζαμιού του παραδείγματος, τό φορτίο που οφείλεται στις ήλια-κές ακτίνες (4856 Btu/h) άπό τό φορτίο που οφείλεται στη διάβαση θερμότητας δηλαδή στη διαφορά μεταξύ έσωτερικής και έξωτερικής θερμοκρασίας (793 Btu/h). Γι' αυτό και ό ύπολογισμός γίνεται την ώρα που ό $\Sigma\Psi\Phi$ είναι μέγιστος.

Τό ίδιο παράδειγμα, αλλά με έσωτερική σκίαση άπό περσίδες άνοιχτού χρώμα-τος, θά μάς έδινε τό έξής ενδιαφέρον άποτέλεσμα:

$$U = 0,55$$

$$\Sigma\Sigma = 0,51$$

Μέγιστος $\Sigma\Psi\Phi$ = 0,82 στή 12.00 ώρα.

'Επειδή και πάλι τό μέρος που οφείλεται στην ακτινοβολία είναι πολύ μεγαλύτε-ρο, ύπολογίζομε και τά δύο μέρη για τή 12.00 ώρα, δηλαδή:

$$I.\Theta.\Delta = 9^{\circ}\text{F τή 12.00}$$

Οί άλλοι παράγοντες μένουν ίδιοι.

"Αρα:

$$\begin{aligned}
 \text{Μέγιστο συνολικό Ψυκτικό φορτίο} &= (100) (0,55) (9) + (100) (0,51) (109) \\
 &= 495 + 4558 = 495 + 4558 \\
 &= \underline{5053 \text{ Btu/h.}}
 \end{aligned}$$

Δηλαδή η σκίαση μείωσε ελάχιστα τό συνολικό φορτίο από τό τζάμι (μόνο 11%) καί μετατόπισε τό μέγιστό του από τίς 14.00 στίς 12.00, άκριβώς δηλαδή στήν ώρα πού η άκτινοβολία γιά τό τζάμι του παραδείγματος είναι μέγιστη. Αυτό, σέ συνδυασμό μέ τό γεγονός ότι ό μέγιστος ΣΨΦ είναι άρκετά μεγαλύτερο (0,82 μέ σκίαση, άπέναντι στό 0,55 χωρίς σκίαση), δείχνει ότι η προσθήκη σκιάσεως στό τζάμι του παραδείγματός μας (Νότιο) προκαλεί άμεσότητα μετατροπή τής ήλιακής ενέργειας σέ ψυκτικό φορτίο, γιατί έμποδίζει σέ μεγάλο βαθμό τήν ήλιακή άκτινοβολία νά φθάσει στά έσωτερικά δομικά στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικότητας (όπως π.χ. τό δάπεδο) καί νά άποθηκευθεϊ εκεί. Η παρατήρηση αυτή ισχύει γενικότερα, γιατί, όπως φαίνεται από τόν Πίνακα 4.7.5, σέ κάθε προσανατολισμό ό ΣΨΦ μέ σκίαση είναι μεγαλύτερος από τόν ΣΨΦ χωρίς σκίαση κατά τή διάρκεια τής ήμέρας καί μικρότερος κατά τή διάρκεια τής νύχτας. Δηλαδή στό αντίστοιχο του σχήματος 4.7 η καμπύλη του Ήλιακού Ψυκτικού Φορτίου θά πλησιάζει περισσότερο πρός τήν καμπύλη του Ήλιακού Θερμικού Κέρδους.

4.8 Ψυκτικά καί θερμικά φορτία από έσωτερικά τοιχώματα, όροφές καί δάπεδα.

Όταν ό κλιματιζόμενος χώρος είναι δίπλα καί πάνω η κάτω από έναν άλλο χώρο όπου έπικρατεί μία διαφορετική θερμοκρασία από τήν θερμοκρασία πού πρέπει νά έπικρατεί στόν κλιματιζόμενο χώρο, τότε πρέπει νά υπολογισθεϊ η θερμότητα πού μεταδίδεται διά μέσου του διαχωριστικού δομικού στοιχείου. Η θερμότητα αυτή στή μονάδα του χρόνου (Btu/h ή kcal/h) θά είναι:

$$q = A \cdot U (t_x - t)$$

όπου:

A = η έπιφάνεια του διαχωριστικού δομικού στοιχείου.

U = ό συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

t_x = η θερμοκρασία του χώρου πού γειτονεί μέ τόν κλιματιζόμενο.

t = η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου.

Οι τιμές του U, όπως καί προηγουμένως, δίνονται από λεπτομερείς πίνακες τούς όποιους πρέπει νά συμβουλευεταί ό μελετητής γιά τήν έπιλογή τής κατάλληλης κάθε φορά τιμής, ανάλογα μέ τήν κατασκευή του δομικού χωρίσματος (τοιχίου, όροφής ή δαπέδου).

Η θερμοκρασία t_x εξαρτάται από τίς συνθήκες στόν γειτονικό χώρο. Όταν δέν υπάρχουν πηγές θερμότητας καί ό χώρος δέν κλιματίζεται, τότε η θερμοκρασία του θά παρακολουθεϊ συνήθως τή θερμοκρασία του έξωτερικού περιβάλλοντος μέ μία διαφορά περίπου 5 °F (ή 3 °C). Δηλαδή η διαφορά $t_x - t$ θά είναι κατά 5°F (ή 3°C) περίπου μικρότερη από τή διαφορά μεταξύ τής θερμοκρασίας του έξωτερικού άέρα καί τής θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου.

Γιά δάπεδα τά όποια είναι κατευθειάν πάνω στό έδαφος η πάνω από υπόγειο χώρο ό όποιος ούτε θερμαίνεται ούτε άερίζεται, στήν περίπτωση ψύξεως (καλο-

καιρί) μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν προσθέτουν ψυκτικό φορτίο στον κλιματιζόμενο χώρο. Στην περίπτωση όμως θερμάνσεως (χειμώνα) έχουμε απώλειες θερμότητας προς το έδαφος ή τον κλειστό υπόγειο χώρο. Οι απώλειες αυτές πρέπει να υπολογίζονται με βάση την κατασκευή του δαπέδου και τη θερμοκρασία του εδάφους ή του υπόγειου χώρου. Κατάλληλοι πίνακες με τα παραπάνω στοιχεία υπάρχουν στα διάφορα έγχειρίδια μελέτης κλιματιστικών εγκαταστάσεων.

4.9 Ψυκτικά φορτία από πηγές θερμότητας μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο.

Τα φορτία αυτά είναι και το καλοκαίρι και τον χειμώνα περίπου τα ίδια, δηλαδή δεν εξαρτώνται από τις εξωτερικές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Το καλοκαίρι προστίθενται στα υπόλοιπα ψυκτικά φορτία του χώρου, τον χειμώνα αφαιρούνται από τα θερμικά φορτία του χώρου. Έπειδή όμως ή υπαρξη των έσωτερικών πηγών θερμότητας δεν είναι συνεχής, όπως εξηγήθηκε στην παράγραφο 4.2, το θερμικό κέρδος από αυτές, συνήθως, δεν λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των θερμικών φορτίων (χειμώνα). Φυσικά για το καλοκαίρι πρέπει όπωσδήποτε να λαμβάνονται υπόψη, γιατί συνήθως οι πηγές αυτές θερμότητας (φωτισμός, άνθρωποι κλπ.) υπάρχουν στις ώρες που θέλουμε να είναι ο χώρος κλιματισμένος και συνεπώς η κλιματιστική εγκατάσταση που θα τοποθετηθεί θα πρέπει να έχει τέτοια ισχύ ώστε να είναι ικανή να αντιμετωπίζει και αυτά τα φορτία (όταν θα συμβαίνουν κατά τις ώρες που θα έχουμε και τα μέγιστα ψυκτικά φορτία που περιγράψαμε στις προηγούμενες παραγράφους από τζάμια, όροφές κλπ.). Πολλές φορές τα έσωτερικά αυτά φορτία είναι και τα σημαντικότερα.

Πάντως και για τα φορτία αυτά λαμβάνεται υπόψη η ώρα για την οποία γίνεται ο υπολογισμός του συνολικού ψυκτικού φορτίου του χώρου. Αν π.χ. πρόκειται για ένα τραπεζικό υποκατάστημα και ο υπολογισμός του συνολικού ψυκτικού φορτίου γίνεται για τη 1.00 μετά το μεσημέρι, ώρα δηλαδή που οι τράπεζες είναι ανοικτές για το κοινό, τότε το ψυκτικό φορτίο από άτομα είναι το μέγιστο, ενώ όταν ο υπολογισμός γίνεται για τις 3.00 μετά το μεσημέρι, τότε το φορτίο από άτομα προέρχεται μόνο από τους υπαλλήλους του υποκαταστήματος. Έπειδή, όπως τονίσθηκε παραπάνω, τα φορτία αυτά είναι πολλές φορές σημαντικότερα, σε σύγκριση με τα ψυκτικά φορτία που οφείλονται σε εξωτερικές πηγές (ήλιο κλπ.), είναι δυνατό να μετατοπίσουν την ώρα του μέγιστου συνολικού φορτίου. Έτσι στην περίπτωση του τραπεζικού υποκαταστήματος που αναφέρθηκε παραπάνω, θα μπορούσαμε να έχουμε:

Για τη 1.00 μετά το μεσημέρι:

Ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές (ήλιο κλπ.)	= 15.000 kcal/h
Ψυκτικό φορτίο από έσωτερικές πηγές (άνθρώπους κλπ.)	= 25.000 kcal/h
Σύνολο	<u>= 40.000 kcal/h</u>

Για τις 3.00 μετά το μεσημέρι:

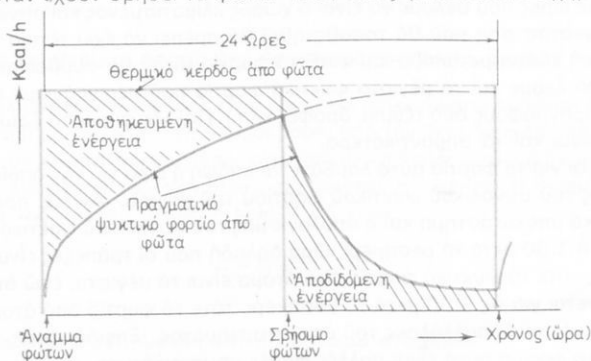
Ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές	= 20.000 kcal/h
Ψυκτικό φορτίο από έσωτερικές πηγές	= 10.000 kcal/h
Σύνολο	<u>= 30.000 kcal/h</u>

Δηλαδή ενώ το ψυκτικό φορτίο από εξωτερικές πηγές (ήλιο κλπ.) έχει τη μέγιστη τιμή του στις 3.00, το συνολικό ψυκτικό φορτίο έχει το μέγιστό του στις 1.00, δηλαδή στην ώρα που το ψυκτικό φορτίο από εσωτερικές πηγές (άνθρώπους κλπ.) είναι μέγιστο.

4.9.1 Ψυκτικά φορτία από φωτισμό.

Ο φωτισμός (τεχνητός) συχνά αποτελεί το μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο για ένα κλιματιζόμενο χώρο. Γι' αυτό ο ακριβής υπολογισμός αυτού του φορτίου είναι απαραίτητος παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζει.

Η θερμότητα που τα φώτα προσθέτουν στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου μπορεί να είναι πολύ διαφορετική από την ισχύ τους. Μέρος από την ενέργεια που προέρχεται από τα φώτα είναι με τη μορφή ακτινοβολίας ή όποια απορροφάται πρώτα από τους τοίχους, τα δάπεδα και την επίπλωση και άφου τα θερμάνει, σέ μιά θερμοκρασία ψηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου, αρχίζει να αποδίδεται ως θερμότητα στον αέρα του χώρου. Αυτή η αποθηκευμένη ενέργεια που συνεισφέρει στο ψυκτικό φορτίο του χώρου μετά από κάποια καθυστέρηση υπάρχει ακόμα και όταν έχουν σβήσει τα φώτα. Έτσι, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.9, σε



Σχ. 4.9.

Καθυστέρηση της εμφάνισης του ψυκτικού φορτίου από φώτα.

κάθε χρονική στιγμή που τα φώτα είναι αναμμένα, το πραγματικό ψυκτικό φορτίο του χώρου είναι μικρότερο από το συνολικό θερμικό κέρδος (κέρδος αέρα χώρου + κέρδος δομικού περιβλήματος) που προέρχεται από τα φώτα. Δηλαδή το πραγματικό ψυκτικό φορτίο προκύπτει κάθε στιγμή από το συνολικό κέρδος του φωτισμού κατά την ίδια στιγμή πολλαπλασιαζόμενο με ένα συντελεστή μικρότερο από το 1. Ο συντελεστής αυτός λέγεται Συντελεστής Ψυκτικού Φορτίου (Σ.ΨΦ) και δίνεται από πίνακες σε συνάρτηση με τα θερμικά χαρακτηριστικά του δομικού περιβλήματος, του τύπου της επίπλωσης, της μεθόδου κυκλοφορίας του αέρα στον χώρο και του τύπου των φωτιστικών σωμάτων. Δηλαδή για κάθε χρονική στιγμή έχουμε:

$$\text{Ψυκτικό Φορτίο από φώτα} = \text{Θερμικό Κέρδος από φώτα} \times \text{ΣΨΦ} \quad 4.7$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9.1.

Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (ΣΨΦ, διάστατος) για υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από φώτα.

Έφαρμολγή		Αριθμός ωρών μετά τό άναμμα τών φώτων (ώρα Ο)							
Κατηγορία	Υποκατηγορία	0	1	5	8	11	14	17	22
ΣΨΦ όταν τά φώτα άνάβουν για 8 συνολικά ώρες ανά 24ωρο									
B	β	0,06	0,60	0,74	0,81	0,23	0,16	0,12	0,07
	δ	0,11	0,66	0,70	0,72	0,17	0,16	0,14	0,12
Δ	β	0,03	0,78	0,85	0,89	0,13	0,09	0,07	0,04
	δ	0,06	0,81	0,83	0,85	0,10	0,09	0,08	0,07
ΣΨΦ όταν τά φώτα άνάβουν για 14 συνολικά ώρες ανά 24ωρο									
B	β	0,15	0,68	0,79	0,85	0,89	0,92	0,31	0,18
	δ	0,22	0,76	0,79	0,81	0,84	0,84	0,28	0,24
Δ	β	0,08	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96	0,17	0,10
	δ	0,12	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,15	0,13

Κατηγορία B: Συνηθισμένη επίπλωση χωρίς χαλί. Μέση ή μεγάλη ένταση αερισμού. Φωτιστικά μή αεριζόμενα.

Κατηγορία Δ: Όποιοσδήποτε τύπος επίπλώσεως. Έπιστροφή άέρα μέσω τών φωτιστικών σωμάτων.

Υποκατηγορία β: 8cm μπετόν δάπεδο (40 lb/ft²). Μέση ένταση αερισμού.

Υποκατηγορία δ: 30cm μπετόν δάπεδο (120 lb/ft²). Μεγάλη ένταση αερισμού. Έπιστροφή άέρα μέσω ψευδοροφής.

Μερικές ένδεικτικές τιμές του ΣΨΦ για διάφορες χρονικές στιγμές μετά τό άναμμα τών φώτων δίνονται στόν Πίνακα 4.9.1. Οί τιμές αυτές προέρχονται από αντίστοιχους λεπτομερειακούς καί έκτεταμένους πίνακες του Fundamentals Handbook. Όπως φαίνεται από τίς τιμές τό ψυκτικό φορτίο πλησιάζει πρός τή συνολική ισχύ τών φώτων (δηλαδή ό ΣΨΦ πρός τό 1,0) όσο περισσότερες ώρες είναι άναμμένα τά φώτα. Τά δύο μεγέθη (ισχύς φώτων - ψυκτικό φορτίο) θεωρούνται ίσα όταν τά φώτα είναι συνεχώς άναμμένα, όποτε ό ΣΨΦ έχει τήν τιμή 1,0 για όλες τίς χρονικές στιγμές. Τήν ίδια τιμή (1,0) θεωρείται ότι έχει ό ΣΨΦ καί στήν περίπτωση πού ή ψυκτική έγκατάσταση λειτουργεί μόνο, κατά τίς ώρες χρήσεως του κλιματιζόμενου χώρου, γιατί όταν δέν λειτουργεί δέν άπομακρύνει τήν άποθηκευμένη ένέργεια ή όποία κατά τήν ένταξη λειτουργίας έμφανίζεται ως αύξημένο φορτίο. Οί μικρότερες από τό 1,0 τιμές ισχύουν μόνο όταν ή θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου διατηρείται σταθερή, δηλαδή όταν λειτουργεί συνέχεια ή ψυκτική έγκατάσταση. Σημειώνομε ότι πέρα από τίς κατηγορίες καί υποκατηγορίες πού ένδεικτικά άναφέρονται στόν Πίνακα 4.9.1 υπάρχουν καί άλλες πολλές πού προκύπτουν από διαφορετικούς συνδυασμούς επίπλώσεων, δοκιμής κατασκευής, τύπου φωτιστικών καί έντάσεως καί τύπου αερισμού. Έπίσης ως σύνολο ωρών λειτουργίας του φωτισμού στόν Πίνακα 4.9.1 περιλάβαμε ένδεικτικά μόνο δύο σχετικά ά-

πομακρυσμένες περιπτώσεις (8 ώρες και 14 ώρες) για να φανεϊ ή διαφορά εξέλιξης των τιμών του Συντελεστή Ψυκτικού Φορτίου, δηλαδή πόσο περισσότερο πλησιάζει στῆ μονάδα (1,0) όταν οί ώρες λειτουργίας του φωτισμοῦ αὐξάνουν.

Γιά νά ὑπολογισθεῖ τελικά τὸ Ψυκτικὸ φορτίο ἀπὸ φῶτα μέ βάση τὴν ἐξίσωση 4.7 πρέπει νά καθορισθεῖ καὶ τὸ περιεχόμενο ἀπὸ αὐτὰ Θερμικὸ Κέρδος τὸ ὁποῖο βασικά, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἶδος τῶν φῶτων. Ἐχομε λοιπόν:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Θερμικὸ Κέρδος} \\ \text{ἀπὸ φῶτα σέ} \\ \text{Btu/h} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Ἰσχύς φωτισμοῦ} \\ \text{σέ Watt} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} \text{Εἰδικὸς} \\ \text{Συντελεστῆς} \end{array} \right] 3,41 \frac{\text{Btu/h}}{\text{Watt}} \quad 4.8$$

ὅπου 3,41 εἶναι ὁ συντελεστῆς μετατροπῆς τῶν Watt σέ Btu/h. Ὁ εἰδικὸς Συντελεστῆς ἔχει π.χ. τὴν τιμὴ 1,0 γιὰ λάμπες πυρακτώσεως ἐνῶ γιὰ λάμπες φθορισμοῦ κυμαίνεται ἀπὸ 1,18 ὡς 1,30.

Παράδειγμα.

Νά καθορισθεῖ γιὰ τίς 13.00 καὶ 16.00 ὥρα τὸ ἀπόγευμα τὸ ψυκτικὸ φορτίο ἐνὸς χώρου πού ὀφείλεται στὸ φωτισμὸ φθορίου τοῦ χώρου. Ὁ φωτισμὸς λειτουργεῖ ἀπὸ τίς 8.00 τὸ πρωῒ ὡς τίς 16.00 τὸ ἀπόγευμα. Ἡ ἰσχύς τῶν λαμπτήρων εἶναι 1000 W καὶ ὁ Εἰδικὸς Συντελεστῆς τους 1,25. Ὁ χώρος ἔχει συνηθισμένη ἐπίπλωση γραφείου, πλαστικὴ ἐπίστρωση πάνω ἀπὸ μπετόν τὸν 8 cm καὶ μέση κυκλοφορία ἀέρα. Ἡ ψυκτικὴ ἐγκατάσταση λειτουργεῖ 24 ὥρες.

Λύση.

Ἀπὸ τίς ὑποσημειώσεις τοῦ Πίνακα 4.9.1 φαίνεται ὅτι εἴμαστε στὴν Κατηγορία Β καὶ Ὑποκατηγορία β. Ὁ φωτισμὸς λειτουργεῖ 8 ὥρες καὶ στίς 13.00 καὶ 19.00 τὸ ἀπόγευμα ἔχουν περάσει ἀντιστοίχως 5 καὶ 11 ὥρες ἀπὸ τὸ ἀνάμμα τῶν φῶτων. Ἐπομένως οἱ Συντελεστῆς Ψυκτικοῦ Φορτίου εἶναι (ἀπὸ τὸν Πίνακα 4.9.1, πρώτη γραμμὴ συντελεστῶν):

Ὡρα 13.00 (5 ὥρες μετὰ τὸ ἀνάμμα) $\Sigma\Psi\Phi = 0,74$

Ὡρα 19.00 (11 ὥρες μετὰ τὸ ἀνάμμα) $\Sigma\Psi\Phi = 0,23$

Ἀπὸ τὴν ἐξίσωση (2) ἡ παρεχόμενη πρὸς τὰ φῶτα ἐνέργεια εἶναι (σέ Btu/h):
 Θερμικὸ κέρδος ἀπὸ φῶτα (Btu/h) = (1000 Watt) $\times$ (1,25) $\times$ (3,41
 Btu/h/Watt) = 4263 Btu/h.

Ἄρα ἀπὸ τὴν ἐξίσωση (1) θά ἔχομε γιὰ τίς δύο διαφορετικὲς τιμές τοῦ $\Sigma\Psi\Phi$:
 Ὡρα 13.00 Ψυκτικὸ φορτίο ἀπὸ φῶτα = $426 \times 0,74 = \underline{\underline{3155 \text{ Btu/h}}}$ καὶ
 ὥρα 19.00 Ψυκτικὸ φορτίο ἀπὸ φῶτα = $4263 \times 0,23 = \underline{\underline{980 \text{ Btu/h}}}$

4.9.2 Ψυκτικὰ φορτία ἀπὸ ἀνθρώπους.

Ἡ ταχύτητα μέ τὴν ὁποία ἀποδίνεται ἡ θερμότητα καὶ ἡ ὑγρασία ἀπὸ τὰ ἀνθρώπινα σώματα πρὸς τὸν κλιματιζόμενο χώρο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ δραστηριότητα τῶν ἀτόμων, τὸ ντύσιμό τους καὶ τίς περιβαλλοντικὲς συνθῆκες.

Ὅπως εἶπαμε στὴν παράγραφο 4.3, ἡ ὑγρασία πού προστίθεται στὸν χώρο ἀποτελεῖ οὐσιαστικά γι' αὐτὸν ἓνα θερμικὸ κέρδος (**λανθάνουσα** θερμότητα) τὸ ὁποῖο πρέπει νά ἀντιμετωπισθεῖ ἀπὸ τὴν κλιματιστικὴ ἐγκατάσταση καὶ τὸ ὁποῖο μέ τὴν **αἴσθητή** θερμότητα ἀποτελοῦν τὴ συνολικὴ θερμότητα πού ἀποδίνει τὸ ἀν-

θρῶπινο σῶμα. Αὐτὴ ἡ συνολικὴ θερμότητα παρμένει σταθερὴ ὅταν ἡ δραστηριότητα καὶ ἡ ἐνδυμασία τοῦ ἀτόμου παραμένουν σταθερά καὶ ἀλλάζει μόνο ἡ θερμοκρασία ξηροῦ θερμομέτρου τοῦ χώρου. Μεταβάλλεται ὁμως τότε ἡ ἀναλογία τῆς αἰσθητῆς πρὸς τὴν λανθάνουσα θερμότητα (μέσα στὴ σταθερὴ συνολικὴ θερμότητα), δηλαδὴ ὅσο αὐξάνει ἡ θερμοκρασία τοῦ χώρου τόσο μειώνεται ἡ αἰσθητὴ θερμότητα πού ἀποδίνει τὸ σῶμα ἐνῶ αὐξάνεται ἀνάλογα ἡ λανθάνουσα ὥστε τὸ σύνολο (αἰσθητὴ + λανθάνουσα) νά παραμένει τὸ ἴδιο. Π.χ. μὲ αὐξηση τῆς θερμοκρασίας τοῦ χώρου κατὰ 2°F (1,1°C) ἡ αἰσθητὴ θερμότητα θά μειωθεῖ 8% περίπου ἐνῶ ἡ λανθάνουσα θά αὐξηθεῖ ἀνάλογα ὥστε ἡ συνολικὰ ἀποδινόμενη ἀπὸ τὸ σῶμα θερμότητα νά παραμένει σταθερὴ.

Τέλος, ἡ συνολικὰ ἀποδινόμενη θερμικὴ ἐνέργεια μεταβάλλεται μὲ τὸ φύλο καὶ τὴν ἡλικία τοῦ ἀτόμου (ὅταν οἱ ἄλλοι παράγοντες παραμένουν σταθεροί). Ἔτσι οἱ ἐρευνητές τοῦ Α.Σ.Η.Ρ.Α.Ε. ἔχουν καταλήξει στὸ συμπέρασμα, ὅτι ἡ συνολικὰ ἀποδινόμενη ἐνέργεια ἀπὸ μιά ἐνήλικη γυναίκα εἶναι τὸ 85% ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχη ἐνέργεια τοῦ ἐνήλικου ἀνδρα, καὶ ὅτι ἡ ἐνέργεια ἀπὸ ἓνα παιδί (ἀνεξάρτητα ἀπὸ φύλο) εἶναι τὸ 75% ἀπὸ τὴν ἐνέργεια τοῦ ἐνήλικου ἀνδρα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9.2.

Θερμικὸ κέρδος ἀπὸ ἀνθρώπους εὐρισκόμενους στὸν κλιματιζόμενο χώρο (σέ Watts ἀνά ἄτομο)

Βαθμὸς δραστηριότητας	Χῶρος	Μέγιστο Συνολικὸ	Κανονικὸ Συνολικὸ	Αἰσθητὸ	Λανθάνον
Καθιστοί σέ ἀνάπαυση	Θέατρα, Σινεμά	115	100	60	40
Καθιστοί, ἐλαφρὴ ἐργασία	Γραφεῖα, Ξενοδοχεῖα	185	150	75	75
Μέτριοι χώροι	Αἴθουσα χοροῦ	400	375	120	255
Βαριὰ ἐργασία	Ἐργοστάσιο	470	470	165	305
Ἀθλητισμός	Γυμναστήριο	585	525	185	340

Ὁ πίνακας 4.9.2 φαίνονται ἐνδεικτικὰ οἱ τιμές ἀπὸ τὴ συνολικὴ (αἰσθητὴ καὶ λανθάνουσα) θερμότητα γιὰ διάφορους βαθμοὺς δραστηριότητας τῶν ἀτόμων καὶ διάφορους χώρους, παράγοντες πού προσδιορίζουν καὶ τὸ ντύσιμο τῶν ἀτόμων καθὼς καὶ τὴν ἀναλογία ἀνδρῶν, γυναικῶν καὶ παιδιῶν μέσα στὸν χώρο. Στὴν πρώτη στήλη τοῦ πίνακα δίνεται τὸ μέγιστο τῆς συνολικὰ ἀποδινόμενης ἀνά ἄτομο ἐνέργειας (δηλαδὴ γιὰ ἐνήλικους ἀνδρες), ἐνῶ στὴ δεύτερη στήλῃ ἡ «κανονικὴ» τιμὴ πού εἶναι μικρότερη, γιὰτὶ λαμβάνει ὑπόψη τῆς ὅτι τὰ εὐρισκόμενα στὸν κλιματιζόμενο χώρο ἄτομα δὲν εἶναι ὅλα ἐνήλικοι ἀνδρες. Οἱ τιμές τῆς στήλης αὐτῆς ἀναλύονται στὶς δύο ἐπόμενες στήλες σέ αἰσθητὴ καὶ λανθάνουσα θερμότητα. Ἡ ἀνάλυση αὐτὴ βασίσθηκε στὴν ὑπόθεση ὅτι ἡ ἐσωτερικὴ θερμοκρασία τοῦ χώρου εἶναι 78°F (25,6°C). Ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὸν πίνακα ὅσο αὐξάνεται ἡ δραστηριότητα τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ αὐξηση τοῦ λανθάνοντος φορτίου ἀπὸ τὴν αὐξηση τοῦ αἰσθητοῦ.

Ἡ λανθάνουσα θερμότητα ἀπὸ τὸ ἀνθρώπινο σῶμα μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὅτι ἀμέσως προστίθεται στὸν ἀέρα τοῦ κλιματιζόμενου χώρου καὶ συνεπῶς πρέπει νά ἀντιμετωπισθεῖ ὡς ἄμεσο ψυκτικὸ φορτίο. Ἡ αἰσθητὴ ὁμως θερμότητα δὲν γίνεται ὅλη ἀμέσως ψυκτικὸ φορτίο, γιὰτὶ τὸ σημαντικότερο τμῆμα τῆς (70% περίπου) ἐκπέμπεται ἀπὸ τὸ σῶμα μὲ τὴ μορφὴ ἀκτινοβολίας πού πρῶτα ἀπορροφᾶται ἀπὸ

τά αντίκειμενα πού περιβάλλουν τόν άνθρωπο, καί μετά μέ κάποια καθυστέρηση ή όποία εξαρτάται από τά θερμικά χαρακτηριστικά του χώρου αποδίνεται στον άέρα του χώρου. Ξέ κάθε χρονική στιγμή λοιπόν ή αίσθητή θερμότητα από ένα άτομο θά είναι ή κατάλληλη τιμή του πίνακα 4.9.2 πολλαπλασιασμένη μέ ένα συντελεστή μικρότερο από μονάδα, δηλαδή:

$$(\text{Αίσθητό Ψυκτικό Φορτίο}) = (\text{Αίσθητό Θερμικό Κέρδος}) \times (\Sigma\Psi\Phi).$$

Όπου ΣΨΦ είναι ό Συντελεστής Ψυκτικού Φορτίου (μικρότερος από τή μονάδα) καί έκφράζει τή χρονική καθυστέρηση πού παρουσιάζει ή μετατροπή του Αίσθητου Θερμικού Κέρδους από ανθρώπους σέ Αίσθητό Ψυκτικό Φορτίο γιά τόν κλιματιζόμενο χώρο. Αύτός ό συντελεστής είναι συνάρτηση του χρόνου πού συνολικά τό άτομο μένει μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο καθώς καί του χρόνου πού έχει περάσει από τή χρονική στιγμή τής άρχικης είσοδου του ατόμου στον χώρο. Ό πίνακας 4.9.3 περιλαμβάνει μερικές χαρακτηριστικές τιμές του ΣΨΦ. Όπως φαίνεται από τόν πίνακα, όσο οι άνθρωποι μένουν περισσότερο χρόνο μέσα σέ ένα χώρο τόσο ό ΣΨΦ μεγαλώνει· τόσο δηλαδή τό Ψυκτικό Φορτίο αύξάνει. Παρατηρείται καί εδώ καί μέ τά φώτα, συνεπώς ισχύει καί στήν περίπτωση του Αίσθητου Ψυκτικού Φορτίου από ανθρώπους μία καμπύλη παρόμοια μέ αυτή πού δίνεται στον Πίνακα 4.9.1 γιά τό Ψυκτικό Φορτίο από φώτα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9.3.

Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (ΣΨΦ, αδιάκοπος) γιά ύπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από ανθρώπους.

Σύνολο ώρων παραμονής στον χώρο	Ώρες μετά τήν άρχική είσοδο στον χώρο						
	2	4	8	12	16	20	24
4	0,59	0,71	0,14	0,07	0,04	0,03	0,01
8	0,61	0,72	0,84	0,21	0,12	0,07	0,04
12	0,64	0,75	0,86	0,92	0,25	0,14	0,08
16	0,70	0,79	0,88	0,93	0,96	0,28	0,16

Οι τιμές του Πίνακα 4.9.3 προϋποθέτουν (όπως καί γιά τόν Πίνακα 4.9.1) ότι ή θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου παραμένει σταθερή. Άν ή θερμοκρασία αυτή μεταβάλλεται στή διάρκεια του 24ώρου (π.χ. όταν ό κλιματισμός δέ λειτουργεί στή διάρκεια τής νύχτας), τότε ό ΣΨΦ λαμβάνεται ίσος μέ 1,0. Αυτό είναι απαραίτητο γιά τήν αντιμετώπιση κατά τήν άρχή τής επαναλειτουργίας του κλιματισμού του αποθηκευμένου φορτίου πού δέν απομακρύνθηκε κατά τή διάρκεια τής μή λειτουργίας του. Επίσης όταν έχουμε ύψηλή πυκνότητα ανθρώπων, όπως π.χ. στα θέατρα, ό ΣΨΦ λαμβάνεται πάλι 1,0, γιατί ή ποσότητα τής άκτινοβολίας προς τούς τοίχους καί τά έπιπλα είναι πολύ μικρή.

Παράδειγμα.

Νά ύπολογισθεί τό συνολικό ψυκτικό φορτίο πού προκαλείται από τούς 10 ύπαλληλους ενός τραπεζικού ύποκαταστήματος στίς 13.00 όταν οι ύπάλληλοι αυτοί

εργάζονται από τις 9.00 μέχρι τις 17.00 (ώρες). Η θερμοκρασία χώρου είναι 25,5°C.

Λύση.

Από τον Πίνακα 4.9.2: Λανθάνον ψυκτικό φορτίο = 75 Watts/άτομο και Αισθητό Θερμικό κέρδος = 75 W/άτομο.

Από τον πίνακα 4.9.2: $\Sigma\Psi = 0,72$

Άρα: Αισθητό Ψυκτικό Φορτίο (έξισωση (1)) = $75 \times 0,72 = 54$ W/άτομο

Καί συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη ότι έχουμε 10 άτομα:

Συνολικό Ψυκτικό Φορτίο = (10) Λανθάνον Ψυκτικό Φορτίο + Αισθητό ψυκτικό φορτίο) = $10 \times (75 + 54) = \underline{\underline{1290 \text{ Watts}}}$

4.9.3 Ψυκτικά φορτία από συσκευές.

Τα φορτία αυτά είναι πολλές φορές και αισθητά και λανθάνοντα. Σε μερικές δε περιπτώσεις, όπως π.χ. στα εστιατόρια, αποτελούν ένα σημαντικότατο μέρος του συνολικού ψυκτικού φορτίου του χώρου και απαιτείται προσεκτικός υπολογισμός τους.

Οι κατασκευές δίνουν τις αποδόσεις των διαφόρων συσκευών και ανάλογα με τις συνθήκες τοποθέτησεως και χρησιμοποίησεως καθορίζεται το Θερμικό Κέρδος (αισθητό, και λανθάνον, όταν υπάρχει) που προσφέρουν στον κλιματιζόμενο χώρο. Στη συνέχεια, με βάση πίνακες παρόμοιους με τον Πίνακα 5.9.2β, υπολογίζονται τα Ψυκτικά Φορτία από συσκευές τα οποία πρέπει να αντιμετωπίσει ή κλιματιστική εγκατάσταση.

4.10 Ψυκτικά φορτία από αερισμό και διαπήδηση αέρα.

Ο αέρας του κλιματιζόμενου χώρου αισθάνεται άμεσα το θερμικό κέρδος (αισθητό και λανθάνον) που προέρχεται από τον εισαγόμενο αέρα μέσω του συστήματος αερισμού ή μέσω των χαραμάδων και ανοιγμάτων του περιβλήματος του χώρου. Γι' αυτό και το Ψυκτικό Φορτίο εδώ είναι ακριβώς το ίδιο με το θερμικό αυτό κέρδος και δεν χρειάζονται συντελεστές ψυκτικού φορτίου για τον υπολογισμό του (όπως χρειάστηκαν σε προηγούμενες περιπτώσεις).

Οι ποσότητες του αέρα που απαιτούνται για τον ικανοποιητικό αερισμό των διαφόρων χώρων (με βάση τις απαιτήσεις υγείας ή παραγωγικής διαδικασίας) δίνονται από πίνακες (βλέπε Κεφ. 1). Από πίνακες επίσης δίνονται οι ποσότητες του αέρα που θα εισέρχονται στον χώρο από τις χαραμάδες του και τα ανοίγματά του. Αφού λοιπόν πρώτα καθορίζεται η συνολική ποσότητα του εξωτερικού αέρα που εισέρχεται μέσα στον χώρο, το ψυκτικό φορτίο καθορίζεται από τις κατωτέρω εξισώσεις (σε Btu/h):

Αισθητό Ψυκτικό Φορτίο = $(1,10) \times (CFM) \times (\Delta t)$

και Λανθάνον Ψυκτικό Φορτίο = $(4840) + (CFM) \times (\Delta W)$

όπου: 1,10 και 4840 = σταθεροί συντελεστές για τις συνηθισμένες εφαρμογές

CFM = η ποσότητα του εισερχόμενου εξωτερικού αέρα

Δt = η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού αέρα και

ΔW = η διαφορά σε υγρασία (W = μάζα υδρατμών ανά μονάδα μάζας ξηρού αέρα) μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού αέρα.

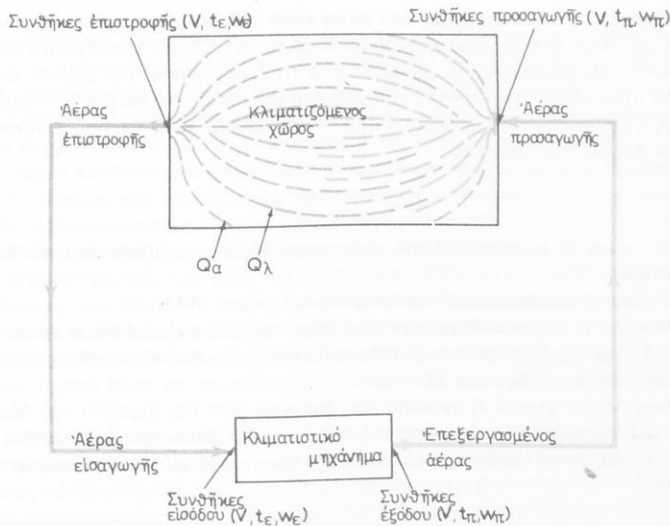
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΕΚΛΟΓΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ – ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

5.1 Άπαιτούμενος άέρας προσαγωγής.

Στό προηγούμενο κεφάλαιο περιγράψαμε τὰ Θερμικά καί Ψυκτικά φορτία πού γιά διάφορες αίτίες άφαιρούνται ή προστίθενται στόν άέρα ενός χώρου καί τὰ ό-ποία πρέπει νά έξουδετερώνει τό κλιματιστικό μηχάνημα ώστε ή θερμοκρασία καί ύγρασία του χώρου νά παραμένουν στά επιθυμητά επίπεδα. Γιά τήν επιλογή όμως του κατάλληλου μεγέθους κλιματιστικού μηχανήματος, λαμβάνεται υπόψη επίσης ότι μέρος από τήν ίσχύ του μηχανήματος θά καταναλίσκεται γιά τήν υπέρνίκηση άπ-πωλειών μέσα στό ίδιο τό μηχάνημα καθώς καί μέσα στά συστήματα πού μεταφέ-ρουν (άεραγωγοί, σωληνώσεις) τήν κλιματιστική ενέργεια του μηχανήματος στόν κλιματιζόμενο χώρο. Έτσι σέ κεντρικά Συστήματα Άέρα καί Συστήματα Άέρα – Νερού (βλέπε Κεφ. 3), επί πλέον θερμικά καί ψυκτικά φορτία προστίθενται από τή θερμική ενέργεια πού αποδίδουν οι άνεμιστήρες του συστήματος, από τίς άπώ-λειες ή τὰ κέρδη θερμότητας μέσω των τοιχωμάτων των άεραγωγών καί από τή διαρροή άέρα μέσω των ενώσεων των άεραγωγών. Γιά τίς πρόσθετες αυτές άπώ-λειες δίνονται από πίνακες διάφορες τιμές σχετικές μέ τό είδος των μηχανημάτων καί συστημάτων μεταφοράς ενέργειας πού πρόκειται νά χρησιμοποιηθούν. Γιά τήν άπλοποίηση τής ανάπτυξης του θέματος πού θά κάνομε εδώ υποθέτομε ότι οι πρόσθετες αυτές άπώλειες είναι άμελητές. Η υπόθεση αυτή ίσχύει περισσότερο στην περίπτωση τής μονάδας επεξεργασίας άέρα πού βρίσκεται μέσα ή δίπλα στόν κλιματιζόμενο χώρο. Ακόμα, σέ αυτό τό επίπεδο τής ανάπτυξης υποθέτομε ότι ή κλιματιστική μονάδα άνακυκλοφορεί συνέχεια τόν άέρα του χώρου χωρίς νά προσθέτει νέο άέρα από τό έξωτερικό περιβάλλον (ό άερισμός δηλαδή του χώρου γίνεται μέ ανεξάρτητο σύστημα άερισμού πού προσθέτει έξωτερικό άέρα άπεν-θείας μέσα στόν χώρο). Ό άέρας του χώρου (βλ. σχ. 5.1) άναρροφάται από τή μο-νάδα καί υπόκειται, μέσα στή μονάδα, σέ μιά αλλαγή των συνθηκών του θερμο-κρασίας καί ύγρασίας τέτοια ώστε όταν προσαχθεί (πάλι μέ τή βοήθεια τής μονά-δας) μέσα στόν κλιματιζόμενο χώρο νά είναι ικανός, λόγω άκριβώς αυτών των δια-φορετικών συνθηκών του, νά άπορροφήσει τό ψυκτικό φορτίο πού προστίθεται στόν άέρα του χώρου από τίς πηγές πού περιγράψαμε στό προηγούμενο κεφάλαιο. Έτσι ό άέρας του χώρου θά διατηρήσει τίς επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας καί ύγρασίας. Στην περίπτωση τής θερμάνσεως ό άέρας πού από τήν κλιματιστική μονάδα προσάγεται μέσα στόν χώρο πρέπει νά έχει τόσο επιπλέον θερμικό φορτίο από τόν άέρα του χώρου όσο είναι τό θερμικό φορτίο πού ό άέρας του χώρου χά-νει προς τό περιβάλλον μέσω των τοίχων, των κουφωμάτων κλπ.

Η ταχύτητα τής παραπάνω άνακυκλοφορίας του άέρα (σέ m^3/h ή σέ CFM) είναι



Σχ. 5.1.

Σχηματικό διάγραμμα κυκλοφορίας αέρα μεταξύ κλιματιζόμενου χώρου καί κλιματιστικού μηχανήματος.

αυτή που προσδιορίζει τό μέγεθος του άνεμιστήρα της κλιματιστικής μονάδας, έξαρτάται δέ βασικά από τούς έξής παράγοντες:

- Από τό θερμικό ή ψυκτικό φορτίο που πρέπει νά μεταφερθεί μέ τόν προσαγόμενο στόν χώρο κλιματισμένο αέρα.
- Από τίς μέγιστες ή ελάχιστες θερμοκρασίες που έπιτρέπεται νά έχει ό προσαγόμενος αέρας ώστε νά μήν ένοχλεί τούς εύρισκομένους στόν χώρο.
- Από τήν ποσότητα που πρέπει νά έχει ό προσαγόμενος αέρας ώστε νά μή δημιουργεί ρεύματα καί νά σαρώνει κατάλληλα τό χώρο. Έτσι εξουδετερώνει όλα τά θερμικά ή ψυκτικά φορτία του χώρου.

Ό πρώτος παράγοντας προκύπτει από τούς ύπολογισμούς που περιγράψαμε στό προηγούμενο κεφάλαιο. Οί άλλοι δύο εξαρτώνται από τίς συνθήκες έφαρμογής (άπασχόληση ατόμων στόν χώρο, κυβισμός χώρου, ύψος όροφής κλπ) καί δίνονται από σχετικούς πίνακες. Γενικά όμως γι' αυτούς ισχύουν τά παρακάτω όρια:

- Διαφορά θερμοκρασίας προσαγόμενου αέρα (t_{π}) από θερμοκρασία χώρου (t_x).

$$\text{Καλοκαίρι: } t_x - t_{\pi} \leq 13^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Χειμώνα: } t_{\pi} - t_x \leq 40^{\circ}\text{C}$$

- Ποσότητα προσαγόμενου αέρα (V):

$$0,5 \leq V \text{ (σε CFM/ft}^2 \text{ επιφάνειας δαπέδου)} \leq 2,5$$

Ἡ ταχύτητα ἀνακυκλοφορίας τοῦ ἀέρα εἶναι ἴδια μέ τήν ποσότητα V τοῦ προσαγόμενου, ἀέρα ἀνά μονάδα χρόνου (δηλαδή m^3/h ἢ CFM). Ἡ ποσότητα αὐτή ἀέρα, ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία της διαφέρει ἀπὸ τῆ θερμοκρασία τοῦ χώρου, μεταφέρει μέσα στὸν χώρο (στὴ μονάδα τοῦ χρόνου) μιά ποσότητα αἰσθητῆς θερμότητας (θετικῆς ἢ ἀρνητικῆς) πού προκύπτει ἀπὸ τὸν παρακάτω τύπο καὶ πού ἰσοῦται μέ τὸ αἰσθητό φορτίο τοῦ χώρου:

$$Q_a = 1,1 \cdot V \cdot \Delta t \quad 5.1$$

ὅπου: Q_a εἶναι τὸ αἰσθητό φορτίο τοῦ χώρου (ὅπως προκύπτει ἀπὸ τὸ Κεφ. 4), Btu/h .

V εἶναι ἡ ποσότητα τοῦ προσαγόμενου ἀέρα, CFM .

Δt εἶναι ἡ διαφορά θερμοκρασίας ἀέρα προσαγωγῆς μέ ἀέρα χώρου, $^{\circ}\text{F}$.

1,1 εἶναι σταθερὸς συντελεστής πού ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τίς χρησιμοποιούμενες μονάδες (Ἀγγλικό Σύστημα).

Ὁ ἴδιος ἀέρας, ἐπειδὴ ἡ ὑγρασία του διαφέρει ἀπὸ τήν ὑγρασία τοῦ ἀέρα τοῦ χώρου, μεταφέρει μέσα στὸν χώρο μιά ποσότητα λανθάνουσας θερμότητας (θετικῆς ἢ ἀρνητικῆς) πού ἰσοῦται μέ τὸ λανθάνον φορτίο τοῦ χώρου καὶ προκύπτει ἀπὸ τῆ σχέση:

$$Q_\lambda = 4840 \cdot V \cdot \Delta W \quad 5.2$$

ὅπου: Q_λ εἶναι τὸ λανθάνον φορτίο τοῦ χώρου (ὅπως προκύπτει ἀπὸ τὸ Κεφάλαιο 4), Btu/h .

V εἶναι ἡ ποσότητα τοῦ προσαγόμενου ἀέρα, CFM .

ΔW εἶναι ἡ διαφορά ὑγρασίας μεταξύ ἀέρα προσαγωγῆς καὶ ἀέρα τοῦ χώρου (βάρος ὑδατμῶν ἀνά μονάδα βάρους ἀέρα), lb/lb ἀέρα.

(4840) σταθερὸς συντελεστής πού ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τίς χρησιμοποιούμενες μονάδες (Ἀγγλικό Σύστημα).

Οἱ ἐξισώσεις 5.1 καὶ 5.2 προσδιορίζουν, θεωρητικά, τὸ πρόβλημα τῆς ἐπιλογῆς τοῦ κατάλληλου κλιματιστικοῦ μηχανήματος, δηλαδή **τοῦ μηχανήματος πού θά μᾶς παρέχει στὸν χώρο μιά ὀρισμένη ποσότητα ἀέρα σέ καθορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας καὶ ὑγρασίας**.

Ἐπειδὴ οἱ ἐξισώσεις τοῦ προβλήματος εἶναι 2 καὶ οἱ ἄγνωστοι εἶναι 3 (V , Δt , ΔW) θά πρέπει ἡ ὀριστικὴ ἐπίλυσή του νά προκύψει ἔπειτα ἀπὸ κάποιες δοκιμαστικὲς ἐπιλύσεις πού θά ὑποθέτουν κάποιες τιμές τῶν Δt καὶ V στά ὅρια πού ἀναφέραμε προηγουμένως.

Τὸ πρόβλημα ἀπλοποιεῖται σημαντικά μέ τῆ χρήση τοῦ **Ψυχομετρικοῦ Χάρτη**.

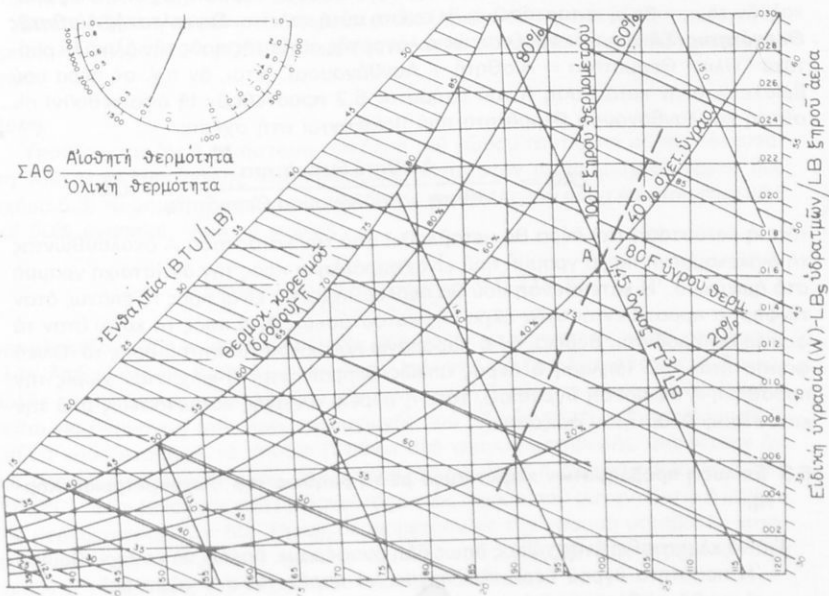
5.2 Ψυχομετρικός Χάρτης.

Ἡ Ψυχομετρία ἀσχολεῖται μέ τὸν καθορισμὸ τῶν θερμοδυναμικῶν ιδιοτήτων τοῦ **ὕγρου ἀέρα**, δηλαδή τοῦ ἀέρα πού περιέχει ὑδατμῶς καὶ τῆ χρησιμοποίησή τους γιὰ τήν ἀνάλυση διαφόρων διαδικασιῶν στίς ὁποῖες συμμετέχει ὁ ἀέρας. Τέτοια εἶναι ἡ διαδικασία τοῦ κλιματισμοῦ ἐνὸς χώρου πού σημαίνει ρύθμιση τῶν ιδιοτήτων τοῦ ἀέρα τοῦ χώρου μέ τῆ χρησιμοποίηση τοῦ κατάλληλου ἐξοπλισμοῦ (κλιματιστικοῦ μηχανήματος).

Τά μεγέθη καί οἱ ὁρίσμοι πού ἀναφέρονται στίς ιδιότητες τοῦ ὑγροῦ ἀέρα καί πού ἔχουν σχέση μέ τόν κλιματισμό ἀναφέρθηκαν στό Κεφάλαιο 1. Ἐδῶ θά πρέπει νά ὑπογραμμίσουμε ὅτι ἡ ποσότητα τῶν ὑδρατμῶν στόν ὑγρό ἀέρα μπορεῖ νά μεταβάλλεται ἀπό μηδέν **ξηρός ἀέρας** μέχρι ἕνα μέγιστο σημεῖο τό ὁποῖο ἐξαρτᾶται ἀπό τή θερμοκρασία καί πίεση τοῦ ἀέρα καί στό ὁποῖο παραδεχόμαστε ὅτι ὁ ἀέρας βρίσκεται σέ κατάσταση **κορεσμοῦ**. Σέ αὐτή τήν κατάσταση ὑπάρχει **ἰσορροπία** μεταξύ τῆς φάσεως τοῦ ὑγροῦ ἀέρα καί τῆς φάσεως τοῦ συμπυκνωμένου νεροῦ: "Αν μειωθεῖ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ ἀέρα τότε μέρος τῶν ὑδρατμῶν του θά συμπυκνωθοῦν, δηλαδή θά μεταπηδήσουν στήν ὑγρή φάση.

Οἱ θερμοδυναμικές ιδιότητες τοῦ ὑγροῦ ἀέρα δίνονται μέ ἀκρίβεια σέ λεπτομερεῖς πίνακες, τῶν ὁποίων ἡ χρήση γιά ἐπίλυση προβλημάτων κλιματισμοῦ θά ἦταν πολὺ δύσκολη καί ἐπίπονη. Γιά τόν σκοπό αὐτόν χρησιμοποιεῖται ὁ **Ψυχρομετρικός Χάρτης** ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖ μιά γραφική παρουσίαση τῶν θερμοδυναμικῶν ιδιοτήτων τοῦ ὑγροῦ ἀέρα σέ συντεταγμένες ἐνθαλπίας καί εἰδικῆς ὑγρασίας (χάρτης Mollier).

Ἡ Α.Σ.Η.Ρ.Α.Ε. ἔχει ἀναπτύξει 5 ψυχρομετρικούς χάρτες γιά διαφορετικά ὑψόμετρα (δηλαδή πίεση ἀέρα) καί διαφορετικές περιοχές θερμοκρασιῶν. Στίς συνηθισμένες ἐφαρμογές τοῦ κλιματισμοῦ χρησιμοποιεῖται ὁ χάρτης 1 πού εἶναι γιά κανονικές θερμοκρασίες (ἀπό 32°F μέχρι 120°F δηλαδή ἀπό 0°C μέχρι 49°C) καί γιά κανονική πίεση, δηλαδή πίεση στήν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας (29,921 in Hg ἢ 760 mmHg). Στό σχῆμα 5.2 φαίνεται μιά ἐνδεικτική ἀπεικόνιση τοῦ Ψυχρομετρικοῦ χάρτη ὁ ὁποῖος χρησιμοποιεῖται γιά τήν ἐπίλυση τῶν προβλημάτων κλιματισμοῦ.



Σχ. 5.2.

Ἐνδεικτικὴ ἀπεικόνιση ψυχρομετρικοῦ χάρτου.

Στόν Ψυχρομετρικό Χάρτη, όπως φαίνεται στο σχήμα, πέρα από τις συντεταγμένες Ένθαλπιας και Είδικης Ύγρασίας (οι οποίες δέν είναι σέ όρθή γωνία), υπάρχουν καμπύλες στάθερης Σχετικής Ύγρασίας και εύθειες σταθερης Θερμοκρασίας Ξηροῦ Θερμομέτρου, Θερμοκρασίας Ύγρου Θερμομέτρου, Θερμοκρασίας Κορεσμοῦ (ή Δρόσου) και Όγκου. Έτσι π.χ. ένα σημείο Α πάνω στόν χάρτη αντιπροσωπεύει κατάσταση αέρα μέ τίς ἐξῆς περίπου τιμές τῶν παραπάνω μεταβλητῶν:

$$\text{Ένθαλπία} = 43,5 \text{ Btu/lb}$$

$$\text{Είδ. Ύγρασία} = 0,0175 \text{ lb ὕδρατμῶν/lb ξηροῦ αέρα}$$

$$\text{Σχετ. Ύγρασία} = 40\%$$

$$\text{Θερμοκρ. Ξ.Θ.} = 100^\circ\text{F}$$

$$\text{Θερμοκρ. Υ.Θ.} = 80^\circ\text{F}$$

$$\text{Θερμοκρ. Δρόσου} = 72,5 \text{ F}$$

$$\text{Όγκος} = 14,5 \text{ Ft}^3/\text{lb}$$

Τό ἡμικύκλιο στό ἀριστερό μέρος τοῦ χάρτη εἶναι χρήσιμο γιά νά καθορισθεῖ ἡ **κλίση τῆς γραμμῆς μεταβολῆς καταστάσεως** τοῦ αέρα. Ἡ κλίση αὐτή ἐξαρτᾶται ἀπό τή σχέση μεταξύ τῆς αἰσθητῆς καί τῆς λανθάνουσας θερμότητας οἱ ὁποῖες προκαλοῦν τή μεταβολή καταστάσεως. Ἡ σχέση αὐτή καλεῖται **Συντελεστής Αἰσθητῆς Θερμότητας (ΣΑΘ)** καί ἐκφράζεται ὡς ὁ λόγος τῆς αἰσθητῆς πρὸς τήν ὀλική θερμότητα (Όλική Θερμότητα = Αἰσθητή + Λανθάνουσα). Έτσι, ἂν π.χ. σέ αέρα πού βρίσκεται στήν κατάσταση Α τοῦ σχήματος 5.2 προστεθοῦν (ἢ ἀφαιρεθοῦν) αἰσθητή καί λανθάνουσα θερμότητα πού βρίσκονται στή σχέση:

$$\text{ΣΑΦ} = \frac{\text{Αἰσθητή Θερμότητα}}{\text{Αἰσθητή} + \text{Λανθάνουσα Θερμότητα}} = 0,2$$

τότε ἡ κατάσταση τοῦ αέρα θά μεταβληθεῖ ἀπό τήν κατάσταση Α ἀκολουθώντας τή διακεκομμένη παχιά γραμμή πού εἶναι παράλληλη πρὸς τήν ἀντίστοιχη γραμμή στό ἡμικύκλιο. Ἡ κατεύθυνση πού θά ἀκολουθήσει θά εἶναι πρὸς τά ἐπάνω, ὅταν τά φορτία προστίθενται στόν αέρα τῆς καταστάσεως Α, ἢ πρὸς τά κάτω ὅταν τά φορτία ἀφαιροῦνται. Βέβαια, ἂν ὁ παραπάνω λόγος τοῦ Αἰσθητοῦ πρὸς τό Όλικό φορτίο ἦταν 1,0 (δηλαδή ὁ αέρας ἀπλῶς θερμαίνονται ἢ ψύχονταν χωρίς τήν προσθήκη ἢ ἀφαίρεση ὕγρασίας), τότε ἡ πορεία ἀλλαγῆς καταστάσεως ἀπό τήν κατάσταση Α θά ἦταν ὀριζόντια.

5.3 Ἐπίλυση προβλημάτων κλιματισμοῦ μέ τή βοήθεια τοῦ Ψυχρομετρικοῦ Χάρτη.

Γιά νά κλιματισθεῖ ἓνας χώρος ὅπως ἤδη ἀναφέραμε, πρέπει νά καθορισθοῦν:

- Ἡ ποσότητα ὕγρου αέρα πού πρέπει νά παρέχεται στό χώρο καί
- οἱ συνθῆκες θερμοκρασίας καί ὕγρασίας στίς ὁποῖες πρέπει νά βρίσκεται ὁ ὑγρός αέρας (συνθῆκες προσαγωγῆς) γιά νά μπορεῖ νά ἀπορροφᾷ τίς δεδομένες πο-

σότητες θερμικής ενέργειας και ύγρασίας που προστίθενται ή αφαιρούνται από τον χώρο, και για να μπορεί να μακρύνεται με άλλες συγκεκριμένες συνθήκες (συνθήκες επιστροφής).

Τό παραπάνω πρόβλημα απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 5.1. Οι ποσότητες Q_a και Q_λ αντιπροσωπεύουν τό αισθητό θερμικό κέρδος και τό λανθάνον θερμικό κέρδος (ύγρασία) του χώρου τα όποια προέρχονται από όλες τις δυνατές πηγές (έξωτερικά φορτία, φώτα κ.λ.π) όπως περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 4. Οι Συνθήκες Προσαγωγής είναι V , t_p , W_p και οι Συνθήκες Έπιστροφής V , t_e , W_e . Εφόσον ο άερας, πηγαίνοντας από τις Συνθήκες προσαγωγής στις Συνθήκες Έπιστροφής, θά απορροφήσει τα φορτία Q_a και Q_λ , θά ακολουθήσει, όπως εξηγήσαμε στην προηγούμενη παράγραφο 5.2, τή **γραμμή μεταβολής καταστάσεως** που καθορίζεται από τον συντελεστή ΣΑΦ. Αφού τραβήξομε τή γραμμή αυτή πάνω στον Ψυχομετρικό χάρτη, ξεκινώντας από μία δεδομένη κατάσταση του άερα επιστροφής (που θά είναι περίπου ίδια με τήν επιθυμητή κατάσταση του άερα του χώρου), βρίσκομε τήν κατάσταση του άερα προσαγωγής όταν έχομε καθορίσει μία από τις τρεις μεταβλητές του (σύμφωνα με τους περιορισμούς που αναπτύχθηκαν στην παράγρ. 5.1).

Η μέθοδος αυτή γίνεται πλήρως κατανοητή με τό παράδειγμα που ακολουθεί.

Παράδειγμα.

Ένας χώρος έχει αισθητό και λανθάνον ψυκτικό φορτίο 50.000 Btu/h και 20.000 Btu/h., αντίστοιχως και πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου 80F (26,7°C) και σχετική ύγρασία 50%.

Νά εύρεθούν ή ποσότητα, ή θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου και ή σχετική ύγρασία του άερα που πρέπει να προσάγεται στον χώρο από τό κλιματιστικό μηχάνημα.

Λύση.

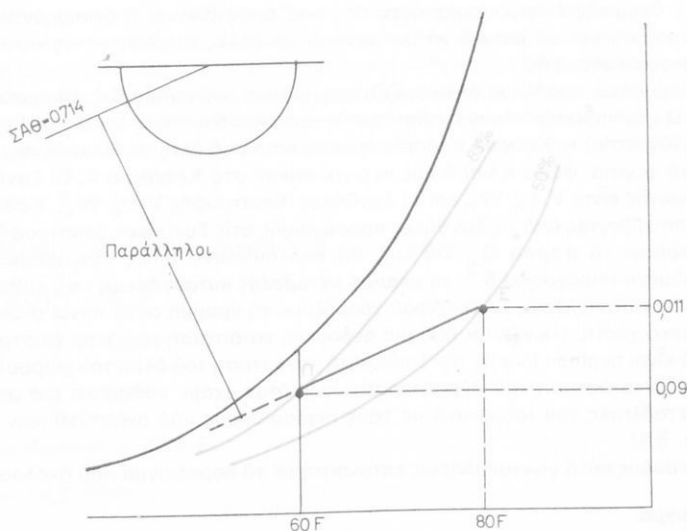
Υποθέτοντας ότι ή κατάσταση του άερα του χώρου ταυτίζεται με τήν κατάσταση του άερα επιστροφής, προσδιορίζομε πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη (βλ. σχήμα 5.3) τό σημείο Ε που χαρακτηρίζει τις συνθήκες του άερα επιστροφής (80F και 50% ύγρασία). Από τή σχέση:

$$\text{ΣΑΘΙ} = \frac{50.000}{50.000 + 20.000} = 0,714$$

προσδιορίζομε τήν κλίση τής γραμμής μεταβολής καταστάσεως πάνω στο ήμικύκλιο. Από τό σημείο Ε φέρνομε τήν παράλληλό της και έτσι έχομε τή γραμμή μεταβολής καταστάσεως του άερα από τήν κατάσταση Ε προς τα άριστερά αφού πρόκειται για θέρμανση του άερα προσαγωγής που θά μς φέρι στην κατάσταση Ε. Για να προσδιορίσομε τό σημείο Π πάνω στή γραμμή μεταβολής, υποθέτομε ότι μία άνεκτή θερμοκρασία του άερα παροχής θά ήταν ή θερμοκρασία των 60F (15,6°C). Έτσι βρίσκομε τό Π παίρνοντάς το ως σημείο που συναντώνται ή ευθεία τής θερμοκρασίας των 60F ξηρού θερμομέτρου με τήν γραμμή μεταβολής καταστάσεως. Από τό σημείο Π περνά ή καμπύλη του 75% σχετικής ύγρασίας. Έτσι λοιπόν ή κατάσταση του άερα προσαγωγής θά είναι:

Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (t_p) = 60F (15,6°C)

Σχετική ύγρασία = 83%



Σχ. 5.3.

Σχηματική λύση του παραδείγματος της παραγράφου 5.3.

Από τον Ψυχομετρικό Χάρτη προκύπτουν επίσης οι Ειδικές Ύγρασιες για τις δύο καταστάσεις του αέρα:

$$W_E = 0,011 \text{ lb υδρατμών/lb ξηρού αέρα}$$

$$W_{\pi} = 0,0092 \text{ lb υδρατμών/lb ξηρού αέρα}$$

Μέ βάση τα δεδομένα του προβλήματος και τα στοιχεία που προσδιορίσαμε με τη βοήθεια του Ψυχομετρικού Χάρτη, χρησιμοποιούμε την εξίσωση 5.1. της παραγράφου 5.1 για να υπολογίσουμε την ποσότητα του αέρα V (σέ CFM) και κατόπιν την εξίσωση 5.2 για να υπολογίσουμε την ίδια ποσότητα προς επαλήθευση:

Από εξίσωση (5.1)

$$Q_a = 1,1 \cdot V \cdot \Delta t$$

$\tilde{h}$

$$V = \frac{Q_a}{1,1 \cdot \Delta t} = \frac{Q_a}{1,1 \cdot (t_E - t_{\pi})}$$

$\tilde{h}$

$$V = \frac{50.000}{1,1 \cdot (80 - 60)} = \frac{50.000}{1,1 \times 20}$$

$$\dot{V} = 2273 \text{ CFM}$$

Από εξίσωση (5.2.)

$$Q_A = 4840 \cdot \dot{V} \cdot \Delta W$$

$$\dot{V} = \frac{Q_A}{4840 \cdot \Delta W} = \frac{Q_A}{4840 \cdot (W_E - W_P)}$$

$$\dot{V} = \frac{20000}{4840 \cdot (0,011 - 0,0092)} = \frac{20.000}{4840 \times 0,0018}$$

$$\dot{V} = 2296 \text{ CFM.}$$

Δηλαδή περίπου η τιμή που προέκυψε από την εξίσωση 5.1. Όλες οι τιμές άλλωστε που προσδιορίζονται με γραφικό τρόπο από τον Ψυχομετρικό Χάρτη είναι προσεγγιστικές. Λαμβάνεται:

$$\dot{V} = 2300 \text{ CFM}$$

Άρα τα απαιτούμενα στοιχεία για τον αέρα παροχής είναι:

- Όγκος (παροχή) = 2300 CFM
- Θερμοκρασία Ξ.Θ. = 60 F (15,6°C)
- Σχετική Ύγρασία = 83%
- (ή Ειδική Ύγρασία = 0,0092 lb υδρατμών/lb ξηρού αέρα)

Σημείωση.

Ενώ ο αέρας παροχής φαίνεται να έχει πολύ ψηλότερη σχετική υγρασία, 83% έναντι 50% του αέρα επιστροφής, στην πραγματικότητα περιέχει λιγότερους υδρατμούς, 0,0092 έναντι 0,011 lb/lb του αέρα επιστροφής.

5.4 Έκλογη κλιματιστικού μηχανήματος.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 5.1 υπάρχει η εξής αντιστοιχία των συνθηκών του αέρα που περνά από τον κλιματιζόμενο χώρο και του αέρα που περνά από το κλιματιστικό μηχάνημα (θεωρούμε άμελητές τις απώλειες στους ενδιάμεσους αγωγούς):

$$\left[\begin{array}{l} \text{ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΕΡΑ} \\ \text{ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΑΠΟ} \\ \text{ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΧΩΡΟ} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΕΡΑ} \\ \text{ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ} \\ \text{ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ} \end{array} \right] \text{ και } \left[\begin{array}{l} \text{ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΕΡΑ} \\ \text{ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΝ} \\ \text{ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΧΩΡΟ} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΕΡΑ} \\ \text{ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΟ} \\ \text{ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ} \end{array} \right]$$

Μέ τόν προσδιορισμό τών συνθηκών τοῦ ἀέρα πού περνᾷ ἀπό τόν κλιματιζόμε-
νο χώρο, προσδιορίσαμε καί τίς συνθήκες εἰσόδου καί ἐξόδου ἀέρα ἀπό τό κλιμα-
τιστικό μηχανήμα. Ἐὰν γνωρίζομε τί δουλειά πρέπει νά κάνει τό μηχανήμα καί συ-
νεπῶς μποροῦμε νά τό ἐπιλέξομε ἀπό τοὺς πίνακες τῶν διαφόρων κατασκευα-
στῶν. Γιά παραδείγματα ἐπιλογῆς κλιματιστικῶν μηχανημάτων βλέπε στά Κεφάλαια τοῦ βιβλίου τὰ σχετικά μέ τοὺς διάφορους τύπους μηχανημάτων κλιματισμοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

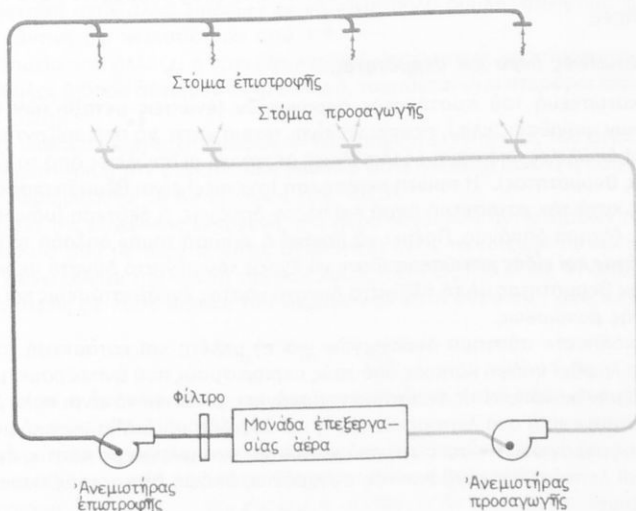
ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ

6.1 Γενικά.

“Ένα πλήρες δίκτυο διανομής αέρα αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία:

- Τούς αεραγωγούς.
- Τά στόμια προσαγωγής καί απαγωγής του αέρα.
- Τά φίλτρα αέρα.
- Τόν ή τούς άνεμιστήρες

“Ένα τυπικό τέτοιο δίκτυο απεικονίζεται στο σχήμα 6.1 οι δύο άνεμιστήρες συνηθίζονται στα μεγαλύτερα δίκτυα; στα μικρότερα υπάρχει ένας ό οποίος τής περισσότερες φορές, περιλαμβάνεται μαζί μέ τό φίλτρο μέσα στή μονάδα επεξεργασίας αέρα. “Αν ή μονάδα αυτή παραλειφθεί από τό σχηματικό διάγραμμα του σχήματος 6.1, τότε τό δίκτυο διανομής αέρα δέν άφορά κλιματιστική εγκατάσταση, αλλά άπλώς εγκατάσταση άερισμού. Στην τελευταία περίπτωση τό δίκτυο διανομής αέρα είναι πολύ άπλούστερο από άποψη κατασκευής, μονώσεων κλπ.



Σχ. 6.1.

Σχηματικό διάγραμμα τυπικού δικτύου διανομής αέρα.

6.2 'Αεραγωγοί.

Για να σχεδιασθεί ένα αποδοτικό σύστημα αεραγωγών πρέπει να ληφθούν υπόψη:

α) 'Ο διαθέσιμος χώρος τοποθέτησεως των αεραγωγών.

Αυτός ο περιορισμός μπορεί να επηρεάζει τη μορφή των αεραγωγών (όρθογωνική, κυκλική κλπ), τις διαστάσεις των αεραγωγών, τις μονώσεις, τις αντιστάσεις ροής του αέρα στο σύστημα, τη δυνατότητα τοποθέτησεως ρυθμιστικών οργάνων ροής (τάμπερ) κλπ.

β) Τά σημεία των κλιματιστικών χώρων στα όποια πρέπει να φτάσει ο αέρας.

Η διαφορά πιέσεως μεταξύ του ευμενέστερου και του δυσμενέστερου σημείου πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μπορεί να καλυφθεί από τα συνηθισμένα ρυθμιστικά όργανα ροής.

γ) Τά επίπεδα θορύβου.

Οι ταχύτητες του αέρα στους αεραγωγούς και η κατασκευή των αεραγωγών (πάχος τοιχωμάτων, ενώσεις, καμπύλες, ήχητικές μονώσεις κλπ.), πρέπει να είναι τέτοια ώστε να περιορίζεται ο ένοχλητικός θόρυβος.

δ) Οι αντιστάσεις ροής.

Πρέπει να μπορούν να αντιμετωπισθούν από τους υπάρχοντες στο εμπόριο ανεμιστήρες.

ε) Οι απώλειες αέρα και θερμότητας.

Η κατασκευή του συστήματος αεραγωγών (ενώσεις μεταξύ των διαφόρων τμημάτων, μονώσεις κλπ.), πρέπει να είναι τέτοια ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο οι απώλειες από σχισμές (απώλειες αέρα) και οι απώλειες από τοιχώματα (απώλειες θερμότητας). Η πρώτη περίπτωση (σχισμές) είναι θέμα περισσότερο επιμέλειας κατά την κατασκευή παρά επί πλέον δαπάνης, η δεύτερη (μονώσεις) είναι βασικά, ζήτημα δαπάνης. Πρέπει να βρεθεί ή «χρυσή τομή» δηλαδή τό **συμφερότερο πάχος και είδος μονώσεως** ώστε να έχουμε τόν μέγιστο δυνατό περιορισμό απωλειών θερμότητας με τό ελάχιστο δυνατό κόστος εγκαταστάσεως και συντηρήσεως της μονώσεως.

Όποιοδήποτε σύστημα αεραγωγών για τη μελέτη και κατασκευή του οποίου δέν έχει ληφθεί υπόψη κάποιος από τους περιορισμούς που αναφέραμε, μπορεί όχι μόνο να μην ικανοποιεί τις απαιτούμενες ανάγκες, αλλά και να είναι πολύ δαπανηρό στην κατασκευή ή στη λειτουργία του ή και στα δύο μαζί. Μία ιδανική μελέτη συστήματος αεραγωγών είναι αυτή που καταλήγει στο μικρότερο κόστος εγκαταστάσεως και λειτουργίας λαμβάνοντας συγχρόνως υπόψη όλους τους παραπάνω περιορισμούς.

6.2.1 'Αντιστάσεις στη ροή του αέρα μέσα από αγωγούς.

Τό συνηθισμένο υλικό που χρησιμοποιείται στην κατασκευή αεραγωγών είναι ή

γαλβανισμένη λαμαρίνα. Ἐπίσης χρησιμοποιεῖται καί πλαστικό ὑλικό, κυρίως γιά κυκλικούς ἀγωγούς μικρῆς διατομῆς.

Οἱ πῖο συνηθισμένες διατομές ἀγωγῶν εἶναι οἱ ὀρθογώνιες, γιατί κυρίως ἐξυπηρετοῦν καλῶτερα τήν ἀρχιτεκτονική δομή τοῦ χώρου καί παρουσιάζουν περισσότερη εὐκολία στίς ἐνώσεις, παρόλο πού οἱ κυκλικοὶ ἀεραγωγοὶ παρουσιάζουν λιγότερες τριβές καί εἶναι οἰκονομικότεροι στήν κατασκευή τους (λιγότερο ὑλικό γιά τό ἴδιο μήκος ἀεραγωγοῦ καί τήν ἴδια ποσότητα μεταφερόμενου ἀέρα). Οἱ κυκλικές διατομές συνηθίζονται στά δίκτυα διανομῆς πού χρησιμοποιοῦν ψηλές ταχύτητες ἀέρα, καθώς καί στούς μικροῦς εὐκαμπτους ἀγωγούς. Τέλος, σέ μερικές ἐφαρμογές (κυρίως σέ πλοῖα) συναντᾶμε καί ἐλλειπτικούς (ὀβάλ) ἀεραγωγούς.

Ἡ ροή τοῦ ἀέρα μέσα σέ ἀγωγούς συναντᾷ ἀντιστάσεις οἱ ὁποῖες συντελοῦν στό νά χάσει ὁ ἀέρας μέρος ἀπό τή μηχανική του ἐνέργεια. Οἱ ἀντιστάσεις αὐτές εἶναι δύο εἰδῶν:

- Ἀντιστάσεις τριβῆς (λόγω τριβῆς τοῦ ἀέρα στά τοιχώματα τοῦ ἀγωγοῦ).
- Δυναμικές ἢ τοπικές ἀντιστάσεις (λόγω διόδου τοῦ ἀέρα ἀπό ἀλλαγές διατομῆς ἢ κατευθύνσεως τοῦ ἀγωγοῦ, καθώς καί ἀπό διάφορα ἐξαρτήματα — ρυθμιστές ροῆς κλπ. ὅπου προκαλεῖται ἀναταραχή στήν ὁμαλή ροή τοῦ ἀέρα).

Γιά τή μείωση τῶν ἀντιστάσεων αὐτῶν ἐφαρμόζονται οἱ ἐξῆς κανόνες:

α) Στούς ὀρθογωνικοῦς ἀεραγωγούς ἐπιδιώκεται ὁ λόγος τῶν πλευρῶν τῆς διατομῆς τους νά εἶναι ὅσο γίνεται πλησιέστερα στό 1:1, γιατί ὁ λόγος αὐτός ἔχει λιγότερες τριβές καί εἶναι ὁ οἰκονομικότερος. Γενικά, γιά λόγους τριβῶν, οἰκονομίας ἀλλά καί θορύβου, ἀποφεύγονται οἱ ὀρθογωνικοὶ ἀεραγωγοὶ μέ λόγο πλευρῶν μεγαλύτερο ἀπό 3:1.

β) Στά σημεία πού ἀλλάζει ἡ διατομή τοῦ ἀεραγωγοῦ, ἡ κλίση μεταβάσεως ἀπό τή μιά διάσταση στήν ἄλλη ἐπιδιώκεται νά εἶναι πολύ ὁμαλή, συνήθως 1:7 (σχ. 6.2α) καί πάντως ὄχι περισσότερο ἀπό 1:4.

γ) Στά σημεία πού ἀλλάζει ἡ κατεύθυνση τοῦ ἀεραγωγοῦ, χρησιμοποιοῦνται ὁμαλές καμπύλες ἢ ὅπου αὐτό δέν εἶναι δυνατό, τοποθετοῦνται **περύγια κατευθύνσεως** (σχ. 6.2α).

δ) Τέλος ἰδιαίτερη προσοχή ἀποδίδεται στά σημεία ἐκκινήσεως τοῦ ἀεραγωγοῦ ἀπό τόν ἀνεμιστήρα ἢ τήν κλιματιστική μονάδα ὥστε νά εἶναι ὁμαλή ἡ ροή τοῦ ἀέρα καί νά περιορίζονται οἱ ἀντιστάσεις (σχ. 6.2β).

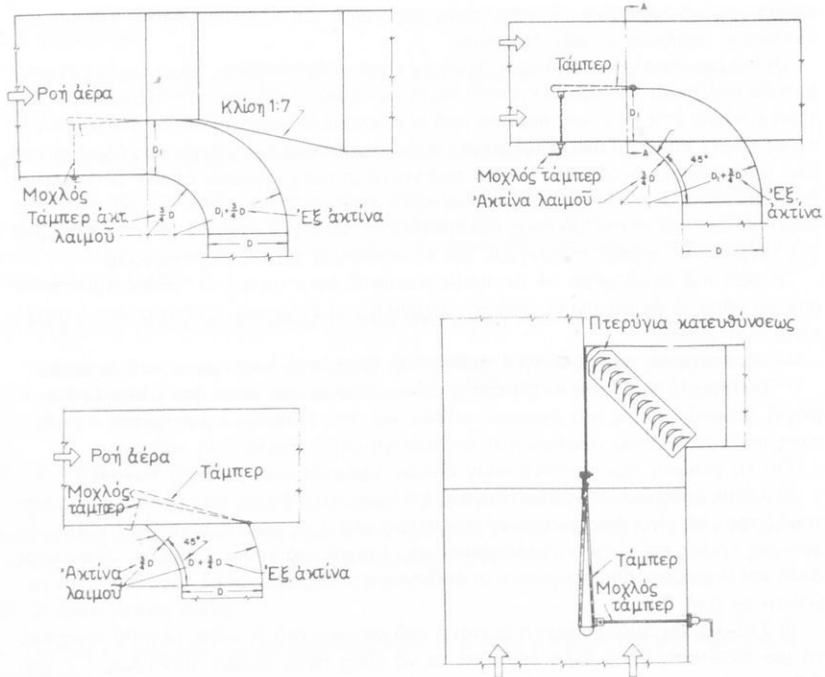
Ἡ ἀπώλεια τῆς μηχανικῆς ἐνέργειας τοῦ ἀέρα λόγω τῶν ἀντιστάσεων πού συναντᾷ (ἀπώλεια πού μετατρέπεται σέ θερμότητα πρὸς τὰ τοιχώματα καί τόν ἴδιο τόν ἀέρα) συνεπάγεται τή μείωση τῆς συνολικῆς πίεσεως τοῦ ἀέρα. Ἡ **ὀλική πίεση** πού ἔχει ὁ ἀέρας σέ κάθε σημεῖο τοῦ ἀεραγωγοῦ εἶναι ἄθροισμα δύο πιέσεων:

$$P_{\text{ολ}} = P_{\text{στ}} + P_{\text{ταχ}} \quad 6.1$$

ὅπου: $P_{\text{στ}}$ εἶναι ἡ **στατική πίεση** καί ὀφείλεται στή μάζα τοῦ ἀέρα πού πιέζει τὰ τοιχώματα τοῦ ἀεραγωγοῦ

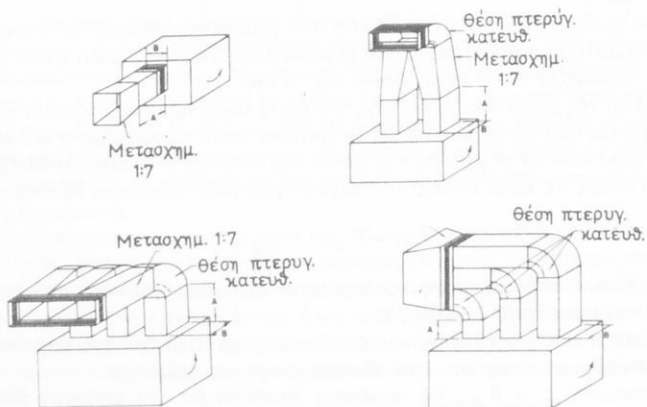
καί $P_{\text{ταχ}}$ εἶναι ἡ **πίεση ταχύτητας** πού ὀφείλεται στήν ταχύτητα τοῦ ἀέρα καί ἔχει κατεύθυνση πρὸς τήν κατεύθυνση κινήσεως τοῦ ἀέρα.

Τά ἄθροισμα $P_{\text{στ}} + P_{\text{ταχ}}$ θά παρέμενε σταθερό ἂν δέν ὑπῆρχαν ἀπώλειες ἀνέργειας στόν ἀεραγωγό. Δηλαδή κατὰ τήν πορεία τοῦ ἀέρα μέσα σέ ἕνα ἀγωγό μεταβαλλόμενης διατομῆς, οἱ $P_{\text{στ}}$ καί $P_{\text{ταχ}}$ θά αὐξομειώνονταν ἀνάλογα ὥστε τό



Σχ. 6.2α.

Άλλαγές διατομής καί κατευθύνσεως ὀρθογωνικῶν ἀεραγωγῶν.

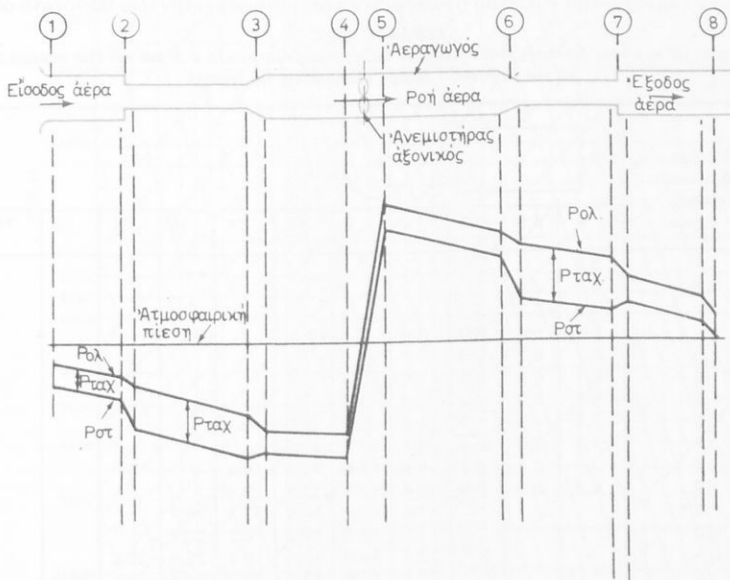


Σχ. 6.2β.

Σύνδεση ἀεραγωγῶν στά στόμια ἀναχωρήσεως ἀνεμιστήρων καί κλιματιστικῶν μονάδων.

ἄθροισμά τους νά παραμένει σταθερό. Ἐν π.χ. αὐξάνονταν ἡ διατομή, ἡ $P_{ταχ}$ θά μειώνονταν (λόγω μειώσεως τῆς ταχύτητας) ἐνῶ ἡ $P_{στ}$ θά αὐξάνονταν ἀνάλογα ὥστε ἡ $P_{ολ}$ νά παραμένει σταθερή (ὅπως ἀπαιτεῖ ἡ ἐξίσωση Βερνουλίου). Στήν πραγματικότητα ὅμως, λόγω τῶν ἀπωλειῶν τριβῶν καί τῶν δυναμικῶν ἀπωλειῶν (πού ἀναφέρθηκαν πρὶν πάντων), ἐνῶ ἡ $P_{ταχ}$ συνεχίζει νά μεταβάλλεται σύμφωνα μόνο μέ τήν ταχύτητα, ἡ $P_{στ}$ δέν ἀκολουθεῖ κατὰ ἀνάλογο τρόπο μέ ἀποτέλεσμα ἡ $P_{ολ}$ νά μειώνεται. Παραστατικά αὐτό φαίνεται στό σχῆμα 6.2γ. Ἐπίσης ἀπό τό σχῆμα φαίνεται ὅτι ἡ $P_{ταχ}$ ἡ ὁποία ἀντιπροσωπεύει τή διαφορά τιμῶν τῶν γραμμῶν $P_{ολ}$ καί $P_{στ}$, παραμένει σταθερή κατὰ τήν πορεία τοῦ ἀέρα στά σταθερῆς διατομῆς τμήματα τοῦ ἀεραγωγοῦ, δηλαδή οἱ γραμμές $P_{ολ}$ καί $P_{στ}$ εἶναι παράλληλες σέ αὐτά. Αὐτό βέβαια συμβαίνει, γιατί ἡ ταχύτητα τοῦ ἀέρα στά τμήματα σταθερῆς διατομῆς παραμένει σταθερή ἀφοῦ στήν ἐξίσωση 6.2 ροῆς τοῦ ἀέρος μέσα ἀπό ἀγωγούς οἱ ὑπόλοιπες ἀπό τίς μεταβλητές τῆς ἐξισώσεως (παροχή καί διατομή) παραμένουν σταθερές.

$$\left[\begin{array}{c} \text{Παροχή ἀέρα} \\ \text{στή μονάδα} \\ \text{τοῦ χρόνου} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Διατομή} \\ \text{Ἀεραγωγοῦ} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Ταχύτητα} \\ \text{ἀέρα} \end{array} \right] \quad 6.2$$



Σχ. 6.2γ.

Μεταβολή πιέσεων κατὰ τή ροή ἀέρα σέ ἀγωγούς.

Δηλαδή ἂν τελικά ἡ διατομή (5) ἐξόδου τοῦ ἀέρα ἀπό τόν ἀνεμοστήρα καί ἡ διατομή (8) ἐξόδου ἀπό τόν ἀεραγωγό εἶναι ἴδιες, οἱ ταχύτητες, καί συνεπῶς καί οἱ $P_{ταχ}$, στίς δύο διατομές θά εἶναι ἴδιες. Ἐνῶ ἡ $P_{ταχ}$ δέν μειώθηκε καθόλου ἐνῶ ἡ

$P_{στ}$ λόγω των απωλειών στον αεραγωγό, μειώθηκε από μία μέγιστη τιμή στο σημείο (5) στην τιμή 0 στο σημείο εξόδου από τον αεραγωγό.

Συμπερασματικά: **Οι απώλειες της $P_{ολ}$ αφορούν μόνο την $P_{στ}$ και όχι την $P_{ταχ}$**

6.2.2 Υπολογισμός των αντιστάσεων τριβών.

Οι αντιστάσεις τριβών οφείλονται στο ιξώδες του αέρα, συμβαίνουν σε όλο το μήκος του αγωγού και εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

- Από την παροχή και την ταχύτητα του αέρα.
- Από τη διατομή και το μήκος του αεραγωγού.
- Από το βαθμό λειάνσεως της έσωτερικής επιφάνειας του αεραγωγού.

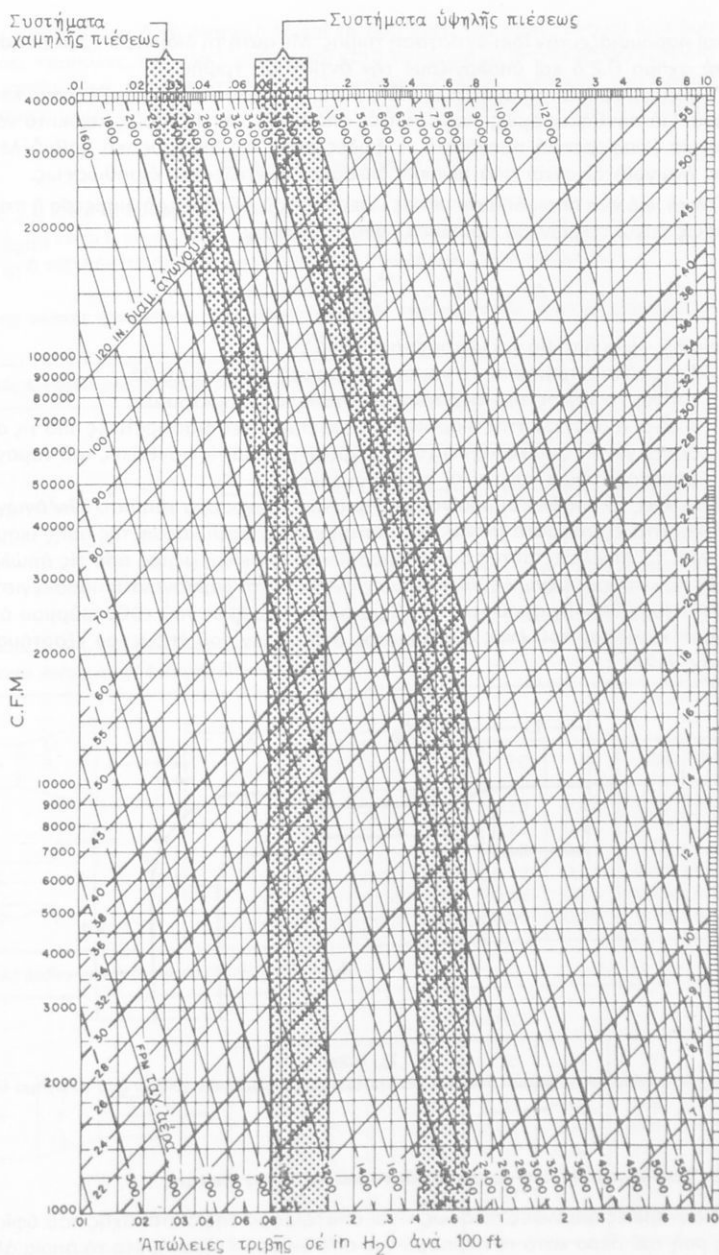
Η αντίσταση τριβής για ένα ευθύγραμμο τμήμα (100 FT) κυκλικού αεραγωγού από καθαρή γαλβανισμένη λαμαρίνα με 40 περίπου ενώσεις ανά 10 FT, δίνεται από το νομογράφημα του σχήματος 6.2 δ σε συνάρτηση με την παροχή και ταχύτητα του αέρα καθώς και με τη διάμετρο του αεραγωγού. (Για μεγαλύτερες παροχές αέρα χρησιμοποιείται άλλο νομογράφημα). Το νομογράφημα ισχύει για «Πρότυπο αέρα» (0,075 lb/ft³) και θερμοκρασία μεταξύ 50 και 90F.

Για να χρησιμοποιήσουμε το νομογράφημα του σχήματος 6.2 δ σε όρθογωνικό αγωγό τον «μετατρέπουμε» σε κυκλικό: βρίσκουμε δηλαδή με τη βοήθεια του Πίνακα 6.2.1 τη διάμετρο του κυκλικού αγωγού ο οποίος μεταφέρει την ίδια ποσότητα αέ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.1.

Διάμετρος (δ) κυκλικής διατομής ισοδύναμης με όρθογωνική διατομή (α × β) για την ίδια παροχή αέρα και αντίσταση τριβής (Διαστάσεις σε Ίντσες).

Πλευρές Όρθογωνικής Διατομής β α → ↓	α											
	β											
4	3,8											
4,5	4,6	4,9										
5	4,9	5,2	5,5									
6	5,3	5,6	6,0	6,6								
7	5,7	6,1	6,4	7,1								
8	6,1	6,5	6,9	7,5	8,8							
9	6,7	6,9	7,3	8,0	9,3							
10	6,8	7,2	7,6	8,4	9,8	10,9						
12	7,3	7,8	8,3	9,1	10,7	11,1						
14	7,8	8,4	8,9	9,8	11,5	12,9	15,3					
16	8,3	8,9	9,4	10,4	12,2	13,7	16,3					
18				11,0	12,9	14,5	17,3	19,7				
20				11,5	13,5	15,2	18,2	20,7				
24				12,4	14,6	16,6	19,8	22,6	36,2			
28				13,2	15,6	17,7	21,3	24,4	28,2	38,9		
32				14,0	16,5	18,8	22,7	26,0	30,1	41,7	52,7	
36				14,7	17,4	19,8	23,9	27,4	32,0	44,3	56,3	
40				15,3	18,2	20,7	25,1	28,8	33,6	46,8	59,5	
50				16,8	19,9	22,7	27,6	31,8	37,3	52,3	67,0	
60				18,1	21,4	24,5	29,8	34,5	40,4	57,1	73,6	
70				19,2	22,8	26,1	31,8	36,8	43,3	61,7	79,6	
80									46,0	65,7	85,2	
90									49,5	71,5	93,0	



Νομογράφημα ύπολογισμού άπωλειών τριβής σέ άγωγούς άέρα.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ρα καί παρουσιάζει τήν ίδια αντίσταση τριβής. Μέ αὐτή τή διάμετρο χρησιμοποιοῦμε τό σχῆμα 6.2 δ καί ὑπολογίζομε τήν αντίσταση τριβής.

Τό νομογράφημα τοῦ σχήματος 6.2 δ λύνει τά περισσότερα προβλήματα κλιματισμοῦ. Γιά συνθηκές ὅμως διαφορετικές ἀπό αὐτές γιά τίς ὁποῖες ἰσχύει τό νομογράφημα (διαφορετική πυκνότητα ἢ ἰξῶδες ἀέρα καί διαφορετικό βαθμό λειάνσεως ἀγωγοῦ) δίνονται ἀπό πίνακες διάφοροι συντελεστές διορθώσεως.

Τελικά, γιά ἕνα ὁποιοδήποτε μήκος L ἀεραγωγοῦ μέ σταθερή διάμετρο ἢ πτώση πίεσεως λόγω τριβῶν θά προκύπτει ἀπό τή σχέση:

$$\Delta P_{\text{τρ}} = K \cdot L \cdot \frac{\Delta \rho_{\text{τρ}}}{100} \quad 6.3$$

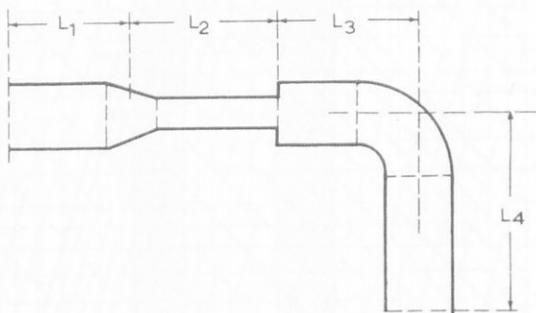
ὅπου $\Delta P_{\text{τρ}}$ εἶναι ἡ τριβή γιά μήκος ἀεραγωγοῦ L .

$\Delta \rho_{\text{τρ}}$ εἶναι ἡ τριβή ἀπό τό νομογράφημα τοῦ σχήματος 6.2δ.

L εἶναι τό μήκος τοῦ ἀεραγωγοῦ (σταθερῆς διαμέτρου).

K εἶναι ὁ συντελεστής διορθώσεως γιά συνθηκές διαφορετικές ἀπό τίς συνθηκές γιά τίς ὁποῖες ἰσχύει τό νομογράφημα. Γιά τίς συνθηκές τοῦ νομογραφήματος (πού εἶναι καί οἱ συνηθισμένες) $K = 1$.

Ἀπώλειες τριβῆς δέν συμβαίνουν μόνο στά εὐθύγραμμα τμήματα τῶν ἀγωγῶν, ἀλλά καί στά ἐξαρτήματα μεταβολῆς διατομῆς ἢ κατευθύνσεως τῆς ροῆς (καμπύλες κλπ). Οἱ ἀπώλειες αὐτές ὅμως θεωροῦνται ὅτι εἶναι μέρος ἀπό τίς ἀπώλειες τριβῆς τῶν παρακειμένων εὐθυγράμμων ἀγωγῶν καί λαμβάνονται προσεγγιστικά ὑπόψη στούς ὑπολογισμούς μέ τό νά μετρίεται τό μήκος τοῦ εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ ἀπό τό μέσον τοῦ ἑνός ἐξαρτήματος στό μέσον τοῦ ἐπόμενου ἐξαρτήματος (βλ. σχ. 6.2ε).



Σχ. 6.2ε.

Μήκη εὐθυγράμμων τμημάτων ἀγωγῶν γιά ὑπολογισμούς ἀπωλειῶν τριβῶν ἀπό τό σχῆμα 6.2δ.

6.2.3 Ὑπολογισμός τῶν τοπικῶν (δυναμικῶν) ἀντιστάσεων.

Οἱ δυναμικές ἀπώλειες πίεσεως εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς διαταραχῆς πού ὑφίσταται ἡ ροή τοῦ ἀέρα κατὰ τό πέρασμά του ἀπό διάφορα ἐξαρτήματα τά ὁποῖα ἀλλά-

ζουν την κατεύθυνση ή τή διατομή (ή και τὰ δύο μαζί) της ροής (στόμια εισόδου καί εξόδου, καμπύλες, ταῦ κλπ.), καθώς καί κατά τό πέρασμα ἀπό διάφορα ἐμπόδια (δρῆγανα ρυθμίσεως ροής, φίλτρα κλπ.) Οἱ δυναμικές αὐτές ἀπώλειες ὀφείλονται στή δυναμική πίεση (ἢ πίεση ταχύτητας) τοῦ ἀέρα καί ἐκφράζονται ἀπό τή σχέση:

$$\Delta P_{\text{δυν}} = C_{(o)} P_{\text{ταχ}(o)} \quad 6.4$$

ὅπου: $\Delta P_{\text{δυν}}$ εἶναι οἱ δυναμικές τοπικές ἀπώλειες σέ in. wg

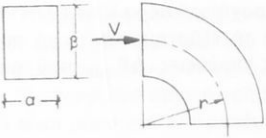
$P_{\text{ταχ}(O)}$ εἶναι ἡ πίεση ταχύτητας στή διατομή (O) σέ in . wgτ καί

$C_{(o)}$ ὁ τοπικός ἀδιάστατος συντελεστής ἀπωλειῶν στή διατομή (O).

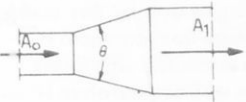
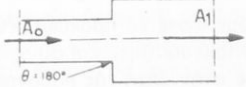
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.2

Συντελεστής τοπικῆς ἀντιστάσεως $C_{(o)}$ (ἀδιάστατος) γιά χαρακτηριστικά σχήματα ἐξαρτημάτων ἀεραγωγῶν

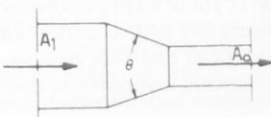
1) Καμπύλη ὀρθογωνικῆς διατομῆς (Συντελεστής C)

		r/a							
		β/a							
		0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	8,0
0,5	1,30	1,00	0,93	0,95	0,99	1,10	1,30	1,60	
0,75	0,61	0,46	0,39	0,38	0,39	0,41	0,46	0,54	
1,00	0,36	0,26	0,21	0,20	0,20	0,20	0,22	0,24	
1,50	0,18	0,12	0,09	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	
2,00	0,11	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
3,00	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	

2) Διεύρυνση ὀρθογωνικῆς διατομῆς (Συντελεστής C_o)

 		θ, μοίρες						
		A0/A1						
		8	10	14	20	30	60	180
0,10	0,09	0,12	0,18	0,29	0,52	0,93	0,83	
0,20	0,07	0,10	0,15	0,23	0,41	0,74	0,65	
0,30	0,05	0,07	0,11	0,18	0,31	0,57	0,50	
0,40	0,04	0,05	0,08	0,13	0,23	0,41	0,37	
0,50	0,03	0,04	0,06	0,09	0,16	0,29	0,26	
0,60	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10	0,18	0,16	

3) Συστολή ὀρθογωνικῆς διατομῆς (Συντελεστής C_o)

		θ, μοίρες					
		A0/A1					
		10	20	30	40	50	60
0,10	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	
0,20	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	
0,30	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	
0,40	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	
0,50	0	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	
0,60	0	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	

Η $P_{\text{ταχ}(O)}$ προκύπτει από τη σχέση:

$$P_{\text{ταχ}(O)} = \left[\frac{v_{(O)}}{4005} \right]^2 \quad 6.5$$

όπου: $v_{(O)}$ είναι η ταχύτητα του αέρα στη διατομή (O), σε FPM

Η $v_{(O)}$ προκύπτει από τη σχέση (βλ. εξίσωση 6.5 παράγρ. 6.2.1):

$$v_{(O)} = \frac{V}{A_{(O)}} \quad 6.6$$

όπου V είναι η παροχή του αέρα από τη διατομή (O), σε CFM

καί $A_{(O)}$ = τό έμβαδόν της διατομής (O), σε ft^2 .

Ο τοπικός συντελεστής άπωλειών $C_{(O)}$ δίνεται από πίνακες ανάλογα μέ τό σχήμα του εξαρτήματος καί αναφέρεται στη διατομή (O) πρίν ή μετά τό εξάρτημα.

Ο πίνακας 6.2.2 δίνει μερικούς πίνακες πού άφορούν τά συνηθέστερα εξαρτήματα.

Άφού έπιλεγεί ό $C_{(O)}$ καί άφού είναι γνωστή ή παροχή του αέρα V σε CFM καί τό έμβαδόν $A_{(O)}$ (σε ft^2) της διατομής πρίν ή μετά τό εξάρτημα (άνάλογα πού αναφέρεται ό $C_{(O)}$), προσδιορίζονται οί δυναμικές άπώλειες $\Delta P_{\delta\text{uv}}$ πού από συνδυασμό των εξισώσεων (1), (2) καί (3) θά είναι:

$$\Delta P_{\delta\text{uv}} = C_{(O)} \left[\frac{v_{(O)}}{4005} \right]^2 \quad 6.7$$

$$\eta \quad DP_{\delta\text{uv}} = C_{(O)} \left[\frac{V^2}{(4005)^2 \cdot A_{(O)}} \right]^2 \quad 6.8$$

6.2.4 Μέθοδοι μελέτης δικτύου άεραγωγών.

Στή μελέτη δικτύου άεραγωγών πρέπει νά επιδιώξομε ώστε νά προκύψει ένα δίκτυο πού νά ίκανοποιεί τίς άνάγκες γιά τίς όποιες κατασκευάσθηκε καί συγχρόνως νά έκπληρώνει τούς περιορισμούς πού αναφέραμε στην άρχή της παραγράφου 6.2, νά είναι δέ οίκονομικό στην κατασκευή καί λειτουργία του. Άν π.χ. μελετηθεί ένα σύστημα στό όποιο επιδιώκεται ή χρήση άγωγών μέ μικρότερες διατομές τό σύστημα θά είναι βέβαια οίκονομικότερο στην κατασκευή των άγωγών, αλλά θά έχει μεγαλύτερες ταχύτητες καί άντιστασεις τριβών (όπως προκύπτει από τό νομογράφημα του σχήματος 6.2δ στό όποιο όι ταχύτητες καί οί τριβές αύξάνουν καθώς μικραίνουν οί διάμετροι). Καί ή αύξηση των ταχυτήτων βέβαια μπορεί νά προκαλεί θορύβους πού νά μήν είναι μέσα στά έπιτρεπόμενα από τούς περιορισμούς όρια, ή αύξηση όμως των τριβών σημαίνει έγκατάσταση ίσχυρότερου άνεμιστήρα καί κατανάλωση περισσότερης ένέργειας.

Έπομένως πρέπει κάθε φορά νά βρίσκεται ό κατάλληλος συνδυασμός, πράγμα πού εξαρτάται άποκλειστικά από την πείρα καί τίς ικανότητες του μελετητή. Η μελέτη αύτή καταλήγει, βασικά, στό νά ύπολογίσομε τίς διατομές των διαφόρων ά-

γαγωγών του δικτύου και να καθορίσουμε τη συνολική αντίσταση ροής του δικτύου ώστε να επιλεγεί ο κατάλληλος ανεμιστήρας.

Οι περισσότεροι γνωστές μέθοδοι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη ενός δικτύου αεραγωγών είναι οι εξής:

- Μέθοδος ίσης τριβής.
- Μέθοδος μείωσης της ταχύτητας.
- Μέθοδος ανακτίσεως της στατικής πίεσεως.
- Μέθοδος σταθερής ταχύτητας.

Οι μέθοδοι αυτές έχουν διαφορετικό βαθμό πολυπλοκότητας και ακρίβειας και η χρησιμοποίηση της πιο κατάλληλης για μία συγκεκριμένη μελέτη, είναι, όπως είπαμε, θέμα επιλογής από τον μελετητή, γιατί καμιά από αυτές τις μεθόδους δεν μπορούμε να πούμε ότι θα δώσει το οικονομικότερο σύστημα για όλες τις συνθήκες εφαρμογής. Πάντως, η μέθοδος που χρησιμοποιείται περισσότερο, κυρίως για τη σχετική απλότητά της, είναι η μέθοδος ίσης τριβής, τις άρχες της οποίας δίνουμε περιληπτικά κατωτέρω.

6.2.5 Μέθοδος Ίσης Τριβής.

Η αρχή στην οποία βασίζεται η μέθοδος αυτή είναι ο υπολογισμός των διατομών όλων των αγωγών του δικτύου έτσι ώστε να έχουμε την ίδια πτώση πίεσεως ανά μονάδα μήκους αγωγού. Η διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου είναι η εξής:

Ορίζεται στο αρχικό τμήμα του αεραγωγού μία ταχύτητα αέρα η οποία πρέπει να είναι μέσα στα έπιτρεπόμενα όρια, όπως καθορίζονται στις δύο διαγραμμισμένες περιοχές λωρίδες του νομογραφήματος του σχήματος 6.2δ ανάλογα με την εφαρμογή που έχουμε και την επιδίωξη αποφυγής ενοχλητικών θορύβων. Από την ταχύτητα αυτή, καθώς και από την παροχή αέρα (η οποία είναι γνωστή από τους υπολογισμούς του προηγούμενου Κεφαλαίου 5, προκύπτουν τα εξής μεγέθη με τη βοήθεια του νομογραφήματος του σχήματος 6.2δ.

- Η διάμετρος του αρχικού αγωγού (ή ισοδύναμη όρθογωνική διατομή του, αν χρειάζεται, βρίσκεται από τον παραπάνω πίνακα.
- Η αντίσταση τριβών στον αρχικό αγωγό (ανά 100 FT μήκους του) Δp_{TP}

Η ίδια τιμή αντίστασεως τριβών Δp_{TP} χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των διατομών όλου του υπόλοιπου δικτύου αεραγωγών. Έτσι στις διακλαδώσεις του δικτύου (μικρότερες παροχές) θα προκύψουν χαμηλότερες ταχύτητες, οι οποίες κατά κανόνα θα βρίσκονται μέσα στα έπιτρεπόμενα όρια. Για την ικανοποίηση πάντως του τελευταίου αυτού περιορισμού πρέπει να γίνεται συνέχεια έλεγχος με βάση το νομογράφημα του σχήματος 6.2δ. Αν τώρα κάποια ταχύτητα είναι έξω από τα όρια, τότε πρέπει να διορθώνεται η ταχύτητα που εκλέχθηκε για τον αρχικό αγωγό και να επαναλαμβάνεται ο υπολογισμός. Αν πάντως σε κάποιο σημείο δεν είναι δυνατόν να περιοριστεί ο θόρυβος με μείωση της ταχύτητας, τότε σε αυτό το σημείο ή τμήμα αγωγού τοποθετούνται σιγαστήρες ή ηχομονώσεις.

Η συνολική αντίσταση (πτώση πίεσεως) του δικτύου, δηλαδή η αντίσταση την οποία πρέπει να αντιμετωπίσει ο ανεμιστήρας, είναι η συνολική πτώση πίεσεως στη **δυσμενέστερη διαδρομή**, δηλαδή στη διαδρομή στην οποία το άθροισμα των απωλειών τριβής και των τοπικών (δυναμικών) απωλειών είναι το μέγιστο. Συνήθως η δυσμενέστερη διαδρομή έχει και το μεγαλύτερο μήκος. Αν όμως υπάρχει αμφιβολία μεταξύ π.χ. δύο διαδρομών I και II για το ποιά είναι η δυσμενέστερη, τό-

τε υπολογίζεται τό σύνολο τῶν τοπικῶν ἀντιστάσεων $\Sigma(\Delta P_{\delta\upsilon\nu})$ χωριστά γιά κάθε διαδρομή μέ τή βοήθεια τῆς ἐξίσωσης 6.7 τῆς παραγράφου 6.2.3, καθώς καί ἡ συνολική ἀντίσταση τριβῆς γιά κάθε διαδρομή $\Sigma(\Delta P_{\tau\rho})$ μέ τή βοήθεια τῆς ἐξίσωσης 6.4 τῆς παραγράφου 6.2.2. Δηλαδή:

$$\Sigma(\Delta P_{\tau\rho}) = \Sigma(L) \frac{\Delta p_{\tau\rho}}{100}$$

ὅπου: $\Delta p_{\tau\rho}$ εἶναι ἡ σταθερή ἀντίσταση γιά τήν ὁποία ἔγινε ὁ υπολογισμός τοῦ δικτύου.

$\Sigma(L)$ τό συνολικό μήκος τῆς διαδρομῆς (ἀνεξάρτητα ἀπό τίς διατομές τῶν ἀγωγῶν πού τήν ἀπαρτίζουν).

Γιά κάθε διαδρομή λοιπόν ἔχομε:

Σύνολο πτώσεως πίεσεως γιά διαδρομή I = $\Sigma(\Delta P)_I = \Sigma(\Delta P_{\tau\rho})_I + \Sigma(\Delta P_{\delta\upsilon\nu})_I$.

Σύνολο πτώσεως πίεσεως γιά διαδρομή II = $\Sigma(\Delta P)_{II} = \Sigma(\Delta P_{\tau\rho})_{II} + \Sigma(\Delta P_{\delta\upsilon\nu})_{II}$.

Τό μεγαλύτερο ἀπό τά παραπάνω σύνολα ἀφορᾷ τή δυσμενέστερη διαδρομή καί πρέπει νά χρησιμοποιηθεῖ γιά τήν ἐπιλογή τοῦ κατάλληλου ἀνεμιστήρα στό δίκτυο ἀεραγωγῶν πού υπολογίσθηκε μέ τή μέθοδο πού ἀναφέραμε.

Ἄν ὁ ἀνεμιστήρας εἶναι δεδομένος, ὅπως συμβαίνει μέ τίς αὐτοτελεῖς τυποποιημένες κλιματιστικές μονάδες, τότε εἶναι δεδομένη καί ἡ πίεση πού μπορεῖ νά διαθέσει πρὸς τό δίκτυο ἀεραγωγῶν. Ἄν αὕτῃ ἡ πίεση εἶναι μικρότερη ἀπό τή συνολική πώση πίεσεως πού υπολογίσθηκε μέ τήν προηγούμενη μέθοδο, τότε ἡ μέθοδος ἐπαναλαμβάνεται ἀρχίζοντας μέ μικρότερες ταχύτητες μέχρι νά βροῦμε μιά $\Sigma(\Delta P)$ (συνολική πώση πίεσεως τῆς δυσμενέστερης διαδρομῆς) μικρότερη τουλάχιστον κατά 20% ἀπό τή διαθέσιμη πίεση τοῦ ἀνεμιστήρα.

6.3 Στόμια προσαγωγῆς καί ἀπαγωγῆς ἀέρα.

6.3.1 Πρότυπες ἀπαιτήσεις γιά ἱκανοποιητικές συνθήκες ἀνέσεως - Διάχυση ἀέρα.

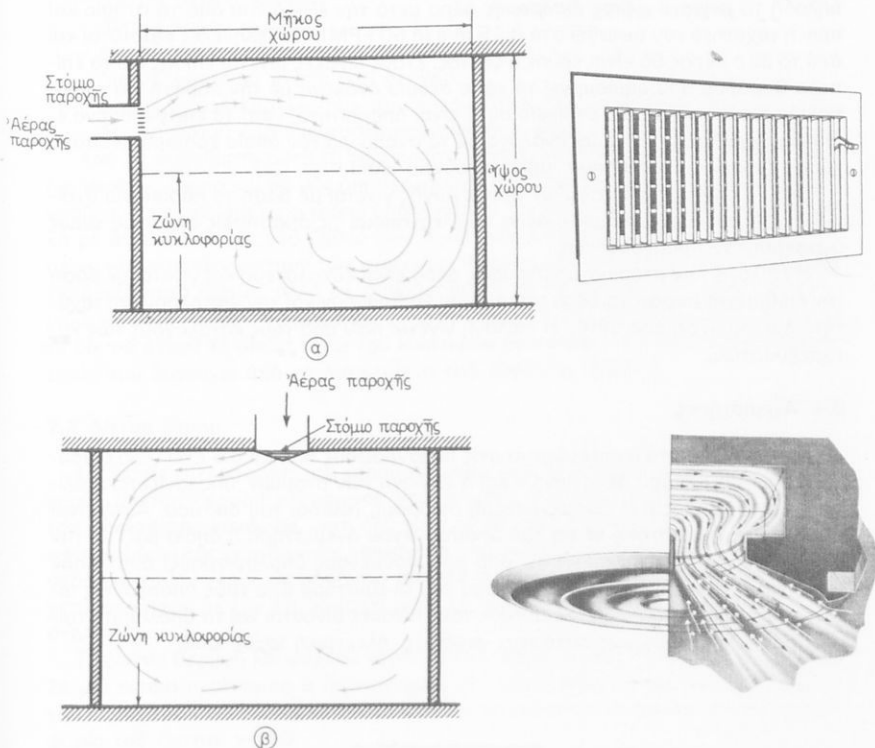
Ὁ ἀντικειμενικός σκοπός τῆς διαχύσεως τοῦ ἀέρα μέσα σέ ἕνα κλιματιζόμενο χῶρο εἶναι νά δημιουργήσει τόν κατάλληλο συνδυασμό θερμοκρασίας, ὑγρασίας καί κινήσεως ἀέρα στή ζώνη κυκλοφορίας τῶν ἀτόμων (δηλαδή ἀπό τό δάπεδο μέχρι σέ ὕψος 1,85 m περίπου). Γιά τήν ἐπίτευξη **συνθηκῶν ἀνέσεως** μέσα σέ αὕτῃ τή ζώνη, ἔχουν καθιερωθεῖ πρότυπα ὅρια μέσα στά ὁποῖα πρέπει νά βρίσκεται ἡ **δρῶσα θερμοκρασία ἀέρα**. Ὁ ὁρος αὗτός συνδυάζει θερμοκρασία ἀέρα, ὑγρασία ἀέρα καί κίνηση ἀέρα, καθώς καί τήν φυσιολογική ἐπίδρασή τους πάνω στό ἀνθρώπινο σῶμα. Ὅποιαδήποτε ἀπόκλιση ἀπό τά καθιερωμένα πρότυπα ἐνός ἀπό τοὺς παραπάνω παράγοντες προκαλεῖ δυσφορία στοὺς εὐρισκόμενους μέσα στόν χῶρο ἀνθρώπους. Δυσάρεστα ἀποτελέσματα μπορεῖ νά ἔχει ἐπίσης ἡ μὴ ὑπαρξη ὁμοιόμορφων συνθηκῶν σέ ὅλα τά τμήματα τοῦ χώρου ἢ οἱ ὑπερβολικές διακυμάνσεις τῶν συνθηκῶν σέ κάποιο τμήμα τοῦ χώρου. Τέτοια δυσφορία μπορεῖ νά προκύψει ἀπό:

- Μεγάλες μεταβολές τῆς θερμοκρασίας στόν χῶρο (ὀριζόντια ἢ κατακόρυφα).
- Ἀπότομες διακυμάνσεις τῆς θερμοκρασίας στόν χῶρο.
- Ὑπερβολική κίνηση τοῦ ἀέρα (ρεύματα).

— Ἀσύμφωνη μέ τή διανομή τῶν θερμικῶν φορτίων μέσα στόν χώρο διανομῆ τοῦ ἀέρα.

Τό Πρότυπο Ἀνέσεως τοῦ A.S.H.R.A.E. ὀνομάζει «άνεση» τήν ἐντύπωση πού ἔχομε ὅτι τό θερμικό μας περιβάλλον μᾶς ἱκανοποιεῖ. Γιά νά ὑπάρχει αὐτή ἡ άνεση γιά τό 80% τουλάχιστον ἀπό τά ἄτομα πού βρίσκονται μέσα σέ ἕνα χώρο τό Πρότυπο συνιστᾷ ὅτι ἡ **δρώσα θερμοκρασία** μέσα στόν χώρο πρέπει νά εἶναι στά ὅρια ἀπό 72 μέχρι 78 F (ἢ 22,2 μέχρι 25,6°C). Τά ὅρια αὐτά ἰσχύουν γιά ἄτομα μέ μέση δραστηριότητα (κινητικότητα) καί μέσο ντύσιμο, καί γιά κίνηση τοῦ ἀέρα μικρότερη ἀπό 0,23 m/s ἢ 45 FPM, τήν κίνηση πού συνήθως ἔχει ὁ ἀέρας μέσα στή ζώνη κυκλοφορίας τῶν ἀτόμων.

Τά παραπάνω ἰσχύουν γιά τίς μέσες ἐπιθυμητές συνθηκες θερμοκρασίας καί ὑγρασίας τοῦ χώρου, δηλαδή τίς συνθηκες γιά τίς ὁποῖες ἔγιναν οἱ ὑπολογισμοί τῶν θερμικῶν φορτίων καί τῆς ποσότητας τοῦ ἀέρα παροχῆς στόν χώρο. Ὁ ἀέρας ὅμως αὐτός φτάνει στά στόμια παροχῆς ἀπό τούς ἀεραγωγούς μέ ταχύτητα πολύ μεγαλύτερη ἀπό αὐτή πού θά ἦταν ἀποδεκτή στή ζώνη κυκλοφορίας. Ἐπίσης ἡ



Σχ. 6.3.

Ἐνδεικτικοί τρόποι διαχύσεως ἀέρα ἀπό στόμια παροχῆς.

θερμοκρασία αυτού του αέρα μπορεί να είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από τη μέση θερμοκρασία στη ζώνη κυκλοφορίας. Γι' αυτό καταβάλλεται προσπάθεια ώστε το ρεύμα του αέρα κατά την έξοδο του από τα στόμια παροχής να κατευθύνεται μακριά από τη ζώνη κυκλοφορίας, ώστε να μειώνεται η ταχύτητά του και η ψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία του σε αποδεκτά επίπεδα πριν ο αέρας μπει στη ζώνη κυκλοφορίας. Αυτό φαίνεται παραστατικά στα σχήματα 6.3α και β που αφορούν περίπτωση ψύξεως με ένα στόμιο παροχής τοποθετημένο σε τοίχο και ένα στόμιο τοποθετημένο σε όροφή. Η διάχυση του αέρα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το **ρεύμα αέρα όταν φτάνει στη ζώνη κυκλοφορίας να μην έχει ταχύτητα μεγαλύτερη από 0,35m/s ή 70 FPM.**

6.3.2 Έπιλογή των στομών παροχής και έπιστροφής αέρα.

Διάφοροι τύποι στομών είναι διαθέσιμοι ως τυποποιημένα βιομηχανικά προϊόντα. Η έπιλογή των στομών προσαγωγής γίνεται από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση την **παροχή αέρα** και το **βεληνεκές** που πρέπει να έχει κάθε στόμιο, δηλαδή το **μέγιστο μήκος διαδρομής** αέρα μετά την έξοδο του από το στόμιο και πριν η ταχύτητά του μειωθεί στα 0,25 m/s (ή 50 FPM). Το βεληνεκές εξαρτάται και από το αν ο αέρας θα είναι κρύος ή ζεστός. Στους πίνακες δίνεται επίσης και το έπιπεδο θορύβου που δημιουργεί τό κάθε στόμιο ανάλογα με την παροχή για την όποια χρησιμοποιείται. Το στοιχείο αυτό είναι απαραίτητο, γιατί τα έπιτρεπόμενα έπιπεδα θορύβου ποικίλλουν ανάλογα με τό σκοπό για τόν όποιο χρησιμοποιείται ό χώρος (γραφείο, κατάστημα, σπíti, στούντιο κλπ.).

Όταν η έπιλογή των στομών προσαγωγής γίνεται με βάση τά παραπάνω στοιχεία, τότε προκύπτει διάχυση αέρα που ίκανοποιεί τίς απαιτήσεις ανέσεως, όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Η έπιλογή των στομών έπιστροφής αέρα είναι εύκολότερη και γίνεται με βάση την έπιθυμητή ποσότητα αέρα που πρέπει να άπάγουν και την έπιτρεπόμενη ταχύτητα δίοδου μέσα από αυτά. Η έπιλογή γίνεται πάλι από τούς καταλόγους των κατασκευαστών.

6.4 Άνεμιστήρες.

Άφου με βάση τά αναφερόμενα στίς παραγράφους 6.2 και 6.3 έχει γίνει ό ύπολογισμός του δικτύου άεραγωγών και η έπιλογή των στομών, ύπολογίζεται η όλική πώση πίεσεως στη δυσμενέστερη διαδρομή (κλάδο) του δικτύου. Αύτή είναι και η **έξωτερική στατική πίεση** του απαιτούμενου άνεμιστήρα ή όποια μαζί με την **παροχή αέρα** (που έχει προκύψει από προηγούμενους ύπολογισμούς) αποτελούν τά απαραίτητα στοιχεία για την έπιλογή του άνεμιστήρα από τούς ύπάρχοντες πίνακες των κατασκευαστών. Σέ αυτούς τούς πίνακες δίνονται και τά ύπόλοιπα στοιχεία των άνεμιστήρων (διαστάσεις, στροφές, ήλεκτρική ίσχύς κλπ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

7.1 Γενικά.

Τά δίκτυα σωληνώσεων πού είναι δυνατόν νά υπάρχουν σέ μία κλιματιστική έγ-κατάσταση κατατάσσονται στίς έξής κατηγορίες:

- Δίκτυο ζεστοῦ νεροῦ.
- Δίκτυο κρύου νεροῦ.
- Δίκτυο κυκλοφορίας νεροῦ συμπυκνώσεως.
- Δίκτυο ψυκτικοῦ ὑγροῦ (καί αερίου).
- Δίκτυο ἀποχετεύσεως τῶν συμπυκνωμάτων τῶν στοιχείων ψύξεως.
- Δίκτυο ἀτμοῦ (γιά ἐγκαταστάσεις συνήθως μόνο θερμάνσεως).

Ἀπό τά συστήματα αὐτά τά τρία πρῶτα (δίκτυα νεροῦ) ὑπολογίζονται μέ τόν ἴδιο περίπου τρόπο καί θά μᾶς ἀπασχολήσουν στά ἐπόμενα. Τό δίκτυο ψυκτικοῦ ὑγροῦ χρειάζονται ἰδιαίτερο τρόπο ὑπολογισμοῦ τόν ὁποῖο μαζί μέ τά ἄλλα τά σχετικά μέ αὐτό θά δοῦμε στό βιβλίο τῶν Ψυκτικῶν Διατάξεων. Τό δίκτυο ἀποχετεύσεως τῶν συμπυκνωμάτων τῶν στοιχείων ψύξεως δέν ἀντιμετωπίζεται, συνήθως, ὡς ἀνεξάρτητο δίκτυο, ἀλλά σέ συνδυασμό μέ τό δίκτυο ἀποχετεύσεως τοῦ κτιρίου, γι' αὐτό καί δέν θά μᾶς ἀπασχολήσει ἐδῶ. Ἐπίσης δέν θά μᾶς ἀπασχολήσει τό δίκτυο ἀτμοῦ τό ὁποῖο λόγω τοῦ ἰδιαίτερου χαρακτήρα του καί τῆς πολυπλοκότητάς του ξεφεύγει ἀπό τό ἀντικείμενο τοῦ παρόντος βιβλίου.

7.2 Δίκτυα νεροῦ.

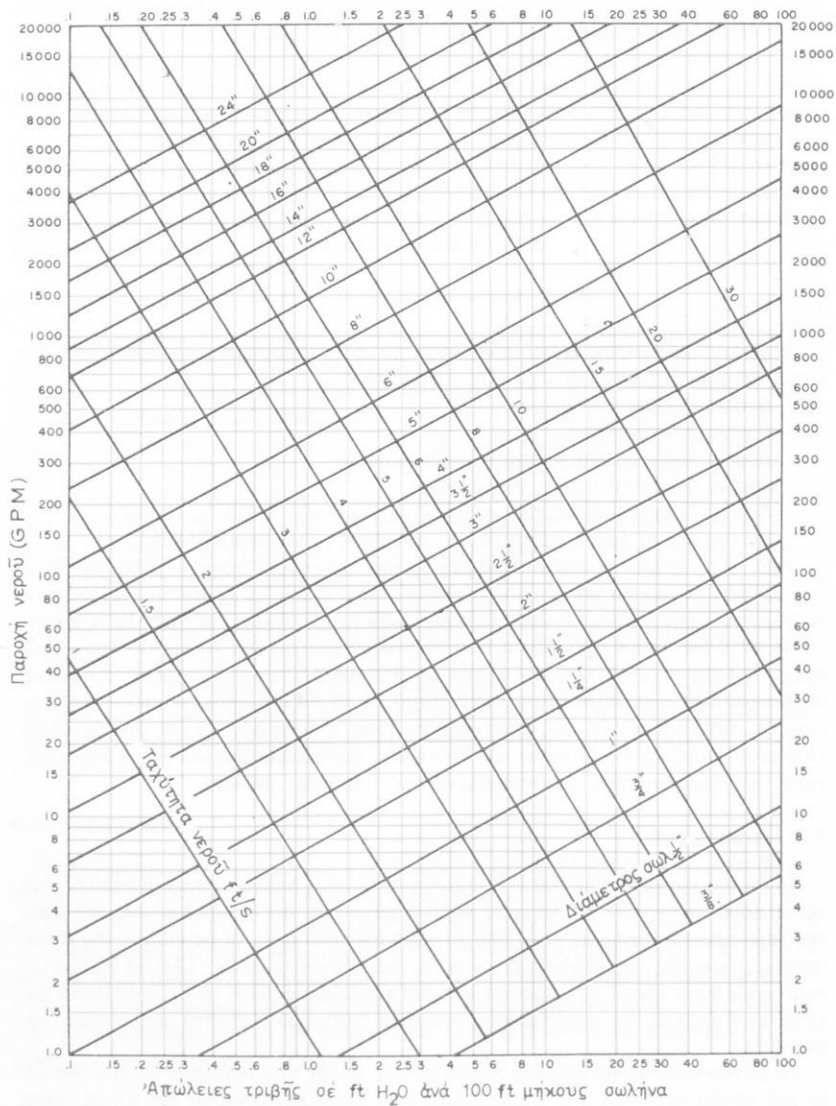
Τό δίκτυο κυκλοφορίας τοῦ νεροῦ συμπυκνώσεως διαφέρει ἀπό τά ἄλλα δίκτυα νεροῦ (δίκτυα θερμοῦ καί ψυχροῦ νεροῦ) μόνο στό ὅτι θεωρεῖται **ἀνοικτό πρὸς τήν ἀτμόσφαιρα κύκλωμα**, γιατί ὅλο τό νερό σέ αὐτό ἔρχεται σέ ἐπαφή τήν ἀτμόσφαιρα μέσω τῆς ἐκτεταμένης ἐπιφάνειας τοῦ πύργου ψύξεως. Ἐδῶ τά δίκτυα ζεστοῦ καί κρύου νεροῦ θεωροῦνται **κλειστά κυκλώματα**, γιατί τό νερό σέ αὐτά ἔρχεται σέ ἐπαφή μέ τήν ἀτμόσφαιρα μόνο κατά ἓνα μικρό ποσοστό (στό δοχεῖο διαστολῆς).

Τά δίκτυα θερμοῦ καί ψυχροῦ νεροῦ πολλές φορές συνυπάρχουν σέ ἓνα δίκτυο. Σέ μία τέτοια περίπτωση ὁ ὑπολογισμός τῶν διατομῶν δικτύου γίνεται μέ βάση τήν παροχή τοῦ κρύου νεροῦ ὁπότε τό δίκτυο εἶναι ὑπεραρκετό καί γιά τήν κυκλοφορία τοῦ ζεστοῦ νεροῦ.

Τό μεταφερόμενο θερμικό ἢ ψυκτικό φορτίο σέ ἓνα δίκτυο νεροῦ εἶναι:

$$Q = 500 \cdot \Delta T \cdot G$$

7.1



Σχ. 7.2.

Νομογράφημα για τόν ύπολογισμό τών διατομῶν κλειστῶν κυκλωμάτων νεροῦ.

όπου: Q είναι τό φορτίο θερμότητας, σέ Btu/h

ΔT είναι ή πτώση θερμοκρασίας του νερού, σέ F

G είναι ή ποσότητα του νερού στή μονάδα του χρόνου, σέ GPM (γαλλόνια στό λεπτό).

Ή δέ αντίσταση λόγω τριβών στον σωλήνα είναι:

$$\Delta P_{tr} = L \frac{\Delta p_{tr}}{100} \quad 7.2$$

όπου: ΔP_{tr} είναι ή αντίσταση σέ όλο τό μήκος του σωλήνα, σέ lb/in²

L είναι τό μήκος του σωλήνα, σέ ft

Δp_{tr} είναι ή αντίσταση τριβής στή μονάδα μήκους του σωλήνα σέ lb/m² ανά 100 ft μήκους, ή όποία δίνεται από νομογραφήματα.

Ή μέθοδος πού ακολουθείται γιά τόν ύπολογισμό των σωληνώσεων του δικτύου είναι ή εξής:

α) Από τόν ύπολογισμό των φορτίων των τοπικών καί κεντρικών κλιματιστικών μονάδων πού έχει προηγηθεί, ύπολογίζεται μέ βάση τή θερμοκρασιακή πτώση σέ αυτές τίς μονάδες (συνήθως 20°F) καί μέ τή βοήθεια τής εξίσωσης 7.1 ή παροχή νερού σέ κάθε σημείο του δικτύου.

β) Κατασκευάζεται τό κατακόρυφο διάγραμμα του δικτύου των σωληνώσεων, όπου σημειώνονται, γιά κάθε κλάδο, οι διερχόμενες ποσότητες νερού, μέ βάση τίς απαιτούμενες παροχές στά σημεία πού τροφοδοτεί ό κλάδος. Τά σύνολα των παροχών κάθε κλάδου προστίθενται στά αντίστοιχα τμήματα του κύριου σωλήνα του δικτύου.

γ) Ό ύπολογισμός των διατομών κάθε τμήματος του σωλήνα γίνεται μέ βάση τή διερχόμενη από αυτό τό τμήμα ποσότητα νερό καί τήν έπιτρεπόμενη ταχύτητά του, καθώς καί μέ τή βοήθεια του νομογραφήματος του σχήματος 7.2. Οι ταχύτητες λαμβάνονται συνήθως μεταξύ 3 καί 7 ft/s, ενώ γιά μικρές διατομές (μικρότερες από 1 in) ή ταχύτητα μπορεί νά είναι καί μικρότερη από 3 ft/s.

δ) Αφού καθορίσθηκαν οι διατομές, μέ τή βοήθεια πάλι του νομογραφήματος καί μέ βάση τήν εξίσωση 7.2, ύπολογίζεται ή αντίσταση σέ κάθε τμήμα άγωγού. Ός μήκος L του τμήματος λαμβάνεται τό συνολικό μήκος παροχής έπιστροφής νερού, καθώς καί ένα πρόσθετο μήκος ίσοδύναμο των τοπικών αντίστασεων (καμπυλών, κλπ.). Τά ίσοδύναμα αυτά μήκη δίνονται από πίνακες ή λαμβάνονται έμπειρικά ως ένα ποσοστό από πραγματικό μήκος του σωλήνα.

ε) Ή συνολική αντίσταση του δυσμενέστερου κλάδου (συνήθως αυτού μέ τό μεγαλύτερο μήκος) θά ληφθεί ύπόψη στον ύπολογισμό τής άντλίας του δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ

8.1 Γενικά.

Οι Μονάδες Έπεξεργασίας Αέρα είναι αυτές στις οποίες εκτελούνται όλες οι βασικές λειτουργίες του κλιματισμού, εκτός από την διανομή του αέρα που γίνεται με τους αεραγωγούς και τα στόμια προσαγωγής και άπαγωγής. Δηλαδή μία Μονάδα Έπεξεργασίας Αέρα εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες όσον αφορά τον αέρα που προορίζεται για ένα κλιματιζόμενο χώρο.

- Θερμαίνει ή ψύχει τον αέρα.
- Ύγραίνει ή αφυγραίνει τον αέρα.
- Καθαρίζει και ανανεώνει τον αέρα.
- Δίνει κίνηση στον αέρα.

Γιά να εκτελέσει αυτές τις λειτουργίες μία πλήρης Μονάδα Έπεξεργασίας Αέρα (σχ. 8.1α) πρέπει να έχει τα παρακάτω κατά τη σειρά διόδου αέρα από αυτά μέρη:

α) Τό **Κιβώτιο Άναμίξεως**, όπου ο αέρας που έρχεται από τον κλιματιζόμενο χώρο (αέρας επιστροφής) αναμινύεται (ανανεώνεται) με τον έξωτερικό αέρα. Τό κιβώτιο είναι εφοδιασμένο με διάταξη ρυθμίσεως της αναλογίας του μίγματος.

β) Τά **φίλτρα**, όπου τό άνωτέρω μίγμα αέρα καθαρίζεται από σκόνες κτλ.

γ) Τό **Στοιχείο Ψύξεως**, όπου ο αέρας ψύχεται και αφυγραίνεται.

δ) Τό **Στοιχείο Θερμάνσεως** όπου ο αέρας θερμαίνεται (ή αναθερμαίνεται στην περίπτωση που τό στοιχείο ψύξεως λειτουργεί για άφύγρανση).

ε) Ό **Ύγραντήρας**, όπου προστίθεται ύγρασία στον αέρα (κυρίως κατά τό χειμώνα) με τό ψεκασμό νερού ή άτμου.

στ) Ό **Άνεμιστήρας**, που δίνει κίνηση στον αέρα να περάσει μέσα από τό μονάδα και τούς αεραγωγούς προσαγωγής και επιστροφής.

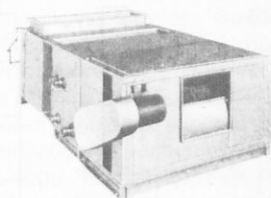
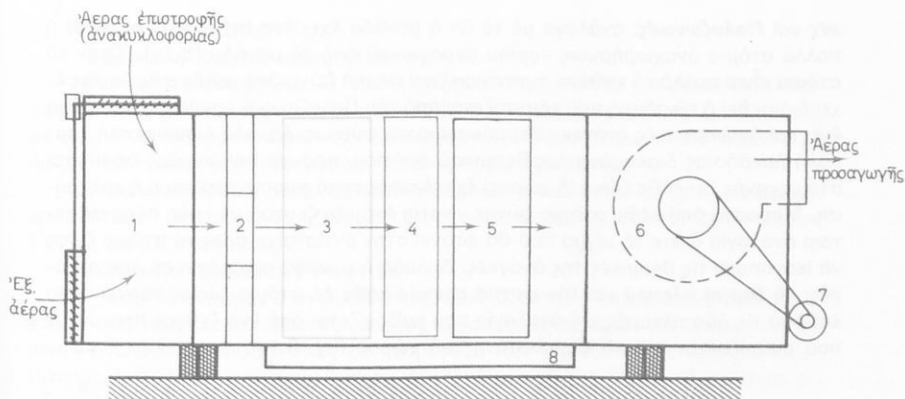
Τή μονάδα συμπληρώνουν:

ζ) Ό **Ήλεκτροκινητήρας**, που κινεί τόν άνεμιστήρα (στ).

η) Η **Λεκάνη Συλλογής Νερού**, για τά νερά που περισσεύουν από τόν ύγραντήρα (ε) ή που συμπυκνώνονται πάνω στην έξωτερική επιφάνεια του ψυκτικού στοιχείου (γ).

Η Μονάδα Έπεξεργασίας Αέρα που φαίνεται στο σχήμα 8.1α είναι σέ **οριζόντια διάταξη**. Γιά λόγους διαστάσεων του διαθέσιμου χώρου έγκαταστάσεως κυρίως ή μονάδα μπορεί να τοποθετηθεί και σέ **κατακόρυφη διάταξη**, όπως παριστάεται στο σχήμα 8.1β.

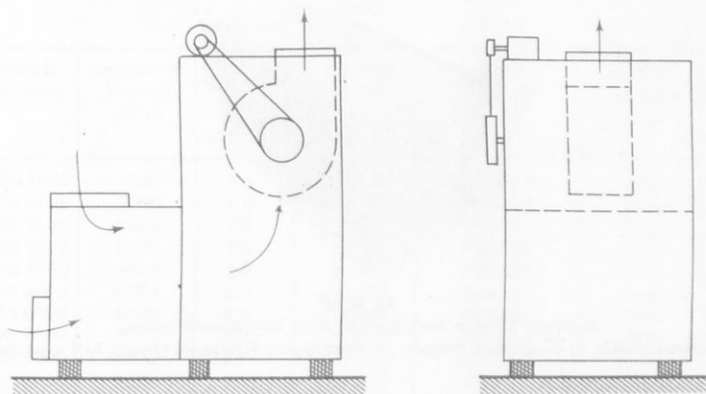
Οι Κεντρικές Μονάδες Έπεξεργασίας Αέρα διακρίνονται επίσης σέ **Μονοζωνι-**



Σχ. 8.1α.

Πλήρης Κεντρική Μονάδα επεξεργασίας άέρα (σέ όριζόντια διάταξη).

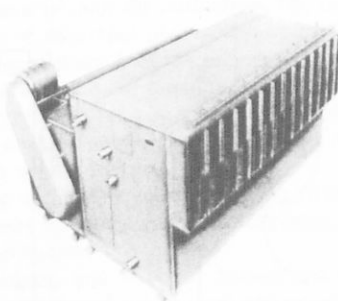
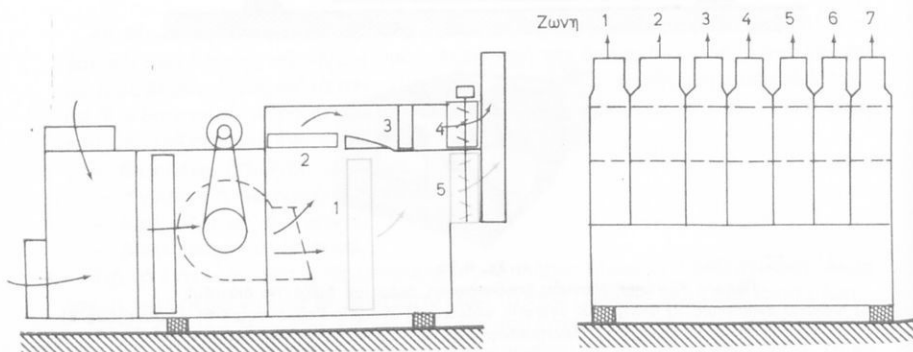
- 1) Κιβώτιο ανάμιξης. 2) Φίλτρο. 3) Στοιχείο ψύξεως. 4) Στοιχείο θερμάνσεως. 5) Ύγραντήρας. 6) Άνεμιστήρας. 7) Ήλεκτροκινητήρας. 8) Λεκάνη Συλλογής Νερού.



Σχ. 8.1β.

Κεντρική Μονάδα επεξεργασίας άέρα σέ κατακόρυφη διάταξη.

κές καί **Πολυζωνικές**, ανάλογα μέ τό αν ή μονάδα έχει ένα (σχ. 8.1α καί 8.1β) ή πολλά στόμια αναχωρήσεως κυρίου αεραγωγού από τή μονάδα (8.1γ). "Όταν τά στόμια εἶναι πολλά τό καθένα ἀντιστοιχεί καί σέ μιά ζώνη από αὐτές στίς ὁποῖες ἔχει διαιρεθεῖ ἡ οἰκοδομή πού κλιματίζεται ἀπό τήν Πολυζωνική μονάδα. Κάθε ζώνη ἔχει καί διαφορετικές ἀνάγκες θερμάνσεως καί ψύξεως, δηλαδή διαφορετική καμπύλη ἡμερήσιας διακυμάνσεως θερμικοῦ φορτίου, πράγμα πού κυρίως ὀφείλεται στό γεγονός ὅτι κάθε ζώνη (ἢ χώρος) ἔχει διαφορετικό προσανατολισμό ἢ καί χρήση. Μπροστά ἀπό κάθε στόμιο ζώνης γίνεται ἀνάμιξη ζεστοῦ μέ κρύο ἀέρα σέ τέτοια ἀναλογία ὥστε τό μίγμα πού θά φτάνει στήν ἀντίστοιχη πρὸς τό στόμιο ζώνη νά ἱκανοποιεῖ τίς θερμικές της ἀνάγκες. Δηλαδή ἡ μονάδα καταλήγει σέ δύο πλευρές: τή **θερμή πλευρά** καί τήν **ψυχρή πλευρά** κάθε δέ στόμιο ζώνης πέρνει ἀέρα καί ἀπό τίς δύο πλευρές, σέ ἀναλογία πού καθορίζεται ἀπό ἕνα ζεῦγος πτερυγίων πού ρυθμίζονται ἀπό τό θερμοστάτῃ τοῦ χώρου (σχ. 8.1γ).



Σχ. 8.1γ.

Κεντρική Μονάδα ἐπεξεργασίας ἀέρα πολυζωνικοῦ τύπου.

1) Ψυκτικό στοιχείο. 2) Θερμαντικό στοιχείο. 3) Ὑγραντήρας. 4) Θερμική πλευρά. 5) Ψυχρή πλευρά.

8.2 Ἐπιλογή Κ.Μ.Ε.Α.

Γιά τήν ἐπιλογή μιᾶς Κεντρικῆς Μονάδας Ἐπεξεργασίας Ἀέρος θά πρέπει νά δίνονται τά παρακάτω στοιχεῖα τά ὁποῖα προκύπτουν ἀπό τούς ὑπολογισμούς πού ἀναφέρονται στά Κεφάλαια 5 καί 6.

- **Παροχή αέρα** (Κεφ. 5).
- **Έξωτερική στατική πίεση** (Κεφ. 6).
- **Ψυκτική απόδοση** (Κεφ. 5), για τή ψύξη του αέρα (α) από μία κατάσταση θερμοκρασιών ξηρού και υγρού θερμομέτρου (Ξ.Θ.)₁ (Υ.Θ.)₁ σε μία άλλη (Ξ.Θ.)₂ (Υ.Θ.)₂ με ψυχρό νερό θερμοκρασιών εισόδου/εξόδου T_1/T_2 από τό ψυκτικό στοιχείο ή με άμεση έκτόνωση ψυκτικού μέσου θερμοκρασίας εξατμίσεως T .
- **Θερμική απόδοση** (Κεφ. 5), για τή θέρμανση του αέρα (α) από μία θερμοκρασία (Ξ.Θ.)₁ σε μία άλλη (Ξ.Θ.)₂ με ζεστό νερό θερμοκρασιών εισόδου/εξόδου T_1/T_2 ή με άτμό πίεσεως P .
- **Ίκανότητα υγράνσεως** (Κεφ. 5).

Μέ βάση τά παραπάνω στοιχεία επιλέγομε τή μονάδα από πίνακες πού παρέχονται από τούς κατασκευαστές. Ό κάθε κατασκευαστής έχει τούς δικούς του πίνακες ανάλογα μέ τούς τύπους καί τά μεγέθη τών μονάδων πού κατασκευάζει. Πάντως, ένας τέτοιος πίνακας έχει συνήθως τή μορφή του Πίνακα 8.2.1 όπου δίνονται (ένδεικτικά μόνο καί γιά τήν καλύτερη παρουσίαση τών έννοιών αυτού του Κεφαλαίου) τά στοιχεία αποδόσεως γιά Μονάδες Όριζόντιας Διατάξεως (τίς καλέσαμε (τύπου ΜΟΔ» από τά αρχικά τών λέξεων πού χαρακτηρίζουν τόν τύπο τών μονάδων: «Μονάδες Όριζόντιας Διατάξεως»). Οι μονάδες τύπου ΜΟΔ θά έχουν διάφορες αποδόσεις ανάλογα μέ τό μέγεθός τους πού συνήθως χαρακτηρίζεται από τήν Ίκανότητά τους σε παροχή αέρα. Έτσι μία μονάδα τύπου ΜΟΔ πού έχει παροχή αέρα 4000 CFM θά μπορούσε νά χαρακτηριστεί πλήρως (τύπος καί μέγεθος) μέ τό συμβολισμό ΜΟΔ 4000. Έτσι φτιάξαμε τόν Πίνακα 8.2.1 του όποιου οι τιμές, όπως προαναφέραμε, είναι ένδεικτικές καί δέν ανταποκρίνονται σε μονάδες πού κυκλοφορούν στό έμπόριο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2.1

Τεχνικά χαρακτηριστικά Κεντρικών Μονάδων Όριζόντιας Διατάξεως

(οι τιμές του πίνακα είναι ένδεικτικές μόνο καί δέν ανταποκρίνονται σε μονάδες πού κυκλοφορούν στό έμπόριο).

Τύπος & Μέγεθος	Όνομαστική Παροχή (CFM)	Έξωτερ. στατική πίεση (in.W.G.)	Ψυκτική απόδοση (Btu/h)	Θερμαντική απόδοση (Btu/h)	Ίκανότητα υγράνσεως (lb/h)
ΜΟΔ 1500	1500	1,5	60.000	85.000	12,5
ΜΟΔ 2000	2000	2,6	80.000	125.000	15,0
ΜΟΔ 2500	2500	1,6	95.000	150.000	16,0
ΜΟΔ 3000	3000	1,8	110.000	190.000	17,6
ΜΟΔ 4000	4000	2,0	150.000	260.000	20,0
ΜΟΔ 5000	5000	2,0	200.000	300.000	23,4
ΜΟΔ 6000	6000	2,2	230.000	380.000	23,4
ΜΟΔ 7000	7000	2,3	275.000	450.000	23,4
ΜΟΔ 8000	8000	2,5	320.000	500.000	25,0
ΜΟΔ 9000	9000	2,5	360.000	585.000	25,0

Παράδειγμα έπιλογής.

Νά επιλεγεί από τόν Πίνακα 8.2.1 ή μονάδα πού θά δίνει τίς παρακάτω αποδόσεις:

Παροχή: 6500 CFM.

Πίεση: 1,7 in. Wg (έσωτερική στατική πίεση).

Ψυκτική απόδοση: 265.000 Btu/h.

Θερμαντική απόδοση: 290.000 Btu/h.

Ίκανότητα υγράνσεως: 20 lb/h.

Από τόν Πίνακα 8.2.1 διαλέγομε την μονάδα ΜΟΔ 7000. Οί αποδόσεις τής μονάδας αὐτῆς ὑπερκαλύπτουν τῖς ζητούμενες αποδόσεις.

Πίεση στατική in. Wg	Πίεση στατική Pa	Πίεση στατική mm Hg	Πίεση στατική in. Hg	Πίεση στατική mm Hg	Πίεση στατική in. Hg
0.5	101.5	1.5	4.0	101.5	4.0
0.6	121.6	1.8	4.8	121.6	4.8
0.7	141.7	2.1	5.6	141.7	5.6
0.8	161.8	2.4	6.4	161.8	6.4
0.9	181.9	2.7	7.2	181.9	7.2
1.0	202.0	3.0	8.0	202.0	8.0
1.1	222.1	3.3	8.8	222.1	8.8
1.2	242.2	3.6	9.6	242.2	9.6
1.3	262.3	3.9	10.4	262.3	10.4
1.4	282.4	4.2	11.2	282.4	11.2
1.5	302.5	4.5	12.0	302.5	12.0
1.6	322.6	4.8	12.8	322.6	12.8
1.7	342.7	5.1	13.6	342.7	13.6
1.8	362.8	5.4	14.4	362.8	14.4
1.9	382.9	5.7	15.2	382.9	15.2
2.0	403.0	6.0	16.0	403.0	16.0
2.1	423.1	6.3	16.8	423.1	16.8
2.2	443.2	6.6	17.6	443.2	17.6
2.3	463.3	6.9	18.4	463.3	18.4
2.4	483.4	7.2	19.2	483.4	19.2
2.5	503.5	7.5	20.0	503.5	20.0
2.6	523.6	7.8	20.8	523.6	20.8
2.7	543.7	8.1	21.6	543.7	21.6
2.8	563.8	8.4	22.4	563.8	22.4
2.9	583.9	8.7	23.2	583.9	23.2
3.0	604.0	9.0	24.0	604.0	24.0
3.1	624.1	9.3	24.8	624.1	24.8
3.2	644.2	9.6	25.6	644.2	25.6
3.3	664.3	9.9	26.4	664.3	26.4
3.4	684.4	10.2	27.2	684.4	27.2
3.5	704.5	10.5	28.0	704.5	28.0
3.6	724.6	10.8	28.8	724.6	28.8
3.7	744.7	11.1	29.6	744.7	29.6
3.8	764.8	11.4	30.4	764.8	30.4
3.9	784.9	11.7	31.2	784.9	31.2
4.0	805.0	12.0	32.0	805.0	32.0
4.1	825.1	12.3	32.8	825.1	32.8
4.2	845.2	12.6	33.6	845.2	33.6
4.3	865.3	12.9	34.4	865.3	34.4
4.4	885.4	13.2	35.2	885.4	35.2
4.5	905.5	13.5	36.0	905.5	36.0
4.6	925.6	13.8	36.8	925.6	36.8
4.7	945.7	14.1	37.6	945.7	37.6
4.8	965.8	14.4	38.4	965.8	38.4
4.9	985.9	14.7	39.2	985.9	39.2
5.0	1006.0	15.0	40.0	1006.0	40.0
5.1	1026.1	15.3	40.8	1026.1	40.8
5.2	1046.2	15.6	41.6	1046.2	41.6
5.3	1066.3	15.9	42.4	1066.3	42.4
5.4	1086.4	16.2	43.2	1086.4	43.2
5.5	1106.5	16.5	44.0	1106.5	44.0
5.6	1126.6	16.8	44.8	1126.6	44.8
5.7	1146.7	17.1	45.6	1146.7	45.6
5.8	1166.8	17.4	46.4	1166.8	46.4
5.9	1186.9	17.7	47.2	1186.9	47.2
6.0	1207.0	18.0	48.0	1207.0	48.0
6.1	1227.1	18.3	48.8	1227.1	48.8
6.2	1247.2	18.6	49.6	1247.2	49.6
6.3	1267.3	18.9	50.4	1267.3	50.4
6.4	1287.4	19.2	51.2	1287.4	51.2
6.5	1307.5	19.5	52.0	1307.5	52.0
6.6	1327.6	19.8	52.8	1327.6	52.8
6.7	1347.7	20.1	53.6	1347.7	53.6
6.8	1367.8	20.4	54.4	1367.8	54.4
6.9	1387.9	20.7	55.2	1387.9	55.2
7.0	1408.0	21.0	56.0	1408.0	56.0
7.1	1428.1	21.3	56.8	1428.1	56.8
7.2	1448.2	21.6	57.6	1448.2	57.6
7.3	1468.3	21.9	58.4	1468.3	58.4
7.4	1488.4	22.2	59.2	1488.4	59.2
7.5	1508.5	22.5	60.0	1508.5	60.0
7.6	1528.6	22.8	60.8	1528.6	60.8
7.7	1548.7	23.1	61.6	1548.7	61.6
7.8	1568.8	23.4	62.4	1568.8	62.4
7.9	1588.9	23.7	63.2	1588.9	63.2
8.0	1609.0	24.0	64.0	1609.0	64.0
8.1	1629.1	24.3	64.8	1629.1	64.8
8.2	1649.2	24.6	65.6	1649.2	65.6
8.3	1669.3	24.9	66.4	1669.3	66.4
8.4	1689.4	25.2	67.2	1689.4	67.2
8.5	1709.5	25.5	68.0	1709.5	68.0
8.6	1729.6	25.8	68.8	1729.6	68.8
8.7	1749.7	26.1	69.6	1749.7	69.6
8.8	1769.8	26.4	70.4	1769.8	70.4
8.9	1789.9	26.7	71.2	1789.9	71.2
9.0	1810.0	27.0	72.0	1810.0	72.0
9.1	1830.1	27.3	72.8	1830.1	72.8
9.2	1850.2	27.6	73.6	1850.2	73.6
9.3	1870.3	27.9	74.4	1870.3	74.4
9.4	1890.4	28.2	75.2	1890.4	75.2
9.5	1910.5	28.5	76.0	1910.5	76.0
9.6	1930.6	28.8	76.8	1930.6	76.8
9.7	1950.7	29.1	77.6	1950.7	77.6
9.8	1970.8	29.4	78.4	1970.8	78.4
9.9	1990.9	29.7	79.2	1990.9	79.2
10.0	2011.0	30.0	80.0	2011.0	80.0
10.1	2031.1	30.3	80.8	2031.1	80.8
10.2	2051.2	30.6	81.6	2051.2	81.6
10.3	2071.3	30.9	82.4	2071.3	82.4
10.4	2091.4	31.2	83.2	2091.4	83.2
10.5	2111.5	31.5	84.0	2111.5	84.0
10.6	2131.6	31.8	84.8	2131.6	84.8
10.7	2151.7	32.1	85.6	2151.7	85.6
10.8	2171.8	32.4	86.4	2171.8	86.4
10.9	2191.9	32.7	87.2	2191.9	87.2
11.0	2212.0	33.0	88.0	2212.0	88.0
11.1	2232.1	33.3	88.8	2232.1	88.8
11.2	2252.2	33.6	89.6	2252.2	89.6
11.3	2272.3	33.9	90.4	2272.3	90.4
11.4	2292.4	34.2	91.2	2292.4	91.2
11.5	2312.5	34.5	92.0	2312.5	92.0
11.6	2332.6	34.8	92.8	2332.6	92.8
11.7	2352.7	35.1	93.6	2352.7	93.6
11.8	2372.8	35.4	94.4	2372.8	94.4
11.9	2392.9	35.7	95.2	2392.9	95.2
12.0	2413.0	36.0	96.0	2413.0	96.0
12.1	2433.1	36.3	96.8	2433.1	96.8
12.2	2453.2	36.6	97.6	2453.2	97.6
12.3	2473.3	36.9	98.4	2473.3	98.4
12.4	2493.4	37.2	99.2	2493.4	99.2
12.5	2513.5	37.5	100.0	2513.5	100.0
12.6	2533.6	37.8	100.8	2533.6	100.8
12.7	2553.7	38.1	101.6	2553.7	101.6
12.8	2573.8	38.4	102.4	2573.8	102.4
12.9	2593.9	38.7	103.2	2593.9	103.2
13.0	2614.0	39.0	104.0	2614.0	104.0
13.1	2634.1	39.3	104.8	2634.1	104.8
13.2	2654.2	39.6	105.6	2654.2	105.6
13.3	2674.3	39.9	106.4	2674.3	106.4
13.4	2694.4	40.2	107.2	2694.4	107.2
13.5	2714.5	40.5	108.0	2714.5	108.0
13.6	2734.6	40.8	108.8	2734.6	108.8
13.7	2754.7	41.1	109.6	2754.7	109.6
13.8	2774.8	41.4	110.4	2774.8	110.4
13.9	2794.9	41.7	111.2	2794.9	111.2
14.0	2815.0	42.0	112.0	2815.0	112.0
14.1	2835.1	42.3	112.8	2835.1	112.8
14.2	2855.2	42.6	113.6	2855.2	113.6
14.3	2875.3	42.9	114.4	2875.3	114.4
14.4	2895.4	43.2	115.2	2895.4	115.2
14.5	2915.5	43.5	116.0	2915.5	116.0
14.6	2935.6	43.8	116.8	2935.6	116.8
14.7	2955.7	44.1	117.6	2955.7	117.6
14.8	2975.8	44.4	118.4	2975.8	118.4
14.9	2995.9	44.7	119.2	2995.9	119.2
15.0	3016.0	45.0	120.0	3016.0	120.0
15.1	3036.1	45.3	120.8	3036.1	120.8
15.2	3056.2	45.6	121.6	3056.2	121.6
15.3	3076.3	45.9	122.4	3076.3	122.4
15.4	3096.4	46.2	123.2	3096.4	123.2
15.5	3116.5	46.5	124.0	3116.5	124.0
15.6	3136.6	46.8	124.8	3136.6	124.8
15.7	3156.7	47.1	125.6	3156.7	125.6
15.8	3176.8	47.4	126.4	3176.8	126.4
15.9	3196.9	47.7	127.2	3196.9	127.2
16.0	3217.0	48.0	128.0	3217.0	128.0
16.1	3237.1	48.3	128.8	3237.1	128.8
16.2	3257.2	48.6	129.6	3257.2	129.6
16.3	3277.3	48.9	130.4	3277.3	130.4
16.4	3297.4	49.2	131.2	3297.4	131.2
16.5	3317.5	49.5	132.0	3317.5	132.0
16.6	3337.6	49.8	132.8	3337.6	132.8
16.7	3357.7	50.1	133.6	3357.7	133.6
16.8	3377.8	50.4	134.4	3377.8	134.4
16.9	3397.9	50.7	135.2	3397.9	135.2
17.0	3418.0	51.0	136.0	3418.0	136.0
17.1	3438.1	51.3	136.8	3438.1	136.8
17.2	3458.2	51.6	137.6	3458.2	137.6
17.3	3478.3	51.9	138.4	3478.3	138.4
17.4	3498.4	52.2	139.2	3498.4	139.2
17.5	3518.5	52.5	140.0	3518.5	140.0
17.6	3538.6	52.8	140.8	3538.6	140.8
17.7	3558.7	53.1	141.6	3558.7	141.6
17.8	3578.8	53.4	142.4	3578.8	142.4
17.9	3598.9	53.7	143.2	3598.9	143.2
18.0	3619.0	54.0	144.0	3619.0	144.0
18.1	3639.1	54.3	144.8	3639.1	144.8
18.2	3659.2	54.6	145.6	3659.2	145.6
18.3	3679.3	54.9	146.4	3679.3	146.4
18.4	3699.4	55.2	147.2	3699.4	147.2
18.5	3719.5	55.5	148.0	3719.5	148.0
18.6	3739.6	55.8	148.8	3739.6	148.8
18.7	3759.7	56.1	149.6	3759.7	149.6
18.8	3779.8	56.4	150.4	3779.8	150.4
18.9	3799.9	56.7	151.2	3799.9	151.2
19.0	3820.0	57.0	152.0	3820.0	152.0
19.1	3840.1				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

9.1 Γενικά.

Τό Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού αποτελεί την «καρδιά» μιᾶς κεντρικῆς κλιματιστικῆς ἐγκαταστάσεως. Σέ αὐτό εἶναι ἐγκαταστημένα τά βασικά μηχανήματα παραγωγῆς ἐνέργειας γιά θέρμανση ἢ ψύξη, καί ἀπό αὐτό ξεκινᾶνε τά δίκτυα διανομῆς αὐτῆς τῆς ἐνέργειας. Τά βασικά τμήματα τοῦ Κεντρικοῦ Μηχανοστασίου γενικά, εἶναι τά ἑξῆς:

- Ἡ ἐγκατάσταση παραγωγῆς ἐνέργειας γιά θέρμανση.
- Ἡ ἐγκατάσταση παραγωγῆς ἐνέργειας γιά ψύξη.
- Οἱ ἀντλίες διανομῆς ἐνέργειας.
- Ἡ ἐγκατάσταση παραγωγῆς πεπιεσμένου ἀέρα (ἂν χρησιμοποιεῖται).
- Ὁ κεντρικός Πίνακας Ἡλεκτροδότησεως τοῦ μηχανοστασίου.
- Ὁ κεντρικός Πίνακας Ἐλέγχου ὅλης τῆς ἐγκαταστάσεως.
- Οἱ κεντρικές Μονάδες Ἐπεξεργασίας Ἀέρα πού δέν εἶναι τοποθετημένες κοντά στά τμήματα τοῦ κτιρίου τά ὁποῖα κλιματίζουν.

Στό Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμοῦ εἶναι πολλές φορές ἐγκαταστημένες καί ἄλλες μικρότερες διατάξεις πού μπορεῖ νά ἔχουν ἢ νά μήν ἔχουν σχέση μέ τά τμήματα, πού ἀναφέραμε, ὅπως ἡ διάταξη γιά τήν παραγωγή ζεστοῦ νεροῦ καταναλώσεως, διάταξη γιά τήν ἀποσκλήρυνση τοῦ νεροῦ κλπ. Τέλος πρέπει νά σημειώσουμε ὅτι βασικά ἐξαρτήματα τῶν ἐγκαταστάσεων τοῦ Κεντρικοῦ Μηχανοστασίου Κλιματισμοῦ, ὅπως οἱ Πύργοι ψύξεως καί τά ἀνοικτά δοχεῖα διαστολῆς, πρέπει νά εἶναι σέ ἄμεση ἐπαφή μέ τό περιβάλλον καί γι' αὐτό εἶναι ἐγκαταστημένα μακριά ἀπό τό Κεντρικό Μηχανοστάσιο (πού συνήθως τοποθετεῖται στό ὑπόγειο τοῦ κτιρίου).

Στό παρόν κεφάλαιο θά ἀσχοληθοῦμε μέ τά τρία πρῶτα ἀπό τά παραπάνω βασικά τμήματα τοῦ Κεντρικοῦ Μηχανοστασίου Κλιματισμοῦ. Τά ὑπόλοιπα θά περιγραφοῦν σέ ἄλλα κεφάλαια.

9.2 Ἐγκατάσταση παραγωγῆς ἐνέργειας γιά θέρμανση.

Ἡ ἐγκατάσταση αὐτή μπορεῖ νά τροφοδοτεῖ μέ ἐνέργεια θερμάνσεως μιά πλήρη ἐγκατάσταση κλιματισμοῦ ἢ μιά ἐγκατάσταση πού χρησιμοποιεῖται μόνο γιά θέρμανση, ὅπως εἶναι, κυρίως, οἱ συνηθισμένες ἐγκαταστάσεις καλοριφέρ.

Τά βασικά τμήματα μιᾶς ἐγκαταστάσεως παραγωγῆς θερμότητας εἶναι:

- Ὁ Λέβητας (ἓνας ἢ περισσότεροι).

πίεση δέν είναι μέρος του λέβητα· πρέπει όμως να εγκαθίστανται για την προστασία του.

2) Λέβητες μέσης και ύψηλης πίεσεως.

Κατασκευάζονται για να λειτουργούν πάνω από τα όρια των λεβήτων χαμηλής πίεσεως. Οι λέβητες αυτοί είναι συνήθως χαλύβδινοι.

δ) Μέ βάση, τέλος, το θερμό ρευστό που παρέχουν:

1) Λέβητες θερμού νερού.

Είναι συνήθως χαμηλής πίεσεως και εξυπηρετούν συστήματα θερμάνσεως με χαμηλή θερμοκρασία. Οι περισσότεροι, λέβητες νερού κατασκευάζονται για πιέσεις (σύμφωνα με τους αμερικανικούς κανονισμούς) μέχρι 30 psi (207 kPa) και είναι εφοδιασμένοι με βαλβίδα ασφάλειας ρυθμισμένη να ανοίγει στην προαναφερθείσα (ή και μικρότερη) πίεση. Χαλύβδινοι λέβητες νερού χαμηλής πίεσεως διατίθενται για κάθε πίεση μέχρι τη μέγιστη των 160 psi.

2) Άτμολέβητες.

Σήμερα σπάνια χρησιμοποιούνται σέ εγκαταστάσεις θερμάνσεως. Χρησιμοποιούνται κυρίως σέ μεγάλες εγκαταστάσεις για την παροχή άτμου σέ ενάλλακτες θερμότητας άτμου/νερού ή σέ ψύκτες άπορροφήσεως.

Γιά όλες τίς κατηγορίες λεβήτων οι κατασκευαστές δίνουν πίνακες στους οποίους φαίνονται τά χαρακτηριστικά τους και οι άποδόσεις τους. Άπό τούς πίνακες αυτούς γίνεται και ή έπιλογή του κατάλληλου για μία κλιματιστική εγκατάσταση λέβητα. Άν μάλιστα τό δίκτυο σωληνώσεων τής εγκαταστάσεως περνά και άπό μή θερμαινόμενους χώρους ή ή εγκατάσταση λειτουργεί μέ διακοπές τότε άπό τούς πίνακες έπιλέγεται λέβητας μέ ισχύ μεγαλύτερη άπό τό ύπολογισμένο θερμικό φορτίο τής εγκαταστάσεως. Τό πόσο μεγαλύτερη θά είναι ή ισχύς έξαρτάται άπό τό ποιές είναι οι θερμικές άπώλειες του δικτύου σωληνώσεων και άπό τό πόσες ώρες μένουν κρύες (σέ περίπτωση διακοπτόμενης λειτουργίας) οι μεταλλικές και ύδάτινες μάζες τής εγκαταστάσεως. Άν οι παραπάνω **άπώλειες δικτύου** και **άναθερμάνσεως** είναι μεγάλες, τότε γίνεται ιδιαίτερος προσεκτικός ύπολογισμός τους.

Στίς συνηθισμένες όμως περιπτώσεις λαμβάνεται:

$$Q_{\lambda} = Q_{\kappa\tau} \cdot \Sigma$$

όπου: Q_{λ} είναι ή άπαιτούμενη θερμική ισχύς του λέβητα.

$Q_{\kappa\tau}$ είναι ή ύπολογισμένη θερμική κατανάλωση κτιρίου.

Σ είναι ό συντελεστής προσαυξήσεως, κυμαινόμενος συνήθως άπό 1,0 μέχρι 1,3 ανάλογα μέ τό ποσοστό σωληνώσεων που περνά άπό μή θερμαινόμενους χώρους (καθώς και τή μόνωση αυτών των σωληνώσεων) και ανάλογα μέ τό πρόγραμμα λειτουργίας τής εγκαταστάσεως.

Όταν οι σωληνώσεις του δικτύου είναι όλες σέ θερμαινόμενους χώρους και ό λέβητας λειτουργεί συνεχώς, τότε:

$$Q_{\lambda} = Q_{\kappa\tau}$$

Τό απαιτούμενο γιά τή λειτουργία τοῦ λέβητα καύσιμο ὑπολογίζεται μέ βάση τή **Θερμική ἀπόδοση τοῦ καυσίμου** (π.χ. σέ Btu/lb) καί τήν **ἀπόδοση τοῦ λέβητα** πού λαμβάνει ὑπόψη τῆς τῆς ἀπώλειες πρὸς τήν καμινάδα καί τῆς ἀπώλειες μέσω τοῦ περιβλήματος τοῦ λέβητα. Οἱ ἀποδόσεις τῶν λεβήτων εἶναι συνήθως γύρω στό 80% ὑπάρχουν ὅμως μεγάλες διακυμάνσεις ἀνάλογα μέ τήν κατασκευή, τόν τρόπο ἐγκαταστάσεως καί τήν καλή ἢ μή συντήρηση τοῦ λέβητα.

Τέλος, οἱ **ἀερολέβητες** πού ἀναφέραμε στήν ἀρχή ἔχουν στό μηχανοστάσιο τήν ἴδια περίπου διάταξη τοῦ σχήματος 9.2α μέ τῆς ἑξῆς βασικές διαφορές:

— Στό λέβητα εἶναι συνδεδεμένοι ἀεραγωγοί (καί ὄχι σωλῆνες) προσαγωγῆς καί ἐπιστροφῆς τοῦ ἀέρα ἀπό τοὺς κλιματιζόμενους χώρους.

Τό δίκτυο ἀεραγωγῶν δέν εἶναι συνδεδεμένο σέ δίκτυο ἀσφάλειας (δοχεῖο διαστολῆς κλπ), ὅπως εἶναι συνδεδεμένα τὰ δίκτυα σωληνώσεων τῶν λεβήτων.

— Οἱ ἀερολέβητες δέν ἀποτελοῦν μόνο τήν Ἐγκατάσταση Παραγωγῆς Θερμότητας, ἀλλά συγχρόνως ἀποτελοῦν καί τή Μονάδα Ἐπεξεργασίας Ἀέρος.

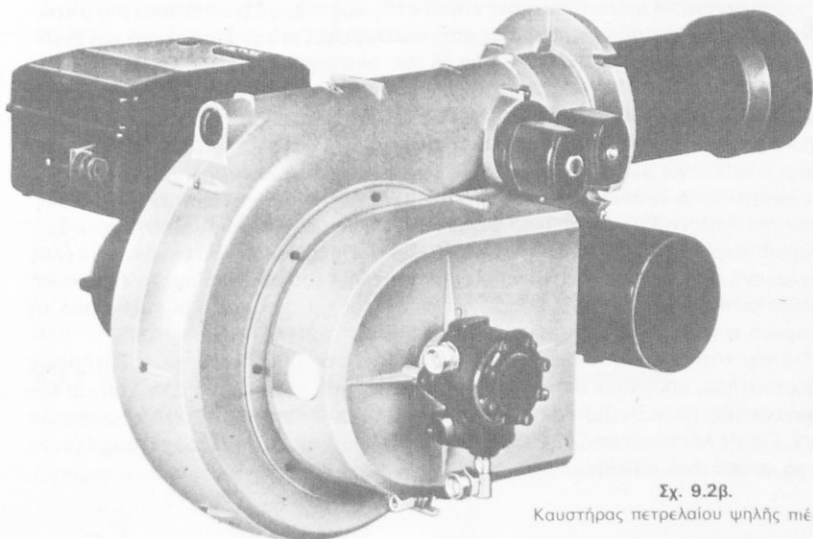
Οἱ ἀερολέβητες χρησιμοποιοῦνται κυρίως σέ μικρές κεντρικές ἐγκαταστάσεις σπιτιῶν, θεάτρων κλπ.

9.2.2 Καυστήρες.

Καυστήρες εἶναι οἱ συσκευές (συνήθως αὐτόματες) πού χρησιμεύουν γιά τήν καύση τῶν στερεῶν, ὑγρῶν ἢ ἀερίων καυσίμων. Ὁ τύπος τοῦ καυστήρα ἐξαρτᾶται καί ἀπό τοῦν τύπο τοῦ ἐναλλάκτη θερμότητας (λέβητα, ἀερολέβητα κλπ.).

Τὰ τελευταῖα χρόνια γίνονται πολλές ἐργασίες γιά τήν ἀνακάλυψη νέων τύπων καυστήρων καλύτερης καύσεως καί μεγαλύτερης ἀποδόσεως, λόγω τοῦ μεγάλου ἐνδιαφέροντος πού ὑπάρχει γιά περιορισμό τῆς μολύνσεως τῆς ἀτμόσφαιρας καί γιά ἐξοικονόμηση ἐνέργειας.

Ὁ καυστήρας πετρελαίου τόν ὁποῖο συναντᾶμε περισσότερο στίς ἐφαρμογές μας στήν Ἑλλάδα, ἔχει γενικά τήν ἐμφάνιση καί τὰ ἐξαρτήματα πού φαίνονται στό σχῆμα 9.2β. Ἀπό τοὺς πίνακες τῶν κατασκευαστῶν δίνονται τὰ χαρακτηριστικά



Σχ. 9.2β.

Καυστήρας πετρελαίου ψηλῆς πίεσεως.

καί οι αποδόσεις των καυστήρων, με βάση δέ αυτά γίνεται η επιλογή του καυστήρα ώστε να ταιριάζει με το λέβητα που θα χρησιμοποιηθεί.

9.2.3 *Αποθήκη Καυσίμου (Σύστημα Τροφοδοσίας Καυσίμου).*

Οι δεξαμενές καυσίμου πρέπει να κατασκευάζονται πάντα σύμφωνα με τους κανονισμούς που ισχύουν κάθε φορά για την προστασία από πυρκαϊά.

Για να λειτουργεί αξιόπιστα και οικονομικά η εγκατάσταση απαιτείται αποθήκευση ικανοποιητικής ποσότητας καυσίμου. Το μέγεθος της δεξαμενής που θα περιέχει το καύσιμο καθορίζεται από τους εξής παράγοντες:

— **Μέγιστη κατανάλωση καυσίμου** στη μονάδα του χρόνου. Συνήθως υπολογίζουν το μέγεθος της δεξαμενής έτσι ώστε να τροφοδοτήσει την εγκατάσταση επί δύο έβδομάδες με την παραπάνω μέγιστη κατανάλωση.

— **Αξιοπιστία των προμηθευτών πετρελαίου** όσον αφορά την έγκαιρη παράδοση.

— **Οικονομικότερες ποσότητες παραδόσεως** στις περιπτώσεις που η τιμή ποικίλλει με τα έξοδα μεταφοράς.

Οι δεξαμενές πετρελαίου κατασκευάζονται έπειτα από παραγγελία, αλλά υπάρχουν και τυποποιημένες σε διάφορα μεγέθη. Για την κατασκευή τους, συνήθως χρησιμοποιείται χάλυβας, αλλά και σκυρόδεμα για αυτές που θα πληρωθούν με βαρύ πετρέλαιο.

Στά μεγάλα αποθηκευτικά μεγέθη κατασκευάζονται περισσότερες από μία δεξαμενές (συνδεδεμένες μεταξύ τους) για περισσότερη ευκολία στην επιθεώρηση των δεξαμενών, στην έπισκευή και καθαρισμό τους, καθώς και στον καθαρισμό των σωληνώσεων. Όταν οι δεξαμενές δεν είναι θαμμένες στο έδαφος, τότε μεταξύ τους και προς το μέρος του λέβητα τοποθετούνται άνθεκτικά στη φωτιά χωρίσματα.

Όταν η δεξαμενή είναι μακριά από τον καυστήρα και έτσι η άντλία δεν μπορεί να αναρροφή το πετρέλαιο του τότε κοντά στον καυστήρα εγκαθίσταται μία μικρότερη δεξαμενή, συνήθως **ήμερήσιας κατανάλωσης**. Για την κατασκευή και εγκατάσταση αυτής της δεξαμενής ισχύουν τα ίδια που ισχύουν και για τις άλλες δεξαμενές. Το πετρέλαιο σε αυτή τη δεξαμενή φθάνει περιοδικά από τις μεγάλες δεξαμενές με την βοήθεια σωληνώσεως, και άντλίας μεταφοράς.

Όλες οι συνδέσεις προς τη δεξαμενή, όταν είναι μεγαλύτερη από 1000 lt, γίνονται στο επάνω μέρος της στο όποιο πρέπει να υπάρχει ανθρωποθυρίδα ώστε να εξασφαλίζεται η άνετη είσοδος ενός ατόμου για τον καθαρισμό της δεξαμενής. Όταν η δεξαμενή έχει έσωτερικά θερμικά στοιχεία (περίπτωση μαζούτ), τότε έχει άλλη μία θυρίδα για να επιτρέπει την απομάκρυνση του θερμικού στοιχείου. Τέλος η δεξαμενή έχει μία συσκευή που δείχνει τη στάθμη του πετρελαίου. Το ένδεικτικό όργανο αυτής της συσκευής μπορεί να βρίσκεται και σε απομακρυσμένο από τη δεξαμενή σημείο (π.χ. στον πίνακα του λέβητα).

Για την κατασκευή του δικτύου πληρώσεως της δεξαμενής και τροφοδοτήσεως του καυστήρα, υπάρχουν διάφορες λεπτομέρειες που πάρα πολύ προσέχουν οι κατασκευαστές (τοποθέτηση βαλβίδων και φίλτρου πετρελαίου, κλίση γραμμών κλπ.). Για τις λεπτομέρειες αυτές δεν θα κάνουμε εδώ λόγο, γιατί ξεφεύγουμε έτσι από το σκοπό του βιβλίου.

9.2.4 Καπνοδόχος.

Ἡ καλή κατασκευή καί λειτουργία τῆς καπνοδόχου παίζει ἀποφασιστικό ρόλο στήν καλή ἀπόδοση μιᾶς ἐγκαταστάσεως παραγωγῆς θερμότητας (ὅταν βέβαια αὐτή ἡ ἐγκατάσταση καίει κάποιο καύσιμο).

Ὁ σχεδιασμός τῆς καπνοδόχου ἐξαρτᾶται ἀπό τόν **ἐλκυσμό** (ρεῦμα ἀέρα) πού ἀπαιτεῖ τό σύστημα καύσεως. Ἀπό αὐτή τήν ἀποψη οἱ λέβητες κατατάσσονται σέ δύο, βασικά, κατηγορίες:

— Τούς λέβητες πού ἀπαιτοῦν **ἀρνητική πίεση** (κάτω ἀπό τήν ἀτμοσφαιρική) στήν ἐξοδό τους ὥστε νά ἔλκεται ἀέρας (πού χρειάζεται γιά τήν καύση) μέσα στόν θάλαμο καύσεως.

— Τούς λέβητες μέ **σύστημα καύσεως βεβιασμένου ἐλκυσμοῦ** οἱ ὁποῖοι λειτουργοῦν σέ πιέσεις μεγαλύτερες ἀπό τήν ἀτμοσφαιρική καί ἔχουν ἀρκετή θετική στατική πίεση στήν ἐξοδό τῆς καπνοδόχου, ἔτσι ὥστε νά μήν χρειάζεται νά ἔχει ἡ καπνοδόχος ἐλκυσμό.

Στήν πρώτη περίπτωση ὁ ἐλκυσμός ἐπιτυγχάνεται μόνο μέ τή βαρύτητα ἢ μόνο μέ ἀνεμιστήρες ἢ καί μέ τά δύο (φυσικό ἐλκυσμό καί ἐλκυσμό μέ ἀνεμιστήρα). Στή δεύτερη περίπτωση παρόλο πού ὁ ἐλκυσμός τῆς καπνοδόχου δέν εἶναι ἀπαραίτητος, ὅμως ἐμπλέκεται στή διαδικασία τῆς καύσεως καί γι' αὐτό πρέπει νά ληφθεῖ σοβαρά ὑπόψη. Ἔτσι σέ μερικές περιπτώσεις τοποθετεῖται ἐνισχυτικός ἀνεμιστήρας γιά τά καυσαέρια, κυρίως ὅταν ἀπαιτεῖται ἐλεγχος τοῦ ἐλκυσμοῦ ἢ ὅταν ὑπάρχει μεγάλη ἀντίσταση ροῆς.

9.3 Ἐγκατάσταση παραγωγῆς ἐνέργειας γιά ψύξη.

Ὑπάρχουν βασικά δύο εἰδῶν συστήματα:

— Τά συστήματα παραγωγῆς ψύξεως μέ **συμπίεση** τοῦ ψυκτικοῦ ρευστοῦ.

— Τά συστήματα παραγωγῆς ψύξεως μέ **ἀπορρόφηση** τοῦ ψυκτικοῦ ρευστοῦ.

Οἱ κύκλοι λειτουργίας τῶν δύο συστημάτων, δηλαδή ὁ **κύκλος μηχανικῆς συμπίεσεως** καί ὁ **κύκλος ἀπορροφήσεως**, ἔχουν κοινά σημεῖα τήν **ἐξάτμιση** καί τήν **συμπύκνωση** ἐνός ψυκτικοῦ ρευστοῦ. Οἱ δύο αὐτές ἀλλαγές καταστάσεως τοῦ ψυκτικοῦ ὑγροῦ συμβαίνουν σέ δύο διαφορετικά ἐπίπεδα πιέσεως μέσα στόν κύκλο. Οἱ δύο κύκλοι διαφέρουν στό ὅτι ὁ κύκλος ἀπορροφήσεως γιά νά δημιουργήσει αὐτή τή διαφορά πιέσεως, χρησιμοποιεῖ **θερμογεννήτρια**, ἐνῶ ὁ κύκλος μηχανικῆς συμπίεσεως χρησιμοποιεῖ **συμπιεστή**. Δηλαδή ὁ κύκλος ἀπορροφήσεως χρησιμοποιεῖ **φυσικοχημικές διαδικασίες**, ἐνῶ ὁ κύκλος συμπίεσεως χρησιμοποιεῖ καθαρά **μηχανικές διαδικασίες**. Πάντως καί οἱ δύο κύκλοι χρησιμοποιοῦν ἐνέργεια πού εἶναι **μηχανική** γιά τόν κύκλο συμπίεσεως καί **θερμική** γιά τόν κύκλο ἀπορροφήσεως.

Οἱ δύο κύκλοι εἶναι δυνατόν νά χρησιμοποιηθοῦν σέ ὅλα τά μεγέθη ἐγκαταστάσεων παραγωγῆς ἐνέργειας γιά ψύξη.

9.3.1 Ἐγκαταστάσεις ψύξεως μέ κύκλο μηχανικῆς συμπίεσεως.

Τά βασικά τμήματα τοῦ κυκλώματος εἶναι:

α) Ὁ **Ἐξατμιστής (ἢ ψυκτικό στοιχείο)**, στό ὁποῖο ἐκτονώνεται καί ἐξατμίζεται (βράζει) τό ψυκτικό ὑγρό ἀπορροφώντας θερμότητα ἀπό τό ρευστό πού περιβάλλει.

λει τό ψυκτικό στοιχείο (συνήθως νερό ή αέρας). Τό ρευστό έτσι ψύχεται.

β) **Ο συμπιεστής**, ό όποϊος **άνυψώνει τήν πίεση** τοϋ ψυκτικοϋ αέριοϋ ποϋ προέρχεται άπό τόν έξατμιστή στο σημείο πίεσεως τής συμπυκνώσεως.

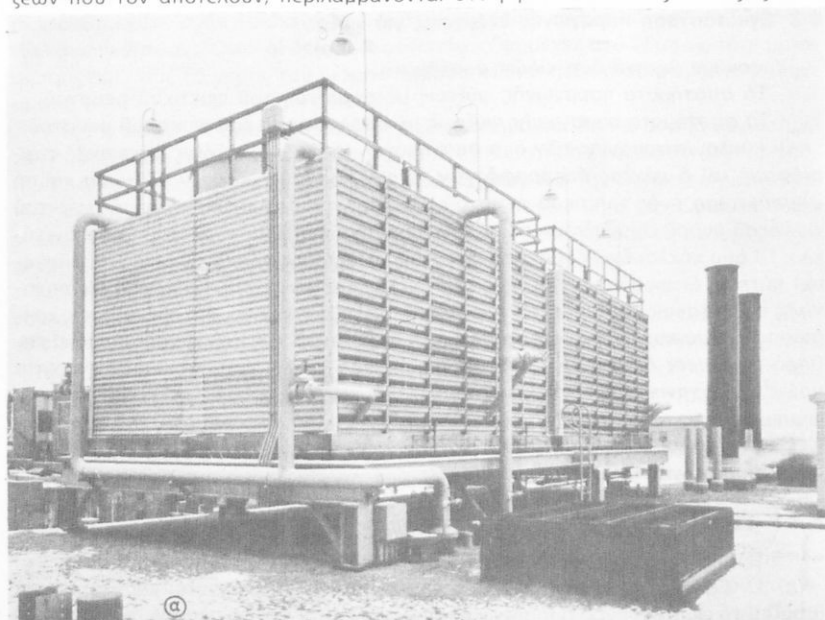
γ) **Ο συμπυκνωτής**, ό όποϊος άπορρίπτει τή θερμότητα ποϋ μεταφέρει τό ψυκτικό αέριο σέ κάποια **άποχέτευση θερμότητας** (νερό ή αέρας, ανάλογα άν ό συμπυκνωτής είναι ύδρόψυκτος ή αερόψυκτος). "Όταν ό συμπυκνωτής είναι αερόψυκτος είναι συνήθως (ιδιαίτερα στά μεγαλύτερα συστήματα) έγκαταστημένος στο ύπαιθρο.

δ) **Η συσκευή ρυθμίσεως ροής τοϋ ψυκτικοϋ ύγροϋ**, ή όποία ρυθμίζει τήν ταχύτητα ροής τοϋ ψυκτικοϋ ύγροϋ πρός τόν έξατμιστή ώστε νά άνταποκρίνεται στήν ταχύτητα έξατμίσεως ή όποία άντιστοιχεί κάθε στιγμή στο πραγματικό ψυκτικό φορτίο (ή άπαγόμενη θερμότητα) τοϋ έξατμιστή.

ε) **Τό δίκτυο σωληνώσεων** μέ τά διάφορα έξαρτήματά τοϋ (**φίλτρα, βαλβίδες, άφυγραντές** κλπ.), τό όποϊο χρησιμεύει γιά τήν κυκλοφορία τοϋ ψυκτικοϋ ρευστοϋ μεταξύ τών παραπάνω βασικών τμημάτων τοϋ ψυκτικοϋ κύκλου.

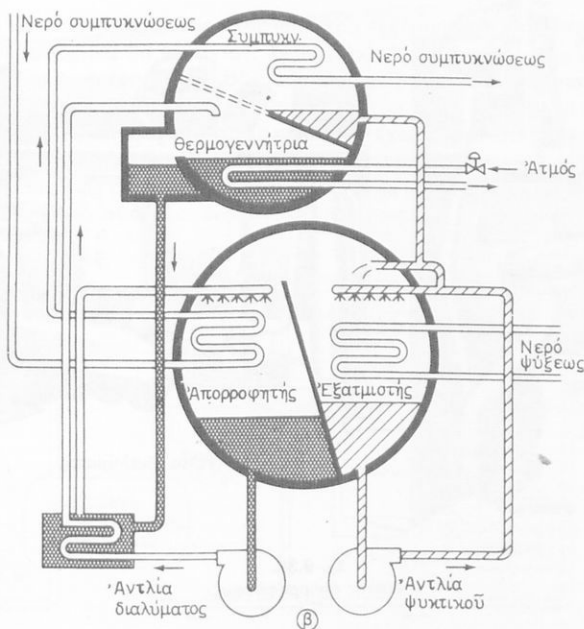
"Άλλο ένα σημαντικό τμήμα τής έγκαταστάσεως ψύξεως είναι ό **πύργος ψύξεως** ό όποϊος είναι συνδεδεμένος μέ τό συμπυκνωτή μέσω σωληνώσεως νεροϋ, όταν ό συμπυκνωτής είναι ύδρόψυκτος (καί δέν χρησιμοποιεί τό νερό τοϋ δικτύου πόλεως, όπως συμβαίνει σέ μερικές μικρές έγκαταστάσεις). Ό πύργος ψύξεως είναι έγκαταστημένος στο ύπαιθρο [σχ. 9.3α (α)].

Περισσότερα στοιχεία λειτουργίας καί άποδόσεων τοϋ ψυκτικοϋ κύκλου μηχανικής συμπίεσεως, καθώς καί τών βασικών μηχανημάτων καί βοηθητικών διατάξεων ποϋ τόν άποτελοϋν, περιλαμβάνονται στο βιβλίο «Ψυκτικές Διατάξεις».



Σχ. 9.3α.

(α) Πύργος ψύξεως μεγάλης κλιματιστικής έγκαταστάσεως.



Σχ. 9.3α.

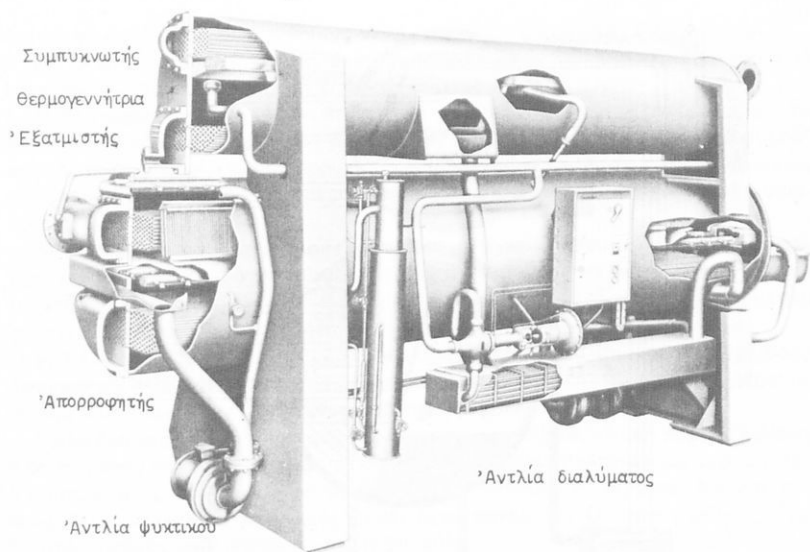
(β) Τυπικό σχηματικό διάγραμμα κύκλου φυσικοχημικής απορροφήσεως.

9.3.2 Έγκαταστάσεις ψύξεως με κύκλο φυσικοχημικής απορροφήσεως.

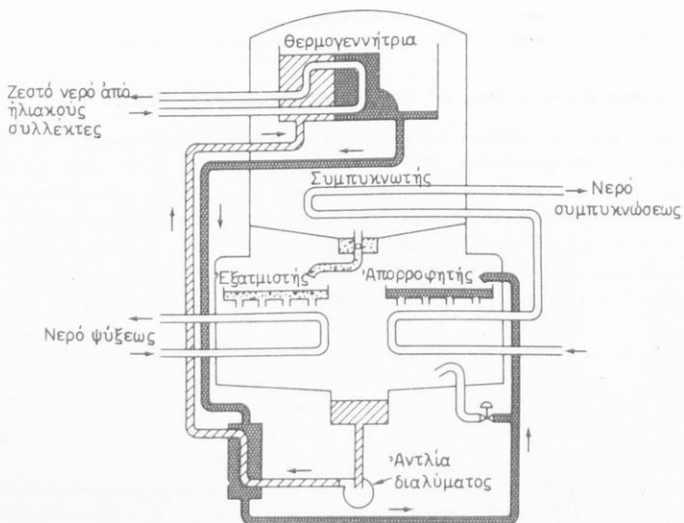
Στήν αρχή της παραγράφου 9.3 μιλήσαμε για τις βασικές διαφορές του κύκλου φυσικοχημικής απορροφήσεως από τον κύκλο μηχανικής συμπίεσεως. Οι διαφορές αυτές αναφέρονται στον τρόπο ανυψώσεως της πίεσεως του ψυκτικού ρευστού κατά την πορεία του από τον εξεατμιστή (ψυκτικό στοιχείο) στον συμπυκνωτή. Στο σχήμα 9.3α (β) φαίνεται ένα τυπικό σχηματικό διάγραμμα ενός κύκλου φυσικοχημικής απορροφήσεως ο οποίος χρησιμοποιείται για την παραγωγή ψυχρού νερού για κεντρική κλιματιστική εγκατάσταση (σχ. 9.3β). Ο κύκλος αυτός χρησιμοποιεί:

- Ατμό για την παροχή της θερμότητας που χρειάζεται η Θερμογεννήτριά του.
- Νερό ως ψυκτικό ρευστό.
- Βρωμιούχο Λίθιο ως απορροφητικό υλικό.
- Νερό από τον πύργο ψύξεως για την ψύξη του απορροφητή και του συμπυκνωτή.

Ο τρόπος λειτουργίας ενός πραγματικού κύκλου φυσικοχημικής απορροφήσεως καθώς και οι λεπτομέρειες κατασκευής και επιλογής των αντίστοιχων ψυκτών, είναι πέρα από τις επιδιώξεις αυτού του βιβλίου. Έδω θα αναφέρομε μόνο ότι οι ψύκτες απορροφήσεως του τύπου που απεικονίζεται στο σχήμα 9.3α χρησιμοποιούνται, κυρίως, για μέσου και μεγάλου μεγέθους εγκαταστάσεις (50 ως

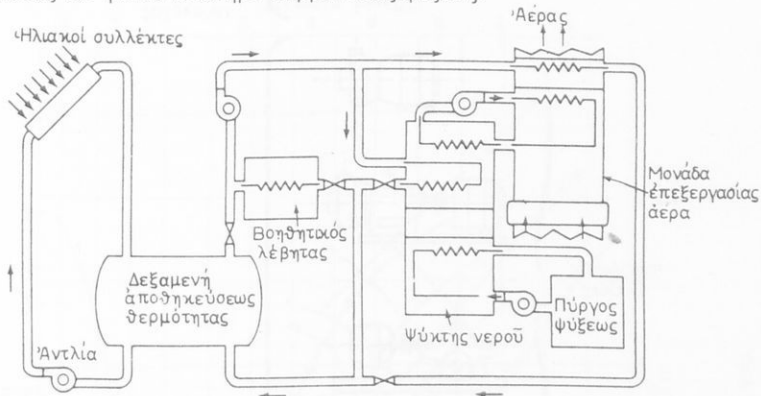


Σχ. 9.3β.
Ψύκτης απορροφήσεως.



Σχ. 9.3γ.
Διάγραμμα ψύκτη απορροφήσεως για ψύξη με ήλιακή ενέργεια.

1500 ton) καί είναι πολύ οικονομικοί, ιδιαίτερα εκεί που υπάρχει διαθέσιμος ατμός ό οποίος διαφορετικά θά χάνονταν. Τελευταία μέ τήν προσπάθεια χρησιμοποίησης τής **ήλιακής ενέργειας** γιά θέρμανση καί ψύξη, άρχισαν νά άποκτοϋν ένδιαφέρον καί μικρού μεγέθους ψύκτες άπορροφήσεως (3 μέ 25 ton). Οι ψύκτες αυτοί χρησιμοποιοϋν ως πηγή θερμότητας νερό που έχει θερμανθεί σέ ήλιακούς συλλέκτες. Στο σχήμα 9.3γ παριστάνεται ένα τυπικό σχηματικό διάγραμμα μιάς τέτοιας μικρής μονάδας, ένώ στο σχήμα 9.3δ παριστάνεται μιά τυπική έφαρμογή αύτής τής μονάδας σέ ήλιακό σύστημα θερμάνσεως/ψύξεως.



Σχ. 9.36.

Σχηματικό διάγραμμα έφαρμογής θερμάνσεως — ψύξεως μέ ήλιακή ένέργεια.

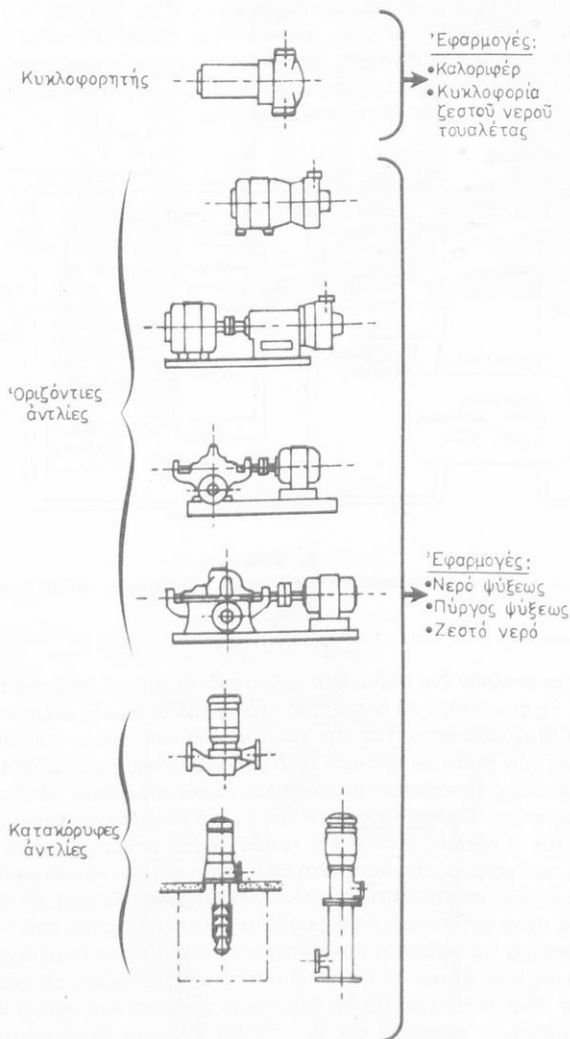
9.4 Άντλίες.

Οι άντλίες αποτελοϋν ένα σημαντικό τμήμα του Κεντρικού Μηχανοστασίου Κλιματισμού καί τίς συναντάμε σέ όλα σχεδόν τά δίκτυα διανομής ένέργειας που ξεκινάνε από τό Μηχανοστάσιο. Γιά τήν εύκολία επιθεωρήσεως καί συντηρήσεώς τους οι άντλίες τών βασικών δικτύων (νερού θερμάνσεως, νερού ψύξεως καί νερού συμπυκνώσεως) τοποθετοϋνται συνήθως συγκεντρωμένες σέ ιδιαίτερο χώρο του Μηχανοστασίου. Όταν τό ζεστό καί κρύο νερό κυκλοφοροϋν μέσα από τό ίδιο δίκτυο, τότε καί οι άντλίες ζεστού καί κρύου νερού μπορεί νά είναι οι ίδιες.

Οι άντλίες που χρησιμοποιοϋνται στή θέρμανση καί τόν κλιματισμό γιά τή διόχτευση νερού μέσα στις σωληνώσεις είναι **κεντρόφυγες άντλίες**. Οι έπικρατεστεροι τύποι τους καί οι αντίστοιχες έφαρμογές τους, άπεικονίζονται στο σχήμα 9.4α.

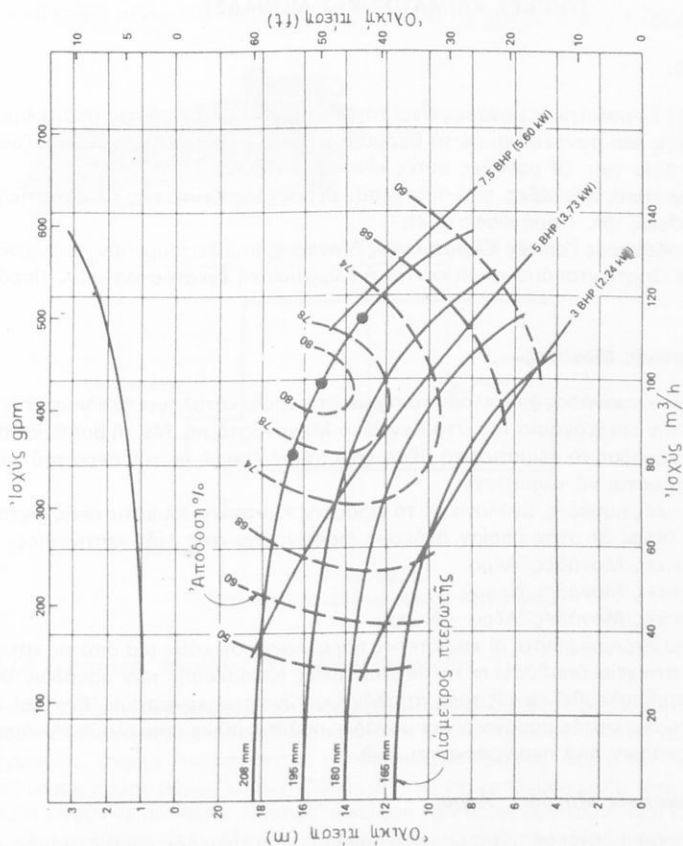
Η συμπεριφορά καί απόδοση τών άντλιών άπεικονίζονται παραστατικά σέ διάφορες καμπύλες (που δίνουν οι κατασκευαστές) σχεδιασμένες σέ συντεταγμένες ροής/πίεσεως. Ένα ένδεικτικό τέτοιο διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 9.4β. Οι δύο καμπύλες άποδόσεως άφοροϋν τήν ίδια άντλία, άλλα μέ διαφορετική ταχύτητα πτερωτής. Η καμπύλη π.χ. τής χαμηλότερης ταχύτητας δείχνει ότι όσο περισσότερες άντιστάσεις δικτύου προσθέτομε στήν άντλία, τόσο λιγότερο νερό θά δίνει προς τό δίκτυο. Τό αντίθετο συμβαίνει μέ τήν καμπύλη συμπεριφοράς του δικτύου, όσο περισσότερο είναι τό νερό που κυκλοφορεί στο συγκεκριμένο δίκτυο τόσο

μεγαλύτερες είναι και οι αντίστροφες του δικτύου. Τό σημείο που συναντώνται οι δύο καμπύλες είναι τό σημείο συνεργασίας της αντλίας με τό δίκτυο, δηλαδή τό **σημείο λειτουργίας** της αντλίας.



Σχ. 9.4α.

Τύποι κεντρόφυγων αντλιών για συστήματα θερμάνσεως - ψύξεως με νερό.



Σχ. 9.4β.

Καμπύλες αποδόσεως των άντλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΤΟΠΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

10.1 Γενικά.

Οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες είναι τοποθετημένες μέσα ή δίπλα στον κλιματιζόμενο χώρο και συνδέονται με το θερμοστάτη του χώρου ώστε να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του. Οι μονάδες αυτές είναι δύο ειδών:

— Οι **Τερματικές Μονάδες**, που αποτελούν μέρος μιάς Κεντρικής Κλιματιστικής Έγκαταστάσεως (βλ. Παράγραφο 2.2).

— Οι **Αυτοδύναμες Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες**, που λειτουργούν αυτοδύναμα χωρίς να εξαρτώνται από καμιά κεντρική κλιματιστική εγκατάσταση (βλ. Παράγραφο 2.3).

10.2. Τερματικές Μονάδες.

Οι τερματικές μονάδες αποτελούν τό **τέρμα** στο οποίο καταλήγει τό κλιματιστικό **μέσο**, μετά την έπεξεργασία του στο Κεντρικό Μηχανοστάσιο. Με τη βοήθεια της τερματικής μονάδας τό κλιματιστικό μέσο έρχεται σέ έπαφή με τόν άέρα του χώρου πού πρόκειται νά κλιματίσει.

Οι τερματικές μονάδες, άνάλογα με τό είδος της Κεντρικής Κλιματιστικής Έγκαταστάσεως (Κεφ. 3) στην όποίαν άνήκουν διακρίνονται στίς έξής κατηγορίες:

- Τερματικές Μονάδες Άέρα.
- Τερματικές Μονάδες Νερού.
- Τερματικές Μονάδες Άέρα - Νερού.

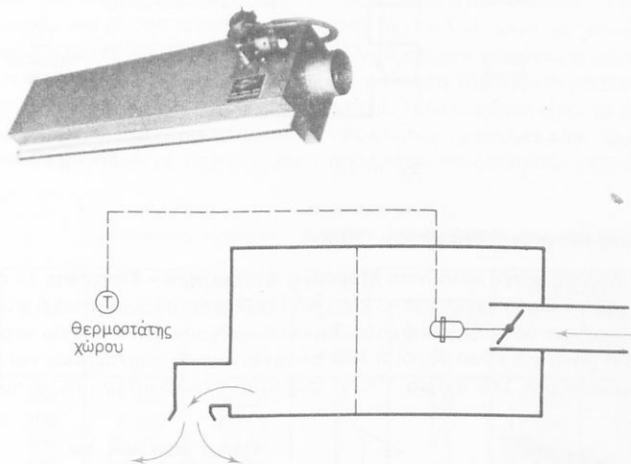
Παρακάτω περιγράφονται οι κυριότερες παραλλαγές σέ κάθε μιά από τίς κατηγορίες. Γιά στοιχεία άποδόσεων και λεπτομέρειες κατασκευής τών μονάδων θά πρέπει νά συμβουλευθεί κανείς τούς καταλόγους τών κατασκευαστών. Άρκετοί άπό τούς κατασκευαστές παράγουν και μονάδες πού συνήθως άποτελούν συνδυασμό τών μονάδων πού περιγράφονται έδώ.

10.2.1. Τερματικές Μονάδες Άέρα.

Ό άέρας πού φθάνει σέ μιά τερματική μονάδα άέρα είναι ήδη έπεξεργασμένος. Έπομένως ή μονάδα δέν χρειάζεται νά έχει ούτε στοιχεία θερμάνσεως/ψύξεως, ούτε άνεμιστήρα, ούτε φίλτρα. Άπαραίτητα όμως πρέπει νά έχει διαφράγματα γιά τή ρύθμιση τών ποσοτήτων του άέρα. Τά διαφράγματα αυτά κινούνται σύμφωνα με τίς έντολές πού παίρνουν άπό τόν θερμοστάτη του χώρου. Άνάλογα με τή λειτουργία πού έκτελούν τά διαφράγματα, οι μονάδες μπορεί νά **μεταβάλλουν** τόν όγκο άέρα ή τά **άναμιγνύουν** δύο ποσότητες άέρα.

α) Οί Τερματικές Μονάδες Μεταβολής Όγκου Άερα (σχ. 10.2α).

Αυτές δέχονται ένα μόνο ρεύμα έπεξεργασμένου άερα. Ό άέρας αυτός θά είνai ζεστός ή κρύος ανάλογα μέ τήν έποχή ή ανάλογα μέ τίς συνολικές ανάγκες πού κα-
λείται νά ίκανοποιήσai ή Κεντρική Μονάδα Έπεξεργασίας Άερα στή συγκεκριμένη
χρονική περίοδο. Άν π.χ. ό άέρας είνai κρύος καί ό χώρος πού έξυπηρετείται από
τήν Τερματική Μονάδα δέν άπαιτεί πολλή ψύξη, τότε τό διάφραγμα τής μονάδας
θά κλείσει σέ τέτοια θέση ώστε νά περνά μόνο ό άέρας πού είνai άπαραίτητος γιά
τήν ψύξη του χώρου. Γιά τή σχετική θέση μιās τέτοιας μονάδας μέσα στό αντίστοι-
χο σύστημα κεντρικού κλιματισμού βλέπε τό σχήμα 3.1α στό Κεφάλαιο 3.

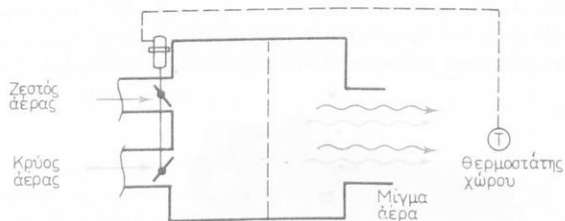
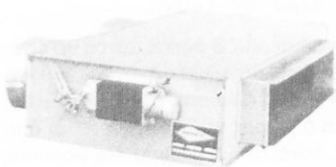


Σχ. 10.2α.

Τερματική μονάδα μεταβολής όγκου άερα.

β) Οί Τερματικές Μονάδες Άναμίξεως Άερα (σχ. 10.2β).

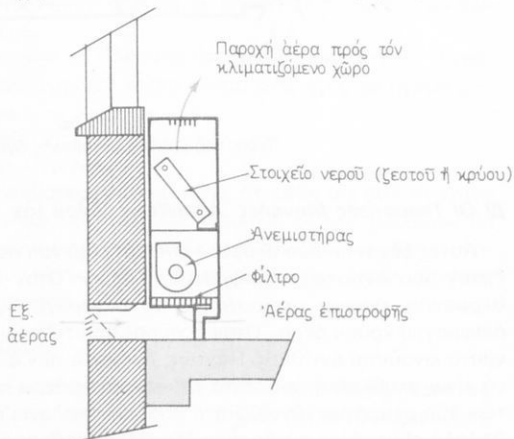
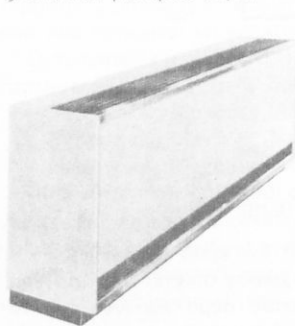
Αυτές δέχονται δύο ρεύματα έπεξεργασμένου άερα, ένα κρύο καί ένα ζεστό καί
έχουν δύο αντίστοιχα διαφράγματα άερα. Όταν ό χώρος άπαιτεί περισσότερη
θέρμανση, ανοίγει περισσότερο τό διάφραγμα ζεστού άερα καί λιγότερο τό
διάφραγμα κρύου άερα. Όταν ό χώρος άπαιτεί περισσότερη ψύξη τότε τά διαφρά-
γματα κινούνται αντίθετα. Πάντως, ή κίνηση των διαφραγμάτων είνai τέτοια ώστε
νά είνai σταθερή ή ποσότητα του μίγματος άερα πού προκύπτει από τήν ανάμιξη
των δύο ρευμάτων, ανεξάρτητα από τήν αναλογία αναμίξεως ζεστού κρύου άερα.
Δηλαδή οι μονάδες αυτές είνai **Μονάδες Σταθερού Όγκου Άερα**, σέ αντίθεση μέ
τίς μονάδες τής προηγούμενης παραγράφου πού είνai **Μονάδες Μεταβλόμενου
Όγκου Άερα**. Γιά τή σχετική θέση των δύο Τερματικών Μονάδων Άερα στά αντί-
στοιχα συστήματα κεντρικού κλιματισμού βλέπε στά σχήματα 3.1.α καί 3.1.β στό
Κεφάλαιο 3.



Σχ. 10.2β.

10.2.2 Τερματικές Μονάδες Νερού (σχ. 10.2γ).

Συνήθως οι μονάδες αυτές καλούνται **Μονάδες Άνεμιστήρα - Στοιχείου**. Σέ αυτές καταλήγει νερό το οποίο έχει υποστεί σχετική **έπεξεργασία** (θέρμανση ή ψύξη) στο Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού. Οι μονάδες έχουν ένα στοιχείο νερού (μόνο για ζεστό ή μόνο για κρύο νερό) ή δύο στοιχεία νερού (ταυτόχρονα και για ζεστό και για κρύο νερό). Στο σχήμα 10.2γ) φαίνεται η απλούστερη περίπτωση



Σχ. 10.2γ.

Μονάδα άνεμιστήρα — στοιχείου (Fan - Coil).

του ενός στοιχείου νερού. Επίσης οι μονάδες έχουν άνεμιστήρα, φίλτρο και διάφραγμα για την προσθήκη εξωτερικού αέρα στον αέρα του χώρου που κλιματί-

ζουν. Δηλαδή οι θερματικές αυτές μονάδες έχουν όλα σχεδόν τα στοιχεία (εκτός από υγραντήρα) των Κεντρικών Μονάδων Έπεξεργασίας Άερα (Κεφ. 8).

Στις θερματικές Μονάδες Νερού γίνεται σχεδόν πλήρης (εκτός από υγρανση) **έπεξεργασία** του αέρα του χώρου που κλιματίζεται από τη μονάδα. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του αέρα γίνεται με ρύθμιση της ποσότητας του νερού που περνά από τη μονάδα. Η τελευταία αυτή ρύθμιση γίνεται αυτόματα με ηλεκτροκινητήρα βαλβίδα που παίρνει εντολές από το θερμοστάτη του χώρου. Γιά τη σχετική θέση θερματικών μονάδων νερού στα αντίστοιχα συστήματα κεντρικού κλιματισμού βλέπε τα σχήματα 3.2α, 3.2β, και 3.2γ, στο Κεφάλαιο 3. Οι μονάδες άνεμιστήρα - στοιχείου είναι οι ευρύτερα χρησιμοποιούμενες στην Ελλάδα θερματικές μονάδες, γνωστές και με την ονομασία τους στην αγγλική γλώσσα ως μονάδες Fan-Coil. Οι μονάδες αυτές συνήθως χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό μικρών σχετικά χώρων και απαιτούν ιδιαίτερη ή καθένας ρύθμιση της θερμοκρασίας. Όλοι δέ ανήκουν στο ίδιο μεγάλο κλιματιζόμενο κτίριο. Τέτοιοι χώροι είναι τα δωμάτια ενός ξενοδοχείου, τα επί μέρους γραφεία ενός κτιρίου γραφείων κλπ. Ένδεικτικά μεγέθη τέτοιων μονάδων με τις αντίστοιχες αποδόσεις τους δίνονται στον Πίνακα 10.2.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.2.1.

Άποδόσεις θερματικών μονάδων άνεμιστήρα στοιχείου (Fan-Coil).

CFM	ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ*				ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ**		
	Όλική Btu/h	Αίσθητη Btu/h	Παροχή Νερού GPM	Πτώση Πίεσεως Ft	Btu/h	Παροχή Νερού GPM	Πτώση Πίεσεως Ft
200	6.800	4.500	2	6,0	14.000	1,0	1,8
300	8.400	5.600	2	7,0	17.500	1,0	1,9
400	12.200	7.200	3	7,5	27.000	1,5	2,2
600	15.800	11.000	3	9,2	33.000	1,5	2,8
800	24.000	17.000	5	7,5	54.000	2,5	2,2

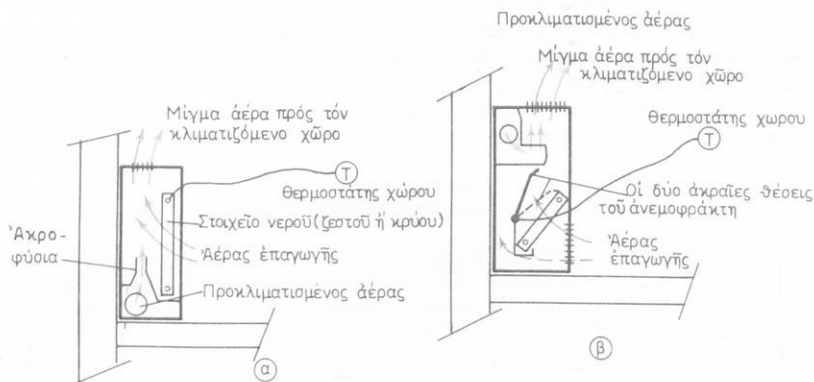
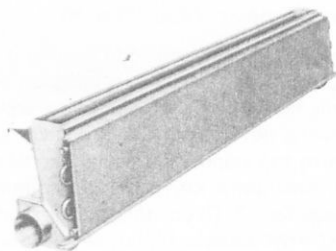
* Είσοδος αέρα 80 F DB /67 F WB - Είσοδος νερού 45°F.

** Είσοδος αέρα 70 F — Είσοδος νερού 180° F.

Οι Μονάδες Fan-Coil (θερματικές μονάδες νερού) απαιτούν σύνδεση στο δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος (γιά την κίνηση του άνεμιστήρα και της βαλβίδας τους) και στο δίκτυο αποχετεύσεως (γιά την άπαγωγή των συμπυκνωμάτων νερού όταν λειτουργούν ως ψυκτικές μονάδες). Φυσικά οι συνδέσεις αυτές είναι επιπλέον των συνδέσεων παροχής ζεστού /κρύου νερού που φαίνονται στα σχήματα 3.2α, 3.2β και 3.2γ.

10.2.3 Θερματικές Μονάδες Άερα - Νερού.

Στις θερματικές αυτές μονάδες καταλήγουν και άερας και νερό **έπεξεργασμένα** σε κάποιο Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού. Οι πιο συνηθισμένες είναι οι **Θερματικές Μονάδες Έπαγωγής** (σχ. 10.2δ). Στις μονάδες αυτές ο **προκλιματισμένος άερας** εκτοξεύεται από άκροφύσια με μεγάλη σχετικά ταχύτητα, δημιουργώντας γύρω του υποπίεση που έπεται τον αέρα του χώρου μέσα στην μονάδα και τον εκτοξεύει πίσω στο χώρο. Κατά τη δίοδό του μέσα από τη μονάδα ο άερας **έπαγω-**



Σχ. 10.26.

Τερματικές μονάδες έπαγωγής:

(α) Μέ ρύθμιση νερού, (β) Μέ ρύθμιση άερα έπαγωγής.

γής περνά πάνω από ένα στοιχείο νερού καί θερμαίνεται ή ψύχεται ανάλογα μέ τίς ανάγκες του χώρου, δηλαδή ανάλογα μέ τίς έντολές πού παίρνει ή μονάδα από τον θερμοστάτη του χώρου. Άκριβέστερα, ό θερμοστάτης κάνει μιά από τίς παρακάτω δύο ρυθμίσεις:

α) Ρυθμίζει την ποσότητα του νερού πού περνά μέσα από τό στοιχείο νερού της μονάδας, έπενεργώντας πάνω στην αυτόματη βαλβίδα του στοιχείου. Στην περίπτωση αυτή ή λειτουργία του στοιχείου νερού είναι παρόμοια μέ τή λειτουργία του στις μονάδες άνεμιστήρα-στοιχείου της προηγούμενης παραγράφου. Στο σχήμα 10.2δ παριστάνεται μονάδα έπαγωγής μέ ένα στοιχείο νερού.

β) Ρυθμίζει την ποσότητα του άερα έπαγωγής πού περνά από τό στοιχείο νερού έπενεργώντας πάνω σέ ένα αυτόματο άνεμοφράκτη (σχ. 10.2δ). Ό άνεμοφράκτης περιστρέφεται καί έπιτρέπει λιγότερη ή περισσότερη ποσότητα άερα έπαγωγής νά διέρχεται από τό στοιχείο νερού. Ό υπόλοιπη ποσότητα του άερα έπαγωγής (δηλαδή άερα από τον κλιματιζόμενο χώρο), παρακάμπτοντας τό στοιχείο νερού, φτάνει καί αυτή γύρω από τά άκροφύσια του προκλιματισμένου άερα, αναμιγνύεται μέ αυτόν καί μέ την ποσότητα του άερα έπαγωγής πού έχει περάσει από

τό στοιχείο νερού. Το μίγμα των τριών ποσοτήτων αέρα περνά από τό στόμιο έξο-
δου της θερματικής μονάδας καί διαχέεται μέσα στόν χώρο.

Γιά τή σχετική θέση των θερματικών μονάδων αέρα — νερού στά αντίστοιχα
συστήματα κεντρικού κλιματισμού βλέπε τό σχήμα 3.3δ στό Κεφάλαιο 3. Έκτός ά-
πό τίς συνδέσεις νερού πού φαίνονται στό σχήμα, οί μονάδες απαιτοῦν καί σύνδε-
ση στό δίκτυο τοῦ συστήματος έλέγχου (γιά τή λειτουργία των θερμοστατών καί
βαλβίδων ή άνεμοφρακτών).

10.3 Αυτόδύναμες Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες.

Οί μονάδες αὐτῆς τῆς κατηγορίας απαιτοῦν μόνο σύνδεση στό δίκτυο τοῦ ἡλε-
κτρικοῦ ρεύματος. Οί μεγαλύτερες ἀπό αὐτές απαιτοῦν καί σύνδεση στό δίκτυο ά-
ποχετεύσεως γιά τήν ἀπαγωγή των συμπυκνωμάτων, καθώς καί στό δίκτυο ὑ-
δρεύσεως ὅταν περιλαμβάνουν καί ὑγραντήρα. Ἡ παραγωγή θερμότητας καί ψύ-
χους, καθώς καί ἡ ἐπεξεργασία τοῦ αέρα, γίνονται ἐπί τόπου. Ἡ περιγραφή των
μονάδων αὐτῶν ἔχει ἐξαντληθεῖ στίς παραγράφους 2.3 καί 3.4.

Αὐτοδύναμες τοπικές μονάδες χρησιμοποιοῦνται κυρίως γιά μικρά μεμονωμένα
κτίρια ἢ γιά ἀνεξάρτητους χώρους πού βρίσκονται μέσα σέ μεγάλα μή κλιματιζομε-
να κτίρια, ὅπως π.χ. γιά καταστήματα, σπίτια, γραφεῖα, ὑποκαταστήματα τραπεζῶν
κλπ.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

11.1 Γενικά.

Ο εξαερισμός ενός χώρου γίνεται με ιδιαίτερη εγκατάσταση ή μέσα από την εγκατάσταση κλιματισμού του χώρου ή με συνδυασμό των δύο παραπάνω τρόπων. Η τελευταία περίπτωση συναντάται π.χ. όταν μέσω του δικτύου αεραγωγών της κλιματιστικής εγκατάστασης έρχεται στο χώρο ένα ρυθμιζόμενο ποσοστό εξωτερικού αέρα, ενώ συγχρόνως από το χώρο με επίτοιχους εξαεριστήρες εξέρχεται μία αντίστοιχη ποσότητα έσωτερικού αέρα.

11.2 Απαιτήσεις εξαερισμού.

Η ανανέωση του αέρα ενός κλειστού χώρου με αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον είναι απαραίτητη όταν μέσα στον χώρο υπάρχουν και ζωντανές οργανισμοί. Οι κυριότεροι λόγοι που επιβάλλουν αυτή την ανανέωση είναι:

— Η αναπλήρωση του όξυγόνου που καίγεται μέσα στον χώρο (μέ την αναπνοή, τά τσιγάρα κλπ).

— Η απομάκρυνση των διαφόρων όσμων ή και επιβλαβών αερίων που δημιουργούνται από πηγές μέσα στο χώρο.

Η απαιτούμενη πρόσθετη ενέργεια για τη θέρμανση/ψύξη και κυκλοφορία του εξωτερικού αέρα έχει κάνει τους μελετητές πολύ προσεχτικούς στην υπερβολική χρήση εξωτερικού αέρα, ιδιαίτερα μετά την ενεργειακή κρίση των τελευταίων ετών και την επακόλουθη ανάμιξη των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό. Επί πλέον, στίς μεγάλες πόλεις που παρουσιάζουν ψηλό βαθμό μόλυνσης του περιβάλλοντος, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί ο εξωτερικός αέρας μπορεί να φέρνει στον κλειστό χώρο το όξυγόνο που απαιτείται, αλλά μπορεί να προσθέτει και σκόνης ή καυσάερια που είναι ανεπιθύμητα. Έτσι το Α.Σ.Η.Ρ.Α.Ε. έχει εκδόσει ένα Πρότυπο, το **«Πρότυπο για Φυσικό και Μηχανικό Άερισμό»**, στο οποίο δίνονται τιμές αερισμού για διάφορους χώρους τέτοιες ώστε να μη ξοδεύεται άσκοπα ενέργεια. Οι τιμές όμως αφορούν εξωτερικό αέρα για μία καθορισμένη ποιότητα. Ο Πίνακας 11.2.1 περιέχει τη σύνθεση που πρέπει να έχει αυτός ο **Πρότυπος Έξωτερικός Αέρας**, ενώ ο Πίνακας 11.2.2 παρέχει τις **απαιτήσεις εξαερισμού** (μέ Πρότυπο Έξωτερικό Αέρα) για διάφορες χαρακτηριστικές εφαρμογές. Αν ο χρησιμοποιούμενος εξωτερικός αέρας δεν είναι της ίδιας ποιότητας ή καλύτερος από τον Πρότυπο, τότε πρέπει να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα φίλτρα ή άλλες συσκευές για να τον φέρομε στα αποδεκτά επίπεδα ποιότητας που καθορίζει ο Πίνακας 11.2.1. Όσο πάντως και να μειωθεί η ποσότητα του εξωτερικού αέρα, όπως καθορίζει το Πρότυπο του Α.Σ.Η.Ρ.Α.Ε. δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να είναι μικρότερη από 5 CFM ανά άτομο (ελάχιστη ποσότητα απαραίτητη για την αναπλήρωση του όξυγόνου της αναπνοής).

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.2.1.

Σύνθεση πρότυπου εξωτερικού αέρα που προορίζεται για αερισμό (μέγιστες επιτρεπόμενες περιεκτικότητες σε ξένες ουσίες)

Ξένη Ουσία	Μέση ετήσια Τιμή (αριθμητικό μέσο)	Έπίπεδο σε περιορισμένο χρόνο (Δέν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερο από μιά φορά τό χρόνο)	Περίοδος στην οποία υπολογίζεται ο μέσος όρος
	μg/m ³	μg/m ³	hr
Σκόνη	60	150	24
Όξειδια Θείου	80	400	24
Μονοξείδιο Άνθρακα	20.000	30.000	8
Φωτοχημικό Όξειδωτική	100	500	1
Υδρογονάνθρακες (δέν περιέχουν μεθάνιο)	1800	4000	3
Όξειδια Άγώνου	200	500	24
Μυρωδιά	Χαρακτηρίζεται μή ενοχλητική από τό 60% μιάς ομάδας, δέκα (10) μή εκπαιδευμένων ατόμων		

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.2.2.

Απαιτήσεις αερισμού μέ εξωτερικό αέρα που έχει τουλάχιστον την ποιότητα που δείχνει ο πίνακας 11.1.1 (Ποσότητες σε CFM ανά άτομο)

Περιγραφή Χώρου	Απαιτούμενος άερας γιά αερισμό	
	Έλάχιστος	Συνιστάται
Μονοκατοικίες/Διαμερίσματα	5	7 ως 10
Κουζίνες	20	30 ως 50
Τουαλέτες	20	30 ως 50
Σουπερμάρκετς	5	5
Άνθοπωλεία	5	7
Έστιατόρια	10	15 ως 20
Μπάρ	30	40 ως 50
Ξενοδοχεία (δωμάτια)	7	10 ως 15
Κουρέια	7	10 ως 15
Αίθουσες (Θεάτρων κτλ.) - όχι κάπνισμα	5	5 ως 10
Αίθουσες (Θεάτρων κτλ.) - μέ κάπνισμα	10	10 ως 20
Γυμναστήριο (χώρος άθλήσεως)	20	25 ως 30
Γραφεία (γενικά)	15	15 ως 25
Γραφεία συσκέψεων	25	30 ως 40
Στούντιο ραδιοφωνίας & TV	30	35 ως 40
Αίθουσες Τηλεφωνητριών	7	10 ως 15
(Υπόγειες στοές όρυχειών	20	25 ως 30
Αίθουσες συναρμολογήσεως αυτοκινήτων κτλ	20	25 ως 30
Αίθουσες ξυλουργείων	20	26 ως 30
Αίθουσες Σχολείων	10	10 ως 15
Δωμάτια Νοσοκομείων	10	15 ως 20

11.3 Άξονικοί και φυγοκεντρικοί άνεμιστήρες.

Οι **άξονικοί άνεμιστήρες** εξαερισμού τοποθετούνται συνήθως, στους τοίχους ή στις οροφές ή και μέσα σε αγωγούς αλλά με μικρό μήκος, γιατί η διαθέσιμη από τους άνεμιστήρες αυτούς εξωτερική στατική πίεση είναι πολύ μικρή. Η επιλογή των καταλλήλων άξονικών άνεμιστήρων γίνεται με βάση την απαιτούμενη παροχή τους και, φυσικά, τον τύπο τους, από πίνακες που δίνουν οι κατασκευαστές.

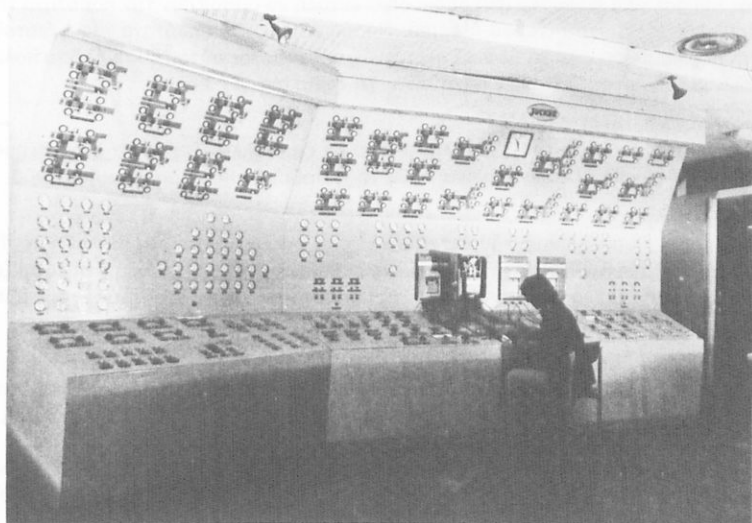
Όπως αναφέραμε στο κεφάλαιο τό σχετικό με τά δίκτυα αεραγωγών, **οι φυγοκεντρικοί άνεμιστήρες** υπολογίζονται από πίνακες των κατασκευαστών με βάση την απαιτούμενη παροχή τους και την απαιτούμενη εξωτερική στατική πίεσή τους (που είναι η πτώση πίεσεως στον δυσμενέστερο κλάδο του δικτύου αεραγωγών).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

12.1 Γενικά.

Μιά εγκατάσταση κλιματισμού, ανάλογα με τό μέγεθος καί τήν πολυπλοκότητά της, ἔχει καί ἕνα ἀπλούστερο ἢ συνθετότερο αὐτόματο σύστημα ἐλέγχου. Τά **αὐτόματα συστήματα ἐλέγχου** κλιματισμοῦ ἐκτείνονται ἀπό τό ἀπλό σύστημα τοῦ οἰκιακοῦ θερμοστάτη πού θέτει σέ λειτουργία ἕναν καυστήρα, μέχρι τό πολύπλοκο ὀπτικοακουστικό σύστημα (σχ. 12.1) καί ἀπό τόν κεντρικό πίνακα. Μέ τή βοήθεια δικτύων καί ὀργάνων του πού ἀπλώνονται σέ ὅλη τήν ἔκταση τῆς ἐγκαταστάσεως, ἐλέγχεται ἡ λειτουργία καί ἡ κατάσταση στήν ὁποία βρίσκονται ὅλα τά τμήματα τῆς ἐγκαταστάσεως, συμπεριλαμβανόμενου καί τοῦ κεντρικοῦ Μηχανοστασίου. Τά τε-



Σχ. 12.1.

Πίνακας ἐλέγχου κεντρικῆς κλιματιστικῆς ἐγκαταστάσεως μεγάλου Ἀθηναϊκοῦ κτιρίου. Ὁ πίνακας καί τά δίκτυα αὐτοματισμοῦ πού ἐκτείνονται σέ ὅλο τό κτίριο χρησιμοποιοῦν ἀέρα ὡς «μέσο» ἐλέγχου καί μεταφορᾶς ἐντολῶν.

λευταία αυτά συστήματα χρησιμοποιούν πολλές φορές και **ηλεκτρονικό ύπολογιστή** για τη συγκέντρωση των πληροφοριών και την γρήγορη ανάλυσή τους ώστε να αντιμετωπίζεται άμεσα κάθε κατάσταση. Μέ την εγκατάσταση και λειτουργία ενός αυτόματου συστήματος ελέγχου επιδιώκεται:

α) **Η συνεχής ρύθμιση** της αποδόσεως των μηχανημάτων (π.χ. του ψύκτη) και των συσκευών (π.χ. των περυγίων ενός στομίου προαγωγής άερα) του κλιματιστικού συστήματος ώστε να επιτυγχάνεται η ικανοποιητική ανταπόκριση του συστήματος στις κλιματιστικές ανάγκες των χώρων που εξυπηρετεί (θέρμανση ή ψύξη, ύγρανση ή αφύγρανση, αερισμός).

β) **Ο συνεχής έλεγχος και προστασία** της ασφαλούς λειτουργίας των μηχανημάτων της εγκαταστάσεως με την παρακολούθηση θερμοκρασιών, πιέσεων κλπ., σέ διάφορα κρίσιμα σημεία της εγκαταστάσεως και την επαναφορά τους στα κανονικά όρια (π.χ. θερμοκρασία λέβητα) ή όταν αυτό δέν είναι δυνατό, τή λειτουργία ασφαλιστικών διατάξεων και συστημάτων είδοποιήσεως ή συναγερμού. Τά συστήματα αυτά ελέγχου είναι συνήθως ένσωματωμένα στά μηχανήματα και οι κατασκευαστές έχουν τήν ευθύνη για αυτά. Τά συστήματα ελέγχου αυτής τής κατηγορίας αναφέρονται στό βιβλίο «Ψυκτικές Διατάξεις».

12.2 Μέρη ενός συστήματος αυτοματισμού.

Στά σχήματα των προηγουμένων κεφαλαίων (και κυρίως του Κεφ. 4) φαίνεται μόνο ένα τμήμα του συστήματος ελέγχου, ό θερμοστάτης χώρου συνδεδεμένος πρός μία βαλβίδα ή τάμπερ στά όποια δίνει έντολή νά ρυθμίζουν τήν ποσότητα του διερχόμενου ρευστού (νερού ή άερα). Παρόλη όμως τήν απλότητά της ή διάταξη αυτή περιλαμβάνει όλα τά βασικά μέρη ενός συστήματος αυτοματισμού όσο πολύπλοκο και άν είναι. Τά μέρη αυτά είναι τά έξής: (σχ. 12.2α).

— **Τό αισθητήριο όργανο.**

Μετρά τή ρυθμιζόμενη μεταβλητή. Π.χ. τό διμεταλλικό στοιχείο ενός θερμοστάτη πού μεταβάλλεται ανάλογα πρός τή μεταβολή τής θερμοκρασίας.

— **Τό ρυθμιστή.**

Συγκρίνει τή μεταβλητή πού μετρήθηκε μέ τό σημείο αναφοράς (δηλαδή μέ τήν τιμή πού θέλομε ή μεταβλητή αυτή νά έχει) και δίνει ανάλογη έντολή στή ρυθμιζόμενη συσκευή. Π.χ. ό θερμοστάτης μέ τή θερμοκρασία στήν όποια τόν έχομε ρυθμίσει.

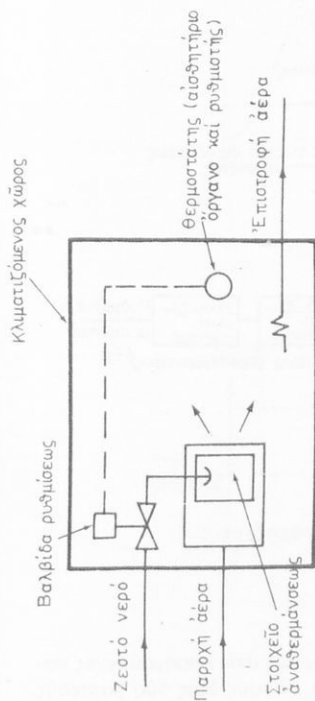
— **Η ρυθμιζόμενη συσκευή.**

Παίρνει έντολές από τόν ρυθμιστή και κανονίζει τήν ταχύτητα (ποσότητα) ροής του μέσου πού προκαλεί τό κλιματιστικό αποτέλεσμα. Π.χ. μία βαλβίδα πού ρυθμίζει τή ροή νερού σέ ένα θερμαντικό στοιχείο.

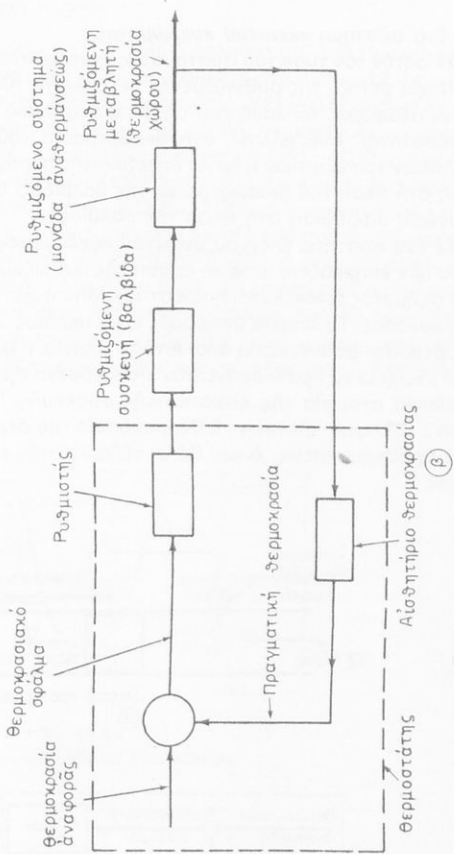
Ένα πολύπλοκο σύστημα αυτοματισμού αποτελείται από πολλές από τίς παραπάνω συσκευές, διατεταγμένες σέ **άνοικτά ή κλειστά κυκλώματα** ελέγχου τά όποία συνεργάζονται ή όχι μεταξύ τους.

12.3 Συστήματα κλειστού και άνοικτού κυκλώματος.

Στό σχηματικό διάγραμμα του συστήματος ελέγχου στό (σχ. 12. 3α) παριστάνε-



α



β

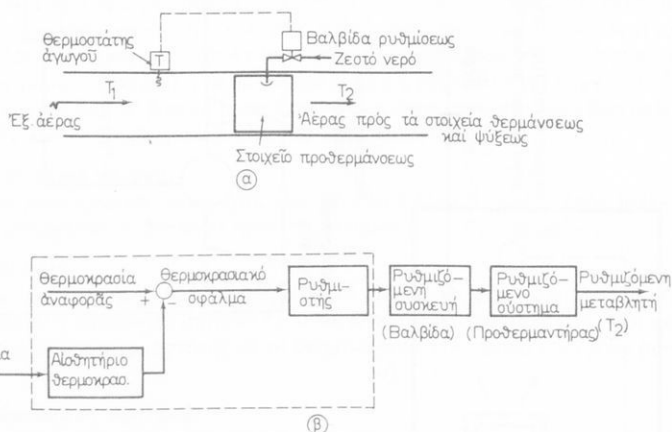
Σχ. 12.3α.

Διάγραμμα συστήματος έλεγχου για μονάδα αναθερμάνσεως.

ται ένα σύστημα **κλειστού κυκλώματος**.

Σέ αυτόν τόν τύπο τοῦ συστήματος, διατηρεῖται μία συνεχῆς ἐπικοινωνία καί ἀντιστοιχία μεταξύ τῆς ρυθμιζόμενης μεταβλητῆς (θερμοκρασία χώρου) καί τοῦ σημείου ἀναφορᾶς (δηλαδή τοῦ σημείου στό ὁποῖο ἔχομε ρυθμίσει τό ρυθμιστή — θερμοστάτη). Μιά ἀλλαγὴ στή θερμοκρασία τοῦ χώρου (λόγω μεταβολῆς τῶν θερμικῶν τοῦ φορτίων ἢ λόγω ὑπερβολικῆς παροχῆς πού προκλήθηκε ἀπό μία ἀλλαγὴ στή θέση τοῦ διαφράγματος τῆς βαλβίδας) θά γίνεи ἀντιληπτή καί θά γίνεи ἡ ἀναγκαῖα διόρθωση στή θέση τῆς βαλβίδας.

Σέ ἕνα σύστημα ἐλέγχου **ἀνοικτοῦ κυκλώματος** (σχ. 12.3.β) τό αἰσθητήριο ὄργανο δέν ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴ δράση τῆς ρυθμιζόμενης συσκευῆς. Στό παράδειγμα τοῦ σχήματος ἐπιδιώκεται ἡ προστασία ἀπὸ παγετό τῶν στοιχείων μιᾶς κλιματιστικῆς μονάδας. Τό σημεῖο ἀναφορᾶς εἶναι περίπου 2°C , ἔτσι ὥστε ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ θερμοκρασία φθάνεи κάτω ἀπὸ αὐτό τό σημεῖο, ἡ βαλβίδα νά ἀνοίγει καί τό θερμαντικό στοιχεῖο νά προθερμάνει τόν εἰσερχόμενο ἐξωτερικό ἀέρα πρὶν πλησιάσει στά ὑπόλοιπα στοιχεῖα τῆς κλιματιστικῆς συσκευῆς. Ὁ θερμοστάτης δηλαδή στό ἀνοικτό κύκλωμα «βλέπει» τὴ θερμοκρασία τοῦ ἀέρα πρὶν καί ὄχι μετὰ ἀπὸ τό στοιχεῖο προθερμάνσεως, ὅπως θά συνέβαινε στήν περίπτωση τοῦ κλειστοῦ κυκλώματος.



Σχ. 12.3β.

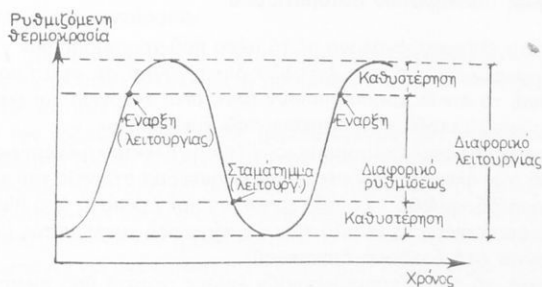
Διάγραμμα συστήματος ἐλέγχου γιὰ μονάδα προθερμάνσεως.

12.4 Τρόποι δράσεως τοῦ Συστήματος Ἐλέγχου.

Γιά νά πραγματοποιήσει τίς λειτουργίες πού ἀναφέραμε στὶς προηγούμενες παραγράφους, ἕνα σύστημα ἐλέγχου μπορεῖ νά δράσει μὲ τοὺς ἐξῆς δύο βασικοὺς τρόπους:

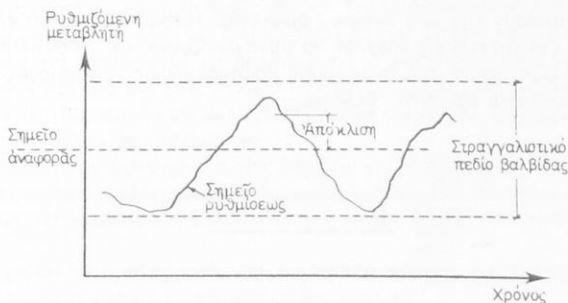
α) Μέ ρύθμιση δύο θέσεων (NAI ή OXI).

Ένα παράδειγμα τέτοιας ρυθμίσεως (πού είναι η απλούστερη από τις ρυθμίσεις που μπορεί να προσφέρει ένα σύστημα ελέγχου) φαίνεται στο σχήμα 12.4α και αφορά εφαρμογή ψύξεως με ανώτερο όριο θερμοκρασίας. **NAI – OXI ρύθμιση** μπορεί να γίνει, π.χ. με ένα θερμοστάτη που θα αρχίζει και θα σταματά (μέσω ενός ρελέ) τόν κινητήρα ενός συμπιεστή. Όποιοδήποτε σύστημα NAI – OXI χρειάζεται ένα «**διαφορικό ρυθμίσεως**» για να εμποδίζεται η συχνή ανάκυκλωση λειτουργίας, δηλαδή οι πολλές παύσεις (OXI) και ενάρξεις (NAI). Αυτό το διαφορικό (σέ μονάδες της ρυθμιζόμενης μεταβλητής) είναι η διαφορά μεταξύ του σημείου αναφοράς στο οποίο ο ρυθμιστής λειτουργεί στη μία θέση (NAI) και του σημείου αναφοράς στο οποίο ο ρυθμιστής αλλάζει στην άλλη θέση (OXI). Το «διαφορικό ρυθμίσεως» οποιουδήποτε ρυθμιστή είναι συνήθως ελάχιστα μικρότερο από το πραγματικό «**διαφορικό λειτουργίας**» του κλιματιστικού συστήματος. Αυτή η διαφορά οφείλεται στην **καθυστερήση απόκρισης** του όργανου και του κλιματιστικού συστήματος.



Σχ. 12.4α.

Διάγραμμα για ρύθμιση δύο θέσεων.



Σχ. 12.4β.

Διάγραμμα για αναλογική ρύθμιση.

β) *Αναλογική ρύθμιση.*

Μέ αυτόν τόν τρόπο δράσεως ενός συστήματος έλέγχου (σχ. 12.4β), ή ποσότητα ενέργειας πού παρέχεται γιά τή μεταβολή τής ρυθμιζόμενης μεταβλητής είναι άνάλογη μέ τήν απόκλιση τής πραγματικής τιμής τής μεταβλητής από τό σημείο αναφοράς. Έτσι π.χ. ό θερμοστάτης δίνει έντολή στή βαλβίδα ροής πρός ένα θερμαντικό στοιχείο νά άνοίξει περισσότερο ή λιγότερο άνάλογα μέ τό πόσο ή πραγματική θερμοκρασία τοῦ χώρου είναι κάτω από τή θερμοκρασία αναφοράς τοῦ θερμοστάτη. Όταν ή θερμοκρασία τοῦ χώρου είναι ψηλότερη από τή θερμοκρασία αναφοράς, τότε ό θερμοστάτης δίνει έντολή γιά τό άνάλογο κλείσιμο τής βαλβίδας ροής.

Υπάρχουν καί άλλοι τρόποι δράσεως τῶν συστημάτων έλέγχου, οι όποιοι όμως αποτελοῦν ούσιαστικά παραλλαγές ή βελτιώσεις τῶν δύο βασικών τρόπων πού άναφέραμε.

12.5 Κατηγορίες συστημάτων αὐτοματισμοῦ.

Τά συστήματα έλέγχου, άνάλογα μέ τό μέσο πού χρησιμοποιοῦν γιά τή μεταβίβαση τῶν πληροφοριῶν καί τῶν έντολῶν διακρίνονται σέ συστήματα:

- **Ήλεκτρικά**, τά όποία χρησιμοποιοῦν ήλεκτρική ένέργεια καί βασίζονται στή διαφορά δυναμικοῦ μεταξύ τῶν σημείων τοῦ κυκλώματος.

- **Ήλεκτρονικά**, τά όποία χρησιμοποιοῦν επίσης ήλεκτρική ένέργεια, αλλά βασίζονται στή ροή τῶν ηλεκτρονίων μέσα από τά διάφορα στοιχεῖα τοῦ κυκλώματος.

- **Πνευματικά/ύδραυλικά**, τά όποία χρησιμοποιοῦν ρευστό υπό πίεση καί βασίζονται στή διαφορά πιέσεως μεταξύ τῶν σημείων τοῦ κυκλώματος (όπως τά ήλεκτρικά βασίζονται στή διαφορά δυναμικοῦ).

- **Ρευστονικά**, τά όποία χρησιμοποιοῦν επίσης ρευστό υπό πίεση, αλλά βασίζονται στή ροή τοῦ ρευστοῦ μέσα από τά διάφορα στοιχεῖα τοῦ κυκλώματος (καί όχι στή διαφορά πιέσεως μεταξύ τῶν σημείων τοῦ κυκλώματος). Συνεπῶς τά συστήματα αυτά (πού είναι μιά πρόσφατη σχετικά ανάπτυξη προερχόμενη από τίς έρευνες γιά τήν κατασκευή τῶν διαστημικῶν όχημάτων) βασίζονται στή ροή τοῦ «μέσου» δηλαδή στήν ίδια άρχή πού βασίζονται τά ήλεκτρονικά συστήματα καί γι' αυτό χρησιμοποιοῦν τήν ίδια περίπου όρολογία. Τέτοια συστήματα έλέγχου γιά κλιματιστικές έγκαταστάσεις άρχισαν νά συναγωνίζονται καί νά άντικαθιστοῦν τά καθιερώμενα συστήματα πού άναφέραμε προηγουμένως. Έφαρμογές τους άρχισαν νά έμφανίζονται καί στήν Ελλάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

13.1 Είδη Συντηρήσεως.

Υπάρχουν βασικά δύο είδη συντηρήσεως:

- Η συντήρηση μετά τή βλάβη («θεραπευτική»).
- Η συντήρηση πριν τή βλάβη («προληπτική»).

13.1.1 Θεραπευτική συντήρηση.

Στή θεραπευτική συντήρηση τό σύστημα ή μηχανήμα παθαίνει τή βλάβη καί μετά κάνομε τίς κατάλληλες έπισκευές ή ρυθμίσεις γιά τό ξαναφέρομε σέ καλή λειτουργική κατάσταση.

Μέ αυτόν τόν τρόπο συντηρήσεως βέβαια έγκυμονοῦν μεγάλοι κίνδυνοι γιατί κάποια άπρόβλεπτη βλάβη μπορεί νά προκαλέσει σημαντικές ζημιές στά μηχανήματα (π.χ. σπάσιμο λέβητα) ή καί μακροχρόνιες άνεπιθύμητες (όπως π.χ. σέ εγκαταστάσεις ηλεκτρονικών ύπολογιστών) διακοπές λειτουργίας. Όσο ή εγκατάσταση πού συντηρείται μέ αυτόν τόν τρόπο «γερνάει», οί κίνδυνοι αυτοί γίνονται μεγαλύτεροι καί οί δαπάνες γιά άντικαταστάσεις εξαρτημάτων καί μηχανημάτων άνέρχονται σέ μεγαλύτερα ποσά. Επίσης ή ζωή τών μηχανημάτων μικραίνει καί τά έξοδα λειτουργίας τής εγκαταστάσεως αυξάνονται, έπειδή οί τριβές, οί απώλειες θερμότητας κλπ. είναι μεγαλύτερες.

13.1.2 Προληπτική συντήρηση.

Στήν προληπτική συντήρηση ακολουθοῦμε ένα πρόγραμμα περιοδικών έπιθεωρήσεων (καί έπισκευών, όταν μιά έπιθεώρηση δείχνει ότι κάτι πρέπει νά έπισκευασθεϊ), καθώς καί περιοδικών «περιποιήσεων» ή καί άντικαταστάσεων τών πιό εύαισθήτων εξαρτημάτων μιās εγκαταστάσεως (λίπανση ρουλεμάν, καθάρισμα φίλτρων, άντικατάσταση λουριών κτλ.). Μέ αυτόν τόν τρόπο συντηρήσεως έπιτυγχάνομε τά παρακάτω άποτελέσματα:

— Έπισημαίνονται έγκαιρα οί αίτίες βλαβών καί οί άδυναμίες τοῦ συστήματος καί προλαβαίνονται τά «άτυχήματα» τών μηχανημάτων πού θά προκαλοῦσαν μεγάλες διακοπές λειτουργίας καί άνυπολόγιστες ὑλικές ζημιές καί οικονομικές συνέπειες.

— Διατηρείται τό σύστημα σέ μέγιστη άποδοτικότητα λειτουργίας.

— Μεγαλώνει ή χρήσιμη ζωή τών μηχανημάτων.

— Άπαιτείται ελάχιστη έφεδρική ικανότητα τών άπαραιτήτων μηχανημάτων τής εγκαταστάσεως, γιατί τά μηχανήματα αυτά διατρέχουν πολύ μικρότερο κίνδυνο νά πάθουν βλάβη.

— Γίνεται καλύτερος έλεγχος ανταλλακτικών και μειώνεται τό αποθεματικό τους, γιατί ή άντικατάσταση τών εξαρτημάτων είναι περισσότερο προγραμματισμένη.

Πολλά από τά πλεονεκτήματα πού άναφέραμε προκαλούν σημαντικές οικονομίες, μέ αποτέλεσμα τό συνολικό κόστος λειτουργίας και συντηρήσεως ενός συστήματος νά είναι μικρότερο από ότι θά ήταν μέ τή «Θεραπευτική Συντήρηση», παρά τήν άρχική επιβάρυνση γιά πρόσθετη ύπαλληλική εργασία, προμήθειες υλικών κτλ. πού χρειάζεται ή «Προληπτική Συντήρηση». Έπομένως από μία καλά προγραμματισμένη και πιστά έκτελούμενη Προληπτική Συντήρηση θά πρέπει νά περιμένομε άριστα άποτελέσματα και από άποψη λειτουργικότητας και από άποψη οικονομίας γιά κάθε έγκατάσταση.

13.2 Σχεδίαση Προγράμματος γιά Προληπτική Συντήρηση.

Κάθε έγκατάσταση πρέπει νά έχει ένα Πρόγραμμα γιά Προληπτική Συντήρηση σχεδιασμένο στά δικά της μέτρα. Τό Πρόγραμμα αυτό θά είναι τόσο πιό λεπτομερές και αúστηρό όσο ή έγκατάσταση είναι πιό παλιά, πολύπλοκη, άπαραίτητη και πιό μεγάλης άξίας. Η σχεδίαση του Προγράμματος πού θά άφορά μία συγκεκριμένη έγκατάσταση γίνεται από τόν Μηχανικό πού είναι υπεύθυνος γιά τήν έγκατάσταση. Η συμβολή όμως του Έργοδoγού και του Τεχνίτη είναι άπαραίτητη γιά τήν έπιτυχία του Προγράμματος σέ όλα τά στάδια τής έφαρμογής και παρακολουθήσεώς του. Τά στάδια αυτά έφαρμογής, μέ χρονολογική σειρά, είναι:

- Άπογραφή τής έγκαταστάσεως.
- Σύνταξη συνολικού πίνακα άναγκών συντηρήσεως.
- Σύνταξη χρονοδιαγράμματος συντηρήσεως.
- Παρακολούθηση τής συντηρήσεως (άρχειο συντηρήσεως, αναλύσεις συμπεριφοράς τής έγκαταστάσεως).
- Δημιουργία του κατάλληλου Συνεργείου Συντηρήσεως και έφοδιασμός του μέ τά άπαραίτητα μεταφορικά μέσα και άπόθεμα εξαρτημάτων και μηχανημάτων.

13.2.1 Άπογραφή τής έγκαταστάσεως (Ύπόδειγμα 1).

Άπό τά άρχεία πού ήδη υπάρχουν ή και μέ έπιτόπια έρευνα, μπορούμε νά βρούμε μέ διάφορα δεδομένα γιά τά μηχανήματα ή συστήματα τής έγκαταστάσεως, όπως:

- Ποιά είναι αυτά τά μηχανήματα ή συστήματα.
- Πού είναι τοποθετημένα.
- Ποιά είναι τά χαρακτηριστικά τους (τάση, ισχύ, τύπο έδράνων κλπ.)
- Ποιό είναι τό ιστορικό τους (ήλικία, μετατροπές ή έπισκευές πού τούς έγιναν, προβλήματα πού παρουσίασαν).

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 1

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΘΙΕΡΩΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΡΟΛ. ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ (Γιά νά άξιολογηθεῖ ἡ παρούσα κατάσταση λειτουργίας)

ΕΓΚΑΤ/ΣΗ: Κλιματισμοῦ 3ου Ὁρόφου

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ:..... ΗΜΕΡ/ΝΙΑ:.....

A/A	ΕΡΩΤΗΜΑ / ΘΕΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΕΡΙΣΜΟΣ	ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ
1.	Κατασκευή Ἐγκαταστάσεως (Καλή ἢ Κακή)	—	—	Μέτρια
2.	Τοποθέτηση Μηχανημάτων (Καλή ἢ Κακή)	—	—	Κακή
3.	Τύπος Συστήματος	—	—	Κεντρικός
4.	Διανομή Ψύξεως	—	—	Μέ άγωγούς
5.	Πηγή Ἐνέργειας	—	—	Πετρέλαιο & Ἑλεκτρισμός
6.	Ἑπευθυνότητα Συντηρήσεως	—	—	Ἑργολάβος
7.	Τό Σύστημα Συντηρεῖται Κανονικά; Χρειάζεται Βελτίωση;	—	—	Γίνεται μόνο Θεραπευτική Συντήρηση
8.	Συμπεριφορά Συστήματος (Μέ συντομία)	—	—	Συχνές βλάβες
9.	Ἑλικία - Ἑπισκευές	—	—	10 ἐτῶν - Γενική Ἑπισκευή πρίν 2 χρόνια
10.	Προβλήματα - Ἑλλείψεις	—	—	Προβληματικός αὐτοματισμός
11.	Ἑπαιτούμενες Εἰδικότητες Προσωπικοῦ Συντηρήσεως	—	—	Ἑδραυλικός Ψυκτικός Ἑλεκτρολόγος

- Τί συντήρηση ή επισκευές χρειάζονται άμεσα.
- Τί συντήρηση πρέπει νά γίνει άργότερα καί πότε.

“Αν ό έργολάβος πού κατασκεύασε τήν έγκατάσταση μās έχει παραδώσει ένα κανονικό **Βιβλίο ‘Οδηγιών Λειτουργίας καί Συντηρήσεως**, τότε θά έχομε όλες τίς πληροφορίες γιά τά χαρακτηριστικά καί τίς ανάγκες συντηρήσεως τών μηχανήματων τής έγκαταστάσεως. “Αν όχι, τότε πρέπει σέ αυτό τό στάδιο σχεδιάσεως του Προγράμματος νά φτιάξομε μόνοι μας ένα τέτοιο βιβλίο γιά τήν έγκατάστασή μας επιδιώκοντας νά συγκεντρώσομε σέ αυτό όσο γίνεται περισσότερες πληροφορίες σύμφωνα μέ τό **‘Υπόδειγμα 1α**. “Αργότερα, κατά τά διάφορα στάδια έφαρμογής

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 1α

ΚΤΙΡΙΟ: Πατησίων 850

1 Κλιματισμός - Άερισμός

A/A	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ 2	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ 3
1.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ (Συνολική καί κατά σύστημα)	ν	1) Σύστημα αút/σμού 2) Σύστημα άποσκλη- ρύνσεως 3) Σύστημα πεπιεσμέ νου άέρα
2.	ΣΧΕΔΙΑ (Κατασκευαστικά ή έπιμετρητικά)	▼	
3.	ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ & ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	ν	Άντλίες
4.	ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ	ν	Τοπικές μονάδες
5.	ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΡΣΕΩΣ ΒΛΑΒΩΝ	—	
6.	ΟΔΗΓΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	▼	
7.	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ	ν	
	7.1 Χρονοδιάγραμμα συντηρήσεως 7.2 Πίνακας άπαιτήτων άνταλ- λακτικών	— ▼	
8.	ΔΙΑΦΟΡΑ		

ΟΔΗΓΙΕΣ:

1. Συμπληρώστε αντίστοιχα: ΘΕΡΜΟΪΔΡΑΥΛΙΚΑ ή ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ - ΑΕΡΙΣΜΟΣ ή ΤΟΠΙΚΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΑ ή ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
2. Σημειώστε μέ ▼ αν υπάρχουν όλα τά στοιχεία, μέ ν αν υπάρχουν μερικά.
3. Άναγράψτε τά έλλείποντα. “Αν δέν έπαρκει ό χώρος συνεχίστε στό 4.

του Προγράμματος, το βιβλίο αυτό θα συμπληρώνεται. Τίς πρώτες πληροφορίες θα τίς πάρουμε από τό μελετητή, τόν έργολάβο, τούς κατασκευαστές τών μηχανημάτων καί από τήν πείρα μας στήν ίδια ή σέ παρόμοιες έγκαταστάσεις.

Καθώς έπιχειρούμε τήν άπογραφή τής έγκαταστάσεως εΐναι χρήσιμο νά έλέγξομε τήν τάξη καί καθαριότητα πού έπικρατεί σέ αΐτήν καί, άν χρειάζεται, νά κάνομε τίς μεγαλύτερες δυνατές βελτιώσεις σέ αΐτόν τόν τομέα. Ένα τακτοποιημένο καί καθαρό περιβάλλον εΐναι άπαραίτητη προϋπόθεση, γιά τήν έπιτυχία του Προγράμματος Προληπτικής Συντηρήσεως.

13.2.2 Σύνταξη συνολικού πίνακα άναγκών συντηρήσεως (Ύπόδειγμα 2).

Άφου λοιπόν γιά κάθε μηχανήμα έχομε καταγράψει τίς άνάγκες του σέ συντήρηση στό «Βιβλίο Όδηγιών Λειτουργίας καί Συντηρήσεως» (Ύπόδειγμα 1α) πού φτιάξαμε γιά τήν έγκατάσταση, μπορούμε τώρα νά συντάξομε ένα πίνακα άναγκών συντηρήσεως γιά όλη τήν έγκατάσταση (Ύπόδειγμα 2), μέ τή βοήθεια καί του συμπληρωμένου κατά τό προηγούμενο έπίσης στάδιο Ύποδείγματος 1. Τό καινούργιο στοιχείο πού χρειάζεται γιά τή συμπλήρωση αΐτου του πίνακα εΐναι μιá έκτίμηση του **άπαιτούμενου χρόνου γιά κάθε έπιθεώρηση, ρύθμιση, λίπανση καί έπισκευή του κάθε μηχανήματος ή συστήματος τής έγκαταστάσεως.**

Καί έπειδή, πιθανότατα, τά Χρονοδιαγράμματα Συντηρήσεως πού θά περιέχει τό «Βιβλίο Όδηγιών Λειτουργίας καί Συντηρήσεως» θά εΐναι καθορισμένα από τούς κατασκευαστές τών μηχανημάτων καί θά άναφέρονται σέ μέσες συνθήκες λειτουργίας τους, θά πρέπει σέ αΐτό τό στάδιο νά καθορίσομε μέ περισσότερη άκρίβεια τίς συχνότητες τών έπιθεωρήσεων, ρυθμίσεων κλπ. κάθε μηχανήματος ή συστήματος, λαμβάνοντας ύπ' όψη μας τούς παρακάτω παράγοντες:

— Έλικία, κατάσταση, αξία.

Όσο πιό παλιό, όσο πιό παραμελημένο καί όσο πιό άκριβό εΐναι ένα μηχανήμα, τόσο πιό συχνές έπιθεωρήσεις, ρυθμίσεις κλπ. χρειάζεται γιά νά διατηρείται σέ καλή λειτουργία καί νά παρατείνεται ή ζωή του. Άν τό μηχανήμα έχει περάσει τή **χρήσιμη ζωή** του καί ή συντήρησή του εΐναι άσύμφορη, τότε πρέπει νά άντικατασταθεί.

— Άπαιτήσεις ασφάλειας (τής έγκαταστάσεως καί του κπρίου).

Όταν εΐναι αύξημένες χρειάζονται πιό συχνές έπιθεωρήσεις.

— Ώρες λειτουργίας.

Μιά 24ωρη λειτουργία άπαιτεί πιό πολλές έπιθεωρήσεις από τήν 8ωρη. Έπίσης οί ώρες έπιθεωρήσεων πρέπει νά προγραμματισθοϋν σύμφωνα μέ τόν προγραμματισμό τών ώρων λειτουργίας.

— Τό άπαραίτητο τής λειτουργίας.

Άν ένα σύστημα πρέπει νά εργάζεται χωρίς άπρόοπτες διακοπές (π.χ. σέ αΐθουσες ηλεκτρονικών ύπολογιστών, σέ εργαστήρια κλπ.), τότε χρειάζονται πιό συχνές έπιθεωρήσεις.

— Λειτουργία κάτω από δυσμενείς συνθήκες.

Μηχανήματα πού ή λειτουργία τους ύπόκειται σέ αύξημένες διαβρώσεις, σκόνες, τριβές, ύπερφορτώσεις, ταλαντώσεις καί άλλες σκληρές χρήσεις, πρέπει νά έπιθεωροϋνται πιό συχνά.

Άν οί έπισκευές έπαναλαμβάνονται συχνά, εΐναι ίσως σκόπιμο νά επιδιώξομε βελτιώσεις πού θά εξαλείψουν τίς βασικές αίτίες φθορών τής έγκαταστάσεως.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 2

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΜΗΧΑΝΗΜΑ ή ΣΥΣΤΗΜΑ	ΠΟΣΟ- ΤΗΤΑ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ή ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	ΠΟΣΟ ΣΥΧΝΑ	ΕΚΤΙΜΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ, ΩΡΕΣ		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΣΤΟΝ ΧΡΟΝΟ	ΥΛΙΚΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				ΑΝΑ ΜΟ- ΝΑΔΑ	ΣΥΝΟ- ΛΟ			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(2)×(5)	(7)=(4)×(6)	(8)	(9)
Συμπυκνωτής νερού (1)	3	— Έλεγχε κατάσταση νερού για στοιχεία που προκαλούν διάβρωση.	Βδομ.					
		— Έλεγχε θερμοκρασία νερού.	Βδομ.	0,25	0,75	19,50		
		— Έλεγχε πίεση νερού.	Μήνα					
		— Πάρε δείγμα νερού για χημική ανάλυση.	Μήνα	1,00	3,00	18,00		
		— Έλεγχε για διαφυγές ψυκτικού.	Μήνα					
Σύστημα σωληνώσεων νερού συμπυκνώσεως (2)	1	— Έλεγχε για διαφυγές νερού.	Χρόνο					
		— Αδειασε όλο το νερό / καθάρισε τη «πλευρά νερού» των σωλήνων.	Χρόνο					
		— Έλεγχε το έσωτερικό της διαδρομής του νερού για διάβρωση.	Χρόνο					
		— Άλλαξε όσους σωλήνες έχουν πάθει ζημία.	Χρόνο	16,00	48,00	48,00		
		— Άλλαξε όλους τους συνδέσμους - ροδέλλες.	Χρόνο					
Σύστημα σωληνώσεων νερού συμπυκνώσεως (2)	1	— Έλεγχε όλες τις βαλβίδες/άποσυρματόλογησε και έπισκευασε αν χρειάζεται.	Χρόνο					
		— Έλεγχε για διαρροές. Έπισκευασε.	Μήνα	1,00	1,00	6,00		
		— Έλεγχε όλες τις βαλβίδες. Έπισκευασε.	Χρόνο					
		— Έλεγχε όλη τη σωλήνωση για σκουριά και διάβρωση/Έπισκευασε ή αντικατάστησε	Χρόνο	8,00	8,00	8,00		

Οι **συχνότητες** και **διάρκειες** (άνθρωπο ώρες) που αρχικά θα καθορίσαμε για τις διάφορες εργασίες θα πρέπει από καιρό σε καιρό να **ἀναθεωρούνται** σύμφωνα με την πείρα μας από την εφαρμογή του Χρονοδιαγράμματος.

13.2.3 Σύνταξη Χρονοδιαγράμματος και Έκδοση Έντολών Συντηρήσεως (Υπόδειγμα 3).

Τά προηγούμενα βήματα είχαν ως πρωταρχικό σκοπό τη συγκέντρωση των απαραίτητων πληροφοριών για τη σύνταξη του χρονοδιαγράμματος και τή, σύμφωνα με αυτό, έκδοση των **Έντολών Συντηρήσεως**. Τό χρονοδιάγραμμα για κάθε εγκατάσταση θα καθορίζει:

- Τί και πότε πρόκειται να γίνει (μέ ημερομηνίες, πλέον, όχι συχνότητες).
- Ποιός πρόκειται να τό κάνει.

Κάθε στοιχείο της εγκαταστάσεως πρέπει να συμπεριληφθεί στο χρονοδιάγραμμα.

Η βασική σκέψη που πρέπει να κυριαρχεί κατά τη σύνταξη του χρονοδιαγράμματος είναι η εξυπηρέτηση αυτών που χρησιμοποιούν την εγκατάσταση. Πρέπει δηλαδή **νά κρατάμε την εγκατάσταση σε λειτουργία, ιδιαίτερα σε χρονικές περιόδους που οι άνθρωποι τη χρειάζονται περισσότερο**.

Γιά κάθε μέρα του χρονοδιαγράμματος θα εκδίδεται και χωριστή **Έντολή Συντηρήσεως (Υπόδειγμα 3)** για όλο τό συνεργείο ή χωριστές έντολές για μικρότερα συνεργεία που θα άσχοληθούν με ανεξάρτητα τμήματα της εγκαταστάσεως (ή των εγκαταστάσεων).

13.2.4 Παρακολούθηση του Προγράμματος Προληπτικής Συντηρήσεως — Τήρηση Αρχείων (Υπόδειγμα 4).

Η παρακολούθηση του Προγράμματος Προληπτικής Συντηρήσεως και η εκτίμηση των αποτελεσμάτων του θα μᾶς βοηθήσει να βελτιώσουμε τίς συχνότητες και χρονικές διάρκειες των διαφόρων επιθεωρήσεων, ρυθμίσεων και συντηρήσεων.

Οί φάκελοι των αρχείων ανοίγουν από την αρχή, όταν επιχειρούμε απογραφή της εγκαταστάσεως. Τά αρχεία που κρατάμε πρέπει να είναι αρκετά για τήν εξασφάλιση του απαιτούμενου ελέγχου του Προγράμματος, αλλά και όσο γίνεται απλούστερα ώστε να αποφεύγεται η υπερφόρτωση του συνεργείου με γραφική δουλειά.

Υπάρχουν διάφορα συστήματα (μέ φόρμες) για τήν καταγραφή των απαραίτητων πληροφοριών. Αυτές οι φόρμες σε κάθε Πρόγραμμα είναι συνήθως πολλές και έχουν τή μορφή κάρτας. Η πιο συνηθισμένη κάρτα είναι η **Κάρτα Μηχανήματος (Υπόδ. 4)**. Σε αυτή αναγράφονται απαραίτητα στατιστικά στοιχεία των σπουδαιότερων μηχανημάτων (συμπιεστών, συμπυκνωτών, πύργων ψύξεως, κινητήρων, άντλιών, άνεμιστήρων κλπ.) της εγκαταστάσεως, δηλαδή:

- Δεδομένα από τήν πινακίδα του μηχανήματος.
- Τοποθεσία του μηχανήματος.
- Κόστος και ημερομηνία αγοράς και τοποθετήσεως.
- Στοιχεία αγοράς και έγγυηση.
- Απόσβεση.
- Χρονοδιάγραμμα Προληπτικής Συντηρήσεως.
- Έφεδρικά Άνταλλακτικά που είναι απαραίτητα.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 3

ΕΝΤΟΛΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΣ

ΕΓΚ/ΣΗ: Κλημμασιός Κτηρίου Πατησίων 850 ΤΕΧΝΙΤΗΣ: Γ. Παπακώστας + Βοηθός ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 18-5-79

ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ή ΣΥΣΤΗΜΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ		ΟΡΓΑΝΑ/ΥΛΙΚΑ		ΧΡΟΝΟΣ (ΩΡΕΣ)		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
		ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΕΝΗ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ	ΠΡΟΓΡ/ΜΕΝΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ	ΠΡΟΓ/ΝΟΣ	ΠΡΑΓ/ΚΟΣ	
Συμπυκνωτής (νερού)	Υπόγειο Μ/σιο	— Έλεγε κατ'ση νερού για διάβρωση — Έλεγε θερμοκρασία νερού — Έλεγε πίεση νερού — Πάρε δείγμα νερού για χημική ανάλυση — Έλεγε για διαφυγές ψυκτικού — Έλεγε για διαφυγές νερού	- ν - ν - ν — - ν - ν	Συσκευή φλόγας	ν	1.25	1.00	
Σύστημα σωληνώσεων νερού συμπυκνώσεως	—	— Έλεγε για διαρροές/ έπισκευασε	ν	—	2,5 μέτρα σωλήνα	1.00	3.30	

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 4

ΚΑΡΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: Κτίριο Πατησίων 850. 'Υπόγειο... ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ: Χ. Συμπυκνωτής (νερού) ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ:			
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ			
ΤΥΠΟΣ ΑΡ. ΣΕΙΡΑΣ: 2178573	ΠΙΕΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ:		
ΤΑΣΗ (V):	ΦΙΛΤΡΟ:		
ΕΝΤΑΣΗ (A):	ΒΑΛΒΙΔΕΣ:		
ΙΣΧΥΣ (H.P./TONOI): 570			
ΣΤΡΟΦΕΣ (RPM):			
ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ			
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ή ΣΥΝΤ/ΣΗ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΕΚΤΙΜΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ ΤΕΧΝΙΤΗ
'Από τό 'Υπόδειγμα 2, Περίπτωση (1)			Ψυκτικός 'ΗΛ/γος κτλ.

— Έφεδρικά Άνταλλακτικά διαθέσιμα.

— Άρχείο έπισκευών (προγραμματισμένων καί μή) καί τών έξόδων τους.

Αυτές οί κάρτες εἶναι ἕνα σπουδαῖο ἐργαλεῖο γιά τή συνεχή βελτίωση τοῦ Προγράμματος.

13.2.5 Δημιουργία κατάλληλου Συνεργείου Συντηρήσεως.

Άπό τό συνολικό ἀριθμό ἀνθρωποωρῶν πού θά δώσει ὁ πίνακας τοῦ Ὑποδ. 2 καί ἀπό τόν καταμερισμό ἐργασίας στίς διάφορες μέρες τοῦ χρόνου καί τά ἀπαιτούμενα προσόντα τῶν συντηρητῶν πού θά δώσει τό Χρονοδιάγραμμα, ὁ Μηχανικός, ὁ ὑπεύθυνος γιά τό Πρόγραμμα τῆς Προληπτικῆς Συντηρήσεως, θά καθορίσει τό μέγεθος καί τή σύνθεση τοῦ ἀπαιτούμενου Συνεργείου. Ἡ ἀνάπτυξη περισσοτέρων λεπτομερειῶν πάνω στό θέμα αὐτό δέν κρίνεται ἐδῶ σκόπιμη, γιατί ξεφεύγει ἀπό τό σκοπό τοῦ βιβλίου τούτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

14.1 Γενικά.

Η σημερινή προσπάθεια προστασίας του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις, καθώς και η προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας ή για χρησιμοποίηση μορφών μη ανάλυσιμης ενέργειας (ήλιακή, αιολική κλπ.), επηρεάζουν τη μελέτη - κατασκευή, αλλά και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων κλιματισμού. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι δύο αυτές προσπάθειες (προστασίας του περιβάλλοντος και εξοικονομήσεως ενέργειας) συμβαδίζουν και αλληλοσυμπληρώνονται, γιατί, συνήθως, η κατανάλωση περισσότερης ενέργειας δημιουργεί και περισσότερη μόλυνση στο περιβάλλον.

14.2 Μόλυνση περιβάλλοντος.

Η ατμοσφαιρική μόλυνση που προέρχεται από τις εγκαταστάσεις κλιματισμού άφορα δύο κυρίως περιπτώσεις:

- Τήν καπνοδόχο της εγκαταστάσεως παραγωγής θερμότητας.
- Τά συστήματα άπαγωγής και απορρίψεως αέρα.

Η καπνοδόχος, στην περίπτωση π.χ. του πετρελαίου, όταν η καύση είναι κανονική, απορρίπτει βασικά CO_2 και H_2O και σέ μικρές ποσότητες οξειδία του θείου και άλλων προσμίξεων που υπάρχουν στο πετρέλαιο. Όταν όμως η καύση δεν είναι κανονική τότε η καπνοδόχος απορρίπτει και CO και αιθάλη.

Η νομοθεσία των διαφόρων κρατών προβλέπει όρια της αιθάλης και του δηλητηριώδους CO . Και στην Ελλάδα έχουν καθιερωθεί έλεγχοι των αερίων που βγαίνουν από τις καπνοδόχους και ειδικός Νόμος καθορίζει ότι, όταν τα αέρια αυτά περιέχουν ανεπιθύμητες ουσίες πέρα από τα επιτρεπόμενα όρια, τότε ο ιδιοκτήτης της εγκαταστάσεως υποχρεώνεται να πάρει μέτρα για την επίτευξη τέλει καύσεως της χρησιμοποιούμενης στο λεβητοστάσιο ύλης και καλής συντηρήσεως των μηχανημάτων του λεβητοστασίου. Όταν μέ τα μέτρα αυτά δεν επιτυγχάνεται το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα πρέπει να εγκαθιστά **καπνοσυλλέκτη** (ο όποιος αν αφαιρεθεί άσυντήρητος δεν αποδίδει καθόλου).

Τά συστήματα άπαγωγής και απορρίψεως αέρα, πολλές φορές, απορρίπτουν στο περιβάλλον σκόνη και δηλητηριώδη αέρια, όπως παραδείγματος χάρη όταν αερίζουν ένα ξυλουργικό εργοστάσιο, μία κουζίνα εστιατορίου, ένα βαφείο αυτοκινήτων, ένα εργαστήριο κλπ. Στις περιπτώσεις αυτές τοποθετούνται φίλτρα κατά-

ληλα γιά τήν έφαρμονή πού προορίζονται, ώστε ό άέρας πού άπορρίπτεται νά μήν ένοχλεί τούς περίοικους ή γενικότερα τό περιβάλλον (ζώα, φυτά, κτίσματα κλπ).

14.3 Έξοικονόμηση Ένέργειας.

Στή λειτουργία τών κτιρίων μας καταναλώνεται περίπου τό 33% από τή συνολική πρωτογενή ενέργεια πού καταναλώνεται στήν χώρα μας σύμφωνα μέ τά πρόσφατα στοιχεία του Έθνικού Συμβουλίου Ένέργειας (1977). Τό περισσότερο δέ μέρος τής καταναλώσεως καλύπτεται από τόν κλιματισμό (θέρμανση, ψύξη, άερισμός). Γι' αυτό οι προσπάθειες πού γίνονται στόν κλιματισμό γιά περιορισμό τής καταναλώσεως ενέργειας ή γιά χρησιμοποίηση μορφών μη άναλώσιμης ενέργειας, άποκτούν ιδιαίτερη βαρύτητα, καί μάλιστα έδώ στήν Έλλάδα πού τό μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας (70%) εισάγεται από τό έξωτερικό.

Στόν κλιματισμό, όπως καί στίς άλλες έγκαταστάσεις πού καταναλώνουν ενέργεια, ή έξοικονόμηση ενέργειας καί ή χρησιμοποίηση μορφών μη άναλώσιμης ενέργειας, έχουν δύο τομείς έφαρμονής:

- Τίς υπάρχουσες έγκαταστάσεις.
- Τίς νέες έγκαταστάσεις.

Στήν πρόσφατη νομοθεσία μας περιέχονται διατάξεις γιά τόν πρώτο τομέα, κυρίως μέ τή μορφή ύποχρεωτικών όρίων θερμοκρασίας γιά τή λειτουργία τών εγκαταστάσεων, τοποθετήσεως συσκευών έλέγχου τής θερμοκρασίας καί διαδικασιών συντηρήσεως τών εγκαταστάσεων ώστε νά άποδίνουν τό μέγιστο δυνατό. Επίσης όσον άφορά τό δεύτερο τομέα συζητείται ή καθιέρωση τής δανειοδοτήσεως γιά τήν εγκατάσταση συστημάτων θερμάνσεως πού θά χρησιμοποιούν τήν ήλιακή ενέργεια. Σημειώνομε επίσης ότι έξοικονόμηση ενέργειας στή λειτουργία του κλιματισμού επιτυγχάνεται καί μέ διάφορες βελτιώσεις στή δομική κατασκευή τών κλιματιζομένων χώρων, πρόσφατα δέ νομοθετήθηκε ή ύποχρεωτική μόνωση τών κτιρίων. Επίσης ή κατανάλωση ενέργειας στόν κλιματισμό, έπηρεάζεται από τή σπατάλη ενέργειας σέ άλλα συστήματα πού λειτουργούν στό κτίριο, όπως π.χ. εΐναι ό έκτεταμένος καί σέ μεγάλη ένταση φωτισμός. Η Α.Σ.Η.Ρ.Α.Ε. έχει εκδόσει ένα Πρότυπο γιά τήν «Μελέτη Κτιρίων πού Έξοικονομούν Ένέργεια» στό όποίο καθορίζονται τά όρια καί οι προδιαγραφές γιά όλα τά δομικά καί ήλεκτρομηχανολογικά στοιχεία του κτιρίου μέ σκοπό τήν έξοικονόμηση Ένέργειας.

14.4 Ένδεικτικά μέτρα καί βελτιώσεις γιά τήν έξοικονόμηση ενέργειας στόν κλιματισμό.

Παρακάτω παραθέτομε μερικές ένδεικτικές «άρχές» ή πρόσθετες διατάξεις πού μπορούν νά χρησιμοποιούνται στόν κλιματισμό γιά νά περιορίζεται ή κατανάλωση ενέργειας. Μερικές από τίς διατάξεις αυτές έφαρμόζονται καλύτερα σέ νέες εγκαταστάσεις, μπορούν όμως, μέ κατάλληλη προσαρμογή, νά έφαρμόζονται καί σέ ήδη υπάρχουσες. Η έπιλογή τών βελτιώσεων πού συμφωνούν σέ μία συγκεκριμένη κλιματιστική εγκατάσταση γίνεται μέ βάση τό κόστος τών βελτιώσεων σέ σχέση μέ τήν ποσότητα (καί άρα τό κόστος) τής ενέργειας πού έξοικονομείται. Μερικές από τίς βελτιώσεις αυτές εΐναι θέμα ρυθμίσεως όργάνων πού ήδη υπάρχουν στήν εγκατάσταση.

α) *Πρέπει να εγκαθίστανται συστήματα ανακτήσεως θερμότητας.* Η θερμότητα π.χ. που εκπέμπεται από τα φωτιστικά σώματα σε ένα ψυχόμενο χώρο μπορεί να μεταφέρεται σε ένα άλλο χώρο του κτιρίου που χρειάζεται θέρμανση.

β) *Τά επίπεδα άνεσεως* πρέπει να διατηρούνται στις ανώτατες παραδεκτές τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας το καλοκαίρι και τις κατώτατες το χειμώνα, γιατί έτσι προκύπτει σημαντική οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας. Τά παραδεκτά επίπεδα άνεσεως μπορεί να καθορισθούν μέσα στα παρακάτω όρια, ανάλογα με τη χρήση του χώρου και την εποχή:

— Θερμοκρασία: 20°C μέχρι 27°C.

— Σχετική υγρασία: 20% μέχρι 70%.

Στό Α.Σ.Η.Ρ.Α.Ε. συμπληρώνεται μία έρευνα (καί θα ανακοινωθούν σύντομα τά αποτελέσματά της) πάνω στην τυποποίηση των θερμικών μεταβολών περιβάλλοντος που εξασφαλίζουν τον ιδανικότερο συνδυασμό άνεσεως και εξοικονομήσεως ενέργειας.

γ) *Οι εγκαταστάσεις δεν πρέπει να ικανοποιούν τις άκραίες περιπτώσεις* καιρικών συνθηκών που σπάνια συμβαίνουν, αλλά «μαλακότερες» συνθήκες. Έτσι μπορεί να χρησιμοποιείται ως εξωτερική θερμοκρασία στη μελέτη (βλ. Κεφ. 4) ή τιμή 95% και όχι ή τιμή 97,5% ή 99% που χρησιμοποιείται σήμερα.

δ) *Πρέπει να χρησιμοποιείται εξωτερικός αέρας για την ψύξη εσωτερικών χώρων («δωρεάν ψύξη»)*, όπου αυτό τό επιτρέπουν οι συνθήκες καθαρότητας και θερμοκρασίας του εξωτερικού αέρα.

ε) *Πρέπει να περιορίζονται οι απαιτήσεις σε καθαρό (εξωτερικό) αέρα για αερισμό* στά άπολύτως απαραίτητα επίπεδα. Τά επίπεδα αυτά μπορεί να περιορισθούν ακόμα περισσότερο με τη χρήση φίλτρων ύψηλης απόδόσεως (ηλεκτροστατικών, μηχανικών κλπ.). Για τις ύπάρχουσες εγκαταστάσεις τά ηλεκτροστατικά φίλτρα μπορεί να θεωρηθούν προσφορότερα, γιατί προσθέτουν μόνο άμελητές αντίστασεις στά δίκτυα άεραγωγών και στους ήδη ύπάρχοντες άνεμιστήρες.

στ) *Πρέπει να χρησιμοποιούνται εύαίσθητα συστήματα θερμοκρασίας*, ώστε να άποφεύγονται μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις που συνήθως προκαλούν άπώλειες ενέργειας.

ζ) *Πρέπει να προβλέπεται άρκετός άριθμός ζωνών θερμοκρασιακού έλέγχου* ώστε να άποφεύγεται ή ύπερθέρμανση ή ύπέρψυξη διαφόρων χώρων και συνεπώς ή σπατάλη ενέργειας.

η) *Πρέπει να έξυπηρετούνται όσο γίνεται περισσότεροι χώροι (ή και κτίρια) από μιά κεντρική εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας και ψύχους*, ώστε να μειώνεται ή συνολικά εγκαταστημένη ισχύ και να βελτιώνεται ό βαθμός χρησιμοποίησης, ή συντήρηση και ή άπόδοση της εγκαταστάσεως, δηλαδή βελτιώσεις που καταλήγουν σε λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.

θ) *Πρέπει να άποφεύγεται ή χρήση τοπικών αυτόνόμων κλιματιστικών μονάδων* (π.χ. μονάδων παραθύρου) εκτός από περιπτώσεις μεμονωμένων ή προσωρινών άνάγκων.

ι) *Πρέπει να προδιαγράφονται τά φίλτρα, οι άγωγοί (ύλικό και διαστάσεις), τά στόμια και τά θερμαντικά - ψυκτικά στοιχεία με χαμηλή αντίσταση ροής*, ώστε να περιορίζεται ή άπαιτούμενη ενέργεια για την κίνηση του άέρα. Στην περίπτωση των φίλτρων, τά ηλεκτροστατικά φίλτρα παρουσιάζουν την έλάχιστη δυνατή αντίσταση στη ροή του άέρα, με τακτική δέ συντήρηση μπορεί να άποδεικνύονται σε

πολλές περιπτώσεις ή οικονομικότερη λύση από άποψη κόστους εγκαταστάσεως και λειτουργίας.

ια) Πρέπει, έπειδή είναι από πολλές απόψεις έξυπνη και τελικά οικονομικότερο όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, **τά βασικά μηχανήματα της εγκαταστάσεως (λέβητες, συμπιεστές, πύργοι ψύξεως, άνεμιστήρες, άντλίες κλπ. να τοποθετούνται όχι σέ ένα, γιά τό κάθε μηχανήμα, μεγάλο μέγεθος, αλλά σέ μικρότερο όμοια μεγέθη.** Έτσι οι έπισκευές, οι επέκτάσεις κλπ. καλύπτονται οικονομικότερα και εύκολότερα, αλλά και ή εγκατάσταση στά μικρότερα φορτία (πού συνήθως συμβαίνουν και κατά τόν περισσότερο χρόνο) καταναλώνει λιγότερη ενέργεια, γιατί δέν χρειάζεται νά λειτουργούν όλα τά μηχανήματα. Π.χ. από τούς 4 όμοιους λέβητες μιάς εγκαταστάσεως λειτουργεί μόνο ό ένας όταν τό φορτίο πέσει στό 1/4 ενώ, άν είχαμε ένα μεγάλο λέβητα μέ τετραπλάσια ισχύ θά έπρεπε νά λειτουργεί και στά μικρά φορτία, μέ πολύ μικρότερο βαθμό αποδόσεως (άρα μεγάλη κατανάλωση ενέργειας) και καταπόνησή του τέτοια ώστε νά συντομεύεται ή ζωή του.

ιβ) Από άποψη συστημάτων κλιματισμού (βλ. Κεφ. 3), πρέπει νά προτιμώνται **τά συστήματα Μεταβλητού Όγκου Άέρα γιάτί χρησιμοποιούν συνήθως λιγότερη ενέργεια,** ιδιαίτερα σέ σύγκριση μέ τά συστήματα μέ θερματική αναθέρμανση του άέρα. Έπί πλέον, οι Μονάδες Μεταβλητού Όγκου Άέρα πού έχουν ρευστονικό αυτόματισμό (βλ. Κεφ. 12) πού τροφοδοτείται μέ άέρα από τόν ίδιο τόν άγωγό πού φθάνει στή μονάδα (και όχι από ξεχωριστό δίκτυο πιεσμένου άέρα), συντελούν στήν κατανάλωση ακόμα λιγότερης ενέργειας, γιατί παρουσιάζουν μικρότερη πώληση πιέσεως και γιατί δέν καταναλώνουν ενέργεια γιά τή λειτουργία του αυτόματισμού.

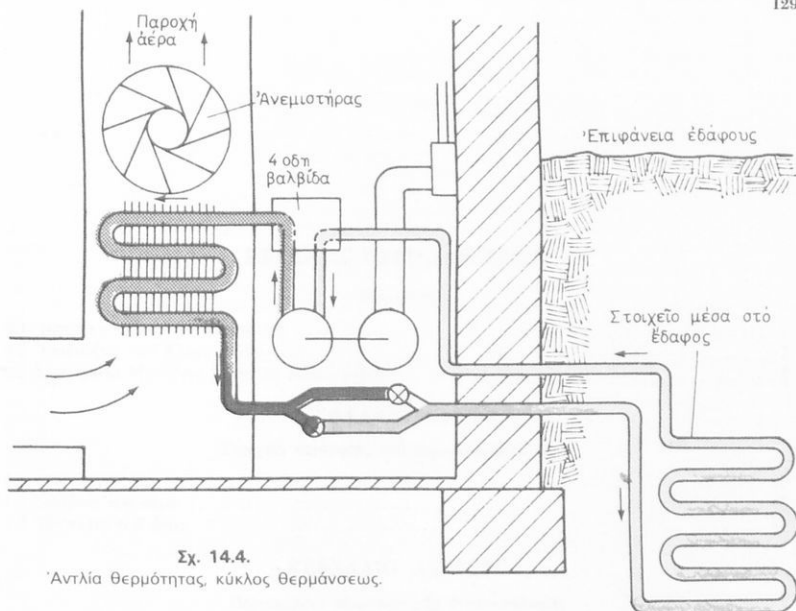
ιγ) Πρέπει νά χρησιμοποιούνται κατάλληλες **άντλίες θερμότητας,** γιάτί εξασφαλίζουν σημαντική έξοικονόμηση ενέργειας γιά θέρμανση. Ή άντλία καταναλώνει 2 ή 3 φορές λιγότερη ενέργεια από τή θερμική ενέργεια πού μεταφέρει. Ή άρχή τής άντλίας θερμότητας βασίζεται στήν άντιστροφή του ψυκτικού κύκλου, φαίνεται δέ παραστατικά (στό σχήμα 14.4.

ιδ) **Συνιστάται ή άκρίβεια και τελειοποίηση των υπολογισμών** πού έμποδίζει τήν υπερεκτίμηση των αναγκών σέ εγκαταστάσεις και σέ κατανάλωση ενέργειας, γιάτί έπιτρέπει τή χρησιμοποίηση μικροτέρων συντελεστών ασφάλειας και τήν συνεκτίμηση κατά τό χειμώνα των θερμικών φορτίων από φωτισμό και άνθρώπους καθώς και τήν έκτίμηση τής θερμωρητικότητας τής κατασκευής. Τά στοιχεία υπολογισμών πού δόθηκαν στό Κεφάλαιο 4 άντανακλούν τά άποτελέσματα των πιο προσφάτων προσπαθειών γιά άκρίβεια και τελειοποίηση των υπολογισμών κλιματισμού. Ή χρησιμοποίηση προγραμμάτων ήλεκτρονικού υπολογιστή βοηθά ακόμα περισσότερο πρós αυτή τήν κατεύθυνση.

ιε) **Πρέπει νά γίνεται προγραμματισμένη Προληπτική Συντήρηση** (βλ. Κεφ. 13) του συνόλου τής εγκαταστάσεως γιάτί διατηρεί τά μηχανήματα σέ άριστη κατάσταση αποδόσεως και συνεπώς εξασφαλίζει μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

ιστ) **Πρέπει νά χρησιμοποιούνται σύγχρονα συστήματα έλέγχου** (βλ. Κεφ. 12), μέ συγκέντρωση στοιχείων γιά τήν κατανάλωση ενέργειας στά διάφορα τμήματα τής εγκαταστάσεως (**«ίσοςζύγιο ενέργειας»**), γιάτί αυτό βοηθά στήν πραγματοποίηση πιο σίγουρων και αποδοτικών μέτρων έξοικονομήσεως ενέργειας.

ιζ) **Ή θέρμανση και ψύξη μέ ήλιακή ενέργεια** (βλέπε παράδειγμα στό Κεφ. 9 Παράγρ. 9.3.2) θά μπορούσε νά αποδειχθεί οικονομικά συμφέρουσα σέ πολλές



περιπτώσεις, ιδιαίτερα για κατοικίες και χαμηλά κτίρια γραφείων. Νησιώτικες περιοχές όπου το κόστος ενέργειας είναι ακόμα μεγαλύτερο, ή βορεινές περιοχές με μεγάλο ποσοστό ηλιοφάνειας, προσφέρονται καλύτερα για ήλιακες εφαρμογές. Κι' αυτό, γιατί από τη μία μεριά μπορεί να ικανοποιηθεί ύψηλο ποσοστό των θερμικών και ψυκτικών αναγκών ενός κτιρίου και από την άλλη (ιδιαίτερα στις πιο ψυχρές περιοχές) θα υπάρχει μεγαλύτερος βαθμός χρησιμοποίησής (άρα και αποσβέσεως) του ήλιακού συστήματος.

Τέλος, πρέπει να σημειώσουμε ότι η μελέτη μιās κλιματιστικής εγκαταστάσεως είναι καλό από την αρχή να προβλέπει τη μετατροπή αργότερα σε άλλες πηγές ενέργειας, καθώς οι υπάρχουσες μορφές ενέργειας γίνονται όλο και πιο δυσεύρετες και αντιοικονομικές. Έτσι π.χ. τα σώματα και οι σωληνώσεις καλοριφέρ μελετημένα για να δουλέψουν με τις συνηθισμένες διαφορές θερμοκρασίας, δεν θα είναι κατάλληλα για μετατροπή αργότερα σε θέρμανση με ήλιακή ενέργεια, παρά μόνο ίσως με την προσθήκη αντλίας θερμότητας που όπωσδήποτε θα καταναλώνει σημαντικό ποσοστό της ενέργειας που εξοικονομείται. Αντίθετα ένα σύστημα μελετημένο να λειτουργεί με χαμηλότερες θερμοκρασίες νερού (όπως π.χ. ένα σύστημα μονάδας ανεμιστήρα - στοιχείου ή ένα σύστημα με κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα) θα είναι εύκολο να συνδεθεί άμεσως στην ήλιακή πηγή ενέργειας. Γενικά όλα τα συστήματα πλήρους κλιματισμού (θερμάνσεως και ψύξεως), εκτός από αυτά που χρησιμοποιούν αυτοδύναμες τοπικές μονάδες (βλ. Κεφ. 3), προσφέρονται καλύτερα για μετατροπή σε κατανάλωση ήλιακής ενέργειας και έχουν σε σύγκριση με τα συστήματα που παρέχουν μόνο θέρμανση, πολύ καλύτερο βαθμό χρησιμοποίησής της ήλιακής εγκαταστάσεως (λόγω του παρατεταμένου καλοκαιριού μας), και συνεπώς γρηγορότερο ρυθμό αποσβέσεώς της.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Είσαγωγή

0.1 Ιστορική εξέλιξη — Έφαρμογή	1
0.2 Επιδιώξεις του Κλιματισμού	2
0.3 Συστήματα Μονάδων Πρότυπα Κλιματισμού	3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Στοιχεία ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα

1.1 Γενικά	10
1.2 Σύνθεση του αέρα	10
1.3 Ίδιότητες του αέρα	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Περιεχόμενο κλιματιστικής εγκατάστασης

2.1 Γενικά	14
2.2 Κεντρική Κλιματιστική εγκατάσταση	14
2.3 Τοπική Κλιματιστική εγκατάσταση	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Κατάταξη των εγκαταστάσεων κλιματισμού

3.1 Γενικά	16
3.2 Συστήματα αέρα	16
3.2.1 Συστήματα με ένα άγωγό και μεταβαλλόμενη παροχή αέρα (σχ. 3.2α)	16
3.2.2 Συστήματα με ζεύγος άγωγών και σταθερή παροχή αέρα (σχ. 3.2β)	17
3.2.3 Σύστημα με ένα άγωγό και αναθέρμανση (σχ. 3.2γ)	18
3.2.4 Σύστημα με δύο άγωγούς — ένα σταθερής παροχής αέρα και ένα μεταβαλλόμενης (σχ. 3.2δ)	18
3.2.5 Σύστημα με πολλούς άγωγούς — ή πολυγωνικό σύστημα (σχ. 3.2ε)	20
3.3 Συστήματα νερού	20
3.3.1 Σύστημα με 2 σωλήνες νερού (σχ. 3.3α)	21
3.3.2 Σύστημα με 3 σωλήνες νερού (σχ. 3.3β)	21
3.3.3 Σύστημα με 4 σωλήνες νερού (σχ. 3.3γ)	22
3.4 Συστήματα Άερα — Νερού	22
3.4.1 Σύστημα Έπαγωγής (σχ. 3.4α)	23
3.4.2 Σύστημα θερματικών Μονάδων Άνεμιστήρα — Στοιχείου με συμπληρωματικό αέρα (σχ. 3.4β)	23
3.4.3 Σύστημα Θερματικών Μονάδων Άκτινοβολίας με συμπληρωματικό αέρα (σχ. 3.4γ) ..	23
3.5 Συστήματα ψυκτικού υγρού (ή συστήματα με Αυτοδύναμες τοπικές Μονάδες)	24
3.5.1 Αυτοδύναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Παραθύρου ή τοίχου	25
3.5.2 Αυτοδύναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Όροφης	25
3.5.3 Αυτοδύναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Δαπέδου	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Στοιχεία υπολογισμού θερμικών και ψυκτικών φορτίων

4.1 Διαδικασία και στάδια υπολογισμού κλιματιστικής εγκαταστάσεως	28
4.2 Θερμικά φορτία	29
4.3 Ψυκτικά φορτία	31
4.4 Εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας	32
4.5 Συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος	34
4.6 Ψυκτικά φορτία από τοίχους και όροφες	36
4.7 Ψυκτικά φορτία από κουφώματα με τζάμια	39
4.7.1 Θερμικό κέρδος από διάβαση θερμότητας	40
4.7.2 Θερμικό κέρδος από τον Ήλιο	41
4.7.3 Συνολικό Ψυκτικό Φορτίο από κουφώματα με τζάμια	47
4.8 Ψυκτικά και θερμικά φορτία από εσωτερικά τοιχώματα, όροφες και δάπεδα	48
4.9 Ψυκτικά φορτία από πηγές θερμότητας μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο	49
4.9.1 Ψυκτικά φορτία από φωτισμό	50
4.9.2 Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους	52
4.9.3 Ψυκτικά φορτία από συσκευές	55
4.10 Ψυκτικά φορτία από αερισμό και διαπήδηση αέρα	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Έκλογή κλιματιστικού μηχανήματος — Ψυχομετρικός χάρτης

5.1 Απαιτούμενος αέρας προσαγωγής	56
5.2 Ψυχομετρικός χάρτης	58
5.3 Επίλυση προβλημάτων — κλιματισμού με τη βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη	60
5.4 Έκλογή κλιματιστικού μηχανήματος	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Δίκτυα διανομής αέρα

6.1 Γενικά	65
6.2 Άεραγωγοί	66
6.2.1 Αντιστάσεις στη ροή του αέρα μέσα από αγωγούς	66
6.2.2 Υπολογισμός των αντιστάσεων τριβών	70
6.2.3 Υπολογισμός των τοπικών (δυναμικών) αντιστάσεων	72
6.2.4 Μέθοδοι μελέτης δικτύου αεραγωγών	74
6.2.5 Μέθοδος ίσης τριβής	75
6.3 Στόμια προσαγωγής και απαγωγής αέρα	76
6.3.1 Πρότυπες απαιτήσεις για ικανοποιητικές συνθήκες ανέσεως — Διάχυση αέρα	76
6.3.2 Έπιλογή των στομιών παροχής και επιστροφής αέρα	78
6.4 Ανεμιστήρες	78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Δίκτυα σωληνώσεων

7.1 Γενικά	79
7.2 Δίκτυα νερού	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα

8.1 Γενικά	82
8.2 Έπιλογή Κ.Μ.Ε.Α	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Κεντρικό μηχανοστάσιο κλιματισμού

9.1 Γενικά	87
9.2 Έγκατάσταση παραγωγής ενέργειας για θέρμανση	87
9.2.1 Λέβητες	88
9.2.2 Καυστήρες	91
9.2.3 Αποθήκη καυσίμου (Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου)	92
9.2.4 Καπνοδόχος	93
9.3 Έγκατάσταση παραγωγής ενέργειας για ψύξη	93
9.3.1 Έγκαταστάσεις ψύξεως με κύκλο μηχανικής συμπίεσης	93
9.3.2 Έγκαταστάσεις ψύξεως με κύκλο φυσικοχημικής απορροφήσεως	95
9.4 Αντλίες	97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Τοπικές Κλιματιστικές μονάδες

10.1 Γενικά	100
10.2 Τερματικές Μονάδες	100
10.2.1 Τερματικές Μονάδες Αέρα	100
10.2.2 Τερματικές Μονάδες Νερού (σχ. 10.2γ)	102
10.2.3 Τερματικές Μονάδες Αέρα — Νερού	103
10.3 Αυτόδυναμες Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες	105

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Έξαερισμός

11.1 Γενικά	106
11.2 Απαιτήσεις εξαερισμού	106
11.3 Άξονικοί και φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες	108

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Συστήματα έλέγχου

12.1 Γενικά	109
12.2 Μέρη ενός συστήματος αυτοματισμού	110
12.3 Συστήματα κλειστού και ανοικτού κυκλώματος	110
12.4 Τρόποι δράσεως του συστήματος έλεγχου	112
12.5 Κατηγορίες συστημάτων αυτοματισμού	114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

Συντήρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού

13.1 Είδη Συντηρήσεως	115
13.1.1 Θεραπευτική συντήρηση	115
13.1.2 Προληπτική συντήρηση	116
13.2 Σχεδίαση Προγράμματος για Προληπτική Συντήρηση	116
13.2.1 Απογραφή της εγκαταστάσεως (Υπόδειγμα 1)	119
13.2.2 Σύνταξη συνολικού πίνακα αναγκών συντηρήσεως (Υπόδειγμα 2)	119
13.2.3 Σύνταξη χρονοδιαγράμματος και έκδοση εντολών Συντηρήσεως (Υπόδειγμα 3) ..	121
13.2.4 Παρακολούθηση του Προγράμματος Προληπτικής Συντηρήσεως — Γήρηση Αρχείων (Υπόδειγμα 4)	121
13.2.5 Δημιουργία κατάλληλου συνεργείου Συντηρήσεως	124

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Προστασία περιβάλλοντος και εξοικονόμηση ενέργειας σε κλιματιστικές εγκαταστάσεις

14.1 Γενικά	125
14.2 Μόλυνση περιβάλλοντος	125
14.3 Εξοικονόμηση ενέργειας	126
14.4 Ένδεικτικά μέτρα και βελτίωση για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κλιματισμό	126



0020568270

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΤΕΝΙΔΟΥ

