



ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ενότητα 8: Υπολογισμός- επιλογή συσκευών κλιματισμού

Παπακώστας Κωνσταντίνος
Μηχανολόγων μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Συστήματα κλιματισμού

Υπολογισμός-επιλογή συσκευών κλιματισμού

Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (1/2)

- Η κεντρική κλιματιστική μονάδα είναι η συσκευή μέσα στην οποία γίνεται η επεξεργασία του κλιματισμένου αέρα.
- Στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες πραγματοποιούνται οι εξής βασικές λειτουργίες:
 - Η θερμική επεξεργασία του αέρα (ψύξη / θέρμανση)
 - Ο καθαρισμός (φιλτράρισμα του αέρα)
 - Η ύγρανση (πρόσδωση υγρασίας) του αέρα
 - Η αφύγρανση (αφαίρεση υγρασίας) του αέρα
 - Η ανανέωση του αέρα (προσθήκη νωπού αέρα και απόρριψη)



Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (2/2)

- Για να πραγματοποιούνται οι παραπάνω λειτουργίες οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες συγκροτούνται από διάφορα επιμέρους τμήματα.

α) Το τμήμα θερμικής επεξεργασίας και ρύθμισης της υγρασίας του αέρα

β) Το τμήμα ή τα τμήματα των ανεμιστήρων

γ) Το κιβώτιο μίξης

δ) Το τμήμα φίλτρων

ε) Το τμήμα εξοικονόμησης ενέργειας

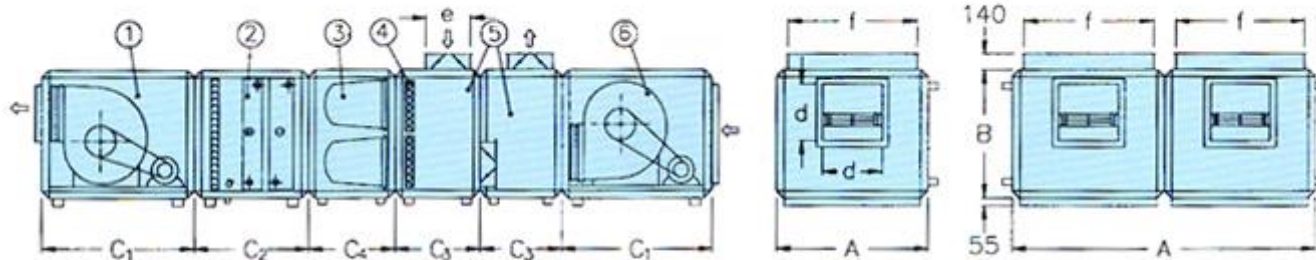
Τα διάφορα τμήματα συναρμολογούνται και συνδυάζονται με κατάλληλο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες της μελέτης.



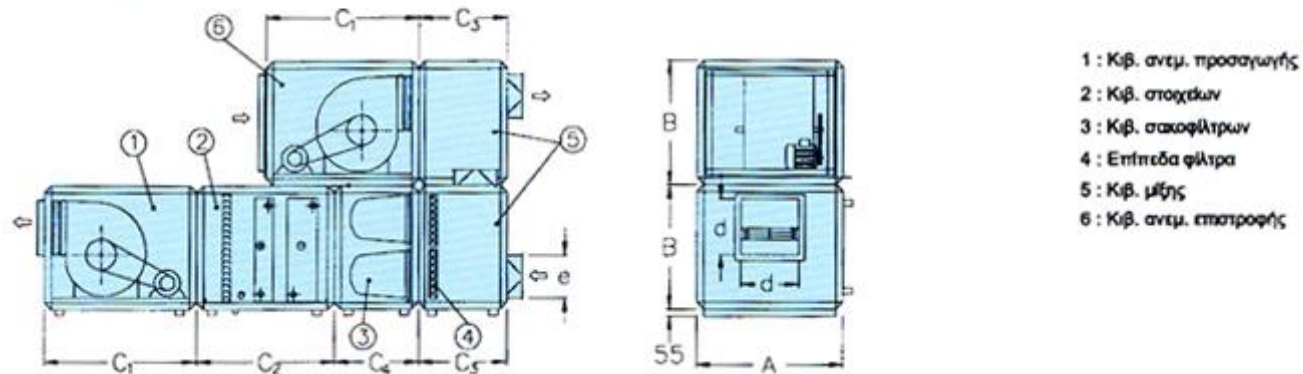
Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες

Εικ.1: Οριζόντια και διπλή διάταξη

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΤΑΞΗ



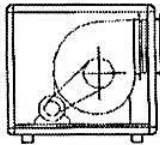
ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΤΑΞΗ



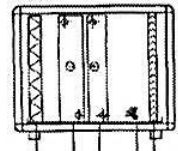
Τμήματα Κ.Κ.Μ. (1/2)

Εικ.2: Γραφική απεικόνιση τμημάτων Κ.Κ.Μ.

Κιβώτιο Ανεμιστήρα

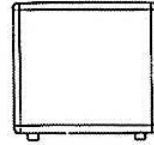


Κιβώτιο Στοιχείων

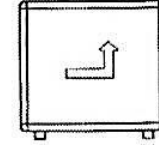


Σταγονοσυλλέκτης
Υγραντήρας Ψακασμού
Ψυκτικό Στοιχείο
Θερμικό Στοιχείο
Προφίλτρο

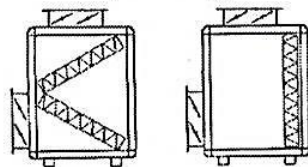
Κενό Κιβώτιο (Plenum)



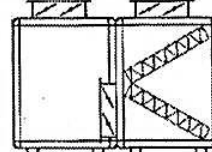
Γωνιακό Κιβώτιο



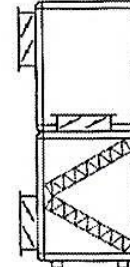
Κιβώτια Μίξης



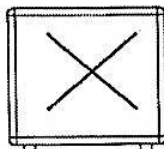
Διπλό Οριζόντιο Κιβώτιο Μίξης



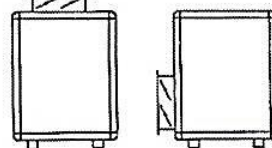
Διπλό Κατακόρυφο Κιβώτιο Μίξης



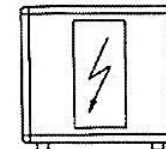
Κιβώτιο Ηχοαπορρόφησης



Κιβώτιο Διαφραγμάτων



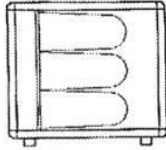
Κιβώτιο Θερμαντήρα Ηλεκτρικής Αντίστασης



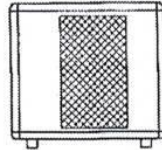
Τμήματα Κ.Κ.Μ. (2/2)

Εικ.3: Γραφική απεικόνιση τμημάτων Κ.Κ.Μ.

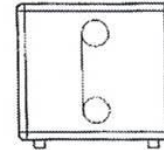
Κιβώτιο Σακκόφιλτρων



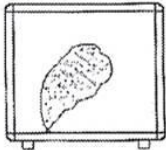
Κιβώτιο Απόλυτου Φίλτρου



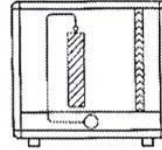
Κιβώτιο Φιλτρων Ρολλού



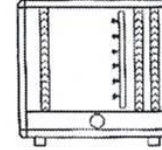
Υγραντήρας Ατμού



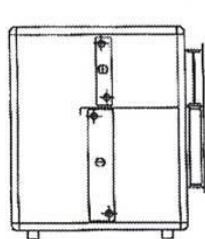
Υγραντήρας Νερού Τύπου Λεκάνης



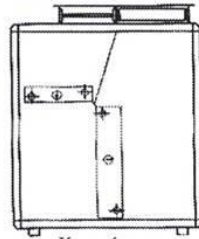
Υγραντήρας Νερού Τύπου Ψεκασμού



Κιβώτια Πολλαπλής Ζώνης

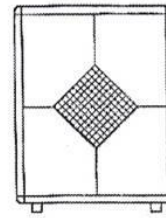


Οριζόντιο

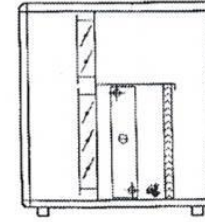


Κατακόρυφο

Κιβώτιο Πλακοειδούς Εναλλάκτη

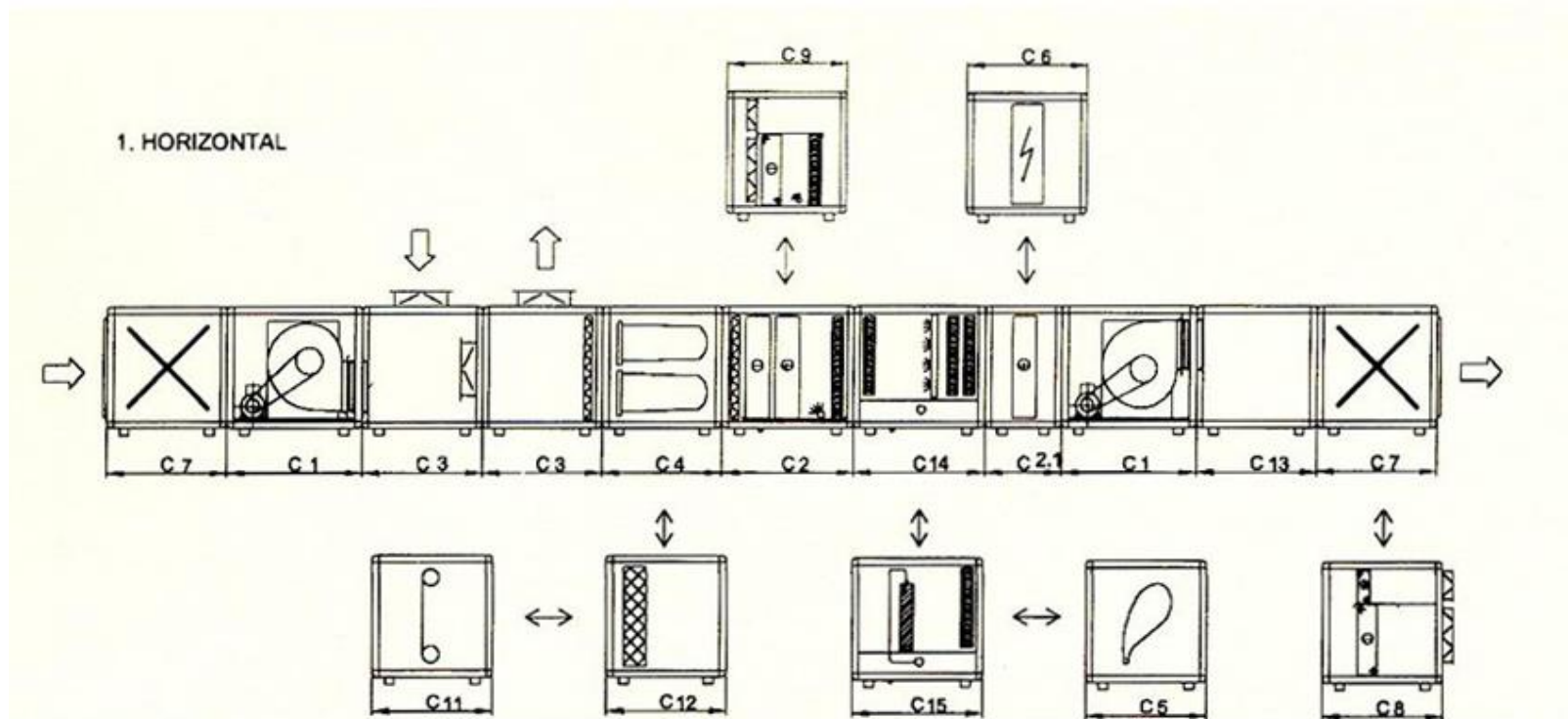


Κιβώτιο Παράκαμψης



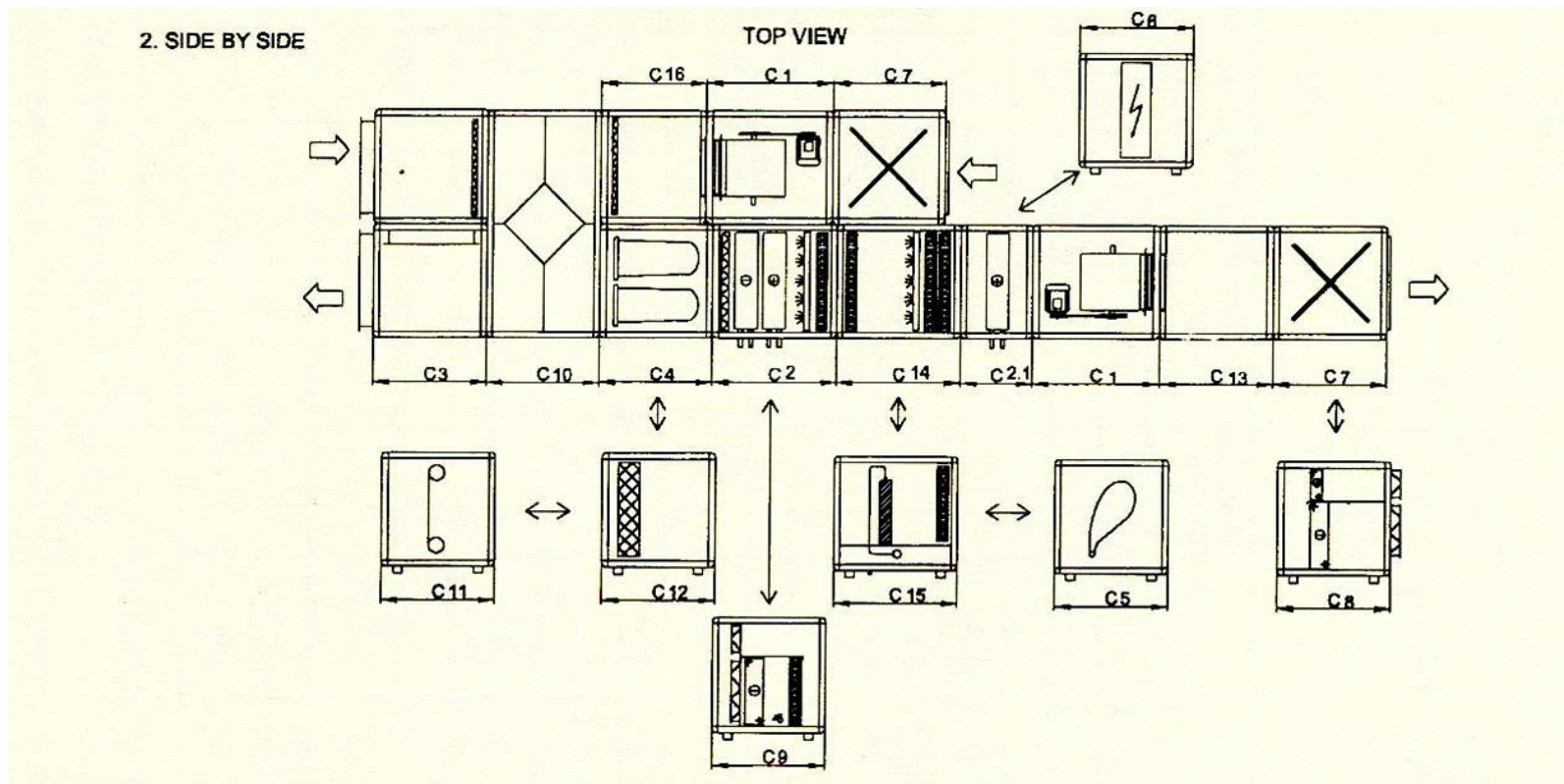
Βασικές διατάξεις Κ.Κ.Μ. (1/4)

Εικ.4: Οριζόντια διάταξη



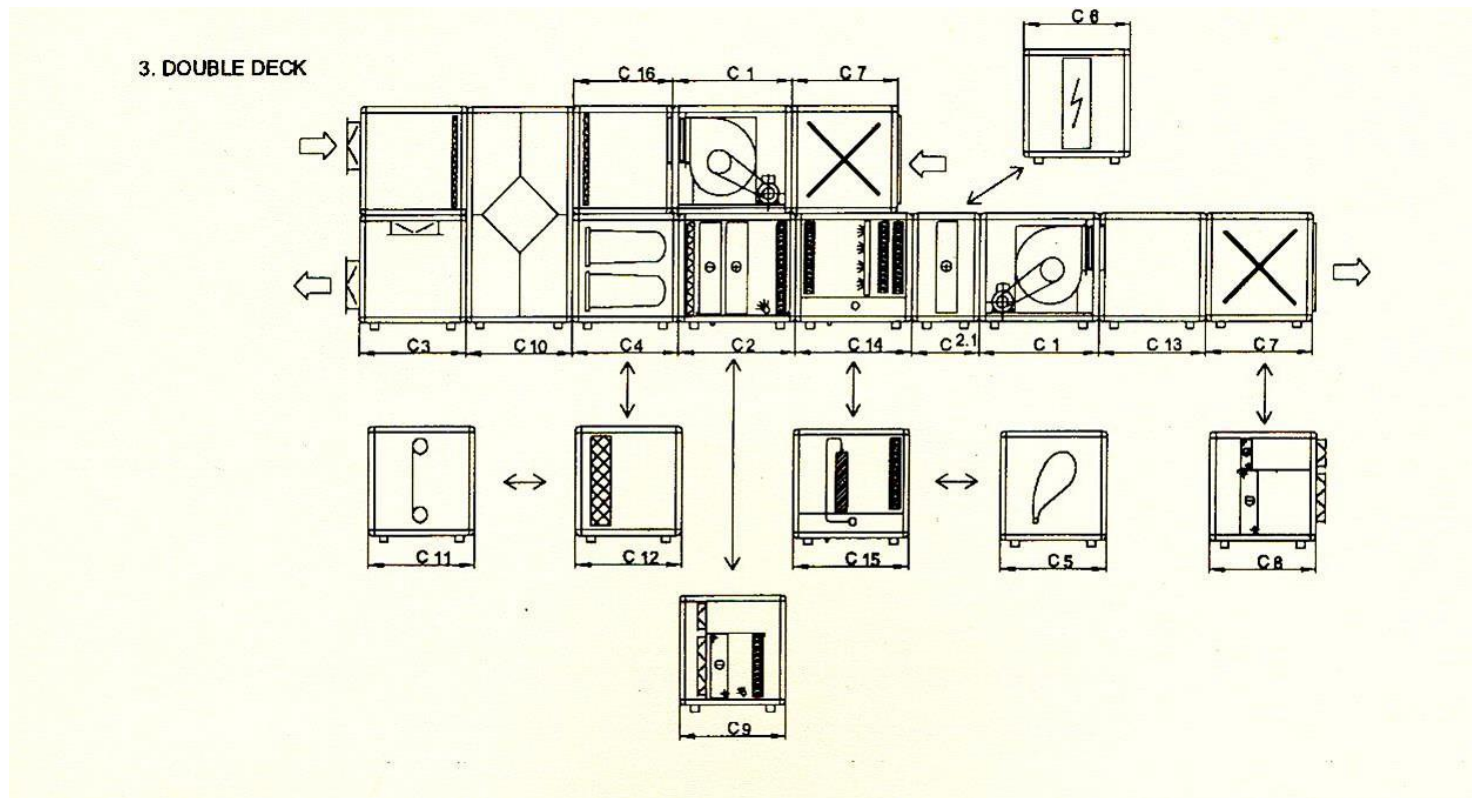
Βασικές διατάξεις Κ.Κ.Μ. (2/4)

Εικ.5: Διπλή οριζόντια διάταξη



Βασικές διατάξεις Κ.Κ.Μ. (3/4)

Εικ.6: Διώροφη διάταξη



Βασικές διατάξεις Κ.Κ.Μ. (4/4)

Εικ.7: Διώροφη Κ.Κ.Μ.



Επιλογή τύπου Κ.Κ.Μ.

- Η επιλογή του τύπου και της συγκρότησης μιας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εξαρτάται από το προβλεπόμενο σύστημα κλιματισμού.
- Η επιλογή ορισμένων δευτερευόντων χαρακτηριστικών (οριζόντια ή κατακόρυφη μονάδα, είσοδος - έξοδος αέρα από τη μονάδα κ.λ.π) εξαρτάται από τον διαθέσιμο για την εγκατάσταση χώρο και τη διαμόρφωση του δικτύου αεραγωγών.



Επιλογή μεγέθους Κ.Κ.Μ. (1/2)

- Η επιλογή του μεγέθους μιας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας περιλαμβάνει συνήθως δύο στάδια:
 - i) Την επιλογή του μεγέθους της μονάδας.
 - ii) Την επιλογή του μεγέθους των στοιχείων (θερμαντικών – ψυκτικών).



Επιλογή μεγέθους Κ.Κ.Μ. (2/2)

- Η επιλογή του μεγέθους της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας προηγείται της επιλογής των στοιχείων και γίνεται από τους καταλόγους των κατασκευαστών με βάση τα παρακάτω δεδομένα:
 - α) Τη συνολική παροχή αέρα (προς τους κλιματιζόμενους χώρους).
 - β) Τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στο ψυκτικό στοιχείο.



Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στα στοιχεία (1/3)

- Η μετωπική ταχύτητα στο ψυκτικό στοιχείο των κλιματιστικών μονάδων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3 m/s.
- Συνιστάται πάντως κατά την επιλογή των μονάδων να χρησιμοποιούνται μετωπικές ταχύτητες στο ψυκτικό στοιχείο ίσες με 2.5 έως 2.75 m/s.



Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στα στοιχεία (2/3)

- Στις περιπτώσεις που προβλέπεται μόνο θέρμανση του αέρα η μετωπική ταχύτητα στο θερμαντικό στοιχείο μπορεί να λάβει τιμές μέχρι 3.5 m/s ή και ακόμη μεγαλύτερες ανάλογα με την ικανότητα της μονάδας.
- Η επιλογή του μεγέθους του θερμαντικού και ψυκτικού στοιχείου περιγράφεται στις επόμενες παραγράφους.



Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στα στοιχεία (3/3)

- Στην περίπτωση που η μονάδα διαθέτει κοινό θερμαντικό και ψυκτικό στοιχείο, ο υπολογισμός γίνεται με βάση τις απαιτήσεις ψύξης και συνήθως επαρκεί και για τις απαιτήσεις θέρμανσης.
- Η διαφοροποίηση της λειτουργίας του κοινού στοιχείου κατά τη θέρμανση, επιτυγχάνεται με κατάλληλη ρύθμιση της θερμοκρασίας εισόδου του ζεστού νερού.



Πτώση πίεσης του αέρα στην Κ.Κ.Μ.

- Μετά την εκλογή του μεγέθους της μονάδας και των στοιχείων έχει καθορισθεί η πτώση πίεσης του αέρα μέσα στην κεντρική κλιματιστική μονάδα.
- Η πτώση πίεσης απαιτείται για την εκλογή του ανεμιστήρα (ή των ανεμιστήρων) που θα εγκατασταθούν.



Θερμαντικά στοιχεία (1/2)

- Τα θερμαντικά στοιχεία ανάλογα με το θερμαντικό μέσο διακρίνονται σε στοιχεία νερού, ατμού ή ηλεκτρικά.
- Ο σχεδιασμός και η διάταξή τους πρέπει να είναι τέτοια ώστε η ταχύτητα του αέρα να κατανέμεται ομοιόμορφα στην μετωπική επιφάνειά τους.



Θερμαντικά στοιχεία (2/2)

- Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε να μην υπάρχει περιττή αντίσταση στην ροή του αέρα.
- Για να είναι δυνατή η επιτυχία αυτών των συνθηκών η εμπειρία δείχνει ότι τα θερμαντικά στοιχεία δεν πρέπει να έχουν περισσότερες από 5 σειρές στοιχείων σε βάθος και ότι η ταχύτητα του αέρα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3.5 m/s .



Επιλογή τύπου θερμαντικού στοιχείου

- Η επιλογή του τύπου του θερμαντικού στοιχείου (νερού, ατμού, ηλεκτρικό) εξαρτάται από τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε εγκατάστασης και την πηγή θερμότητας που διατίθεται.
- Συνήθως εγκαθίστανται θερμαντικά στοιχεία νερού.
- Τα θερμαντικά στοιχεία ατμού προτιμώνται όταν υπάρχει διαθέσιμος ατμός (π.χ. βιομηχανίες).
- Τα ηλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία έχουν χαμηλό κόστος εγκατάστασης αλλά υψηλό κόστος λειτουργίας, γι αυτό η χρήση τους είναι περιορισμένη.



Επιλογή μεγέθους θερμαντικού στοιχείου

- Η επιλογή του μεγέθους των θερμαντικών στοιχείων νερού γίνεται από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση τα παρακάτω δεδομένα:
 - α) Συνολική παροχή αέρα.
 - β) Μετωπική ταχύτητα αέρα - συνήθως ≤ 3.5 m/s.
 - γ) Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου εισόδου – εξόδου αέρα ή θερμοκρασία εισόδου και θερμικό φορτίο (θερμαντική ικανότητα στοιχείου).



Χαρακτηριστικά Θερμαντικών στοιχείων

- Μετά την επιλογή του μεγέθους του στοιχείου καθορίζονται (από τον κατασκευαστή) και τα εξής χαρακτηριστικά:
 - δ) Πτώση πίεσης νερού στο στοιχείο
 - ε) Πτώση πίεσης αέρα στο στοιχείο
 - στ) Τύπος και τεχνικά χαρακτηριστικά στοιχείου (σειρές στοιχείου, διάμετρος σωλήνων, αριθμός πτερυγίων κ.λ.π.)
- Η παροχή νερού στο στοιχείο υπολογίζεται από τη σχέση:

Θερμικό φορτίο [kW]

$$\dot{m}_{WH} = \frac{\text{Θερμικό φορτίο [kW]}}{4.18 \times (\text{θερμοκρασία εισόδου νερού} - \text{θερμοκρασία εξόδου νερού})} \quad [\text{lt/s}]$$



Ψυκτικά στοιχεία

Εικ.8: Τα ψυκτικά στοιχεία κατασκευάζονται από Χαλκοσωλήνες, συνήθως με πτερύγια χαλκού ή αλουμινίου. Η μετωπική ταχύτητα του αέρα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2.5 m/s.

Επειδή στα ψυκτικά στοιχεία συμβαίνει συμπύκνωση υδρατμών, πρέπει να λαμβάνονται ειδικά μέτρα για τη συλλογή και αποχέτευση των συμπυκνωμάτων.

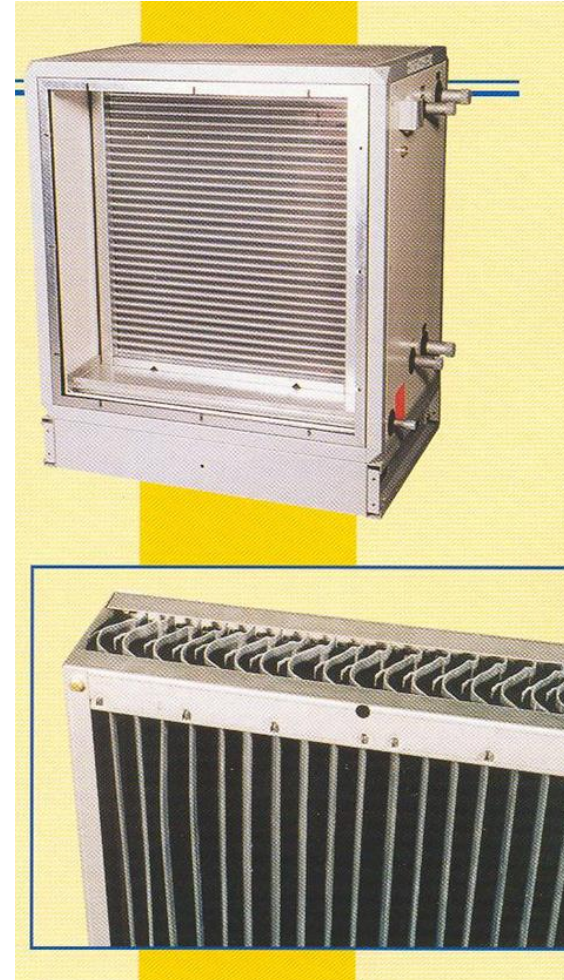


αποχέτευση συμπυκνωμάτων



Ψυκτικά στοιχεία

Εικ.9: Ψυκτικό στοιχείο
και σταγονοσυλλέκτης



Επιλογή τύπου ψυκτικού στοιχείου (1/2)

- Η επιλογή του τύπου του ψυκτικού στοιχείου εξαρτάται από τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε εγκατάστασης σε συνδυασμό με την οικονομικότητα του συστήματος.
- Οι συνηθισμένοι τύποι ψυκτικών στοιχείων είναι:
 - ψυκτικά στοιχεία νερού
 - ψυκτικά στοιχεία απευθείας εκτόνωσης



Επιλογή τύπου ψυκτικού στοιχείου (2/2)

- Συνήθως τα ψυκτικά στοιχεία απευθείας εκτόνωσης περιλαμβάνονται μέσα σε πλήρως συγκροτημένες από το εργοστάσιο κατασκευής τους, αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες.
- Έτσι η επιλογή μεμονωμένων ψυκτικών στοιχείων απευθείας εκτόνωσης είναι μάλλον σπάνια περίπτωση.
- Αντίθετα στις περισσότερες εγκαταστάσεις κλιματισμού χρησιμοποιούνται ψυκτικά στοιχεία νερού.



Επιλογή μεγέθους ψυκτικού στοιχείου (1/2)

- Τα ψυκτικά στοιχεία νερού επιλέγονται με βάση τα εξής χαρακτηριστικά:
 - α) Συνολική παροχή αέρα.
 - β) Μετωπική ταχύτητα αέρα. Συνήθως από 2 m/s έως 3 m/s.
 - γ) Θερμοκρασία υγρού και ξηρού θερμομέτρου εισερχόμενου αέρα.



Επιλογή μεγέθους ψυκτικού στοιχείου (2/2)

- δ) Θερμοκρασία υγρού και ξηρού θερμομέτρου εξερχόμενου αέρα.
- ε) Θερμοκρασία εισόδου – εξόδου ψυχρού νερού, ή θερμοκρασία εισόδου και παροχή ψυχρού νερού.
- στ) Επιθυμητό συντελεστή παράκαμψης στοιχείου.



Χαρακτηριστικά ψυκτικών στοιχείων

- Μετά την επιλογή του μεγέθους του στοιχείου καθορίζονται (από τον κατασκευαστή) και τα εξής χαρακτηριστικά:
 - δ) Πτώση πίεσης νερού στο στοιχείο
 - ε) Πτώση πίεσης αέρα στο στοιχείο
 - στ) Τύπος και τεχνικά χαρακτηριστικά στοιχείου (σειρές στοιχείου, διάμετρος σωλήνων, αριθμός πτερυγίων κ.λ.π.)
- Η παροχή νερού στο στοιχείο υπολογίζεται από τη σχέση:

Ψυκτική ισχύς (αισθητή και λανθάνουσα) του στοιχείου [kW]

$$\dot{m}_{WC} = \frac{\text{Ψυκτική ισχύς (αισθητή και λανθάνουσα) του στοιχείου [kW]}}{4.18 \times (\text{θερμοκρασία εξόδου νερού} - \text{θερμοκρασία εισόδου νερού})} \quad [\text{lt/s}]$$

4.18 x (θερμοκρασία εξόδου νερού – θερμοκρασία εισόδου νερού)



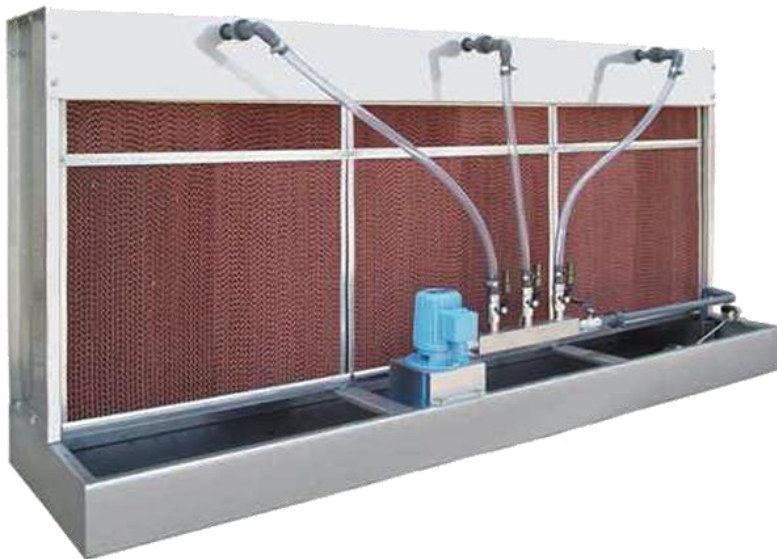
Υγραντήρες (1/3)

- Υγραντήρας είναι η συσκευή εκείνη που ρυθμίζει τις επιθυμητές συνθήκες υγρασίας του κλιματιζόμενου αέρα.
- Οι γνωστότεροι τύποι υγραντήρων είναι εκείνοι που λειτουργούν προσθέτοντας υγρασία στον κλιματιζόμενο αέρα είτε με ψεκασμό νερού (υγραντήρες ψεκασμού νερού), είτε με εξάτμιση νερού (υγραντήρες ηλεκτρικής αντίστασης), είτε με έκχυση ατμού (υγραντήρες ατμού).



Υγραντήρες (2/3)

Εικ.10: Νερού



Εικ.11: Ατμού



Υγραντήρες (3/3)

- Ο έλεγχος της λειτουργίας των υγραντήρων γίνεται από υγροστάτες.
- Οι υγροστάτες ρυθμίζουν την παροχή του νερού, του ατμού ή του ηλεκτρικού ρεύματος προς τον υγραντήρα.
- Για την επιλογή του μεγέθους του υγραντήρα, πρέπει να υπολογισθεί η απαραίτητη παροχή νερού ή ατμού που πρέπει να προστεθεί στον αέρα προσαγωγής προς τους κλιματιζόμενους χώρους.



Φίλτρα αέρα

- Τα φίλτρα χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό του αέρα από σωματίδια, σκόνη, οσμές ή ακόμα και μικρόβια.
- Η εκλογή ενός φίλτρου εξαρτάται από τον βαθμό καθαρότητας του αέρα που θέλουμε να πετύχουμε.
- Ο βαθμός καθαρότητας καθορίζει τα χαρακτηριστικά μεγέθη του φίλτρου ή των φίλτρων που θα εγκαταστήσουμε.



Χαρακτηριστικά μεγέθη φίλτρων αέρα (1/2)

- Τα χαρακτηριστικά μεγέθη των φίλτρων είναι:
 - α) Η απόδοση: Ορίζεται ως η ικανότητα του φίλτρου να αφαιρεί σωματίδια από το ρεύμα του αέρα.
 - β) Η αντίσταση: Ορίζεται ως η πτώση της στατικής πίεσης κατά τη διέλευση αέρα διαμέσου του φίλτρου, σε δεδομένη παροχή αέρα. “Αρχική αντίσταση” είναι η πτώση πίεσης σε τελείως καθαρό φίλτρο και “τελική αντίσταση” είναι η τιμή της πτώσης πίεσης σε φίλτρο που πρέπει να αντικατασταθεί ή να καθαριστεί.



Χαρακτηριστικά μεγέθη φίλτρων αέρα (2/2)

γ) Η ικανότητα συγκράτησης σκόνης: Είναι η χωρητικότητα της σκόνης, που μπορεί να συσσωρευτεί σε ένα φίλτρο με καθορισμένη παροχή αέρα, για όλο εκείνο το χρονικό διάστημα κατά το οποίο η αντίσταση του φίλτρου αυξάνεται από την αρχική της τιμή στην τελική της τιμή.



Κατηγορίες φίλτρων αέρα (1/6)

- Οι κατηγορίες των φίλτρων αέρα καθορίζονται από δύο ευρωπαϊκά πρότυπα, το EN 779 για τα φίλτρα μέσης και υψηλής απόδοσης και το EN 1822 για τα φίλτρα πολύ υψηλής απόδοσης, τα οποία ονομάζονται και απόλυτα φίλτρα.
- Οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται τα φίλτρα είναι τέσσερις, με αντίστοιχα λατινικά γράμματα το G για τα φίλτρα μέσης απόδοσης, το F για τα φίλτρα υψηλής απόδοσης και τα H και U για τα απόλυτα φίλτρα. Κάθε κατηγορία διακρίνεται σε διάφορες κλάσεις με έναν αριθμό.



Κατηγορίες φίλτρων αέρα (2/6)

- Οι κλάσεις στις οποίες διακρίνονται οι κατηγορίες των φίλτρων αρχίζουν από τον αριθμό 1 και φθάνουν μέχρι τον αριθμό 17.
- Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα του φίλτρου να καθαρίζει τον αέρα.



Κατηγορίες φίλτρων αέρα (3/6)

Συγκεκριμένα:

- Με G συμβολίζονται τα φίλτρα χοντρής σκόνης (Coarse filters) ή προφίλτρα, με κλάσεις από G1 έως G4 (συγκράτηση σωματιδίων με μέγεθος $> 5\mu\text{m}$).
- Με F συμβολίζονται τα φίλτρα λεπτής σκόνης (Fine filters), με κλάσεις από F5 έως F9 (συγκράτηση σωματιδίων με μέγεθος από 1 έως $5\mu\text{m}$).
- Με H συμβολίζονται τα απόλυτα φίλτρα τύπου HEPA (High Efficiency Particulate Air), με κλάσεις από H10 έως H14 (συγκράτηση σωματιδίων με μέγεθος από 0.3 έως $1\mu\text{m}$).
- Με U συμβολίζονται τα απόλυτα φίλτρα τύπου ULPA (Ultra Low Penetration Air), με κλάσεις από U15 έως H17 (συγκράτηση σωματιδίων με μέγεθος από 0.12 έως $0.3\mu\text{m}$).



Κατηγορίες φίλτρων αέρα (4/6)

- Παλαιότερα χρησιμοποιείτο η κατάταξη κατά EUROVENT με 17 επίσης κατηγορίες φίλτρων αλλά με τον συμβολισμό EU.
- Δηλαδή η κατηγορία G1 αντιστοιχούσε στην EU1, η κατηγορία F5 αντιστοιχούσε στην EU5 κ.ο.κ.



Κατηγορίες φίλτρων αέρα (5/6)

Εικ.12: Κατηγορίες φίλτρων

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 779			
Κατηγορία Φίλτρου	Κλάση Φίλτρου	Πρότυπο ASHRAE 52.1	
		Συγκράτηση (Arrestance)	Απόδοση (Efficiency)
G (Προφίλτρα)	G1	$A < 65\%$	-
	G2	$65\% \leq A < 80\%$	-
	G3	$80\% \leq A < 90\%$	-
	G4	$90\% \leq A$	-
F (Φίλτρα λεπτής σκόνης)	F5	-	$40\% \leq E < 60\%$
	F6	-	$60\% \leq E < 80\%$
	F7	-	$80\% \leq E < 90\%$
	F8	-	$90\% \leq E < 95\%$
	F9	-	$95\% \leq E$



Κατηγορίες φίλτρων αέρα (6/6)

Εικ.13: Κατηγορίες φίλτρων

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 1882		
Κατηγορία Φίλτρου	Κλάση Φίλτρου	Απόδοση (Efficiency) σε 0.3 μm
H (Φίλτρα HEPA)	H10	85%
	H11	95%
	H12	99.5%
	H13	99.95%
	H14	99.995%
Κατηγορία Φίλτρου	Κλάση Φίλτρου	Απόδοση (Efficiency) σε 0.12 μm
U (Φίλτρα ULPA)	U15	99.9995%
	U16	99.99995%
	U17	99.999995%



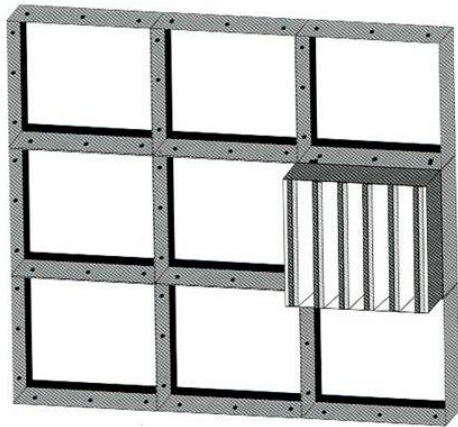
Τύποι φίλτρων αέρα (1/5)

- Τα πιο συνηθισμένα είδη φίλτρων είναι:
 - τα στατικά φίλτρα (ξηρού τύπου πλενόμενα, ξηρού τύπου αντικαθιστόμενα, λαδιού)
 - τα αυτόματα φίλτρα (λαδιού ή ξηρού τύπου)
 - τα ηλεκτροστατικά φίλτρα
 - τα φίλτρα υψηλής απόδοσης (HEPA, ULPA)
 - τα φίλτρα ενεργού άνθρακα



Τύποι φίλτρων αέρα (2/5)

Εικ.14: Απόλυτο φίλτρο σε πλαίσιο

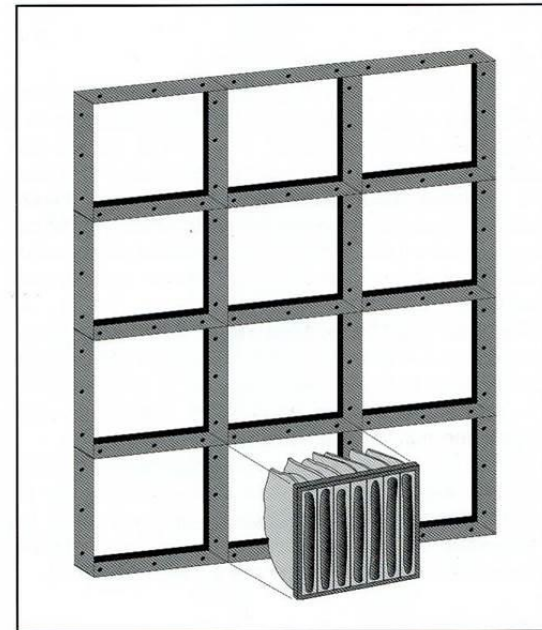
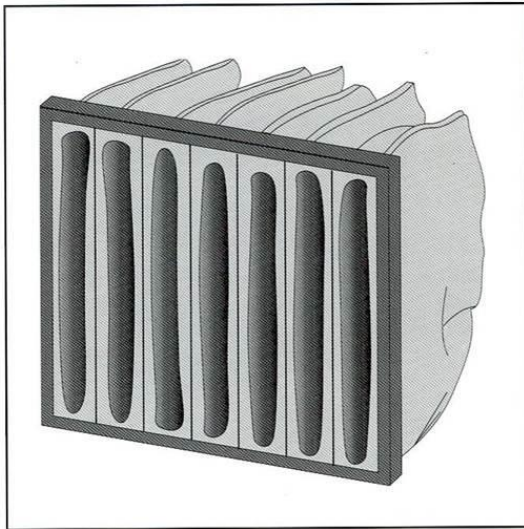


Εικ.15: Απόλυτο φίλτρο



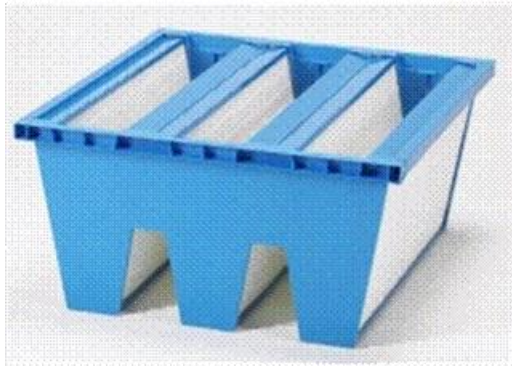
Τύποι φίλτρων αέρα (3/5)

Εικ.16: Στατικό φίλτρο- αντικαθιστώμενο

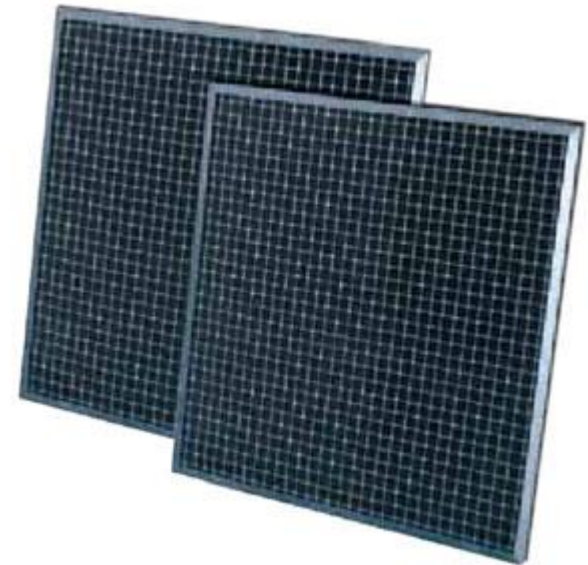


Τύποι φίλτρων αέρα (4/5)

Εικ.17: Σακκόφιλτρο, με σταθερούς θύλακες



Εικ.18: προφίλτρο, τύπου πλαισίου πλενόμενο

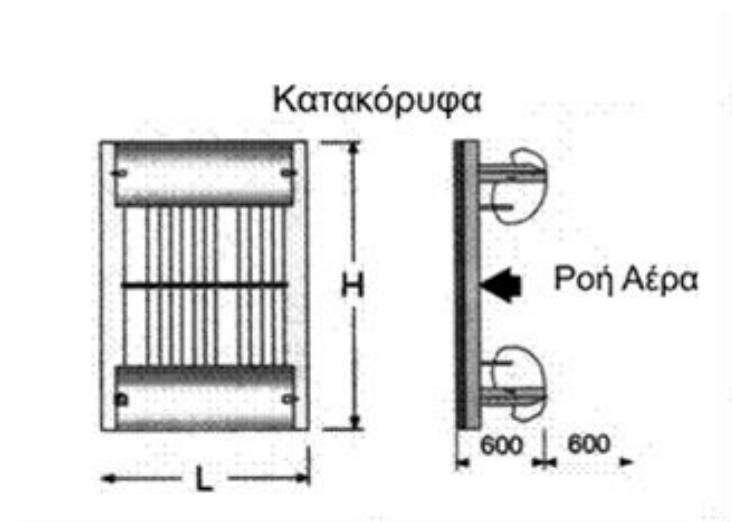


Τύποι φίλτρων αέρα (5/5)

Εικ.19: Ηλεκτροστατικό φίλτρο

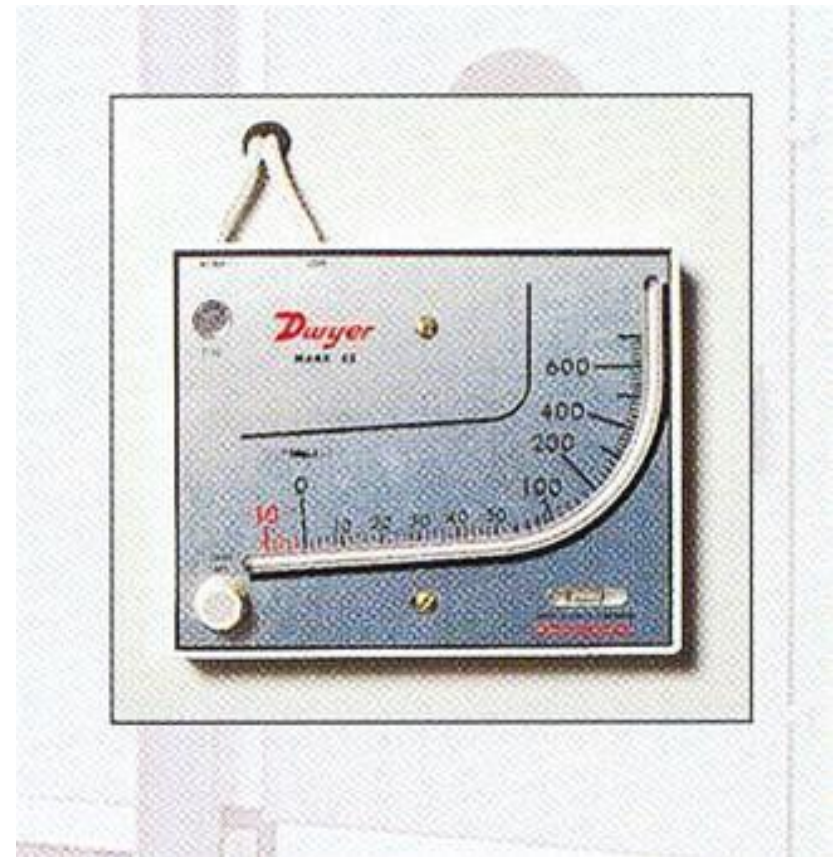


Εικ.20: Φίλτρο τύπου ρολού



Έλεγχος αντίστασης φίλτρων αέρα

Εικ.21: Έλεγχος αντίστασης φίλτρων



Κιβώτιο μίξης αέρα (1/4)

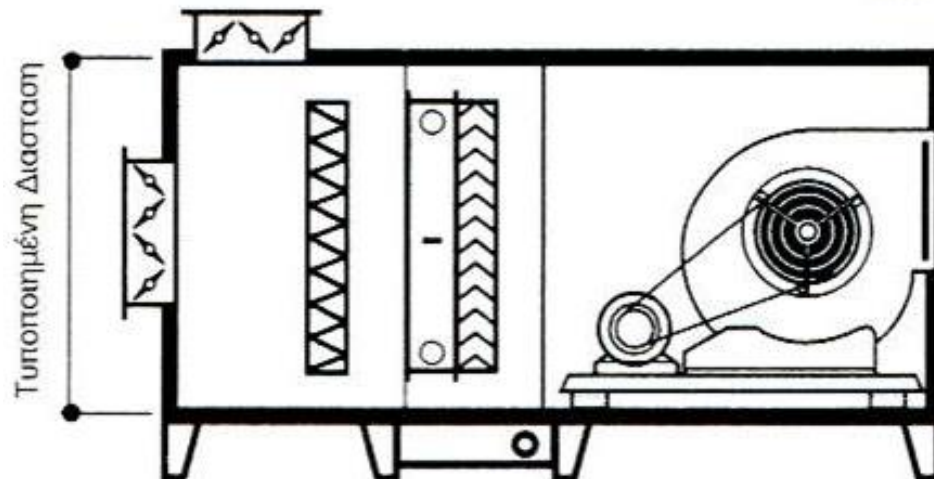
- Εικ.22: Τα κιβώτια μίξης χρησιμοποιούνται για την ανάμιξη του νωπού εξωτερικού αέρα με τον αέρα ανακυκλοφορίας.
- Η ανάμιξη αυτή γίνεται είτε αυτόματα με την βοήθεια ηλεκτροκίνητων διαφραγμάτων, είτε κατά βούληση με τη βοήθεια χειροκίνητων διαφραγμάτων.



Κιβώτιο μίξης αέρα (2/4)

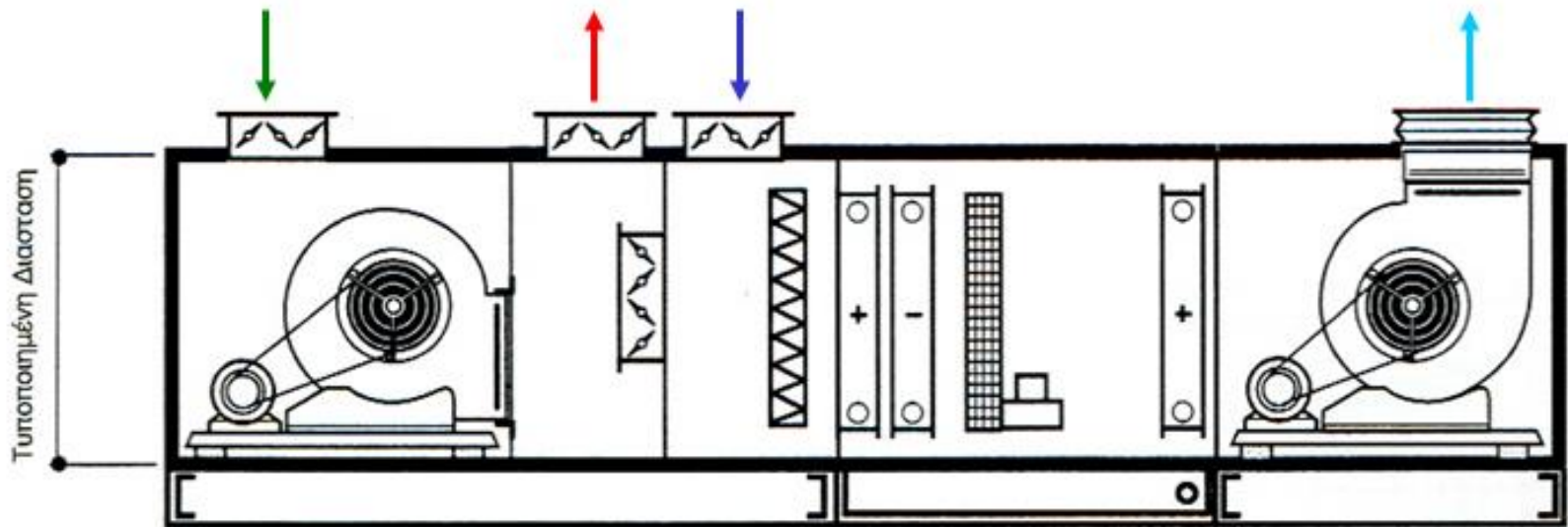
Εικ.23: Όταν ο νωπός αέρας που απαιτείται είναι μέχρι 10% του αέρα ανακυκλοφορίας, η απόρριψη του αέρα από τους χώρους του κτιρίου γίνεται με τοπικούς εξαεριστήρες ή μέσα από τους αρμούς των παραθύρων.

Σε αυτή την περίπτωση τα κιβώτια μίξης είναι εφοδιασμένα με στόμιο ανακυκλοφορίας του αέρα και με στόμιο εισαγωγής νωπού αέρα. Η κεντρική κλιματιστική μονάδα έχει μόνο ανεμιστήρα προσαγωγής.



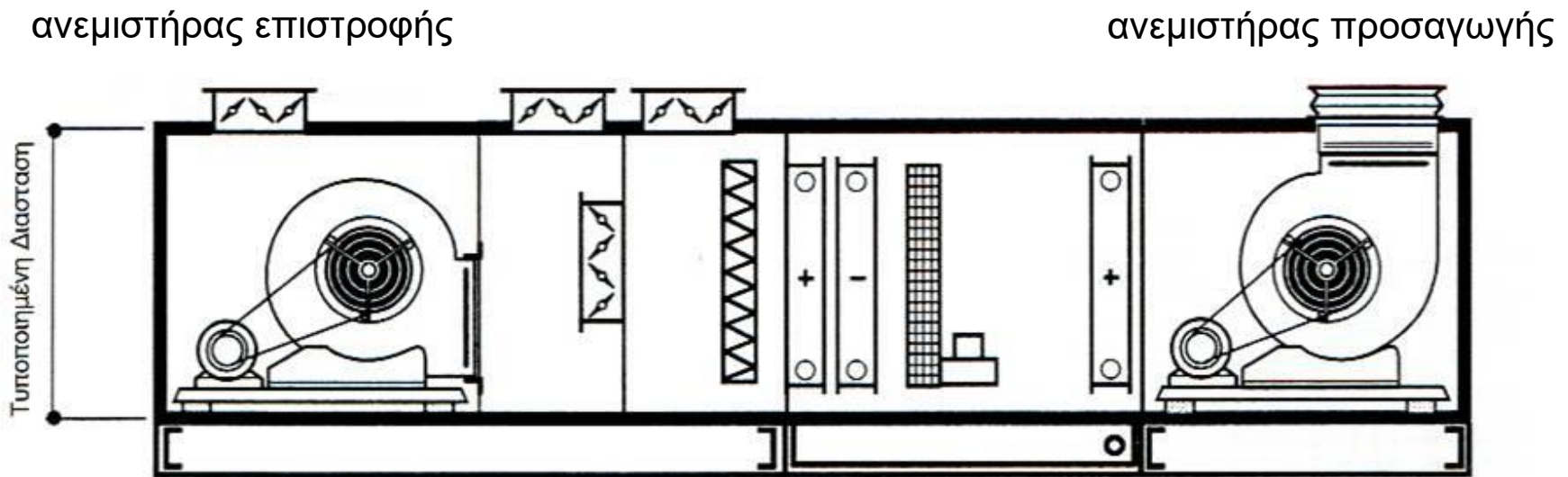
Κιβώτιο μίξης αέρα (3/4)

Εικ.24: Σε περίπτωση που απαιτείται μεγαλύτερο ποσοστό νωπού αέρα (10% έως 100% του αέρα ανακυκλοφορίας) η απόρριψη του αέρα γίνεται μέσα από την κεντρική μονάδα κλιματισμού. Στην περίπτωση αυτή τα κιβώτια μίξης είναι εφοδιασμένα με στόμιο ανακυκλοφορίας του αέρα, με στόμιο απόρριξης του αέρα και με στόμιο εισαγωγής νωπού αέρα (με κατάλληλο συνδυασμό διαφραγμάτων).



Κιβώτιο μίξης αέρα (4/4)

Εικ.25: Συνήθως τα διαφράγματα τοποθετούνται σε σχήμα T.
Η κεντρική κλιματιστική μονάδα έχει ανεμιστήρα προσαγωγής και ανεμιστήρα επιστροφής του αέρα.



Αναρρόφηση νωπού–απόρριψη αέρα (1/2)

- Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στη θέση από την οποία αναρροφάται ο νωπός αέρας, ώστε να είναι όσο γίνεται πιο καθαρός.
- Το ελάχιστο ύψος που επιτρέπεται να τοποθετείται το στόμιο αναρρόφησης νωπού αέρα από το υψόμετρο εδάφους είναι 1.2 m.
- Η απόρριψη του αέρα πρέπει να γίνεται με τρόπο που να επιτρέπει την ελεύθερη διάχυσή του και να αποκλείει την άμεση αναρρόφησης του από παρακείμενα στόμια αναρρόφησης νωπού αέρα.



Αναρρόφηση νωπού–απόρριψη αέρα (2/2)

- Τα στόμια αναρρόφησης και απόρριψης πρέπει να προστατεύονται από την είσοδο του νερού της βροχής. Γι αυτό τα στόμια κατασκευάζονται με κατάλληλα πτερύγια ή γίνεται ειδική λοξή διαμόρφωση των αεραγωγών ώστε τα στόμια να είναι κεκλιμένα ως προς την διεύθυνση της βροχής.
- Επίσης τοποθετείται και γαλβανισμένο πλέγμα ώστε να αποκλείεται η είσοδος μικρών ζώων (ποντικιών, πουλιών) στην εγκατάσταση κλιματισμού αλλά και η είσοδος ελαφρών αντικειμένων (χαρτιών, φύλλων κλπ).



Ανεμιστήρες (1/4)

- Η επιλογή του τύπου του ανεμιστήρα (π.χ. αξονικός, φυγοκεντρικός με πτερύγια κεκλιμένα προς τα εμπρός, φυγοκεντρικός με πτερύγια κεκλιμένα προς τα πίσω) πρέπει να βασίζεται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις της εγκατάστασης κλιματισμού.
- Οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες είναι πιο κατάλληλοι για εγκαταστάσεις κλιματισμού άνεσης, που απαιτούν σχετικά χαμηλές στάθμες θορύβου, ενώ οι αξονικοί ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται περισσότερο σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπου οι επιτρεπόμενες στάθμες θορύβου είναι πιο υψηλές.



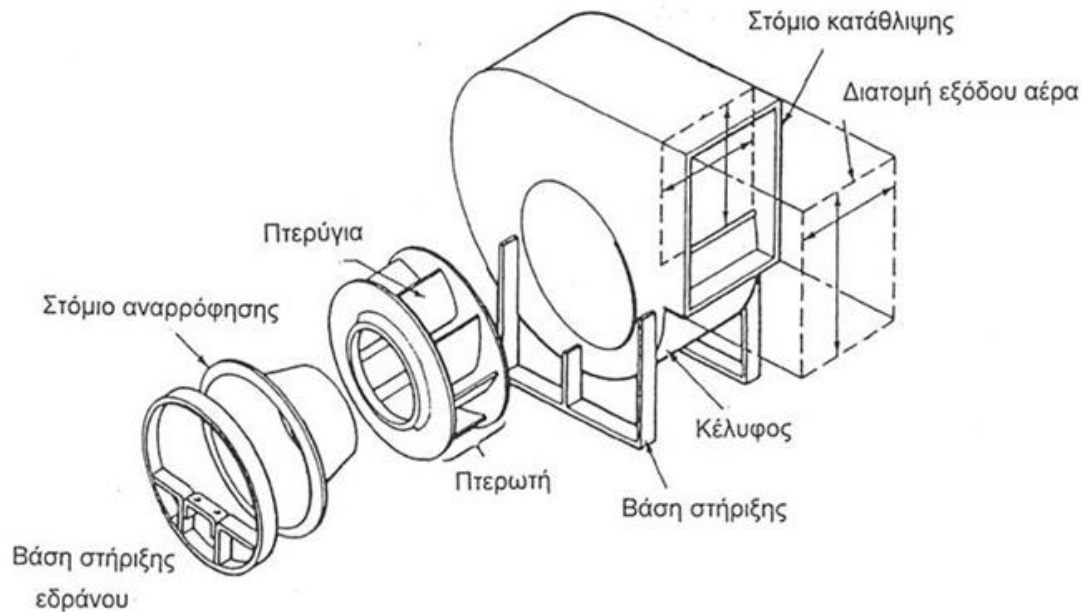
Ανεμιστήρες (2/4)

- Η επιλογή του τύπου του ανεμιστήρα π.χ.
 - αξονικός,
 - φυγοκεντρικός με πτερύγια κεκλιμένα προς τα εμπρός,
 - φυγοκεντρικός με πτερύγια κεκλιμένα προς τα πίσω,
 - φυγοκεντρικός με αεροδυναμικά πτερύγια),
- πρέπει να βασίζεται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις της εγκατάστασης κλιματισμού.



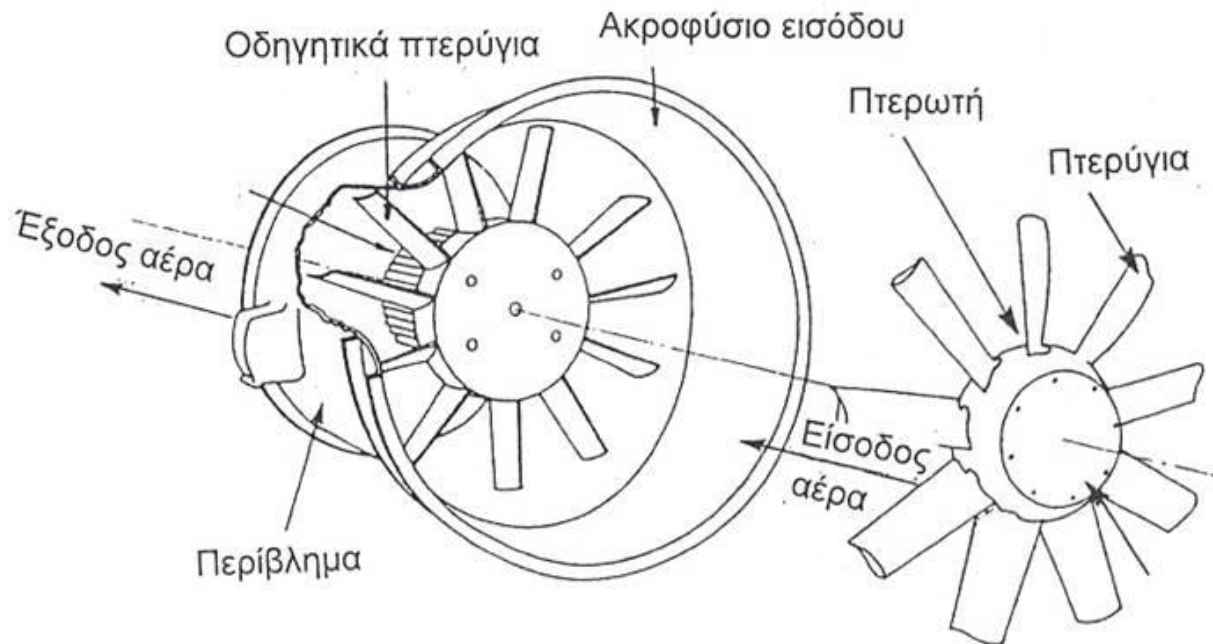
Ανεμιστήρες (3/4)

Εικ.26: Οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες είναι πιο κατάλληλοι για εγκαταστάσεις κλιματισμού άνεσης, που απαιτούν σχετικά χαμηλές στάθμες θορύβου.



Ανεμιστήρες (4/4)

Εικ.27: Οι αξονικοί ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται περισσότερο σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπου οι επιτρεπόμενες στάθμες θορύβου είναι πιο υψηλές.



Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες (1/5)

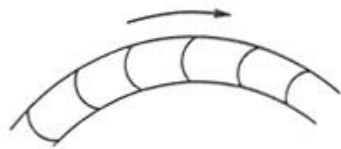
i) Ανεμιστήρες με πτερύγια με “κλίση προς τα εμπρός” (forward-curved-blade fans).

- Οι ανεμιστήρες αυτού του τύπου μπορούν να διακινήσουν μεγάλες ποσότητες αέρα αλλά σε μικρή στατική πίεση.
- Έχουν χαμηλή στάθμη θορύβου αλλά δεν μπορούν να αναπτύξουν μεγάλες πιέσεις, λόγω της μη ανθεκτικής κατασκευής των κεκλιμένων προς τα εμπρός πτερυγίων, ούτε να χρησιμοποιηθούν σε διαβρωτικό περιβάλλον.
- Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σχεδόν σε όλες τις συνηθισμένες εγκαταστάσεις κλιματισμού άνεσης, που απαιτούν χαμηλές στάθμες θορύβου και έχουν δίκτυα αεραγωγών χαμηλής πίεσης (<500 Pa).

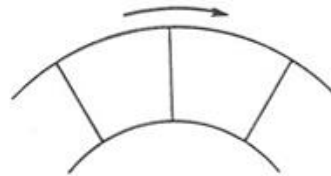


Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες (2/5)

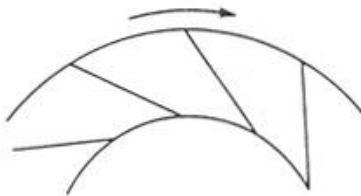
Εικ.28: Φυγοκεντρικός Ανεμιστήρας



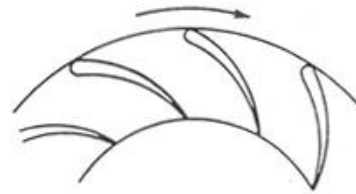
πτερύγια με "κλίση προς τα εμπρός"



ακτινικά πτερύγια



πτερύγια με "κλίση προς τα πίσω"



αεροδυναμικά πτερύγια



Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες (3/5)

ii) Ανεμιστήρες με πτερύγια με “κλίση προς τα πίσω” (backward-curved-blade fans).

- Οι ανεμιστήρες αυτού του τύπου, λόγω της ανθεκτικής κατασκευής της πτερωτής τους, χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις θέρμανσης, κλιματισμού και εξαερισμού, οι οποίες απαιτούν μέσες ή υψηλές πιέσεις ($>500 \text{ Pa}$).
- Εγκαθίστανται επίσης σε συστήματα εξαερισμού που διακινούν αέρια ή αέρα χωρίς σκόνη.
- Έχουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης σε σχέση με τους ανεμιστήρες με πτερύγια με “κλίση προς τα εμπρός” και επομένως χαμηλότερο λειτουργικό κόστος.



Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες (4/5)

iii) Ανεμιστήρες με αεροδυναμικά πτερύγια (airfoil fans).

- Οι ανεμιστήρες αυτού του τύπου έχουν τα πτερύγια κατασκευασμένα από δύο φύλλα λαμαρίνας, στα οποία δίνεται προφίλ φτερού αεροπλάνου. Τα πτερύγια με αεροδυναμικό σχήμα δημιουργούν μια ομαλή ροή του αέρα, μειώνοντας τους στροβιλισμούς που δημιουργούν θόρυβο στην φτερωτή, και αυξάνουν την απόδοση του ανεμιστήρα.
- Γενικά έχουν χαρακτηριστικά που είναι όμοια με αυτά των ανεμιστήρων με πτερύγια με “κλίση προς τα πίσω”. Χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις θέρμανσης, κλιματισμού και εξαερισμού με χαμηλή, μέση ή υψηλή πίεση, και γενικά όπου η εξοικονόμηση σε λειτουργικό κόστος έχει ιδιαίτερη σημασία.



Φυγόκεντροι ανεμιστήρες (5/5)

iv) Ανεμιστήρες με ακτινικά πτερύγια (radial blade fans).

- Οι ανεμιστήρες αυτοί είναι ο απλούστερος τύπος φυγοκεντρικών ανεμιστήρων. Μπορούν να αναπτύξουν μεγάλες πιέσεις και χρησιμοποιούνται όπου χρειάζεται να μεταφερθεί αέρας με σκόνη ή με διαβρωτικές επιπτώσεις.
- Το επίπεδο σχήμα των πτερυγίων επιτρέπει τον αυτοκαθαρισμό τους ενώ το πάχος τους μπορεί να κατασκευασθεί ανάλογο της αντοχής σε διάβρωση που θέλουμε να πετύχουμε.
- Δεν εγκαθίστανται σε συνηθισμένες εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού.



Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας (1/3)

- Κάθε ανεμιστήρας έχει να διακινήσει μια καθορισμένη ποσότητα αέρα και να υπερνικήσει μια συγκεκριμένη αντίσταση στη ροή του αέρα.
- Η αντίσταση αυτή είναι το σύνολο των απωλειών πίεσης μέσα στους αεραγωγούς, τα στόμια, τα διαφράγματα, τα θερμικά ή ψυκτικά στοιχεία, τα φίλτρα κ.λ.π.
- Η αντίσταση που παρουσιάζει ένα σύστημα σε διάφορες παροχές του αέρα, δίνει την καμπύλη αντίστασης του συστήματος.



Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας (2/3)

- Η τομή της καμπύλης αντίστασης του συστήματος με την χαρακτηριστική καμπύλη της πίεσης του ανεμιστήρα είναι το σημείο ισορροπίας συστήματος και ανεμιστήρα (σημείο λειτουργίας).
- Εάν το εγκατεστημένο σύστημα έχει διαφορετική αντίσταση από αυτή για την οποία σχεδιάστηκε, τότε το σημείο λειτουργίας δεν θα είναι το αναμενόμενο. Δηλαδή στο σημείο λειτουργίας θα παρουσιάζεται υψηλότερη ή χαμηλότερη πίεση, παροχή αέρα ή απορροφούμενη ισχύς.



Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας (3/3)

- Για το λόγο αυτό η επιλογή των ανεμιστήρων δεν πρέπει να γίνεται τυχαία αλλά μόνο μετά από προσεκτικούς υπολογισμούς.
- Επίσης κάθε μεταβολή στην κατασκευή του συστήματος, η οποία δεν προβλέπεται στη μελέτη, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη γιατί μπορεί να επηρεάσει είτε το μέγεθος του ανεμιστήρα είτε τον αριθμό στροφών στις οποίες λειτουργεί.



Επιλογή μεγέθους ανεμιστήρων

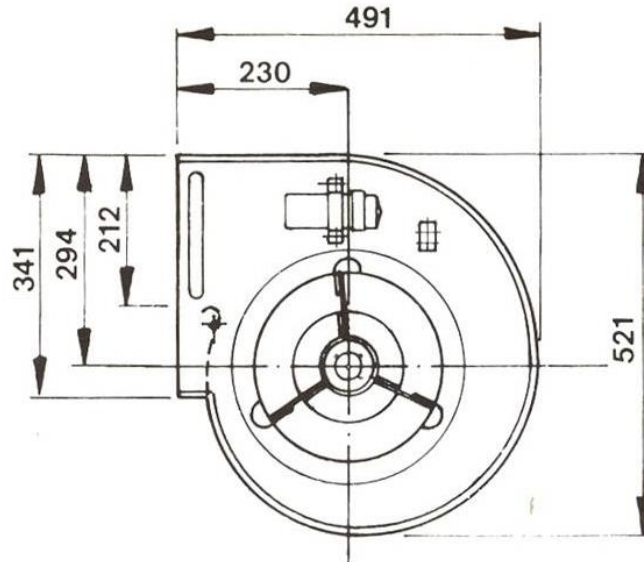
- Η επιλογή του μεγέθους του ανεμιστήρα γίνεται από τις χαρακτηριστικές καμπύλες ή τους πίνακες των κατασκευαστών, σύμφωνα με τα παρακάτω δεδομένα που πρέπει να υπολογισθούν:
 - α) Συνολική παροχή αέρα.
 - β) Στατική πίεση δικτύου αεραγωγών
 - γ) Πυκνότητα αέρα
 - δ) Επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου



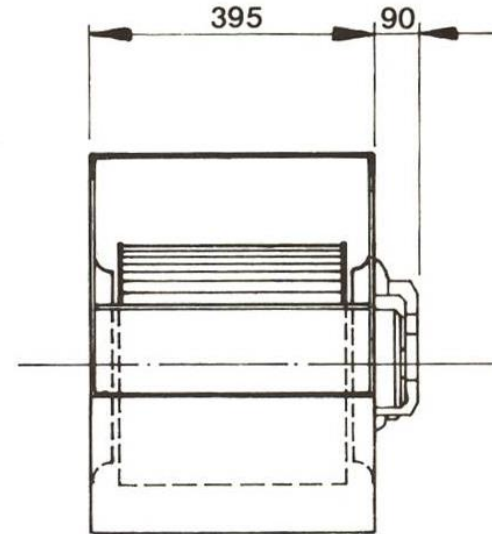
Χαρακτηριστικά φυγοκεντρικού ανεμιστήρα (1/3)

Εικ.29: Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας

Διπλής αναρρόφησης με ενσωματωμένο ηλεκτροκινητήρα τριών ταχυτήτων
Double inlet with a built-in 3-speed electric motor



Ισχύς Ηλεκτροκινητήρα736 W
Τάση Λειτουργίας..... 220/240 V 50 Hz
Πυκνωτής.....20 μ F
Στροφές ανά λεπτό (max)... 870 (R.P.M.)
Αμπέρ (max).....7,1 A
Θερμοκρασία αέρα (max)..... 50°C
Κλάση μόνωσης..... B

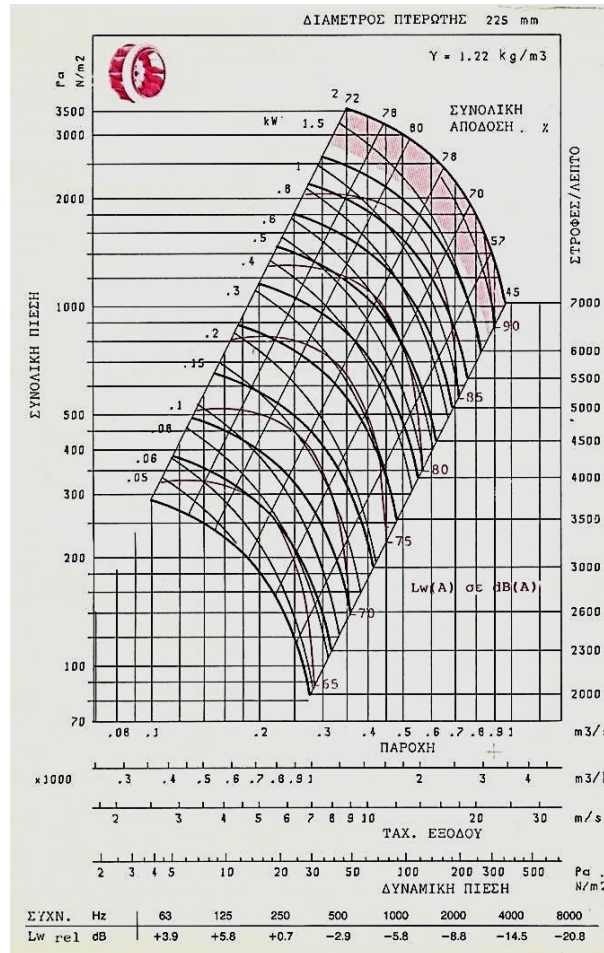


Electric motor power..... 736 W
Power Source Voltage.. 220/240 V 50Hz
Capacitor.....20 μ F
Revolutions per minute (max).. 870 RPM
Running Current (max Amperage)..7,1 A
Air Temperature (max)..... 50°C
Insulation Class..... B



Χαρακτηριστικά φυγοκεντρικού ανεμιστήρα (2/3)

Εικ.30: Καμπύλες λειτουργίας φυγοκεντρικού ανεμιστήρα



Απορρόφηση
ενέργειας
συστήματος

$$P_S = \frac{\Delta p_{fa} \cdot \dot{V}}{\eta_{faS}}$$

P_S	W
Δp_{fa}	Pa
\dot{V}	m ³ /s
η_{faS}	-



Επίδραση της πυκνότητας του αέρα (1/2)

- Συνήθως οι χαρακτηριστικές καμπύλες ή οι πίνακες απόδοσης των κατασκευαστών αναφέρονται σε πυκνότητα του αέρα (σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας) ίση με 1.2 kg/m^3 .
- Στην περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο (υψηλή θερμοκρασία αέρα, λειτουργία ανεμιστήρα σε υψόμετρο) η πυκνότητα του αέρα δεν είναι η κανονική, πρέπει να γίνουν οι κατάλληλες διορθώσεις με βάση τους συντελεστές που δίνουν οι κατασκευαστές ή σύμφωνα με τον παρακάτω τρόπο:



Επίδραση της πυκνότητας του αέρα (2/2)

i) Υπολογίζεται ο λόγος f των πυκνοτήτων του αέρα

$$f = \frac{\text{Πυκνότητα αέρα στις συνθήκες λειτουργίας}}{\text{Πυκνότητα αέρα σε κανονικές συνθήκες}}$$

ii) Υπολογίζεται η ισοδύναμη στατική πίεση (Ι.Σ.Π.)

$$\text{Ι.Σ.Π.} = \frac{\text{Στατική πίεση στις συνθήκες λειτουργίας}}{f}$$

iii) Επιλέγεται το μέγεθος του ανεμιστήρα με βάση τη συνολική παροχή του αέρα και την ισοδύναμη στατική πίεση.



Επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου ανεμιστήρα

- Για ένα συγκεκριμένο τύπο ανεμιστήρα, η στάθμη του παραγόμενου θορύβου ελαττώνεται όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσής του.
- Κατά συνέπεια η επιλογή ενός μεγέθους ανεμιστήρα με μεγάλο βαθμό απόδοσης, εκτός του ότι μειώνει την απορροφούμενη ισχύ και το κόστος λειτουργίας, μειώνει ταυτόχρονα και τη στάθμη του παραγόμενου θορύβου.



Λειτουργικά-κατασκευαστικά χαρακτηριστικά ανεμιστήρα

- Μετά την επιλογή ενός ανεμιστήρα θα πρέπει να καθορίζονται και τα παρακάτω πρόσθετα στοιχεία:
 - Οι στροφές του ανεμιστήρα
 - Ο βαθμός απόδοσης στο σημείο λειτουργίας
 - Η απορροφούμενη ισχύς στο σημείο λειτουργίας
 - Το μέγεθος και τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του ηλεκτροκινητήρα
 - Οι διαστάσεις και το βάρος του ανεμιστήρα
 - Τα ειδικά εξαρτήματα και χαρακτηριστικά που πιθανόν να απαιτούνται (π.χ. αντιδονητικές διατάξεις, αντλιοξιδωτικές επικαλύψεις, ρυθμιστικά διαφράγματα κ.ά.)



Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού (ψυκτικές μονάδες ή ψύκτες) (1/5)

- Τα ψυκτικά συγκροτήματα που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό παράγουν ψύξη με δύο κυρίως τρόπους:
i) με συμπίεση ατμών
- Τα ψυκτικά συγκροτήματα συμπίεσης ατμών περιλαμβάνουν ένα πλήρες ψυκτικό κύκλωμα με συμπιεστή, συμπυκνωτή, εκτονωτική βαλβίδα και εξατμιστήρα. Η λειτουργία του κυκλώματος ελέγχεται με ένα σύστημα αυτομάτου ελέγχου.
- Η απόδοση του ψυκτικού συγκροτήματος ελέγχεται και ρυθμίζεται έτσι ώστε να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία του εξερχόμενου νερού από τον εξατμιστήρα.



Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού (ψυκτικές μονάδες ή ψύκτες) (2/5)

- Τα ψυκτικά συγκροτήματα συμπίεσης ατμών διακρίνονται ανάλογα με τον τύπο του συμπιεστή τους, σε συγκροτήματα με φυγοκεντρικό συμπιεστή, με κοχλιοφόρο συμπιεστή, με παλινδρομικό συμπιεστή κ.λ.π.
- Όταν η θερμότητα από τον συμπυκνωτή του ψυκτικού συγκροτήματος απορρίπτεται σε κύκλωμα ψυχρού νερού (κύκλωμα νερού – πύργου ψύξης), η ψυκτική μονάδα ονομάζεται υδρόψυκτη.
- Τα ψυκτικά συγκροτήματα που απορρίπτουν τη θερμότητα από τον συμπυκνωτή απευθείας στον ατμοσφαιρικό αέρα ονομάζονται αερόψυκτα.



Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού (ψυκτικές μονάδες ή ψύκτες) (3/5)

Εικ.31: Αερόψυκτος ψύκτης



Εικ.32: Υδροψυκτος ψύκτης



Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού (ψυκτικές μονάδες ή ψύκτες) (4/5)

ii) με απορρόφηση

- Η αρχή λειτουργίας των ψυκτικών μηχανών απορρόφησης βασίζονται στην ιδιότητα ορισμένων ουσιών να απορροφούν ικανές ποσότητες ενός ψυκτικού μέσου σε χαμηλές πιέσεις και θερμοκρασίες και να αποδίδουν το ψυκτικό μέσο σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Στις ψυκτικές μηχανές απορρόφησης η μηχανική συμπίεση αντικαθίσταται από μία θερμική συμπίεση.



Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού (ψυκτικές μονάδες ή ψύκτες) (5/5)

- Τα ψυκτικά συγκροτήματα απορρόφησης χρησιμοποιούν για ψυκτικό μέσο το νερό (H_2O) και για υλικό απορρόφησης το βρωμιούχο λίθιο ($LiBr$). Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που διατίθεται ζεστό νερό ή ατμός χαμηλού κόστους ή υπάρχει διαθέσιμο φυσικό αέριο.
- Έχουν πολύ ασφαλή λειτουργία και μεγάλο χρόνο ζωής (δεν έχουν κινούμενα μέρη) αλλά μικρότερο βαθμό απόδοσης σε σχέση με τα ψυκτικά συγκροτήματα συμπίεσης ατμών.



Επιλογή μεγέθους ψυκτικής μονάδας

- Το μέγεθος (ψυκτική ισχύς) ενός συγκροτήματος παραγωγής ψυχρού νερού ορίζεται από τα ψυκτικά φορτία των χώρων, που εξυπηρετεί η εγκατάσταση κλιματισμού, και από τα ψυκτικά φορτία αερισμού.
- Με βάση τα φορτία αυτά και την ψυχομετρική ανάλυση του συστήματος κλιματισμού προκύπτει η ψυκτική ισχύς του ψυκτικού στοιχείου στην κεντρική κλιματιστική μονάδα.
- Ανάλογα με τον τύπο της ψυκτικής μονάδας (υδρόψυκτη ή αερόψυκτη), πρέπει να ορισθούν ή να υπολογισθούν διάφορα μεγέθη.



Υδρόψυκτες ψυκτικές μονάδες (1/6)

- Για τις υδρόψυκτες ψυκτικές μονάδες πρέπει:

α_1) Να ορισθεί η θερμοκρασία εξόδου του ψυχρού νερού από την ψυκτική μονάδα (Ψ.Μ.)

Εφόσον δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις ή περιορισμοί η θερμοκρασία αυτή λαμβάνεται ίση με 6°C ή 7°C .

α_2) Να υπολογιστεί η παροχή του ψυχρού νερού από την ψυκτική μονάδα

Η παροχή αυτή ισούται με:

$$\dot{m}_{WC} = \frac{\text{Ισχύς (αισθητή και λανθάνουσα) του ψυκτικού στοιχείου [kW]}}{4.18 \times (\text{θερμ. εξόδου νερού} - \text{θερμ. εισόδου νερού από την Ψ.Μ.})} \quad [\text{lt/s}]$$

Η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας εισόδου και της θερμοκρασία εξόδου του νερού από την Ψ.Μ. λαμβάνεται ίση με 5 έως 6 K.



Υδροψυκτες ψυκτικές μονάδες (2/6)

α_3) Να ορισθεί η θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξης στον συμπυκνωτή της ψυκτικής μονάδας

Η θερμοκρασία αυτή στα κλειστά κυκλώματα ψύξης, με πύργο ψύξης, λαμβάνεται συνήθως μικρότερη ή ίση με $29.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Για τη θερμοκρασία αυτή ισχύουν οι παρακάτω δύο περιορισμοί:

- Πρέπει να βρίσκεται μέσα στα όρια που δίνουν οι διάφοροι κατασκευαστές ψυκτικών μονάδων, συνήθως μεταξύ $23.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $35.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου του εξωτερικού αέρα, που καθορίζουν οι συνθήκες σχεδιασμού κάθε περιοχής. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 4 K .



Υδροψυκτες ψυκτικές μονάδες (3/6)

α₄) Να ορισθεί η παροχή του νερού ψύξης στον συμπυκνωτή (και στον πύργο ψύξης)

Η παροχή αυτή ισούται με:

$$\dot{m}_{CT} = \frac{0.298 \times (\text{Ισχύς ψυκτικής μονάδας}) \text{ [kW]}}{(\text{θερμ. εισόδου νερού} - \text{θερμ. εξόδου νερού από τον συμπυκνωτή})} \quad [\text{lt/s}]$$



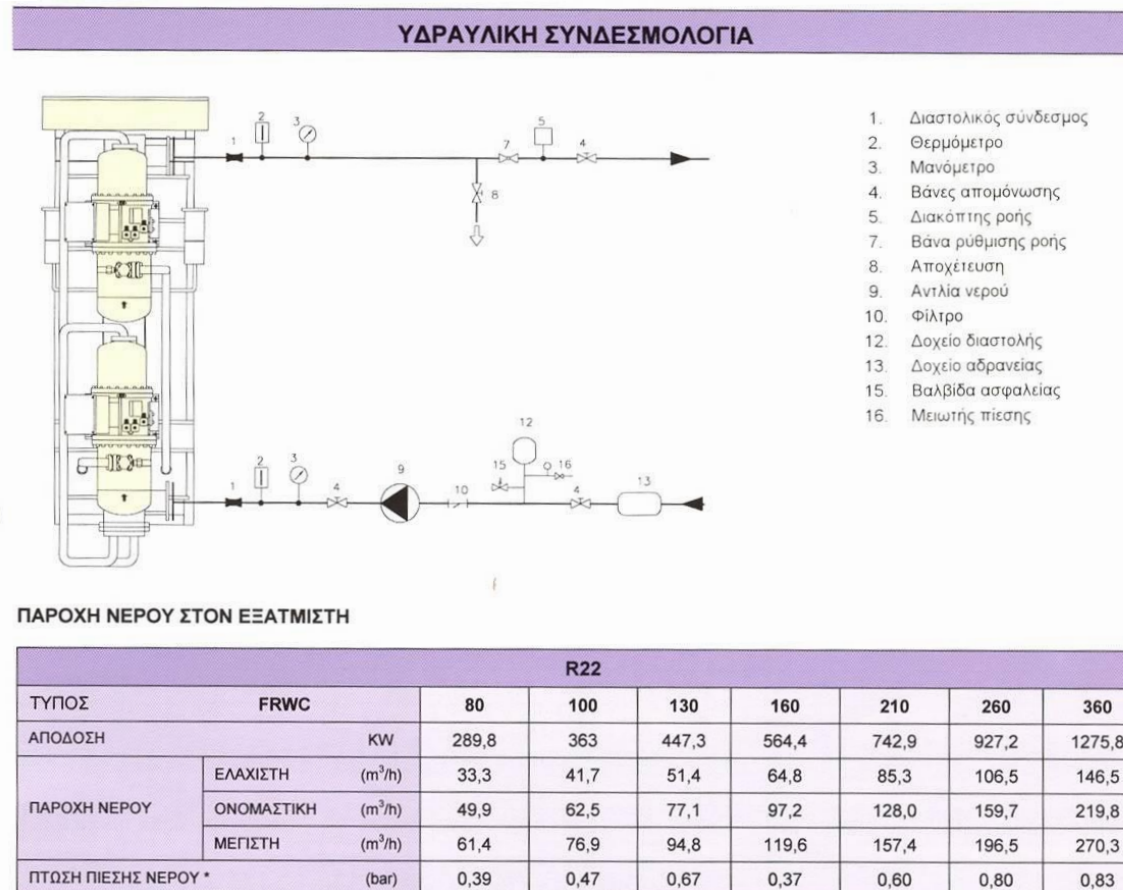
Υδρόψυκτες ψυκτικές μονάδες (4/6)

- Μετά την επιλογή του μεγέθους της ψυκτικής μονάδας, θα πρέπει να καθορίζονται τα παρακάτω πρόσθετα στοιχεία που δίνονται στους πίνακες των κατασκευαστών:
 - Η πτώση πίεσης στον εξατμιστήρα
 - Η πτώση πίεσης στον συμπυκνωτή
 - Η συνολική απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς
 - Ο αριθμός το μέγεθος και τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των κινητήρων των συμπιεστών
 - Οι διαστάσεις του ψυκτικού συγκροτήματος
 - Το βάρος του ψυκτικού συγκροτήματος
 - Η στάθμη του παραγόμενου θορύβου



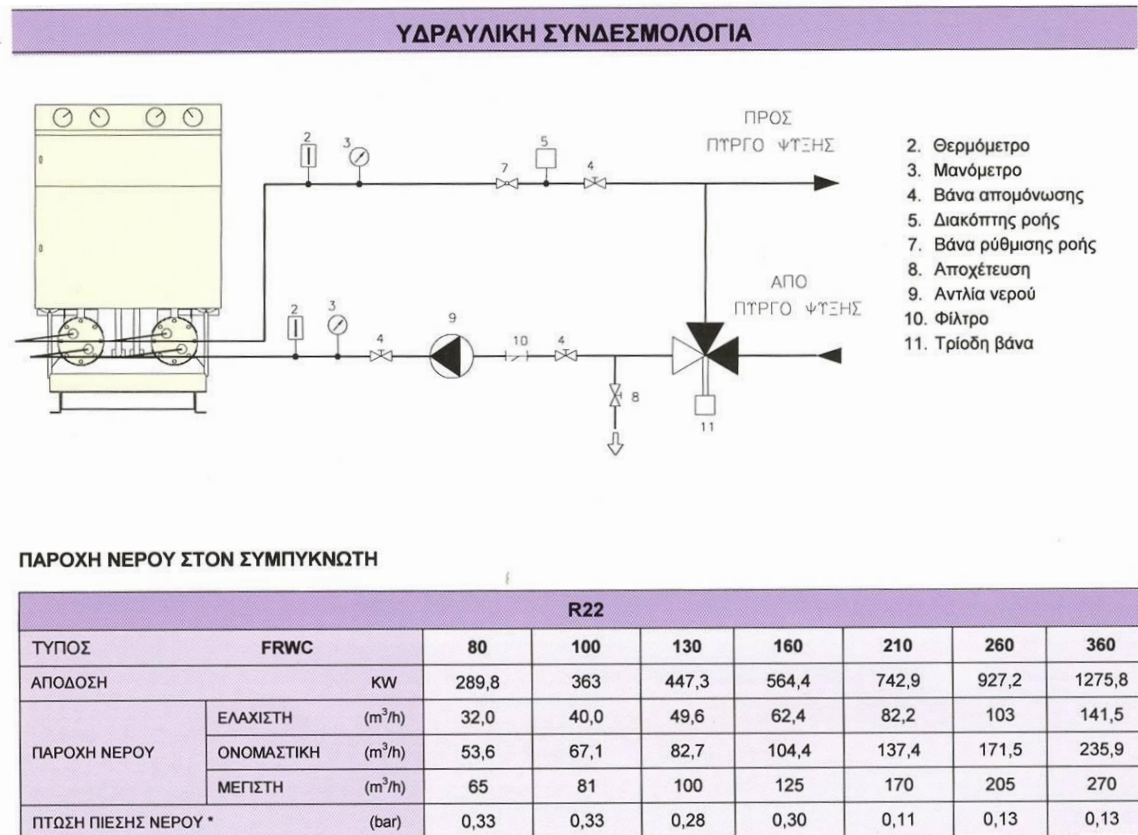
Υδροψυκτες ψυκτικές μονάδες (5/6)

Εικ.33: Υδραυλική συνδεσμολογία και πτώση πίεσης νερού στον εξατμιστήρα



Υδροψυκτες ψυκτικές μονάδες (6/6)

Εικ.34: Υδραυλική συνδεσμολογία και πτώση πίεσης νερού στον συμπυκνωτή



Αερόψυκτες ψυκτικές μονάδες

Επιλογή μεγέθους

- Η επιλογή του μεγέθους ενός αερόψυκτου ψύκτη γίνεται από τους καταλόγους των κατασκευαστών με βάση:
 - την ψυκτική ισχύ που απαιτείται
 - τα δεδομένα α_1 και α_2 που αναφέρθηκαν για τους υδρόψυκτους ψύκτες και
 - τη θερμοκρασία εισόδου του αέρα στον συμπυκνωτή
- Η θερμοκρασία αυτή ισούται με την εξωτερική θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου που καθορίζουν οι συνθήκες σχεδιασμού κάθε περιοχής.



Αερόψυκτες ψυκτικές μονάδες πρόσθετα στοιχεία

- Μετά την επιλογή του μεγέθους της ψυκτικής μονάδας, θα πρέπει να καθορίζονται τα παρακάτω πρόσθετα στοιχεία που δίνονται στους πίνακες των κατασκευαστών:
 - Η πτώση πίεσης στον εξατμιστήρα
 - Ο αριθμός και η παροχή του αέρα των ανεμιστήρων του συμπυκνωτή
 - Η συνολική απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς συμπιεστών/ανεμιστήρων
 - Ο αριθμός το μέγεθος και τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των κινητήρων των συμπιεστών/ανεμιστήρων
 - Οι διαστάσεις του ψυκτικού συγκροτήματος
 - Το βάρος του ψυκτικού συγκροτήματος
 - Η στάθμη του παραγόμενου θορύβου



Ψυκτικές μονάδες με απορρόφηση

- Η επιλογή του μεγέθους ενός ψύκτη με απορρόφηση γίνεται επίσης από τους καταλόγους των κατασκευαστών με βάση τα δεδομένα που αναφέρθηκαν στους υδρόψυκτους ψύκτες.
- Οι διαφοροποιήσεις είναι:
 - Η θερμοκρασία εισόδου του νερού ψύξης στον συμπυκνωτή πρέπει να διατηρείται πάντοτε στους 29.5°C .
 - Η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού ψύξης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5.5°C .

Ανέρχεται συνήθως σε $9 - 10^{\circ}\text{C}$ και θα πρέπει να επιλέγεται κάθε φορά η διαφορά αυτή που οδηγεί στην πιο οικονομική λύση του συστήματος ψυκτικής μονάδας-πύργου ψύξης.



Πύργοι ψύξης (1/2)

- Οι πύργοι ψύξης χρησιμοποιούνται για την απορρόφηση της θερμότητας του νερού ψύξης των υδρόψυκτων συμπυκνωτών και την απόρριψή της στον ατμοσφαιρικό αέρα.
- Η απορρόφηση της θερμότητας επιτυγχάνεται με την εξάτμιση ενός ποσοστού του νερού ψύξης μέσα σε ρεύμα αέρα.



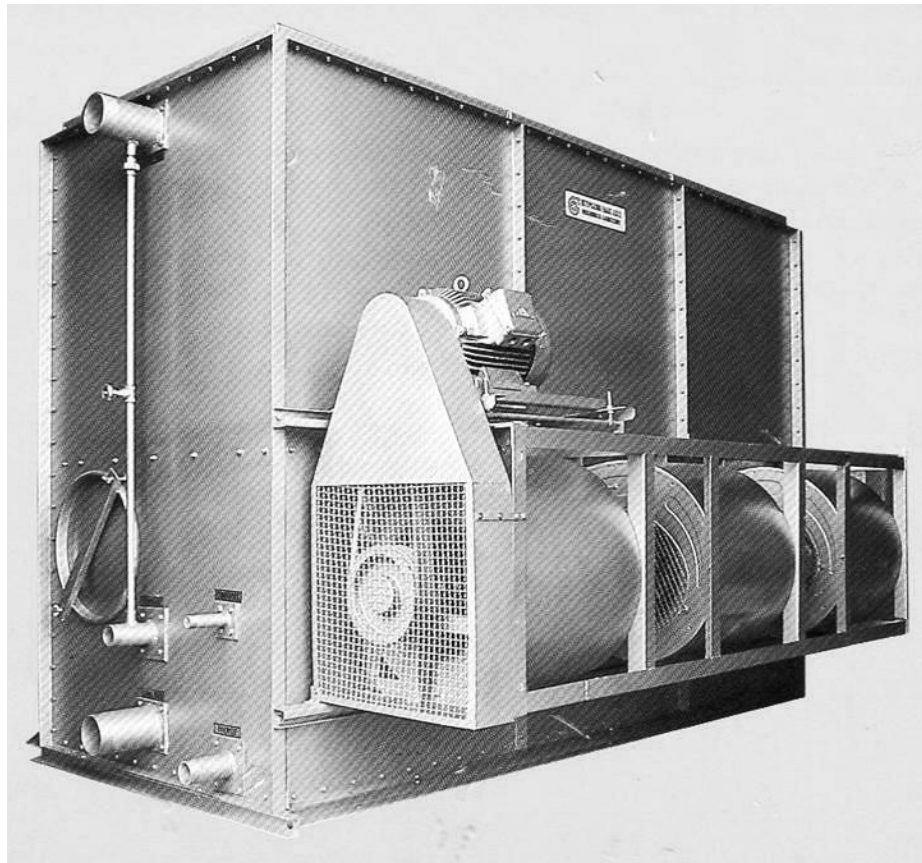
Πύργοι ψύξης (2/2)

- Ο πιο συνηθισμένος τύπος πύργων ψύξης είναι οι πύργοι μηχανικής κυκλοφορίας που λειτουργούν με διασταυρούμενα ρεύματα αέρα και νερού.
- Χρησιμοποιούνται φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες και η έξοδος του αέρα από τον πύργο γίνεται κατακόρυφα από την οροφή.
- Η κατακόρυφη έξοδος του αέρα ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ανακυκλοφορίας.



Πύργος ψύξης με φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες

Εικ.35: Πύργος ψύξης



Πύργος ψύξης με αξονικούς ανεμιστήρες

- Ένας άλλος διαδεδομένος τύπος πύργου ψύξης μηχανικής κυκλοφορίας είναι αυτός που χρησιμοποιεί αξονικούς ανεμιστήρες τοποθετημένους στην κορυφή του πύργου.
- Αυτός ο τύπος έχει καλύτερο βαθμό απόδοσης και είναι λιγότερο θορυβώδης αλλά έχει μεγαλύτερες διαστάσεις και οι ανεμιστήρες του διαβρώνονται εύκολα επειδή έρχονται συνεχώς σε επαφή με το ρεύμα του αέρα, που είναι ζεστός και υγρός.



Επιλογή μεγέθους πύργου ψύξης (1/2)

- Η επιλογή του μεγέθους του πύργου ψύξης πρέπει να γίνεται σε συνδυασμό με τον αντίστοιχη υδρόψυκτη ψυκτική μονάδα.
- Η επιλογή του μεγέθους γίνεται από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση τα παρακάτω δεδομένα που πρέπει να υπολογιστούν ή να καθοριστούν:

α) Παροχή του νερού που πρέπει να ψυχθεί.

β) Θερμοκρασία εισόδου – εξόδου του νερού στον πύργο ψύξης.

γ) Θερμοκρασία (υγρού θερμομέτρου) εισόδου του αέρα στον πύργο ψύξης.



Επιλογή μεγέθους πύργου ψύξης (2/2)

- Η παροχή του νερού και η θερμοκρασία εισόδου – εξόδου του νερού στον πύργο ψύξης έχουν καθοριστεί με την επιλογή του μεγέθους του αντίστοιχου υδρόψυκτου ψύκτη.
- Η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου εισόδου του αέρα στον πύργο ψύξης ισούται συνήθως με τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου που καθορίζουν οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.



Άλλες συσκευές του συστήματος (1/6)

- Σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα κλιματισμού απαιτούνται διάφορα μηχανήματα και συσκευές, που δεν είναι καθαρά μηχανήματα κλιματισμού αλλά η χρήση τους είναι απαραίτητη για την λειτουργία του συστήματος.
- Αυτά είναι:
 - Οι κυκλοφορητές και οι αντλίες θερμού και ψυχρού νερού
 - Οι λέβητες θερμού νερού ή ατμού, που τροφοδοτούν τα θερμαντικά στοιχεία των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων.
 - Οι καυστήρες υγρών ή αερίων καυσίμων, η καπνοδόχος και οι δεξαμενές καυσίμου.

Οι συσκευές αυτές υπολογίζονται όπως στις εγκαταστάσεις κλασσικής θέρμανσης.



Άλλες συσκευές του συστήματος (2/6)

α) Κυκλοφορητής λέβητα – θερμαντικού στοιχείου.

Επιλέγεται με βάση την παροχή του νερού στο στοιχείο και την συνολική πτώση πίεσης του νερού στο κύκλωμα λέβητα – θερμαντικού στοιχείου (πτώση πίεσης στις σωληνώσεις, στον λέβητα και στο στοιχείο).

β) Αντλία ψυκτικής μονάδας – ψυκτικού στοιχείου.

Επιλέγεται με βάση την παροχή του νερού στο στοιχείο και την συνολική πτώση πίεσης του νερού στο κύκλωμα ψυκτικής μονάδας – ψυκτικού στοιχείου (πτώση πίεσης στις σωληνώσεις, στον εξατμιστήρα της ψυκτικής μονάδας και στο στοιχείο).



Άλλες συσκευές του συστήματος (3/6)

γ) Αντλία ψυκτικής μονάδας – πύργου ψύξης.

Επιλέγεται με βάση την παροχή του νερού στον συμπυκνωτή της ψυκτικής μονάδας και την συνολική πτώση πίεσης του νερού στο κύκλωμα ψυκτικής μονάδας – πύργου ψύξης (πτώση πίεσης στις σωληνώσεις, στον συμπυκνωτή της ψυκτικής μονάδας και στον πύργο ψύξης).



Άλλες συσκευές του συστήματος (4/6)

δ) Κυκλοφορητής λέβητα – τερματικών συσκευών (π.χ. Fan-coils).

Επιλέγεται με βάση την συνολική παροχή του νερού στις συσκευές και την συνολική πτώση πίεσης στο κύκλωμα λέβητα – τερματικών συσκευών (πτώση πίεσης στις σωληνώσεις νερού, στο λέβητα και στην πιο απομακρυσμένη συσκευή).

ε) Αντλία ψυκτικής μονάδας – τερματικών συσκευών (π.χ. Fan-coils).

Επιλέγεται με βάση την συνολική παροχή του νερού στις συσκευές και την συνολική πτώση πίεσης στο κύκλωμα ψυκτικής μονάδας – τερματικών συσκευών (πτώση πίεσης στις σωληνώσεις νερού, στον εξατμιστήρα της ψυκτικής μονάδας και στην πιο απομακρυσμένη συσκευή).



Άλλες συσκευές του συστήματος (5/6)

στ) Για τον καθορισμό του μεγέθους του λέβητα (ή των λεβήτων) μιας εγκατάστασης πρέπει να ληφθεί υπόψη:

- το συνολικό θερμικό φορτίο που χρειάζεται για να ικανοποιήσει τις ανάγκες του συνόλου των καταναλώσεων (θερμαντικά στοιχεία των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων και θερμαντικά σώματα νερού σε χώρους του κτιρίου, οι οποίοι δεν απαιτούν θερινό κλιματισμό).

Η επιλογή των λεβήτων γίνεται από καταλόγους πιστοποιημένων κατασκευαστών.



Άλλες συσκευές του συστήματος (6/6)

ζ) οι καυστήρες υγρών ή αερίων καυσίμων

Επιλέγονται με βάση την ωριαία κατανάλωση καυσίμου

$$m_f = 3600 q_k / (n_k \cdot H_u)$$

όπου:

m_f = η ωριαία κατανάλωση καυσίμου [kg/h]

q_k = η θερμική ισχύς του λέβητα [kW]

n_k = ο βαθμός απόδοσης του λέβητα

H_u = η θερμογόνο δύναμη του καυσίμου [kJ/kg]



Ψυχροστάσιο

- Ψυχροστάσιο ή μηχανοστάσιο κλιματισμού είναι ο χώρος, στον οποίο τοποθετούνται:
 - οι συσκευές επεξεργασίας, καθαρισμού, ανανέωσης ή παροχής αέρα (ανεμιστήρες, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες) και
 - οι συσκευές επεξεργασίας και διανομής νερού (υδρόψυκτες ψυκτικές μονάδες, αντλίες, κυκλοφορητές, εναλλάκτες θερμότητας κλπ).



Θέση ψυχροστασίου

- Η θέση του ψυχροστασίου στο κτίριο προσδιορίζεται σε συνάρτηση με τη δυνατότητα λήψης νωπού αέρα από το περιβάλλον, την απόσταση από τους κλιματιζόμενους χώρους για ελαχιστοποίηση του μήκους των αεραγωγών και την απαίτηση προστασίας του κτιρίου από τους θορύβους που παράγονται στο χώρο του ψυχροστασίου.
- Συνήθως τα ψυχροστάσια τοποθετούνται στο υπόγειο των κτιρίων χωρίς να αποκλείεται και η τοποθέτησή τους σε δώματα (ταράτσες).



Μέγεθος ψυχροστασίου (1/2)

- Το μέγεθος του ψυχροστασίου προσδιορίζεται σε συνάρτηση με τον αριθμό και τις διαστάσεις των συσκευών και μηχανημάτων που θα εγκατασταθούν σε αυτό.
- Κατά τον προσδιορισμό του μεγέθους του ψυχροστασίου, πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ώστε να υπάρχει και αναγκαίος ελεύθερος χώρος για τη λειτουργία και τη συντήρηση των μηχανημάτων και συσκευών, χωρίς απαίτηση ανακατασκευής τοίχων ή ανοιγμάτων.
- Ο προσδιορισμός των διαστάσεων του χώρου του ψυχροστασίου πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τη ισχύουσα νομοθεσία (Κτιριοδομικός Κανονισμός ΦΕΚ 59/Δ/3.2.89, Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 2421/86 Μέρος 2).



Μέγεθος ψυχροστασίου (2/2)

α. Η διάταξη των μηχανημάτων και συσκευών μέσα στο ψυχροστάσιο πρέπει να είναι τέτοια, ώστε για κάθε συσκευή να εξασφαλίζεται οριζόντια απόσταση από τους τοίχους του μηχανοστασίου ή από άλλες συσκευές 0.60 m.

β. Το ελεύθερο ύψος του ψυχροστασίου προσδιορίζεται από το είδος και το μέγεθος των διαφόρων συσκευών, μηχανημάτων και αεραγωγών.

Όταν δεν υπάρχουν αεραγωγοί μέσα στο ψυχροστάσιο, το ελεύθερο ύψος (μεταξύ δαπέδου και οροφής ή κάτω παρειάς τυχόν υπάρχουσας δοκού) πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το ύψος του υψηλότερου μηχανήματος συν 0.80 m.

Όταν υπάρχουν αεραγωγοί, το ελεύθερο ύψος είναι ίσο με την απόσταση της επάνω πλευράς του ψηλότερου αεραγωγού από το δάπεδο συν 0.50 m.

γ. Σε καμιά περίπτωση δεν μπορεί το ύψος του ψυχροστασίου να είναι μικρότερο των 2.20 m.



Ελάχιστη επιφάνεια ψυχοστασίου (ΤΟΤΕΕ 2423/86)

Εικ.36: Πίνακας ελάχιστης επιφάνειας βάσει ΤΟΤΕΕ

ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ ΓΙΑ Κ.Κ.Μ. (m ²)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΚΑΘΑΡΟ ΥΨΟΣ ΧΩΡΟΥ (m)
5000	10	2.5
10000	15	2.5
20000	30	3.0
30000	45	3.5
50000	60	4.0
75000	90	4.5
100000	110	5.0



Εφαρμογή (1/8)

- Από τις εφαρμογές 1 και 2 της ψυχρομετρίας, να δοθούν τα απαραίτητα στοιχεία για την επιλογή των παρακάτω συσκευών:
- Ψυκτικό στοιχείο
- Ψυκτική μονάδα
- Αντλία ψυχρού νερού
- Θερμαντικό στοιχείο
- Λέβητας
- Κυκλοφορητής θερμού νερού
- Υγραντήρας
- Κεντρική κλιματιστική μονάδα



Εφαρμογή (2/8)

I. Επιλογή ψυκτικού στοιχείου

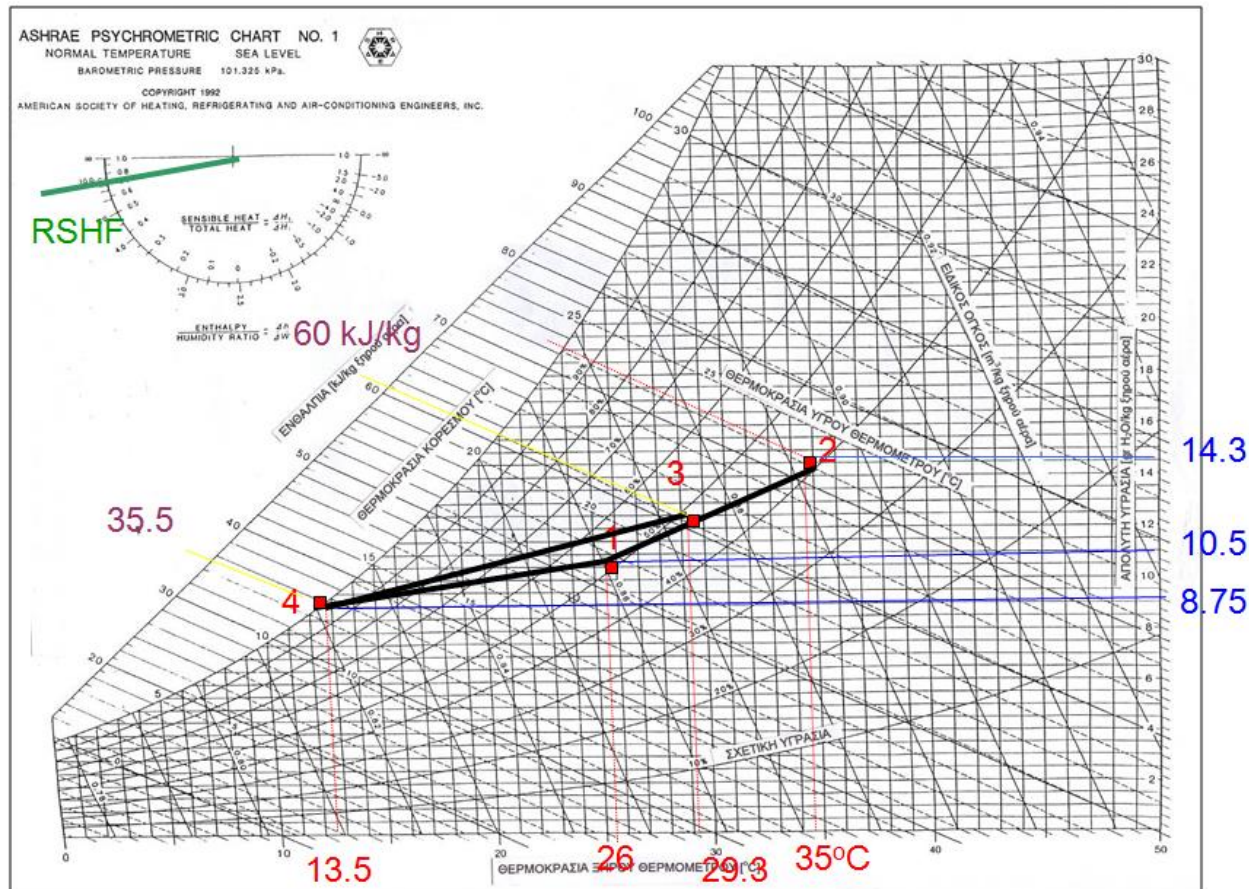
Απαραίτητα στοιχεία:

1. Συνολική παροχή αέρα 6800 m³/h (από εφαρμογή 1 είναι $\dot{V}_4 = 6772 \left[\frac{m^3}{h}\right]$).
2. Επιτρεπόμενη μετωπική ταχύτητα αέρα 2 έως 3 m/s.
3. Θερμοκρασία ξηρού (DB) και υγρού (WB) θερμομέτρου εισερχόμενου στο στοιχείο αέρα (από εφαρμογή, κατάσταση 3 στην έξοδο του κιβωτίου μίξης): $t_{DB} = t_3 = 29.3^\circ\text{C}$ και $t_{WB} = t_3^* = 21^\circ\text{C}$
4. Θερμοκρασία ξηρού (DB) και υγρού (WB) θερμομέτρου εξερχόμενου από το στοιχείο αέρα (από εφαρμογή 1, κατάσταση 4 στην έξοδο του ψυκτικού στοιχείου): $t_{DB} = t_4 = 13.5^\circ\text{C}$ και $t_{WB} = t_4^* = 12.5^\circ\text{C}$



Εφαρμογή (3/8)

Εικ.37: Από εφαρμογή 1 ψυχομετρίας



Εφαρμογή (4/8)

5. Θερμοκρασία εισόδου εξόδου ψυχρού νερού στο ψυκτικό στοιχείο ή θερμοκρασία εισόδου και παροχή ψυχρού νερού. Επιλέγουμε ψυκτική μονάδα με θερμοκρασία εξόδου νερού 7°C και θερμοκρασία εισόδου 12°C. Επομένως, στο ψυκτικό στοιχείο είναι:

$$t_{W_{\text{εισ}}} = 7^\circ\text{C} \text{ (έξοδος από την Ψ.Μ., είσοδος στο ψυκτικό στοιχείο)}$$

$$t_{W_{\text{εξ}}} = 12^\circ\text{C} \text{ (είσοδος στην Ψ.Μ., έξοδος από το ψυκτικό στοιχείο)}$$

- Η παροχή ψυχρού νερού στο ψυκτικού στοιχείου (εφαρμογή 1)

$$\dot{m}_{WC} = \frac{\dot{q}_c}{\rho \cdot c \cdot \Delta\theta} = \frac{56[\text{kW}]}{1000\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right] \cdot 4,18\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}\right] \cdot (12 - 7)[\text{K}]} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Όπου $\dot{q}_c = 56 \text{ kW}$ η απαραίτητη ισχύς του ψυκτικού στοιχείου (εφαρμογή 1).

Με τα παραπάνω στοιχεία επιλέγεται το κατάλληλο ψυκτικό στοιχείο και από τον κατασκευαστή καθορίζονται:

- a) Η πτώση πίεσης του νερού στο στοιχείο
- b) Η πτώση πίεσης του αέρα στο στοιχείο
- c) Ο τύπος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ψυκτικού στοιχείου.



Εφαρμογή (5/8)

II. Επιλογή ψυκτικής μονάδας

Απαραίτητα στοιχεία:

1. Συνολική ψυκτική ισχύς $\dot{q}_{συν} = \dot{q}_c = 56 \text{ kW}$
2. Παροχή ψυχρού νερού $\dot{m}_{WC} = 9,64 \text{ m}^3/\text{h}$
3. Θερμοκρασία εισόδου- εξόδου ψυχρού νερού στην Ψ.Μ.

$t_{W1} = 12^\circ\text{C}$ (είσοδος νερού στην Ψ.Μ.)

$t_{W2} = 7^\circ\text{C}$ (έξοδος νερού από την ψυκτική μονάδα)

III. Επιλογή αντλίας ψυχρού νερού

Απαραίτητα στοιχεία

1. Παροχή ψυχρού νερού $\dot{m}_{WC} = 9,64 \text{ m}^3/\text{h}$
2. Μανομετρικό ύψος

Προκύπτει από την πτώση πίεσης του νερού στο κύκλωμα μεταξύ ψυκτικής μονάδας και ψυκτικού στοιχείου (στον εξατμιστήρα της Ψ.Μ., σωληνώσεις προσαγωγής, ψυκτικό στοιχείο, σωληνώσεις επιστροφής, εξαρτήματα δικτύου)



Εφαρμογή (6/8)

IV. Επιλογή θερμαντικού στοιχείου

1. Συνολική παροχή αέρα 6800 m³/h
2. Μετωπική ταχύτητα αέρα < 3,5 m/s
3. Θερμοκρασία εισόδου- εξόδου θερμού νερού στο θερμαντικό στοιχείο. Επιλέγεται:

$$t_{Wεισ} = 85^{\circ}\text{C}$$
$$t_{Wεξ} = 70^{\circ}\text{C}$$

4. Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (DB) εισερχομένου στο στοιχείο αέρα και θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου εξερχόμενου από το στοιχείο αέρα ή θερμαντική ισχύς (από εφαρμογή 3, κατάσταση 1 στην έξοδο του κιβωτίου μίξης και κατάσταση 1' στην έξοδο του θερμαντικού στοιχείου

$$t_{1DB} = 14,6^{\circ}\text{C}$$
$$t_{1'DB} = 32^{\circ}\text{C}$$

Ή θερμαντική ισχύς $\dot{q}_{11'} = 39,3 \text{ kW}$.

- Με τα παραπάνω στοιχεία επιλέγεται το κατάλληλο θερμαντικό στοιχείο και από τον κατασκευαστή καθορίζονται:
 - a) Η πτώση πίεσης του νερού στο στοιχείο
 - b) Η πτώση πίεσης του αέρα στο στοιχείο
 - c) Ο τύπος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του θερμαντικού στοιχείου



Εφαρμογή (7/8)

v. Επιλογή λέβητα

- Επιλέγεται ο κατάλληλος λέβητας θερμικής ισχύος $q_{\Lambda} > q_{11'} = 39,3kW$
επομένως, $q_{\Lambda} \geq 40kW$

vi. Επιλογή κυκλοφορητή θερμού νερού

Απαραίτητα στοιχεία:

1. Παροχή θερμού νερού

$$\dot{m}_{WH} = \frac{\dot{q}_{11'}}{\rho \cdot c \cdot \Delta\theta} = \frac{39,3[kW]}{1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \cdot 4,18 \left[\frac{kJ}{kgK} \right] \cdot (85 - 70)[K]} = 6,3 \cdot 10^{-4} m^3/s$$

2. Μανομετρικό ύψος

Προκύπτει από την πτώση πίεσης του νερού στο κύκλωμα μεταξύ ψυκτικής μονάδας και ψυκτικού στοιχείου (στον εξατμιστήρα της Ψ.Μ., σωληνώσεις προσαγωγής, ψυκτικό στοιχείο, σωληνώσεις επιστροφής, εξαρτήματα δικτύου)



Εφαρμογή (8/8)

vii. Επιλογή υγραντήρα

- Επιλέγεται ηλεκτρικός υγραντήρας ατμού με παροχή ατμού μεγαλύτερη ή ίση με 5,82 kg/h (από εφαρμογή 3)

viii. Επιλογή κεντρικής κλιματιστικής μονάδας

- a) Συγκρότηση: Ανεμιστήρας επιστροφής, κιβώτιο μίξης, φίλτρα, τμήμα στοιχείων, υγραντήρας, ανεμιστήρας προσαγωγής
- b) Παροχή αέρα 6800 m³/h
- c) Εξωτερική στατική πίεση (προκύπτει μετά τη διαστασιολόγηση του δικτύου αεραγωγών)
- d) Ταχύτητα αέρα στο ψυκτικό στοιχείο: 2 έως 3 m/s



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνα 1: Κεντρικές μονάδες κλιματισμού MFE, Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 2: Air Handling Units series MFE-MFD , Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 3: Air Handling Units series MFE-MFD , Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 4: Air Handling Units series MFE-MFD , Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 5: Air Handling Units series MFE-MFD , Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 6: Air Handling Units series MFE-MFD , Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνα 7: Εικόνα από το διαδίκτυο
<http://www.draftair.com/ahu-prefabricated-units.php>
- Εικόνα 8: Εικόνα από το διαδίκτυο
<http://www.indiamart.com/sai-hvac-engineering/>
- Εικόνα 9: Τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας Interklima ABEE, α.α. 0101-0200-GC
- Εικόνα 10: <Εικόνα από το διαδίκτυο
http://www.humiditysolutions.co.uk/product_view.php?gal_id=31
- Εικόνα 11: Εικόνα από το διαδίκτυο
<http://www.condair.co.uk/condair-ls-live-steam-humidifier>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνα 12: Σχεδιάστηκε από τον διδάσκοντα
- Εικόνα 13: Σχεδιάστηκε από τον διδάσκοντα
- Εικόνα 14: TRANE , Central Station Air Handling Units, Τεχνικό έντυπο της εταιρείας TRANE, α.α. CCVA-PRB-004-EN
- Εικόνα 15: Εικόνα από το διαδίκτυο
<http://www.venfilter.com/product/poliven-plastic>
- Εικόνα 16: TRANE , Central Station Air Handling Units, Τεχνικό έντυπο της εταιρείας TRANE, α.α. CCVA-PRB-004-EN
- Εικόνα 17: Εικόνα από το διαδίκτυο
<http://www.fin-power.com/rigid-v-cell-filter/>
- Εικόνα 18: Τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας AirClima Παναγιωτόπουλος



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνα 19: Εικόνα από το διαδίκτυο
- <http://www.auroraheatingandair.com/tips>
- Εικόνα 20: TRANE , Central Station Air Handling Units, Τεχνικό έντυπο της εταιρείας TRANE, α.α. CCVA-PRB-004-EN
- Εικόνα 21: Τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας Interklima ABEE, α.α. 0101-0200-GC
- Εικόνα 22: Τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας Interklima ABEE, α.α. 0101-0200-GC
- Εικόνα 23: Τεχνικό έντυπο της εταιρείας TRANE
- Εικόνα 24: Τεχνικό έντυπο της εταιρείας TRANE
- Εικόνα 25: Τεχνικό έντυπο της εταιρείας TRANE



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνα 26: ASHRAE Handbook 200 HVAC Systems and Equipment, ASHRAE, Atlanta USA (σχήμα με ελληνική μετάφραση)
- Εικόνα 27: ASHRAE Handbook 200 HVAC Systems and Equipment, ASHRAE, Atlanta USA (σχήμα με ελληνική μετάφραση)
- Εικόνα 28: Κεντρικές μονάδες κλιματισμού MFE, Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 29: Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες, Τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας ESEA, Aeroklima Air Conditioning
- Εικόνα 30: Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες , Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 31: α) Τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας Interklima ABEE



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

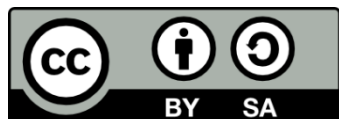
- Εικόνα 32: β) Τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας Carrier
- Εικόνα 33: Υδρόψυκτοι ψύκτες νερού με ελικοειδείς συμπιεστές FRWC 50-360 , Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 34: Υδρόψυκτοι ψύκτες νερού με ελικοειδείς συμπιεστές FRWC 50-360 , Τεχνικό έντυπο της εταιρείας FYROGENIS
- Εικόνα 35: Τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας Interklima ABEE, α.α. 0801-0992-EA
- Εικόνα 36: ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Κλιματισμός κτηριακών χώρων, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΤΕΕ, Αθήνα 1987
- Εικόνα 37: ASHRAE Handbook 1997 Fundamentals, ASHRAE Atlanta, USA





Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Χριστόφορος Μωραΐτης
Θεσσαλονίκη, 16/2/2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ