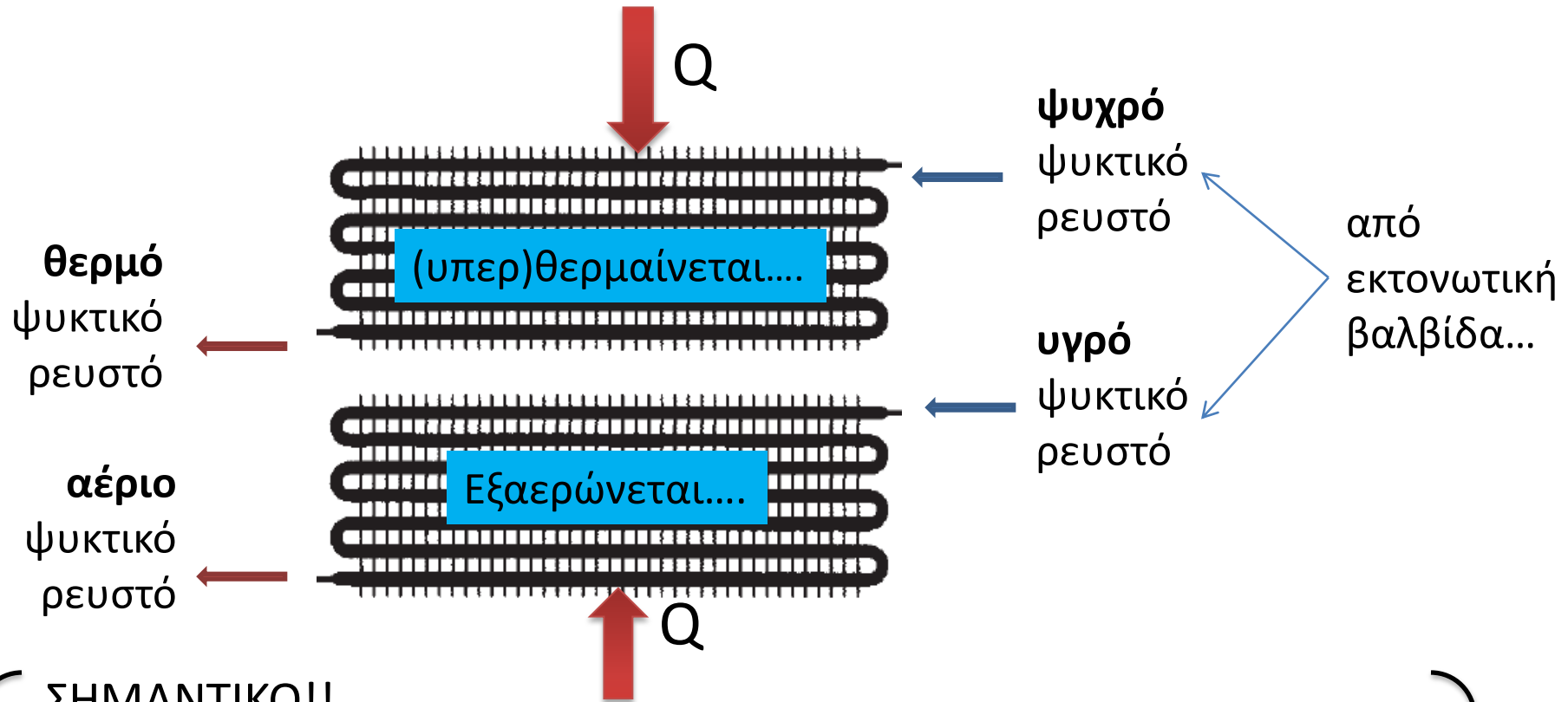


# ΕΞΑΤΜΙΣΤΕΣ

- 6.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ ΣΕ ΜΙΑ ΨΥΚΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ
- 6.2 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ
- 6.3 ΕΙΔΗ ΕΞΑΤΜΙΣΤΩΝ
- 6.4 ΕΞΑΤΜΙΣΤΕΣ ΨΥΞΗΣ ΑΕΡΑ
- 6.5 ΕΞΑΤΜΙΣΤΕΣ ΨΥΞΗΣ ΥΓΡΩΝ
- 6.6 ΑΠΟΨΥΞΗ ΤΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΤΩΝ ΨΥΞΗΣ ΑΕΡΑ

# 1 Ο ρόλος του εξατμιστή σε μία ψυκτική μηχανή

- ➔ Ψύχει το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται (δηλ τον ψυχόμενο χώρο)  
Άρα: παίρνει (απορροφά) θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο





**ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ!!**

Το ψυκτικό μέσο πρώτα **εξαερώνεται** (σ' αυτή τη φάση γίνεται η ψύξη) και μετά **υπερθερμαίνεται** (για να εξασφαλιστεί ότι θα αναρροφηθεί μόνο αέριο από τον συμπιεστή)

Ο εξατμιστής είναι το τμήμα της ψυκτικής μηχανής που έχει κύριο σκοπό να απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον του.(δηλ τον ψυχώμενο χώρο)

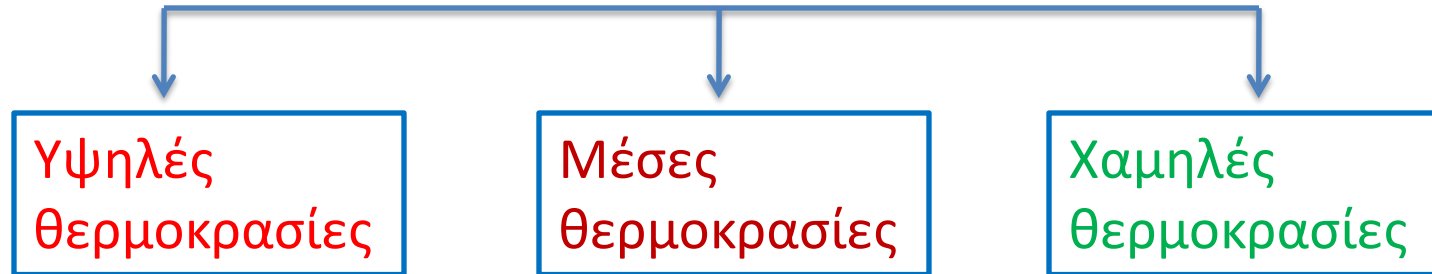
Με άλλα λόγια ο εξατμιστής:

- είναι μία συσκευή εναλλαγής θερμότητας, με την οποία η ψυκτική μηχανή απορροφά τη θερμότητα από το χώρο τον οποίο θέλουμε να ψύξουμε.
- Μέσα στον εξατμιστή το ψυκτικό υγρό απορροφά θερμότητα και εξατμίζεται. Για το λόγο αυτό ο εξατμιστής ονομάζεται και **εξαεριωτής**.

- ο εξατμιστής μπορεί να ψύχει  **αέρα** (αεροψυκτήρας ή ψυκτικό στοιχείο)   
**νερό ή άλλα υγρά** (γάλα, μύρα πετρέλαιο κ.λπ.)

## Περιοχή λειτουργίας εξατμιστή

Ανάλογα με την εφαρμογή ( δηλ. τη θερμοκρασία που επιθυμούμε )



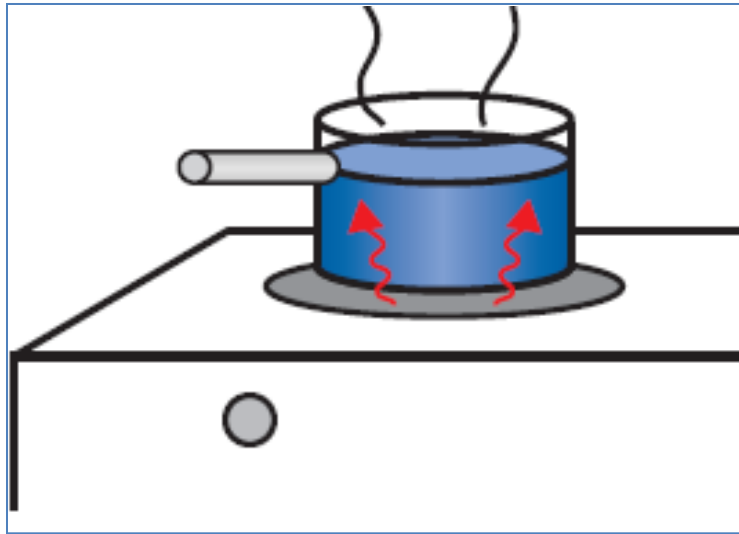
Σε **εγκατάσταση κλιματισμού** έχουμε υψηλή θερμοκρασία (περίπου  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Σε **εγκατάσταση συντήρησης τροφίμων** έχουμε μέση θερμοκρασία (π.χ.  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Σε **εγκατάσταση κατάψυξης** έχουμε χαμηλή θερμοκρασία (π.χ.  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

## 2 Η λειτουργία του εξατμιστή

- Τι θα γίνει αν ΔΕΝ βάλω την κατσαρόλα με το νερό;



Το μάτι θα θερμανθεί μέχρι  $400 - 500\text{ }^{\circ}\text{C}$  και θα πυρακτωθεί (θα γίνει κόκκινο) με κίνδυνο καταστροφής από υπερθέρμανση

- Τι θα γίνει αν βάλω την κατσαρόλα με το νερό;

Στην περίπτωση αυτή το νερό μέσα στην κατσαρόλα αρχίζει να θερμαίνεται και πολύ γρήγορα αρχίζει να βράζει. Το νερό βράζει γιατί απορροφά θερμότητα από το μάτι της κουζίνας. Ταυτόχρονα το νερό ψύχει το μάτι και δεν το αφήνει να κοκκινίσει. Όπως, μάλιστα, γνωρίζουμε το νερό σε ατμοσφαιρική πίεση βράζει σε σταθερή θερμοκρασία  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (πολύ χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του κόκκινου ματιού)

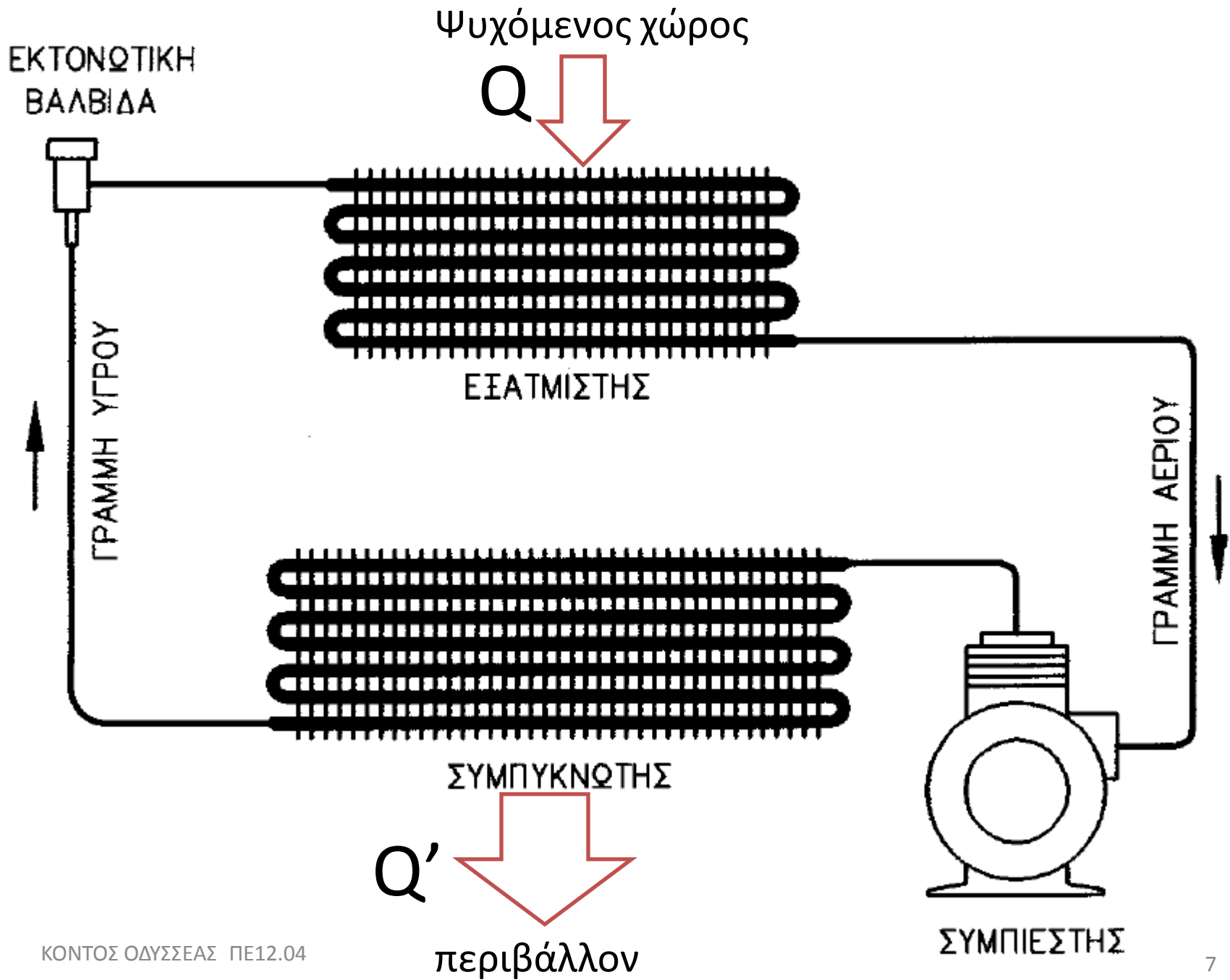
Το νερό βράζει απορροφώντας μεγάλα ποσά θερμότητας από το περιβάλλον (μάτι κουζίνας)

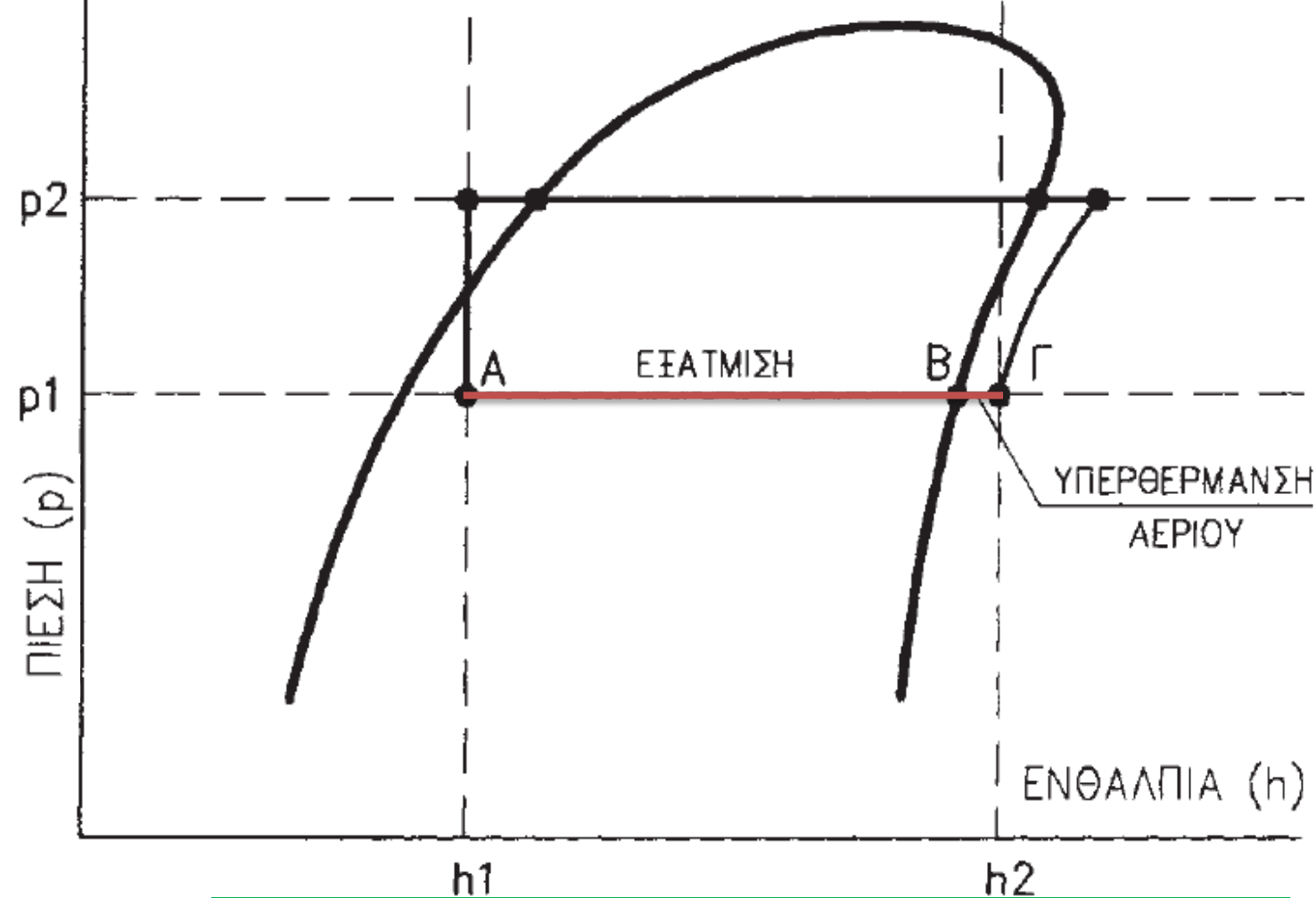
(πίεση 1 atm ή 14,5 bar)

με ανάλογο τρόπο στον εξατμιστή:

*Το ψυκτικό ρευστό (φρέον) βράζει απορροφώντας μεγάλα ποσά θερμότητας από το περιβάλλον (ψυχόμενος χώρος)*

(Η πίεση αναρρόφησης ή η χαμηλή πίεση, συντηρείται από τον συμπιεστή και είναι τέτοια ώστε το φρέον να βράσει στην συγκεκριμένη θερμοκρασία)





A: υγρό

B: κορεσμένο  
αέριο

Γ: υπέρθερμο  
αέριο

AB: εξάτμιση:	θερμοκρασία σταθερή
BΓ: υπερθέρμανση:	θερμοκρασία αυξάνεται

**Απόδοση(ικανότητα) εξατμιστή:** ενθαλπία εξόδου – ενθαλπία εισόδου ( $h_2 - h_1$ )  
= θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής από τον χώρο που ψύχει



### 3 **Είδη εξατμιστών**

- α) Εξατμιστές που ψύχουν αέρα ή αεροψυκτήρες.
- β) Εξατμιστές που ψύχουν υγρά.

### 4 **Εξατμιστές ψύξης αέρα**

Χρησιμοποιούνται σε όλες σχεδόν τις εφαρμογές (κλιματισμός συντήρηση προϊόντων, κατάψυξη κλπ)

- α) Εξατμιστές με **φυσική κυκλοφορία αέρα**.
- β) Εξατμιστές με **εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα**.

Ο αέρας του περιβάλλοντος κυκλοφορεί γύρω από τον εξατμιστή με φυσική ή εξαναγκασμένη κυκλοφορία. Το ψυκτικό υγρό βράζει (εξατμίζεται) μέσα στον εξατμιστή επειδή απορροφά θερμότητα από τον αέρα και τον ψύχει. Γίνεται, δηλαδή, εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του αέρα και του ψυκτικού υγρού, όπως, αντίστοιχα, στην κουζίνα του παραδείγματος, μεταξύ του νερού και του ηλεκτρικού ματιού.

## 4.1 Εξατμιστές φυσικής κυκλοφορίας αέρα

Ο αέρας κυκλοφορεί σύμφωνα με το φυσικό νόμο της βαρύτητας

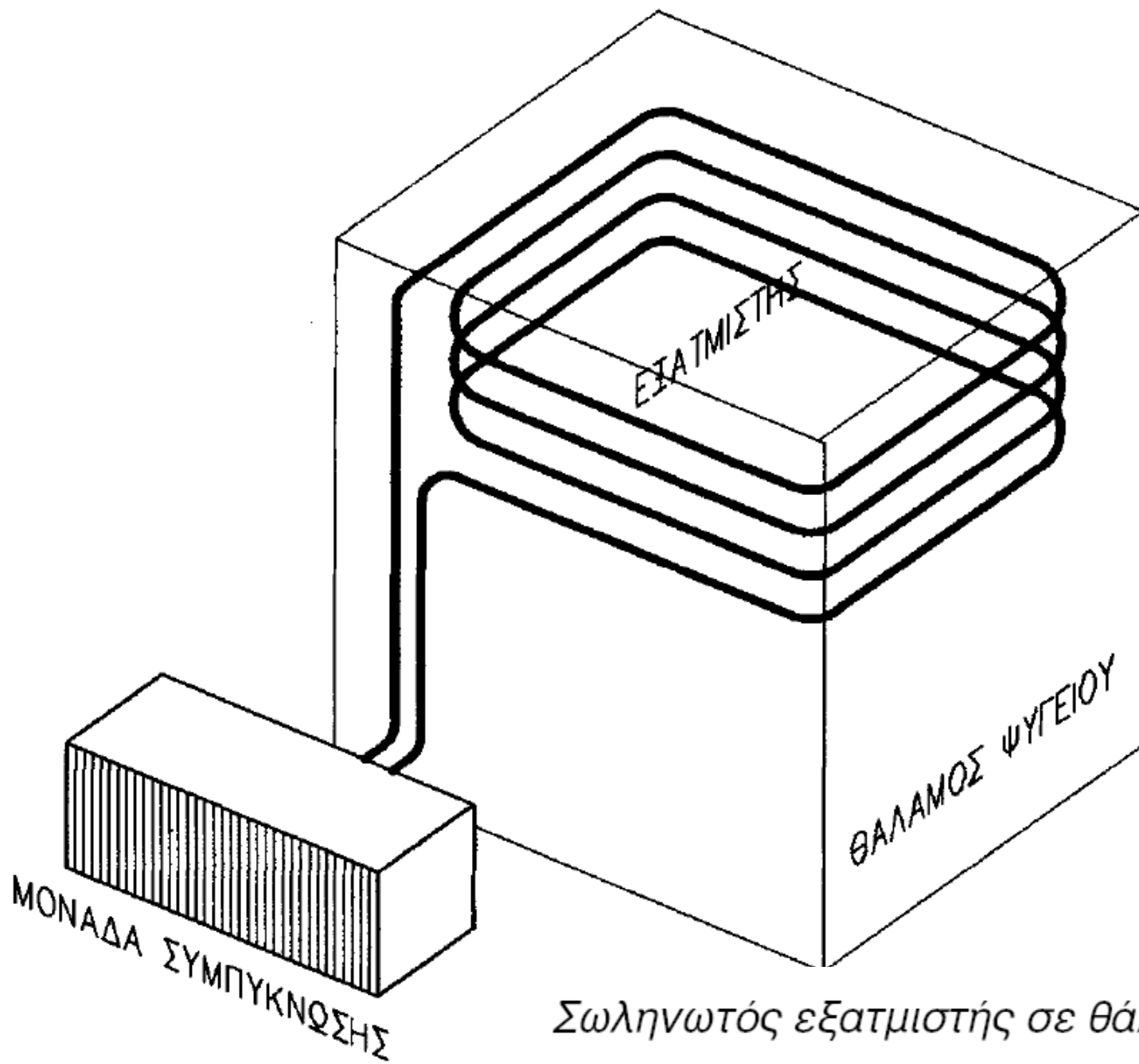
Περιγραφή:

Ο αέρας που έρχεται σε επαφή με τον εξατμιστή ψύχεται και γίνεται πύο πυκνός (άρα και πύο βαρύς), με αποτέλεσμα να κινείται από επάνω προς τα κάτω, δημιουργώντας ένα καθοδικό ρεύμα, φυσικής κυκλοφορίας γύρω από τον εξατμιστή.

- Κυκλοφορούν σε πολλά σχήματα ανάλογα με τη χρήση

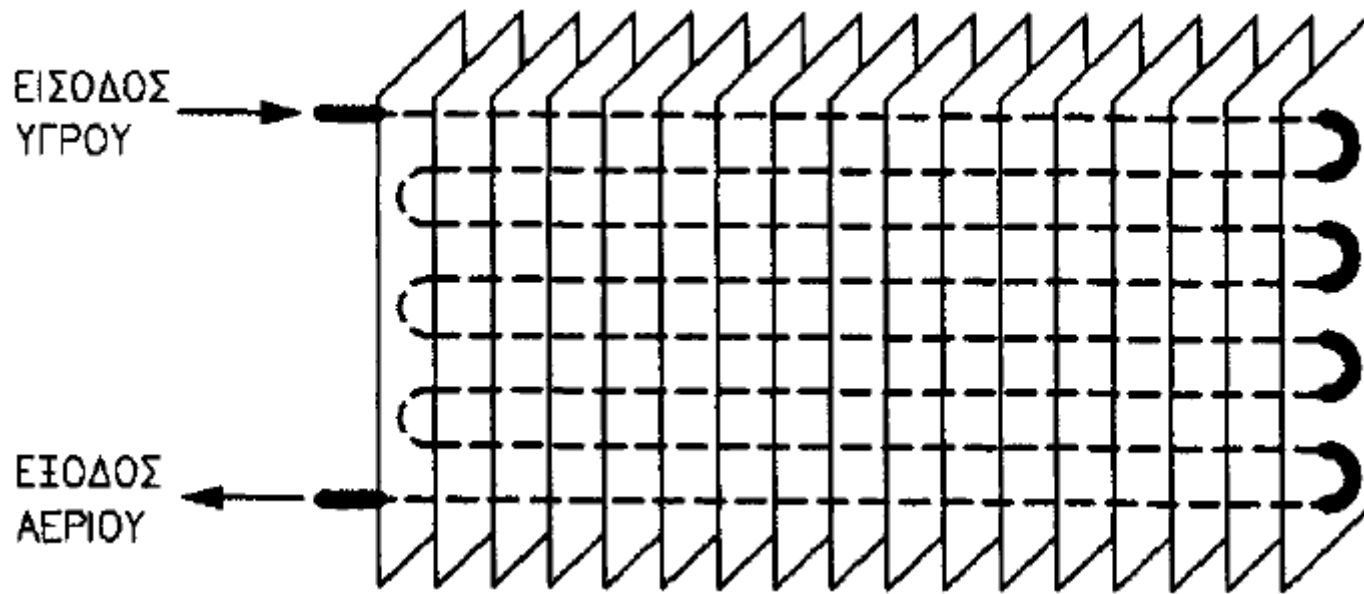
### **ΕΙΔΗ ΕΞΑΤΜΙΣΤΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΕΡΑ:**

Οι σωληνωτοί εξατμιστές, που αποτελούνται από ένα σωλήνα (σε σχήμα σερπαντίνας), μέσα στον οποίο κυκλοφορεί το ψυκτικό υγρό. Η μορφή της σερπαντίνας εξαρτάται από τη χρήση (κυλινδρική, επίπεδη κ.λπ.). Χρησιμοποιούνται κυρίως σε ψυγεία θερμοκρασίας χαμηλότερης από 0 °C. Συνήθως η σερπαντίνα που περιβάλλει τον εσωτερικό χώρο του ψυγείου.

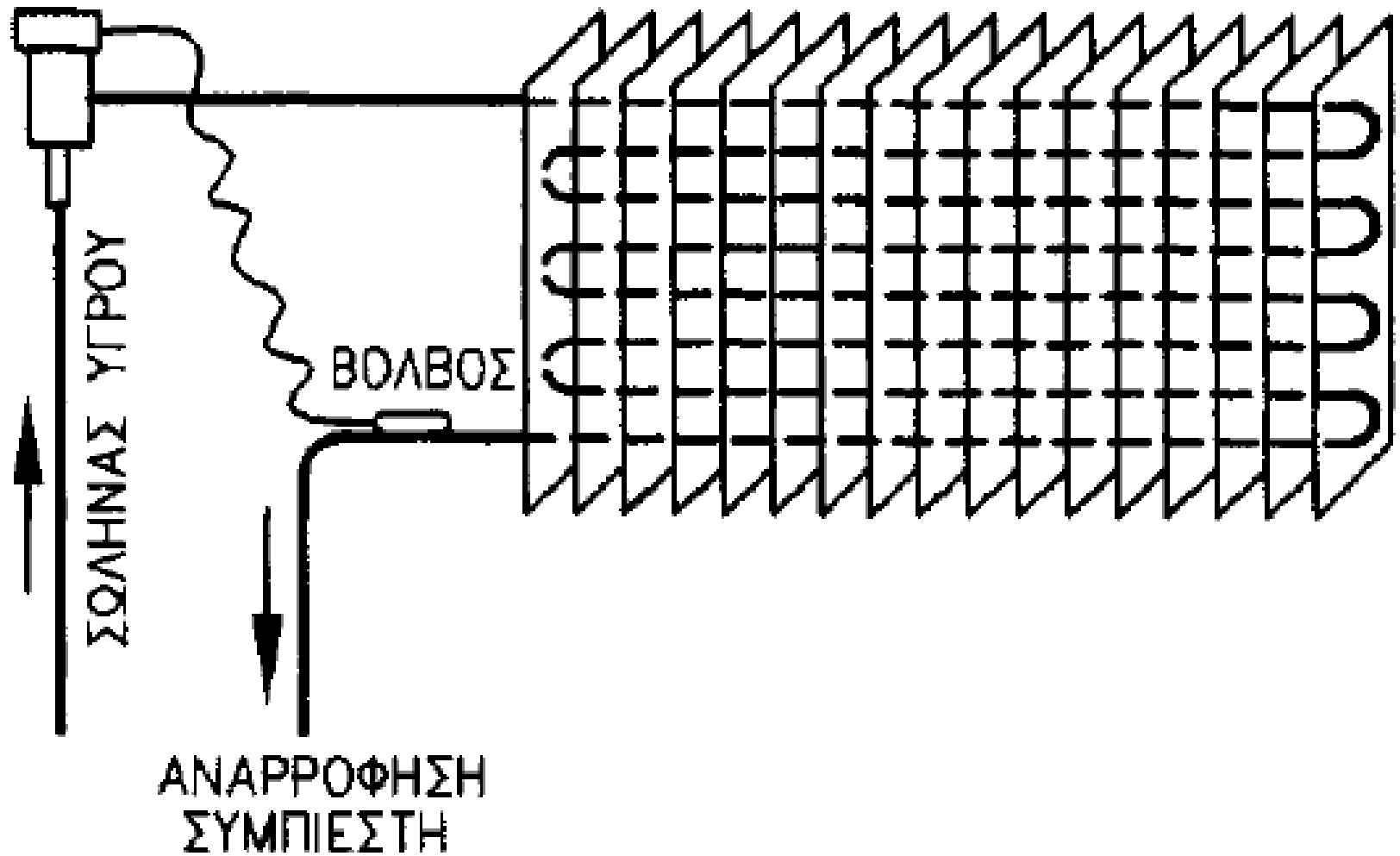


*Σωληνωτός εξατμιστής σε θάλαμο ψυγείου*

Οι **πτερυγιοφόροι** εξατμιστές, που αποτελούνται από ένα σωλήνα πάνω στον οποίο έχουν συγκολληθεί ελάσματα σε μορφή πτερυγίων. Τα πτερύγια χρησιμοποιούνται για να αυξηθεί η επιφάνεια επαφής με τον αέρα (επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας). Ο εξατμιστής αυτός έχει ακριβώς τη μορφή στοιχείου, όπως το γνωρίσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο και ονομάζεται **ψυκτικό στοιχείο**.



# ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ





## Απόδοση (ικανότητα) εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα.

Η απόδοση ενός εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνειά του και όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά της θερμοκρασίας ατμοποίησης από τη θερμοκρασία του αέρα.

$$\dot{Q} = K \times A \times \Delta\theta$$

$\dot{Q}$	Η απόδοση (ικανότητα) του εξατμιστή	W
K	Συντελεστής που εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του εξατμιστή (επιφάνεια, πτερύγια κ.λπ.)	W/m <sup>2</sup> .°C
A	Η συνολική επιφάνεια εναλλαγής του εξατμιστή, που έρχεται σε επαφή με τον αέρα	m <sup>2</sup>
$\Delta\theta$	Η μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας ατμοποίησης και της θερμοκρασίας του αέρα	°C

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ο εξατμιστής ενός ψυγείου έχει επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας  $2,5 \text{ m}^2$ . Το ψυκτικό υγρό μέσα στον εξατμιστή εξατμίζεται στους  $-7 \text{ }^\circ\text{C}$  και ο αέρας μέσα στον θάλαμο του ψυγείου έχει θερμοκρασία  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Αν ο συντελεστής  $K$  του συγκεκριμένου εξατμιστή είναι  $5 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ , πόση είναι η ικανότητά του:

- Η μέση διαφορά θερμοκρασίας είναι:  $\Delta\theta = 2 - (-7 \text{ }^\circ\text{C}) = 9 \text{ }^\circ\text{C}$
- Άρα, η ικανότητα του εξατμιστή είναι:  $\dot{Q} = 5 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C} \times 2,5 \text{ m}^2 \times 9 \text{ }^\circ\text{C} = 112,5 \text{ W}$



## **πλεονεκτήματα εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα:**

- Απλή κατασκευή και μικρό κόστος.
- Μπορούν να έχουν το σχήμα που απαιτείται, σχεδόν σε κάθε περίπτωση.
- Αθόρυβη λειτουργία.
- Δεν καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια.
- Λειτουργούν σχεδόν χωρίς βλάβες και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.

## **μειονεκτήματα εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα:**

- Η απόδοσή τους είναι σχετικά μικρή σε σχέση με το μέγεθός τους.
- Η απόδοσή τους μεταβάλλεται σημαντικά, ανάλογα με τις συνθήκες στις οποίες λειτουργούν. Για το λόγο αυτό κατασκευάζονται για συγκεκριμένες χρήσεις, με καθορισμένες συνθήκες λειτουργίας.

## 4.2 Εξατμιστές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα

- η κυκλοφορία του αέρα επιτυγχάνεται με χρήση ενός ή περισσοτέρων ανεμιστήρων.
- Η κατασκευή τους περιλαμβάνει
  - ➔ ένα πτερυγιοφόρο σωλήνα (στοιχείο)
  - ➔ ένα τουλάχιστον ανεμιστήρα(φυσά τον αέρα ανάμεσα στα πτερύγια του εξατμιστή)

Το είδος αυτό του εξατμιστή ονομάζεται και : **στοιχείο απευθείας εκτόνωσης**

*Αν η βαλβίδα που διοχετεύει υγρό τον εξατμιστή είναι:*

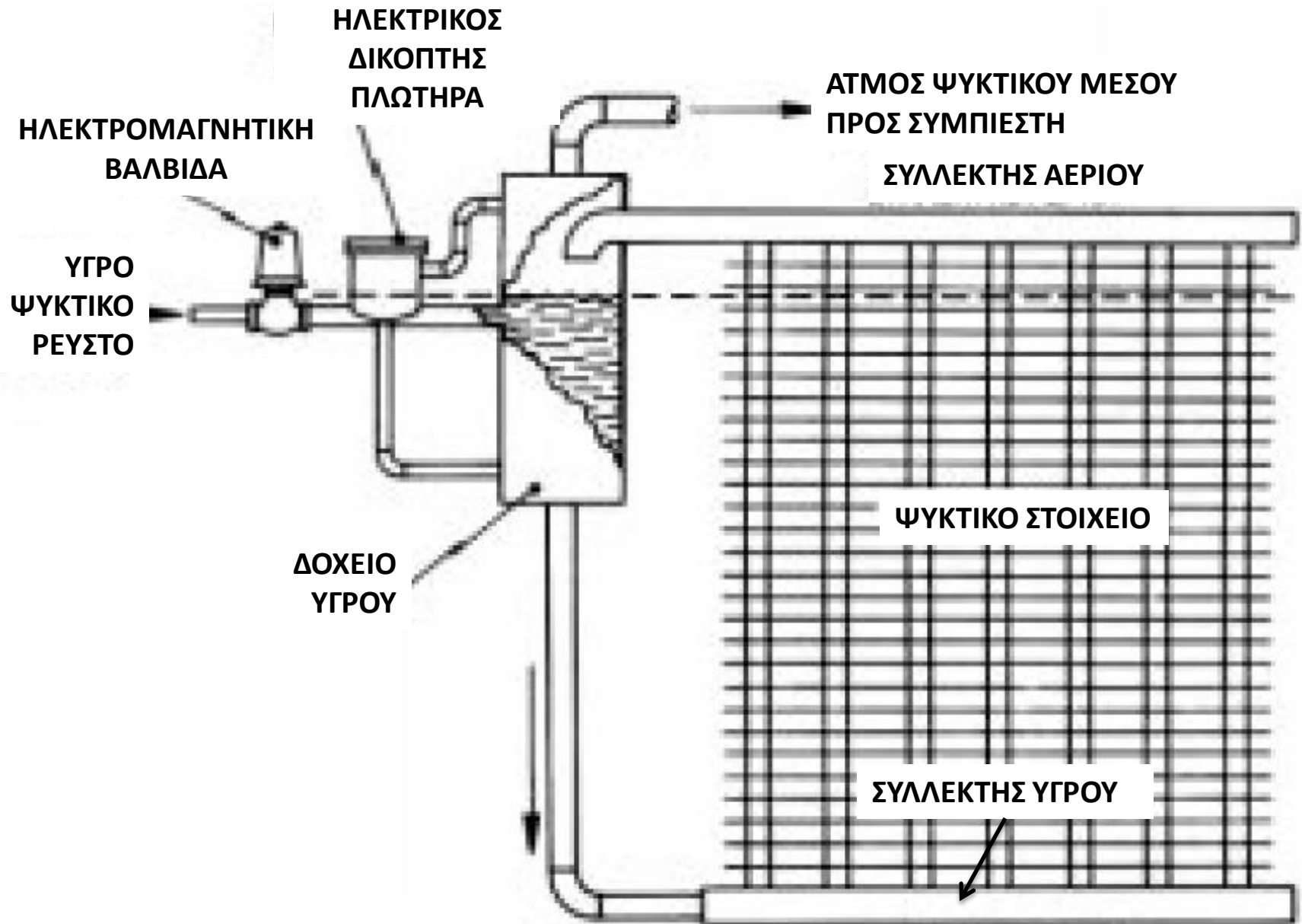
↓  
βαλβίδα με πλωτήρα

↓  
εξατμιστής κατακλυζόμενου τύπου  
(flooded type coil)

↓  
εκτονωτική βαλβίδα

↓  
στοιχείο ξηρής εκτόνωσης  
(dry expansion coil)

# Εξατμιστής κατακλυζόμενου τύπου



## Λειτουργία εξατμιστή κατακλυζόμενου τύπου (flooded type coil)

● μια ηλεκτρική βαλβίδα με πλωτήρα (σε συνδιασμό με μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) διατηρεί το υγρό ψυκτικό μέσο σε μία σταθερή στάθμη μέσα στο στοιχείο. Με άλλα λόγια, όσο το ψυκτικό υγρό εξατμίζεται, τόσο περισσότερο υγρό διοχετεύεται στο στοιχείο από τη βαλβίδα και σαν αποτέλεσμα το εσωτερικό του εξατμιστή γεμίζει (κατακλύζεται) με υγρό μέχρι τη στάθμη που καθορίζεται από την βαλβίδα. Το επίπεδο αυτό συνήθως διατηρείται σε τέτοιο σημείο ώστε η εσωτερική επιφάνεια του εξατμιστή να είναι σχεδόν πάντα γεμάτη με υγρό (γι' αυτό ονομάζεται “κατακλυζόμενος”).

*γι' αυτό είναι πιο αποδοτικοί από τους εξατμιστές ξηρής εκτόνωσης*

Εξάτμιση:

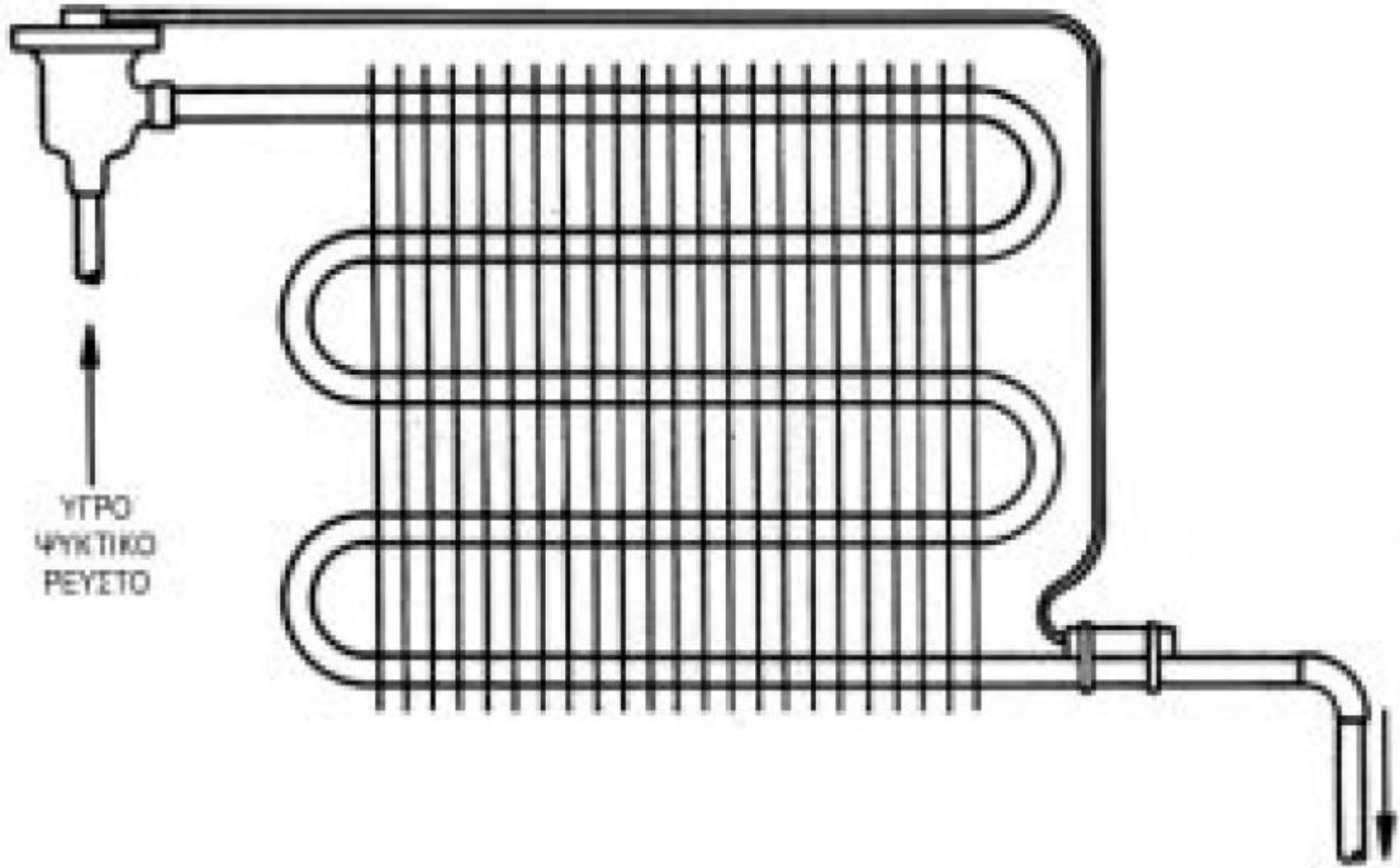
μπορεί να γίνει μόνο στα σημεία που το υγρό έρχεται σε επαφή με τα σχετικά θερμότερα εσωτερικά τοιχώματα των σωλήνων.

## Χρήσεις εξατμιστή κατακλυζόμενου τύπου (flooded type coil)

- Παρόλη την αυξημένη ικανότητά τους οι εξατμιστές αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται σχετικά λίγο επειδή απαιτούν μεγαλύτερο φορτίο ψυκτικού υγρού από ότι ένας εξατμιστής ξηρού τύπου. Αντίθετα, ο πιο συνηθισμένος και ευρύτητα χρησιμοποιούμενος εξατμιστής ψύξης αέρα (ιδιαίτερα στις εγκαταστάσεις κλιματισμού) είναι το στοιχείο ξηρής εκτόνωσης.

# Στοιχείο ξηρής εκτόνωσης

ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ  
ΒΑΝΔΙΑ



ΥΓΡΟ  
ΨΥΚΤΙΚΟ  
ΡΕΥΣΤΟ

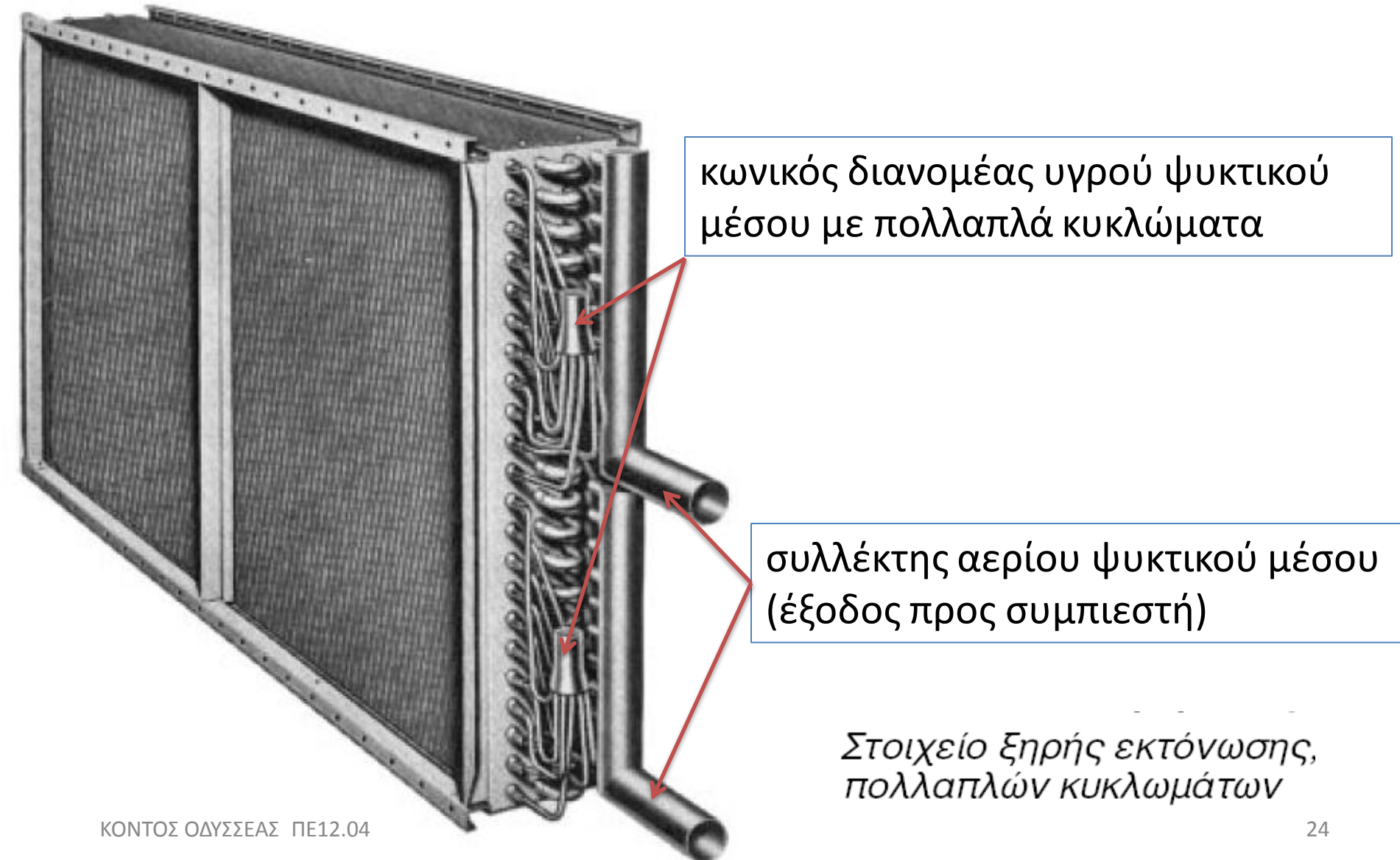
ΑΕΡΙΟ  
ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ

## Λειτουργία εξατμιστή ξηρής εκτόνωσης (dry expansion coil)

Το ψυκτικό υγρό διοχετεύεται στο στοιχείο μέσω μιας εκτονωτικής βαλβίδας. Η πιο συνηθισμένη διάταξη περιλαμβάνει μια θερμοεκτονωτική βαλβίδα η οποία μετρά τη θερμοκρασία του αερίου που εξέρχεται από τον εξατμιστή και επιτρέπει την δίοδο ακριβώς όσου υγρού απαιτείται, ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία του αερίου στην προκαθορισμένη τιμή.

- Από την παραπάνω περιγραφή φαίνεται ότι ο εξατμιστής αυτού του τύπου πρέπει να είναι γεμάτος από μίγμα υγρού και αερίου ψυκτικού μέσου. Στην πλευρά εισόδου το ψυκτικό μέσο είναι υγρό. Καθώς το ψυκτικό μέσο προχωρά προς την έξοδο του στοιχείου απορροφώντας θερμότητα από τον αέρα που περνά μέσα από τα πτερύγια του στοιχείου, όλο και περισσότερο υγρό εξατμίζεται. Στην έξοδο του στοιχείου, όλο το υγρό έχει εξατμισθεί και είναι ελαφρά υπέρθερμο, λόγω της δράσης της εκτονωτικής βαλβίδας.

Ένα τυπικό στοιχείο ξηρής εκτόνωσης αποτελείται από πολλαπλά παράλληλα κυκλώματα (από 2 μέχρι και 22)





# Η ικανότητα (απόδοση) των εξατμιστών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα.

αέρας  μίγμα ξηρού αέρα και υδρατμού → (ατμοποιημένου νερού)

**ποσότητα του υδρατμού στον αέρα = υγρασία**

εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (θερμοκρασία κλπ)

Π.χ. Χειμώνας: βροχερές μέρες ή συννεφιά: **μεγάλη υγρασία**  
Καλοκαίρι: ηλιόλουστες μέρες: **μικρή υγρασία (ξηρός αέρας)**

**Δείτε αυτό:** Ποτήρι με κρύο νερό (2°C) στο περιβάλλον



← Υγρασία στην επιφάνεια του ποτηριού (συμπύκνωση υδρατμών)



Το νερό ζεσταίνεται...



← Η υγρασία σιγά σιγά φεύγει... (εξάτμιση υδρατμών)



## Συμπέρασμα:

*Η υγρασία (υδρατμοί) στον αέρα είναι άλλοτε περισσότερη και άλλοτε λιγότερη ανάλογα τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον*



Η μεταβολή αυτή της υγρασίας, σε ένα περιορισμένο χώρο προέρχεται κυρίως από **εξάτμιση** και **συμπύκνωση** της υγρασίας που υπάρχει στον αέρα.



1

↓  
Για να εξατμιστεί το νερό και να δημιουργήσει υγρασία (υδρατμό) στον αέρα πρέπει να απορροφήσει θερμότητα

Π.χ. βρεγμένο χέρι που κρυώνει γιατί πάνω του γίνεται εξάτμιση (στέγνωμα) του νερού

2

↓  
Αντίθετα για να συμπυκνωθεί η υγρασία πρέπει να αποβάλλει θερμότητα, δηλαδή κάπου να την αποδώσει.

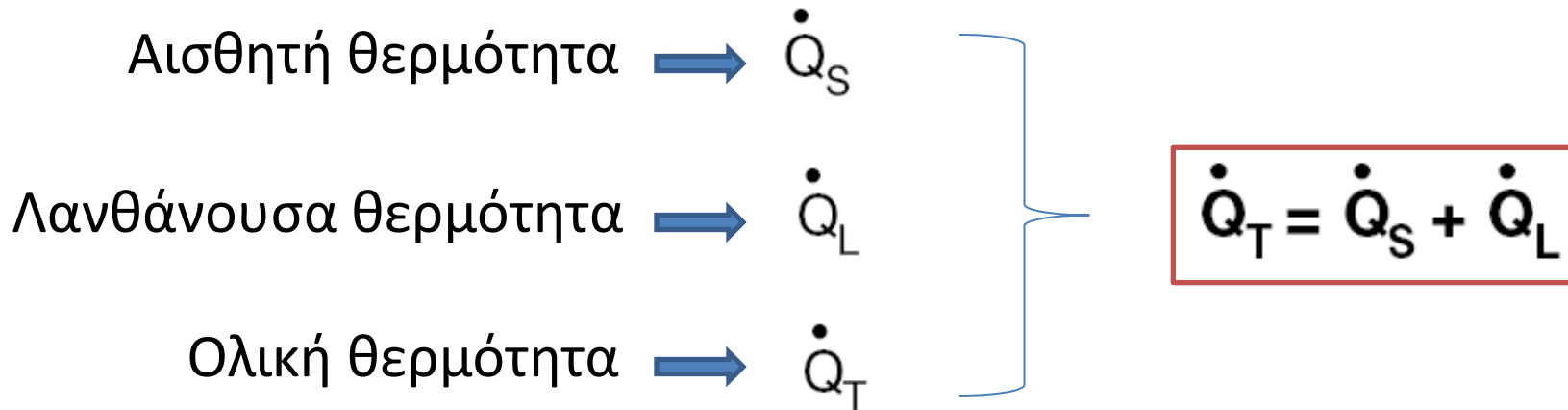
Π.χ. προηγούμενο παράδειγμα με υδρατμούς που συμπυκνώνονται στην πολύ πιο κρύα επιφάνεια του ποτηριού με το παγωμένο νερό

● Όταν ψύχουμε ένα χώρο, δηλαδή αφαιρούμε απ' αυτόν θερμότητα, συμβαίνουν τα ακόλουθα δύο φαινόμενα:

1. Ελαττώνεται η θερμοκρασία του χώρου. Αυτό το αισθανόμαστε εύκολα (κρυώνει ο χώρος) και παράλληλα το βλέπουμε με ένα θερμομόμετρο που η ένδειξη του συνεχώς κατεβαίνει.
2. Οι υδρατμοί μέσα στο χώρο συμπυκνώνονται (γιατί αφαιρούμε θερμότητα). Αυτό δεν το αισθανόμαστε ούτε το βλέπουμε με ένα θερμομόμετρο.

Στην πρώτη περίπτωση λέμε ότι έχουμε αφαίρεση **αισθητής θερμότητας** από τον χώρο (γιατί την αισθανόμαστε) ενώ στη δεύτερη, ότι έχουμε αφαίρεση **λανθάνουσας θερμότητας** (που δεν την αισθανόμαστε αλλά ξέρουμε ότι συμβαίνει).

Ο εξατμιστής αυτό ακριβώς κάνει: ψύχει το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται (αφαιρεί θερμότητα από τον χώρο)



**Ολική θερμότητα  $\dot{Q}_T$  = απόδοση (ικανότητα) εξατμιστή.**  
(αυτό μας ενδιαφέρει να βρούμε)

Τον λόγο της αισθητής θερμότητας προς την ολική, ονομάζουμε **παράγοντα αισθητής θερμότητας SHR** και είναι:

$$\text{SHR} = \dot{Q}_S / \dot{Q}_T$$

Η αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής από τον αέρα είναι:

$$\dot{Q}_S = 0.34 \times \dot{V}_A \times \Delta\theta$$

όπου:

- $\dot{Q}_S$  Η αισθητή θερμότητα W
- $\dot{V}_A$  Η παροχή του αέρα που περνά ανάμεσα από τον εξατμιστή m<sup>3</sup>/h
- $\Delta\theta$  Η διαφορά θερμοκρασίας (εισόδου – εξόδου) του αέρα °C

Επειδή όμως ο εξατμιστής απορροφά αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα, δηλαδή ολική θερμότητα, η απόδοση του θα είναι:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S / \text{SHR} = \frac{0,34 \times \dot{V}_A \times \Delta\theta}{\text{SHR}}$$

όπου:

SHR Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας (δεν έχει μονάδες)

(υπόλοιπα σύμβολα: βλ. παραπάνω)

Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας, σε κάθε περίπτωση, εξαρτάται από πολλές παραμέτρους (υγρασία του αέρα, θερμοκρασία του αέρα, κ.λπ.). Στις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές είναι δυνατό να δεχόμαστε λόγο αισθητής θερμότητας από 0.75 μέχρι 0.85.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Σε ένα εξατμιστή η παροχή αέρα είναι  $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$  και η διαφορά θερμοκρασίας, μεταξύ εισόδου και εξόδου του αέρα,  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Πόση είναι η απορροφόμενη αισθητή θερμότητα;

- $\dot{Q}_S = 0,34 \times 1.000 \text{ m}^3/\text{h} \times 5 \text{ }^\circ\text{C} = 1.700 \text{ W}$

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2 (υπολογισμός SHR – παροχής αέρα)

Για να κλιματίσουμε ένα δωμάτιο πρέπει να απορροφήσουμε 200 W λανθάνουσα θερμότητα και 800 W αισθητή θερμότητα, με ένα εξατμιστή ψύξης αέρα. Ο αέρας που θα περάσει ανάμεσα από τον εξατμιστή πρέπει να έχει διαφορά θερμοκρασίας εισόδου – εξόδου  $\Delta\theta = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ποιος είναι ο παράγοντας αισθητής θερμότητας του δωματίου και πόση πρέπει να είναι η παροχή του αέρα, για να κλιματίζεται το δωμάτιο;

- Η ολική θερμότητα είναι:  $\dot{Q}_T = 200 + 800 = 1000\text{W}$

- Παράγοντας αισθητής θερμότητας δωματίου:  $\text{SHR} = 800/1000 = 0,8$

- Παροχή αέρα:  $\dot{V}_A = \dot{Q}_S / (0,34 \times \Delta\theta) = 800/(0,34 \times 10) = 235\text{ m}^3/\text{h}$

- Την ίδια παροχή βρίσκουμε αν χρησιμοποιήσουμε τον τύπο της ολικής θερμότητας, δηλαδή:

$$\dot{V}_A = (\dot{Q}_T \times \text{SHR}) / (0,34 \times \Delta\theta) = (1.000 \times 0,8) / (0,34 \times 10) = 235\text{ m}^3/\text{h}$$

Οι παραπάνω τύποι εφαρμόζονται και για ψύξη και για κλιματισμό λαμβάνοντας υπ όψη τα παρακάτω:

- κλιματισμός:  $\implies \Delta\theta$  αέρα από 8 °C έως 12 °C
- ψύξη:  $\implies \Delta\theta = 0,5 \times (\theta_{\theta\alpha\lambda} - \theta_{\varepsilon\xi})$   $\left. \begin{array}{l} \theta_{\theta\alpha\lambda} = \text{θερμοκρασία θαλάμου} \\ \theta_{\varepsilon\xi} = \text{θερμοκρασία εξατμιστή} \end{array} \right\}$

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3

Ο θάλαμος συντήρησης ενός ψυγείου λαχανικών πρέπει να έχει θερμοκρασία 2 °C. Η ολική θερμότητα που πρέπει να απάγεται από τον θάλαμο είναι 3.500 W και ο παράγοντας αισθητής θερμότητας του θαλάμου είναι 0,8. Αν η θερμοκρασία εξατμίσσης στον αεροψυκτήρα είναι -5 °C, πόση πρέπει να είναι η παροχή του αέρα;

- διαφορά θερμοκρασίας του αέρα :  $\Delta\theta = 0,5 \times [2 - (-5)] = 3,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- παροχή του αέρα :  
$$\dot{V}_A = (\dot{Q}_T \times SHR) / (0,34 \times \Delta\theta) = (3.500 \times 0,8) / (0,34 \times 3,5) = 2.353 \text{ m}^3/\text{h}$$



### 4.3 Επιλογή των εξατμιστών ψύξης αέρα

Η επιλογή γίνεται με βάση πίνακες κατασκευαστών. Για την επιλογή ενός εξατμιστή πρέπει να γνωρίζουμε τα παρακάτω στοιχεία:

1. Την απαιτούμενη ολική ικανότητα (απόδοση) του εξατμιστή σε  $W$
2. Το είδος της εγκατάστασης στην οποία θα λειτουργήσει ο εξατμιστής (ψύξη, κλιματισμός, κατάψυξη κ.λπ.).
3. Το είδος του ψυκτικού μέσου με το οποίο θα λειτουργήσει ο εξατμιστής (R-22, R-134a κ.λπ.).

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Να επιλεγεί ο κατάλληλος αεροψυκτήρας για μια εγκατάσταση ψυγείου με εσωτερική θερμοκρασία  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Η απαιτούμενη ψυκτική ικανότητα πρέπει να είναι  $2.500\text{ W}$  τουλάχιστον. Η εγκατάσταση θα λειτουργήσει με ψυκτικό μέσο R-22, σε θερμοκρασία εξάτμισης  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

1. Απαιτούμενη (ελάχιστη) ικανότητα εξατμιστή:  $\dot{Q} = 2.500\text{ W}$

2. Ψυκτικό μέσο: R-22

3. Διαφορά θερμοκρασίας αέρα:  $\Delta\theta = 0,5 \times [2\text{ }^{\circ}\text{C} - (-10\text{ }^{\circ}\text{C})] = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ – R22

	$\Delta\theta = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta\theta = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta\theta = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$
ΤΥΠΟΣ	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (kW)	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (kW)	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (kW)
EUA- 024	890	1.330	1.750
EUA- 036	1.250	1.860	2.490
EUA- 048	1.850	2.750	3.670
EUA- 060	2.250	3.370	4.470
EUA- 080	2.700	4.000	5.380

4. Ανατρέχουμε στον πίνακα επιλογής (βλέπε εικόνα 6.9.) για ψυκτικό μέσο R-22 και  $\Delta\theta = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$  και επιλέγουμε τον εξατμιστή EUA-048, ικανότητας 2.750 W, που καλύπτει την απαιτούμενη ικανότητα (2.500 W).

## 5. Εξατμιστές ψύξης υγρών

Χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές:

- Εγκαταστάσεις κλιματισμού στις οποίες ο εξατμιστής ψύχει νερό. Το νερό διοχετεύεται με δίκτυο σωλήνων σε τοπικές και κεντρικές κλιματιστικές μονάδες οι οποίες κλιματίζουν διάφορους χώρους. Το νερό ψύχεται στους 7 °C.
- Ψύκτες πόσιμου νερού. Το νερό ψύχεται στους 10 °C.
- Ψυκτικές εγκαταστάσεις υγρών τροφίμων (γάλα, μπίρα κ.λπ.). Η θερμοκρασία ψύξης εξαρτάται από την εκάστοτε εφαρμογή.
- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις στις οποίες ψύχονται διάφορες **άλμες** σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από 0 °C. Οι άλμες ονομάζονται **δευτερεύοντα ψυκτικά μέσα** και θα τα εξετάσουμε σε επόμενο κεφάλαιο.

Η μορφή του εξατμιστή εξαρτάται κάθε φορά από τη χρήση.  
Διακρίνουμε τις ακόλουθες μορφές εξατμιστών ψύξης υγρών:

α) Εξατμιστές διπλών σωλήνων.

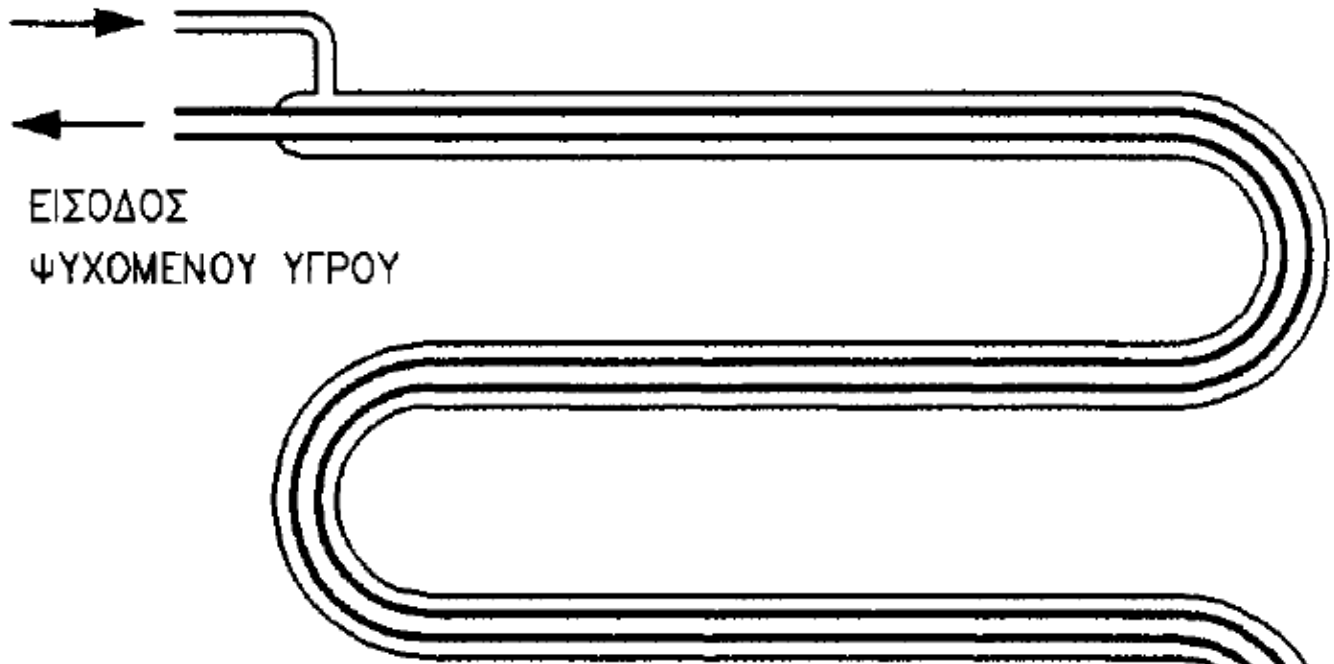
β) Εξατμιστές γυμνών σωλήνων.

γ) Εξατμιστές με κέλυφος και σωλήνες.

# 5.1 Εξατμιστές διπλών σωλήνων

ΕΙΣΟΔΟΣ ΥΓΡΟΥ

ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ

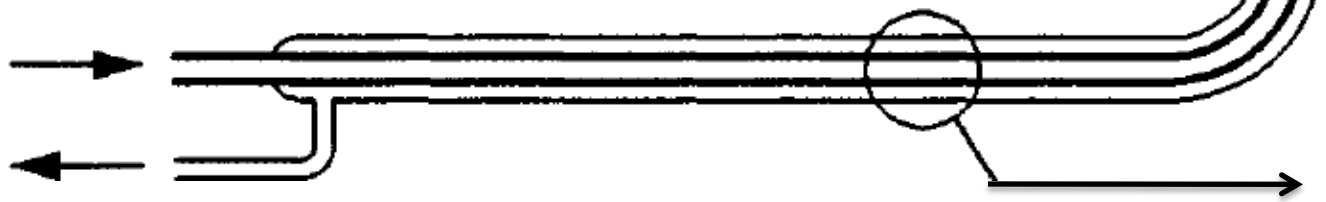


ΕΙΣΟΔΟΣ

ΨΥΧΟΜΕΝΟΥ ΥΓΡΟΥ

ΕΙΣΟΔΟΣ

ΨΥΧΟΜΕΝΟΥ ΥΓΡΟΥ



ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΕΡΙΟΥ

ΠΡΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ



- **Περιγραφή:** αποτελούνται από ένα σωλήνα διπλού τοιχώματος (ή με άλλα λόγια, δύο σωλήνες που ο ένας είναι τοποθετημένος μέσα στον άλλο). Στον εσωτερικό σωλήνα κυκλοφορεί το ψυχόμενο υγρό (νερό, κρασί, πετρέλαιο, κ.λπ.) και στον εξωτερικό το ψυκτικό μέσο, το οποίο εξατμίζεται απορροφώντας θερμότητα από το ψυχόμενο υγρό.

- Η εξωτερική μορφή των εξατμιστών αυτού του είδους εξαρτάται από τη χρήση και το χώρο στον οποίο θα εγκατασταθούν (επίπεδοι, κυλινδρικοί κ.λπ.).

- Βασικό μειονέκτημα των εξατμιστών διπλού σωλήνα είναι ότι, πολλές φορές στους εξατμιστές αυτούς παρουσιάζονται διαρροές με κίνδυνο ανάμιξης του ψυχόμενου υγρού με το ψυκτικό μέσο.

## 5.2 Εξατμιστές γυμνών σωλήνων

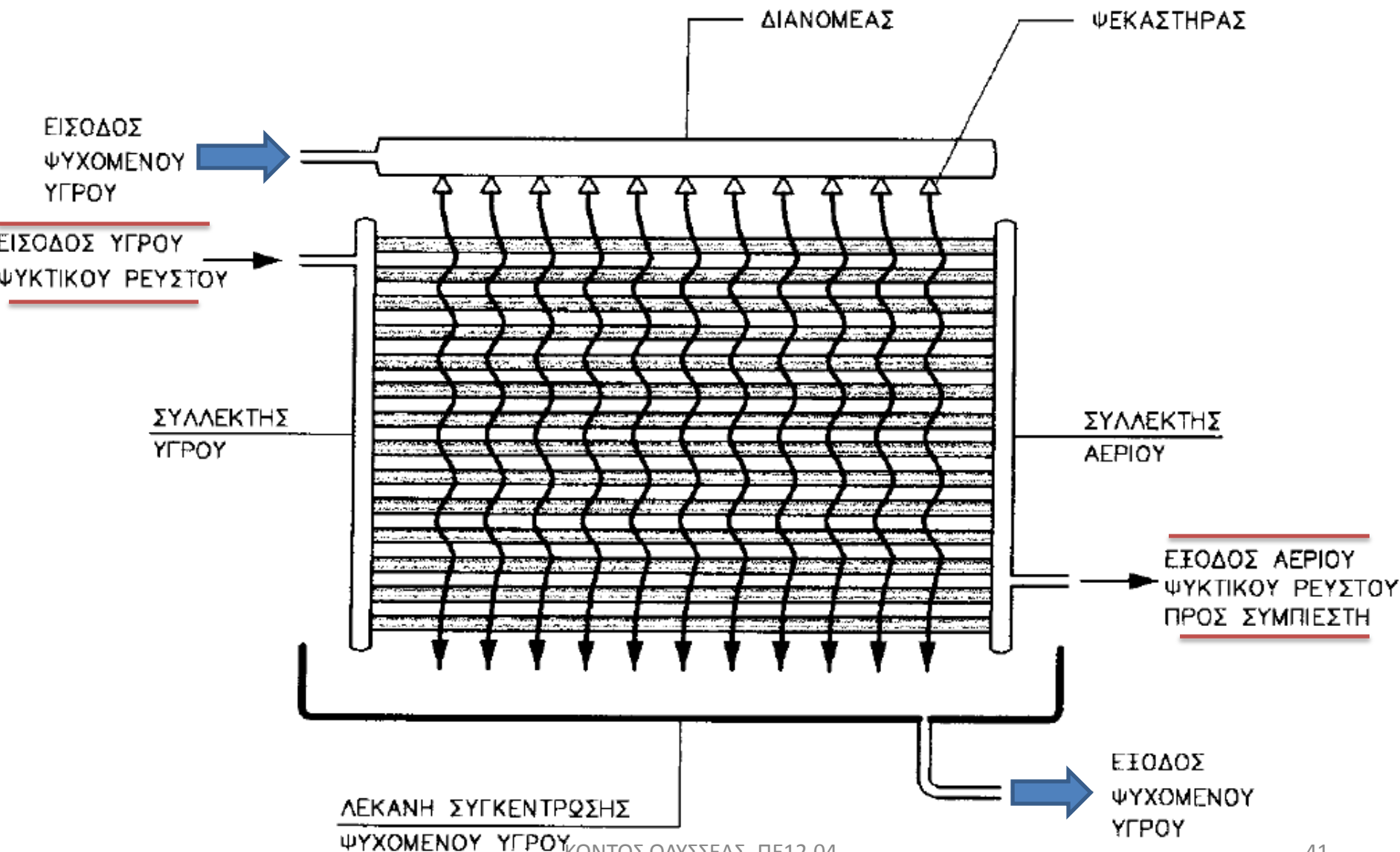
Κατασκευάζονται από χαλκοσωλήνες που έχουν τη μορφή σερπαντίνας σε μία ή περισσότερες παράλληλες στρώσεις. Στο εσωτερικό των σωλήνων βράζει (εξατμίζεται) το ψυκτικό υγρό. Το ψυχόμενο υγρό περιβάλλει τους σωλήνες.

Έχουμε τρεις υποκατηγορίες:

- **Επίπεδοι εξατμιστές γυμνών σωλήνων.**
- **Εξατμιστές γυμνών σωλήνων μέσα σε δεξαμενές.**
- **Εξατμιστές γυμνού σωλήνα που περιβάλλουν δοχεία.**



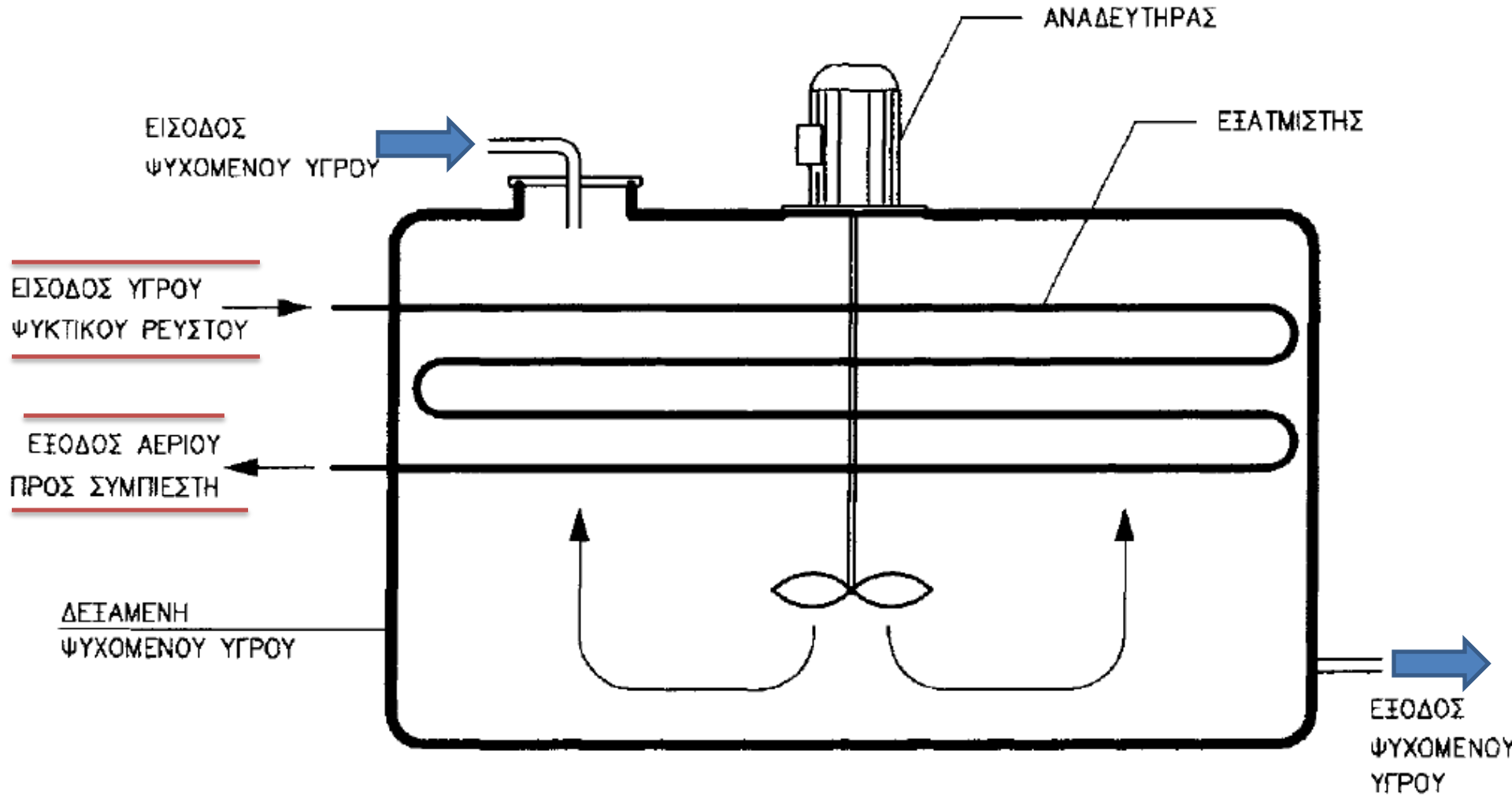
● Επίπεδοι εξατμιστές γυμνών σωλήνων.



## Περιγραφή:

- Αποτελούνται από παράλληλους χάλκινους σωλήνες οι οποίοι καταλήγουν σε δύο συλλέκτες (υγρού και αερίου ψυκτικού μέσου) Το ψυχόμενο υγρό (π.χ. γάλα) ψεκάζεται από το επάνω μέρος και ρέει στην επιφάνεια του εξατμιστή. Στο κάτω μέρος συλλέγεται σε μία λεκάνη, από όπου και παραλαμβάνεται.

# ● Εξατμιστές γυμνών σωλήνων μέσα σε δεξαμενές.



## ● Περιγραφή:

Αποτελούνται

από ένα σωλήνα κατάλληλου σχήματος, ο οποίος είναι τοποθετημένος μέσα σε μία δεξαμενή (συνήθως κλειστή). Ο σωλήνας είναι χάλκινος εφόσον χρησιμοποιείται ψυκτικό ρευστό τύπου FREON ή χαλύβδινος αν χρησιμοποιείται αμμωνία. Σε εφαρμογές της βιομηχανίας τροφίμων ο σωλήνας είναι ανοξείδωτος. Η δεξαμενή πρέπει να είναι επίσης κατάλληλη για το είδος του ψυχόμενου υγρού.

● *Συνήθως μέσα στη δεξαμενή τοποθετείται ένας αναδευτήρας ο οποίος αναδεύει το ψυχόμενο υγρό (0,5 ως 1 m/s) ανάλογα με την περίπτωση.*

● Χρησιμοποιούνται στη βιομηχανική παραγωγή για ψύξη διαφόρων υγρών (νερό, λάδι, πετρέλαιο κ.λπ.) αλλά και στη βιομηχανία τροφίμων (ψύξη κρασιού κ.λπ.).

## ● Εξατμιστές γυμνού σωλήνα που περιβάλλουν δοχεία.

Αποτελούνται από έναν γυμνό (συνήθως χάλκινο) σωλήνα που περιβάλλει ένα δοχείο μέσα στο οποίο ψύχεται το υγρό

Χρήση: Βιομηχανικές εφαρμογές ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου διαρροή ψυκτικού μέσου είναι επιβλαβής είτε για την υγεία είτε γιατί μπορεί να καταστρέψει τα ψυχόμενα προϊόντα (υγρά)

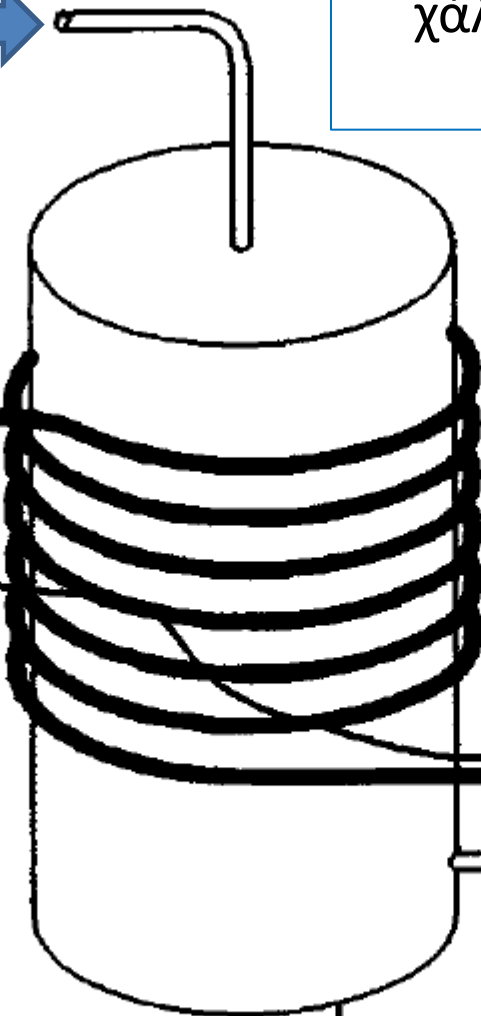
ΕΙΣΟΔΟΣ  
ΨΥΧΟΜΕΝΟΥ  
ΥΓΡΟΥ



ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ  
ΒΑΛΒΙΔΑ



ΓΡΑΜΜΗ  
ΥΓΡΟΥ



ΒΟΛΒΟΣ

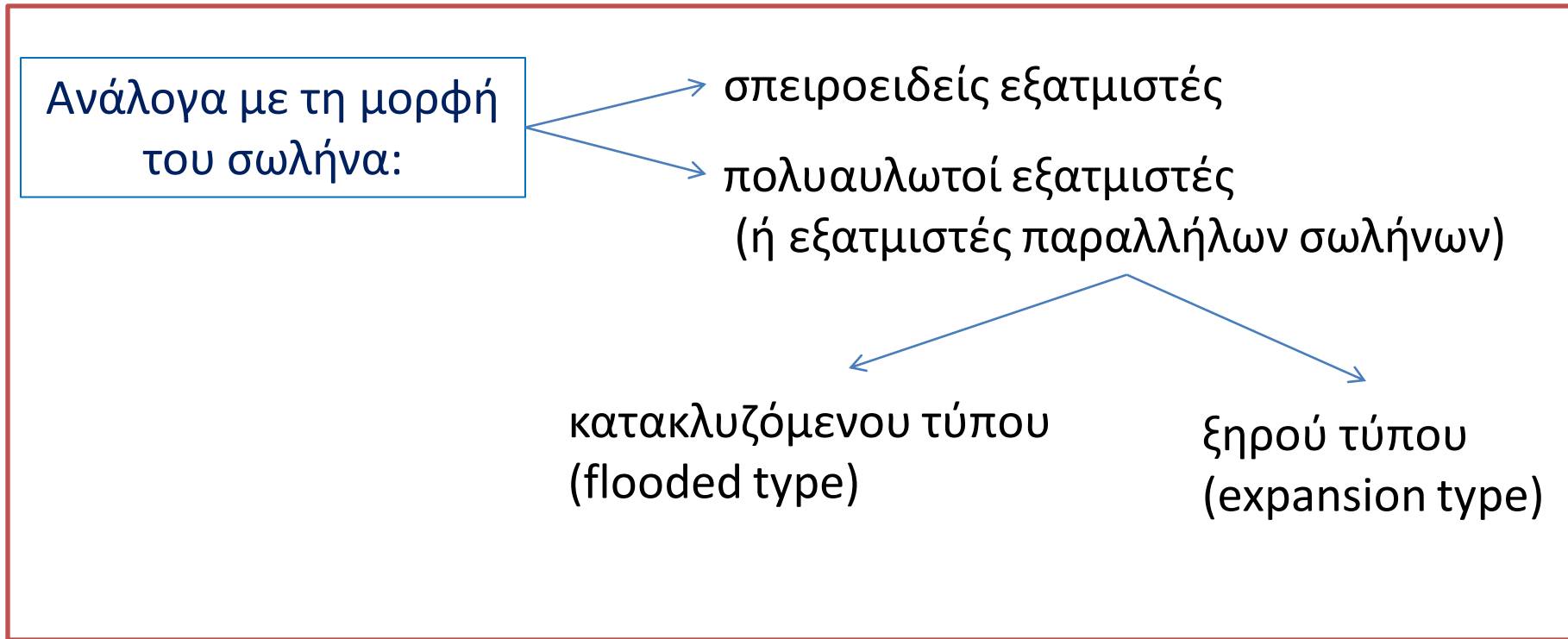
ΕΙΣΟΔΟΣ  
(ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ)

ΕΙΣΟΔΟΣ  
ΨΥΧΟΜΕΝΟΥ  
ΥΓΡΟΥ

ΔΟΧΕΙΟ  
ΨΥΧΟΜΕΝΟΥ  
ΥΓΡΟΥ

## 5.3 Εξατμιστές με κέλυφος και σωλήνες

Οι εξατμιστές του είδους αυτού αποτελούνται από ένα δοχείο (κέλυφος) μέσα στο οποίο είναι τοποθετημένοι σωλήνες.

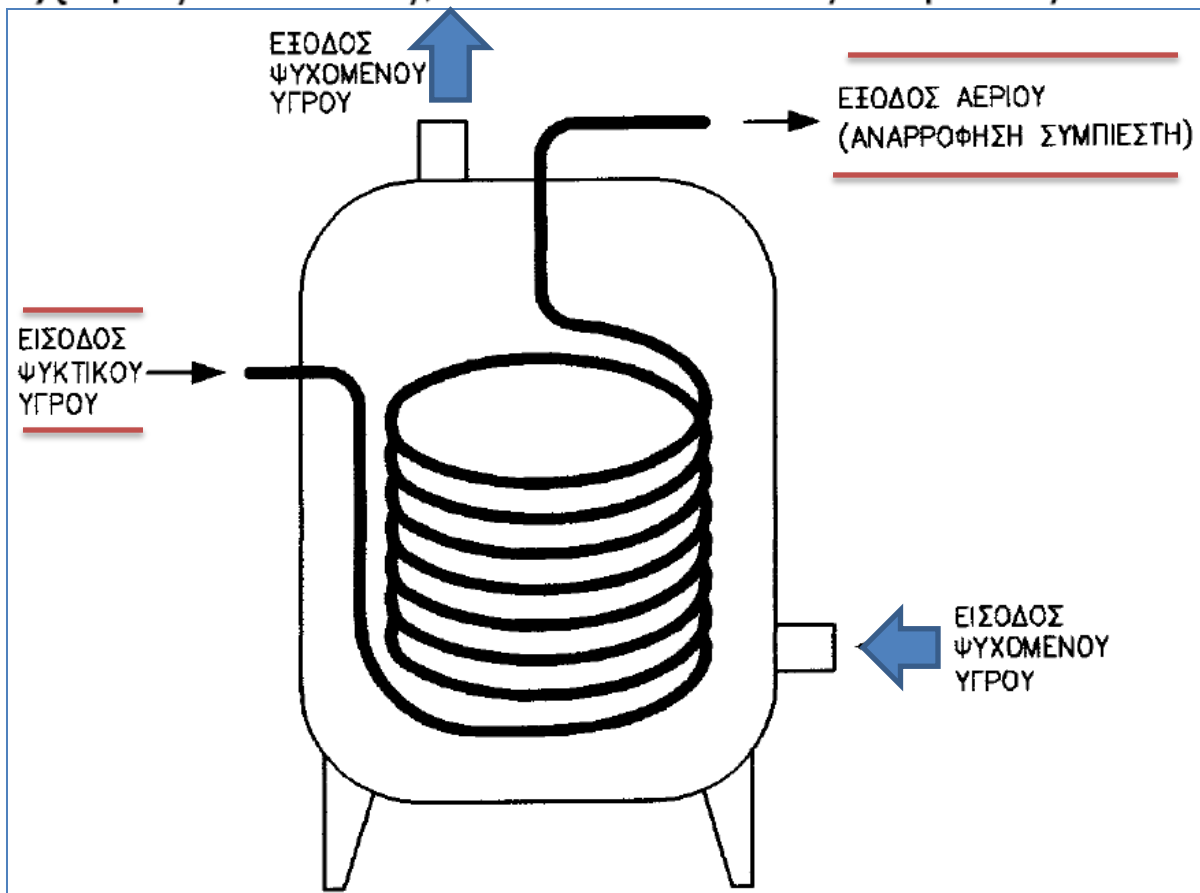


- **Εξατμιστές με κέλυφος και σπειροειδή σωλήνα:**

*Χρήση:* Σε μικρές και μεσαίου μεγέθους εγκαταστάσεις (π.χ. εγκαταστάσεις ψύξης πόσιμου νερού)

## ➔ Περιγραφή:

Μέσα στους σωλήνες κυκλοφορεί το ψυκτικό μέσο ενώ στο κέλυφος κυκλοφορεί το ψυχόμενο υγρό (π.χ. νερό). Το κέλυφος εξωτερικά μονώνεται για τον περιορισμό των απωλειών και την εμφάνιση συμπυκνωμάτων στην κρύα επιφάνειά του. Ο σπειροειδής σωλήνας μέσα στο κέλυφος είναι συνεχής, χωρίς ενώσεις, έτσι που να εξασφαλίζεται η στεγανότητά του.



## ● Εξατμιστές με κέλυφος και παράλληλους σωλήνες (πολυαυλωτοί).

➔ Αποτελούνται από κυλινδρικό κέλυφος (σε μορφή σωλήνα μεγάλης διαμέτρου) μέσα στο οποίο είναι τοποθετημένοι οι σωλήνες (αυλοί).

➔ Χρησιμοποιούνται σε μεσαίου και μεγάλου μεγέθους ψυκτικές εγκαταστάσεις.

➔ Κύρια εφαρμογή τους είναι τα ψυκτικά συγκροτήματα κλιματισμού.

➔ Κατασκευάζονται δύο βασικοί τύποι εξατμιστών αυτού του είδους, που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις κλιματισμού. Οι δύο τύποι είναι αντίστοιχοι με τα στοιχεία ψύξης αέρα

**κατακλυζόμενου τύπου**  
**(flooded type)**

**ξηρού τύπου**  
**(expansion type)**



## Εξατμιστές κατακλυζόμενου τύπου (flooded type evaporators)

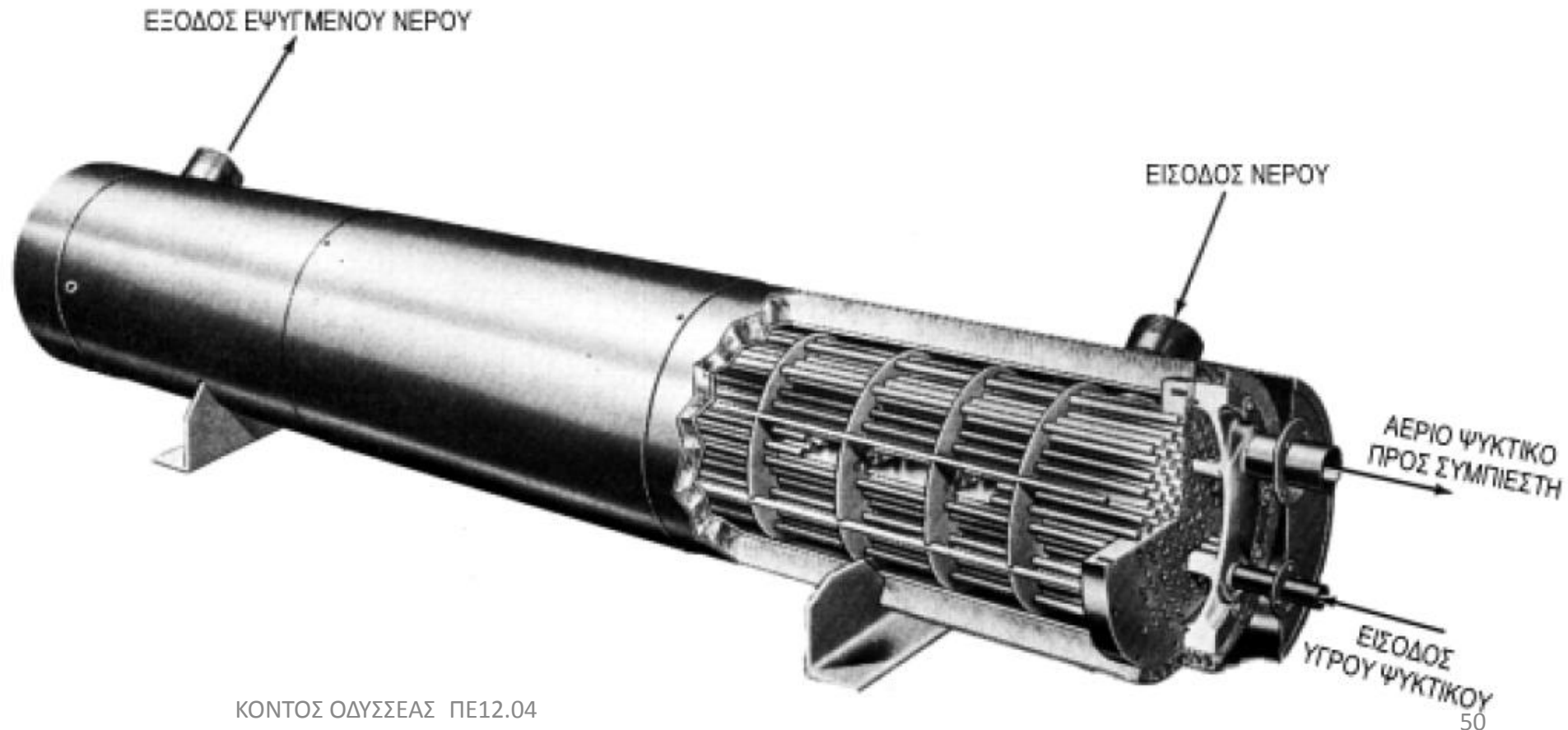
★ Στον **κατακλυζόμενο τύπο** το κέλυφος περιέχει τους σωλήνες (αυλούς) μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το νερό που πρόκειται να ψυχθεί. Το ψυκτικό υγρό κατακλύζει το κέλυφος. Περίπου το 50% έως το 75% των σωλήνων είναι βυθισμένες μέσα στο υγρό ψυκτικό ρευστό το οποίο βράζει γιατί απορροφά θερμότητα από το νερό, το οποίο ψύχεται.

★ Πολλές φορές τοποθετούνται πτερύγια στους σωλήνες για να αυξηθεί η επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το ψυκτικό υγρό και να βελτιωθεί η απόδοσή του εξατμιστή.

★ Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν να παρασυρθούν σταγόνες υγρού ψυκτικού προς το συμπιεστή. Για να αποφεύγεται αυτό το πρόβλημα τοποθετούνται σταγονοσυλλέκτες στην έξοδο του ατμοποιημένου ψυκτικού ρευστού.

## Εξατμιστές ξηρού τύπου (expansion type evaporators)

★ Στον **ξηρό τύπο** το υγρό ψυκτικό ρευστό βράζει και εξατμίζεται μέσα στους σωλήνες, ενώ το νερό κυκλοφορεί στο κέλυφος του εξατμιστή. Στην εικόνα 6.15 φαίνεται ένας πολυαυλωτός εξατμιστής ξηρού τύπου, ο οποίος ψύχει νερό.



Όλοι οι εξατμιστές, που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό για ψύξη νερού, έχουν διάταξη προστασίας από πάγωμα (σύστημα αντιπαγώματος).



Η διάταξη αυτή αποτελείται από ένα θερμοστάτη ο οποίος ελέγχει την θερμοκρασία του ψυχόμενου νερού και διακόπτει την λειτουργία της ψυκτικής μηχανής, αν η θερμοκρασία του νερού πέσει κάτω από 4 °C.

## 5.4 Απόδοση (ικανότητα) των εξατμιστών ψύξης υγρών

$$\dot{Q} = C \times \dot{V} \times \Delta\theta$$

όπου:

$\dot{Q}$	Η θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής	W
C	Η θερμοχωρητικότητα του ψυχόμενου υγρού	J/kg.°C
$\dot{V}$	Η παροχή του ψυχόμενου υγρού	kg/s
$\Delta\theta$	Η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του ψυχόμενου υγρού	°C

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ενας εξατμιστής ψύχει γάλα από 20 °C σε 6 °C. Αν η παροχή του γάλακτος είναι 360 kg/h και η θερμοχωρητικότητα 3.900 J/kg.°C, να υπολογιστεί η ικανότητα του εξατμιστή.

- Η παροχή του γάλακτος είναι:  $\dot{V} = 360/3.600 = 0,1 \text{ kg/s}$
- Η διαφορά θερμοκρασίας είναι:  $\Delta\theta = 20 - 6 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$
- Η ικανότητα του εξατμιστή θα είναι:  $\dot{Q} = 3.900 \times 0,1 \times 14 = 5.460 \text{ W}$

● Η θερμοχωρητικότητα του νερού είναι  $4.180 \text{ J/kg}\cdot\text{°C}$ . Επομένως, για τις εφαρμογές ψύξης νερού (π.χ. κλιματισμός) η απόδοση του εξατμιστή μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο:

$$\dot{Q} = 1,16 \times \dot{V} \times \Delta\theta$$

όπου:

$\dot{Q}$	Η θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής	kW
$\dot{V}$	Η παροχή του ψυχόμενου νερού	m <sup>3</sup> /h
$\Delta\theta$	Η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του ψυχόμενου νερού	°C

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Σε μία εγκατάσταση κλιματισμού το νερό αναχωρεί από τον εξατμιστή σε θερμοκρασία  $7 \text{ °C}$  και επιστρέφει  $12 \text{ °C}$ . Αν η παροχή της αντλίας ψυχρού νερού είναι  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ , να υπολογιστεί η ικανότητα του εξατμιστή

- Η διαφορά θερμοκρασίας είναι:  $\Delta\theta = 12 - 7 = 5 \text{ °C}$
- Η ικανότητα του εξατμιστή θα είναι:  $\dot{Q} = 1.16 \times 25 \times 5 = 145 \text{ kW}$

### απόψυξη ή αποπάγωση:

διαδικασία λιώσιματος του πάγου που γεμίζει ο θάλαμος της κατάψυξης

★ *Γιατί κάνουμε απόψυξη σε κανονικά χρονικά διαστήματα;*

➔ όταν η κατάψυξη γεμίσει πάγους, το ψυγείο δεν ψύχει κανονικά (έχει δηλαδή μειωμένη απόδοση)

★ *Πότε πιάνει πιο εύκολα πάγο ο θάλαμος της κατάψυξης;*

➔ Όσο πιο συχνά ανοίγουμε την πόρτα του. Όσο περισσότερο την ανοίγουμε, τόσο πιο πολύ ατμοσφαιρικός (εξωτερικός) αέρας μπαίνει μέσα στον θάλαμο. Η υγρασία του αέρα αυτού, αφού συμπυκνώνεται, μετά στερεοποιείται δημιουργώντας πάγο.

★ **Πως ακριβώς δημιουργείται ο πάγος μέσα στο θάλαμο της κατάψυξης;  
Τι επιπτώσεις επιφέρει στην απόδοση του εξατμιστή;**

➔ Ο πάγος μέσα στην κατάψυξη (δηλαδή στην επιφάνεια του εξατμιστή) σχηματίζεται από σταγόνες νερού που παγώνουν πάνω στον εξατμιστή, ο οποίος έχει θερμοκρασία μικρότερη από 0 °C. Οι σταγόνες του νερού προέρχονται από την υγρασία του αέρα η οποία συμπυκνώνεται (να θυμηθούμε το παράδειγμα με το ποτήρι γεμάτο με κρύο νερό). Ο πάγος που σχηματίζεται πάνω στον εξατμιστή έχει μονωτικές ιδιότητες και έτσι μειώνεται σημαντικά η απόδοση του εξατμιστή.



**Τρόποι απόψυξης  
οικιακών ψυγείων**

- ➔ **Με μηχανικά μέσα.**
- ➔ **Με χρήση ζεστού νερού**
- ➔ **Αυτόματη απόψυξη.**



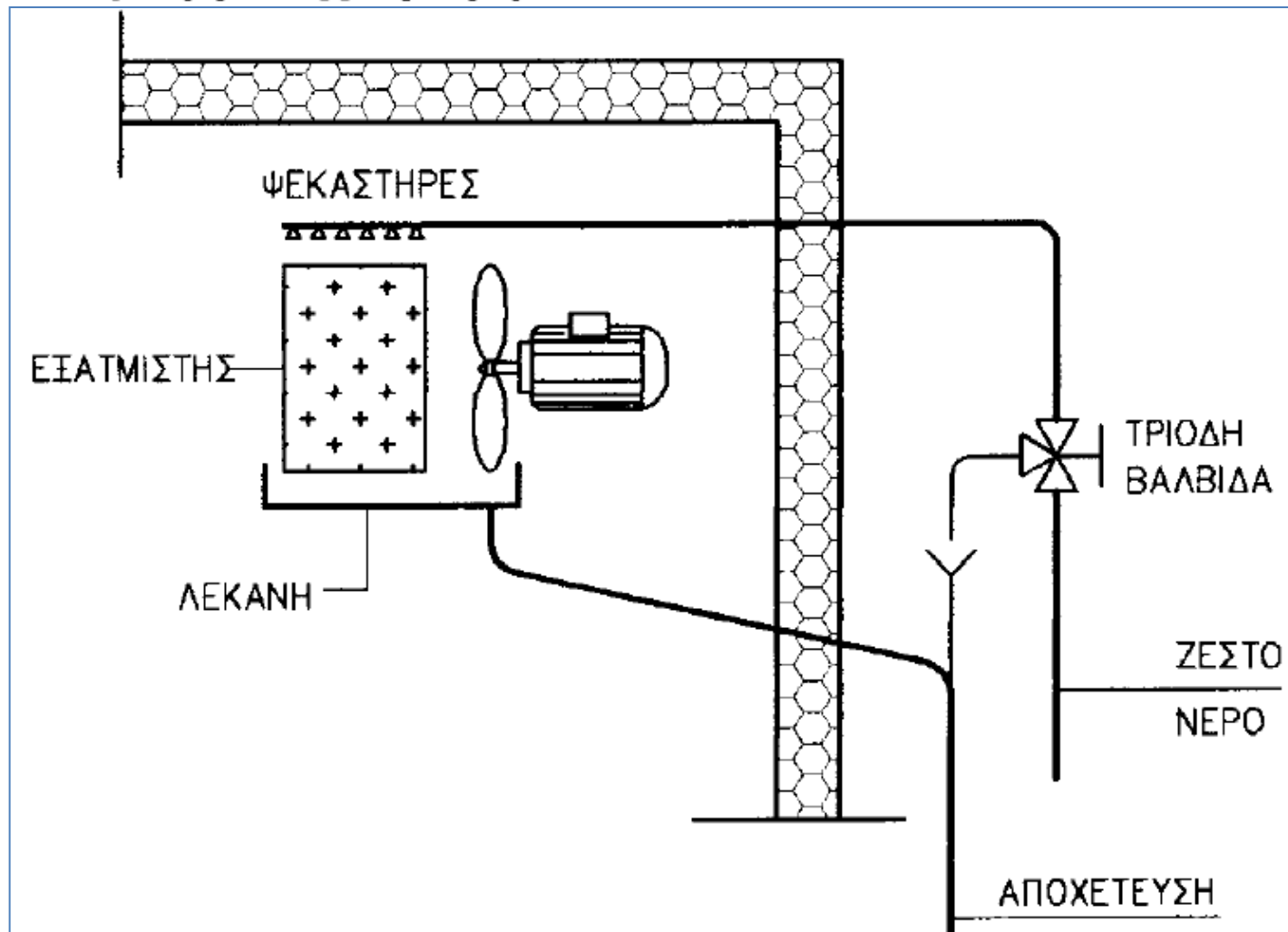
- ★ **Με μηχανικά μέσα.** Με την βοήθεια ενός μαχαιριού ή άλλου εργαλείου προσπαθούμε να αποκολλήσουμε τους πάγους από το εσωτερικό της κατάψυξης. Ο τρόπος αυτός είναι **απαράδεκτος** γιατί κινδυνεύει να καταστραφεί ο εξατμιστής.
- ★ **Με χρήση ζεστού νερού.** Τοποθετούμε μία κατσαρόλα με ζεστό νερό μέσα στην κατάψυξη, η οποία βοηθά στο λιώσιμο και την αποκόλληση των πάγων, τους οποίους αφαιρούμε. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται και σε μεγαλύτερα ψυγεία όπως θα δούμε παρακάτω.
- ★ **Αυτόματη απόψυξη.** Στα νεότερα ψυγεία με τεχνολογία NO FROST (ψυγεία στα οποία δεν χρειάζεται να κάνουμε απόψυξη) η απόψυξη γίνεται είτε με ηλεκτρικές αντιστάσεις, οι οποίες λιώνουν τους πάγους, είτε με παράκαμψη θερμού αερίου.

*...και δυο παρατηρήσεις:*

● Το νερό από τον πάγο που λιώνει, στα ψυγεία με αυτόματη απόψυξη, οδηγείται μέσα από σωλήνες σε μία λεκάνη που βρίσκεται στο κάτω μέρος του ψυγείου και εξατμίζεται από την θερμότητα που εκπέμπει ο συμπυκνωτής.

● Σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις ψυγείων η αποπάγωση πρέπει να γίνεται όταν το πάχος του πάγου φθάσει στα 5 mm. Αν δεν γίνει αποπάγωση έχουμε αντισυμβαλλόμενη λειτουργία του ψυκτικού θαλάμου, παρατεταμένη λειτουργία του συμπιεστή και μείωση της απόδοσης του εξατμιστή.

## 6.1 Απόψυξη με χρήση ζεστού νερού



Η εγκατάσταση απόψυξης αποτελείται από μία σωλήνα στην οποία έχουν προσαρμοστεί ψεκαστήρες (μπεκ). Το ζεστό νερό ψεκάζεται πάνω στον εξατμιστή και συλλέγεται σε μία λεκάνη στο κάτω μέρος

## ★ *Γιατί χρησιμοποιείται η τρίοδη βαλβίδα;*

➔ Η παροχή του νερού ελέγχεται από μία τρίοδη βαλβίδα. Όταν η βαλβίδα είναι στη θέση “ΑΝΟΙΚΤΗ” το ζεστό νερό οδηγείται στους ψεκαστήρες. Όταν η βαλβίδα είναι στη θέση “ΚΛΕΙΣΤΗ” διακόπτεται η παροχή του νερού αλλά ο σωλήνας στον οποίο είναι τοποθετημένα τα μπεκ αποχετεύεται και αδειάζει. Διαφορετικά κατά τη λειτουργία του ψυγείου το νερό θα παγώσει μέσα στο σωλήνα.

➔ Η τρίοδη βαλβίδα μπορεί να είναι χειροκίνητη, οπότε η αποπάγωση γίνεται με προσωπική επέμβαση (χειροκίνητα) κάθε φορά που θεωρούμε ότι υπάρχει ανάγκη αποπάγωσης. Αν η τρίοδη βαλβίδα είναι ηλεκτρική είναι δυνατόν η αποπάγωση να γίνεται αυτόματα και να ελέγχεται από ένα χρονοδιακόπτη ή ακόμα και από ένα υπολογιστή.

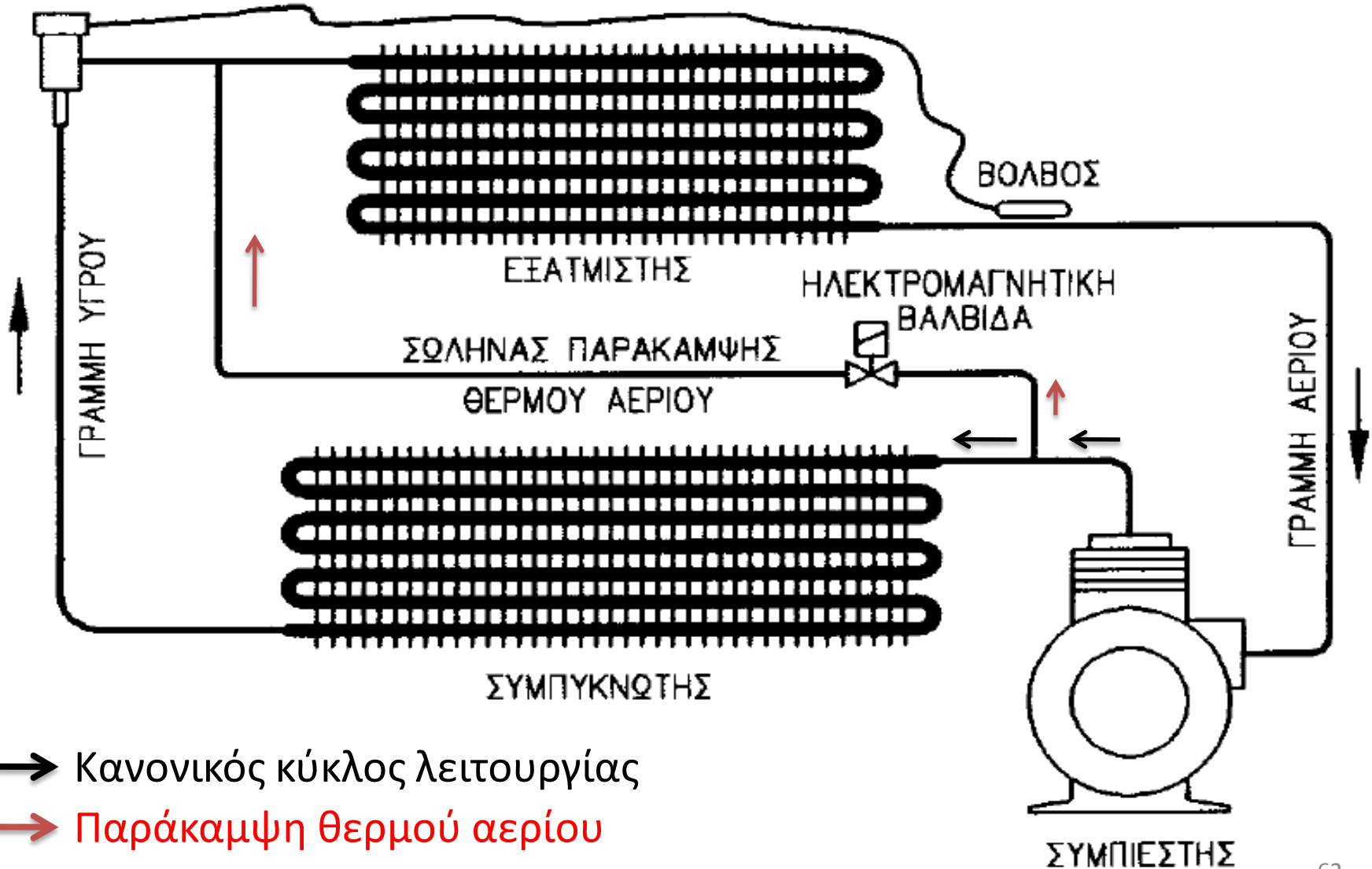
## 6.2 Απόψυξη με ηλεκτρικές αντιστάσεις

### Περιγραφή λειτουργίας

Ηλεκτρικές αντιστάσεις τοποθετούνται μέσα στα πτερύγια του στοιχείου του αεροψυκτήρα. Οι αντιστάσεις ελέγχονται από χρονοδιακόπτη ή υπολογιστή. Όταν πρόκειται να γίνει αποπάγωση διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή και του ανεμιστήρα του αεροψυκτήρα (αν είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα). Οι ηλεκτρικές αντιστάσεις τροφοδοτούνται με ρεύμα και λιώνουν τον πάγο. Τα νερά από το λιώσιμο του πάγου συλλέγονται σε λεκάνη και οδηγούνται στην αποχέτευση. Ο σωλήνας αποχέτευσης έχει συνήθως ξεχωριστή αντίσταση ώστε να μην παγώνουν τα νερά στο εσωτερικό του. Η αντίσταση αυτή λειτουργεί ταυτόχρονα με τις υπόλοιπες αντιστάσεις αποπάγωσης.

## 6.3 Απόψυξη με παράκαμψη θερμού αερίου

ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ  
ΒΑΛΒΙΔΑ



## Περιγραφή λειτουργίας

Η απόψυξη γίνεται αυτόματα και ελέγχεται από προγραμματιστή (π.χ. μικροϋπολογιστή). Ο προγραμματιστής τη στιγμή της απόψυξης ανοίγει την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα παράκαμψης και υπέρθερμος ατμός ψυκτικού μέσου εισέρχεται στον εξατμιστή. Με τον τρόπο αυτό τα τοιχώματα του εξατμιστή θερμαίνονται και λιώνει ο πάγος. Στην έξοδο του εξατμιστή, αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος απόψυξης, τοποθετείται διάταξη συλλογής σταγόνων (σταγονοσυλλέκτης). Ο λόγος είναι ότι το ψυκτικό μέσο που συσσωρεύεται στον εξατμιστή είναι δυνατόν να συμπυκνωθεί και να έχουμε αναρρόφηση υγρού από το συμπιεστή.

# ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιος είναι ο ρόλος του εξατμιστή σε μια ψυκτική μηχανή;
2. Σε τι κατάσταση είναι το ψυκτικό ρευστό όταν φθάνει στον εξατμιστή;
3. Σε ποιες θερμοκρασίες λειτουργούν οι εξατμιστές, ανάλογα με την εφαρμογή;
4. Ποια είναι η πίεση στον εξατμιστή;
5. Ποια είναι τα βασικά είδη των εξατμιστών;
6. Σε ποια είδη διακρίνονται οι αεροψυκτήρες;
7. Σε τι μορφές κατασκευάζονται οι εξατμιστές φυσικής κυκλοφορίας αέρα;
8. Από τι εξαρτάται η απόδοση των εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα;



9. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα έναντι των εξατμιστών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα;
10. Ποια είναι τα είδη των εξατμιστών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα;
11. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ ενός εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα κατακλυζόμενου τύπου και ενός ξηρού τύπου;
12. Τι είναι η αισθητή και η λανθάνουσα θερμότητα;
13. Με τι ισούται ο παράγοντας αισθητής θερμότητας;
14. Από τι εξαρτάται η απόδοση των εξατμιστών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα;
15. Ποια είναι τα είδη των εξατμιστών ψύξης υγρών;
16. Σε ποιες μορφές κατασκευάζονται οι εξατμιστές γυμνών σωλήνων;
17. Ποιες είναι οι χρήσεις των εξατμιστών γυμνών σωλήνων;