



ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ενότητα 1: Ιστορική αναδρομή

Κωνσταντίνος Παπακώστας
Μηχανολόγων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
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

Ιστορική αναδρομή

Ιστορική αναδρομή

- “The practical application of mechanical refrigeration to air cooling for the purposes of personal comfort, no doubt has a field... and the day is at hand, or soon will be, when the modern office building, factory, church, theater and even residence will be incomplete without a mechanical air cooling plant”, (Editors of *Journal Ice and Refrigeration*, World’s Fair 1904)
- Μέχρι τις αρχές του 1800 δεν είχε σημειωθεί κάποια σημαντική πρόοδος στο θέμα της ‘άνεσης’ σε θερμές περιόδους (comfort cooling).



Ψύξη με πάγο

- Η ψύξη ήταν δυνατή μόνο με πάγο που μεταφερόταν από παγωμένες λίμνες, ποτάμια, βουνά κλπ.
- Ο πάγος αποθηκευόταν την ψυχρή περίοδο και πουλιόταν τη θερμή.
- Στις Η.Π.Α. το εμπόριο φυσικού πάγου άρχισε το 1815. Ο πάγος μεταφερόταν με πλοία στην Νότια Αμερική, στην Ινδία, στις Φιλιππίνες, στην Αυστραλία και σε άλλα μέρη.
- Περίπου το 1865 άρχισε η παρασκευή τεχνητού πάγου.



Μεταφορά πάγου το 19ο αιώνα



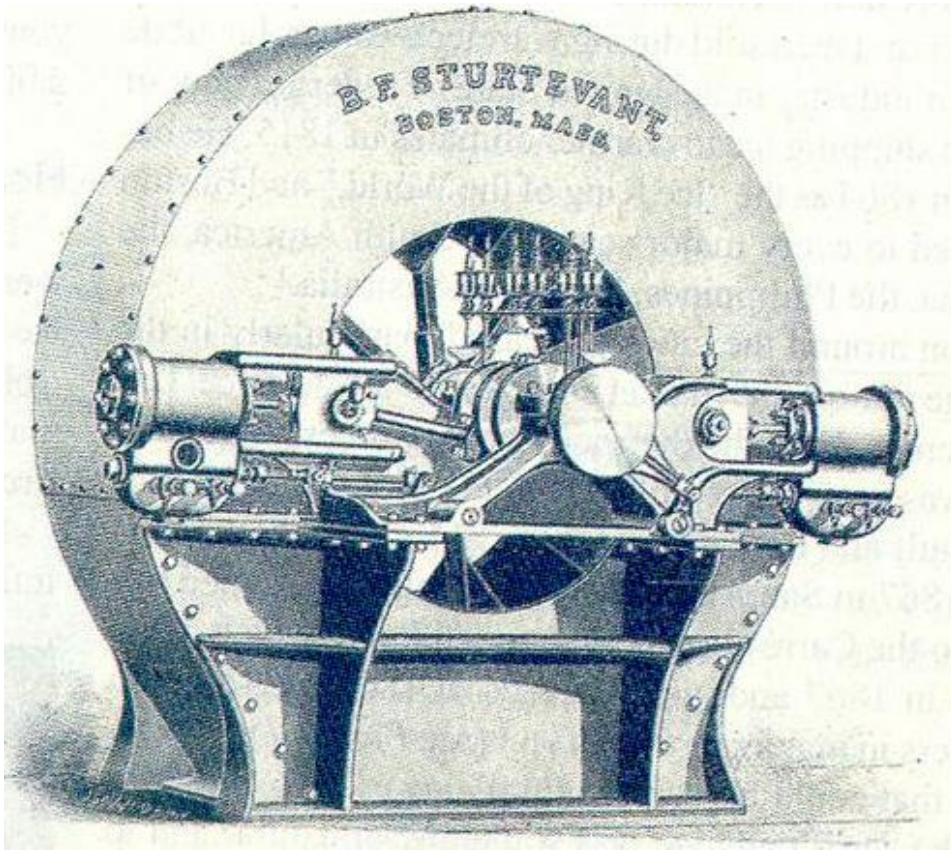
Εικ.1: Μεταφορά πάγου



Εικ.2: Μεταφορά πάγου



Ανεμιστήρας με ατμό



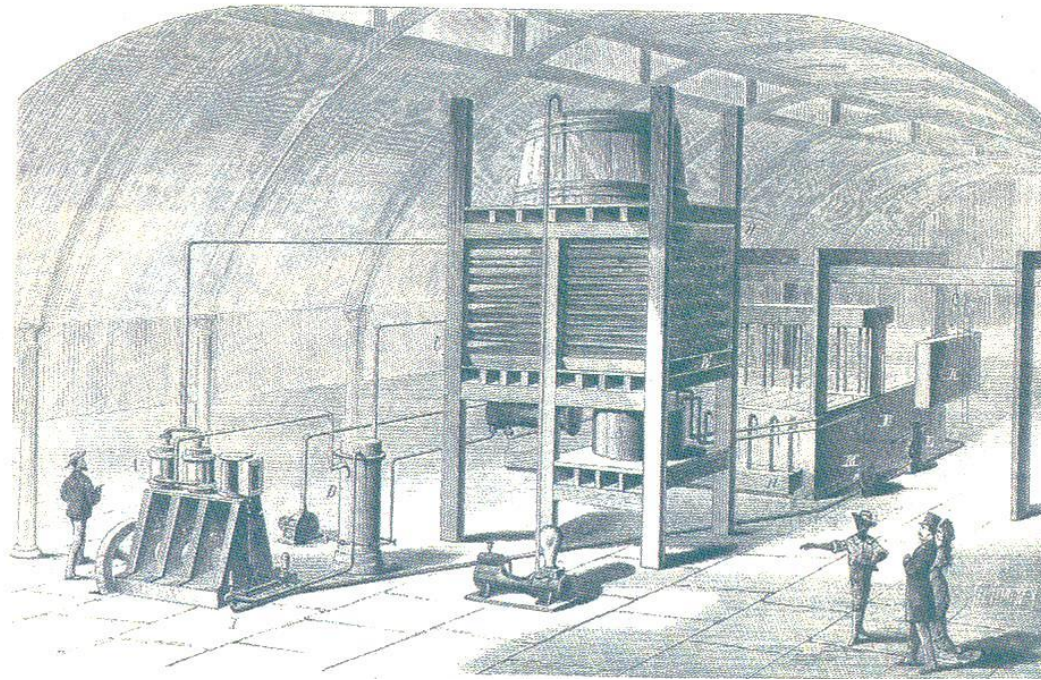
- Οι άνθρωποι εξασφάλιζαν κάποια δροσιά μόνο με ανεμιστήρες ή με πάγο μπροστά σε ανεμιστήρες.
- Ηλεκτρικοί ανεμιστήρες άρχισαν να κατασκευάζονται μετά το 1882 (Tesla και Westinghouse).

Εικ.3: Ανεμιστήρας με ατμό

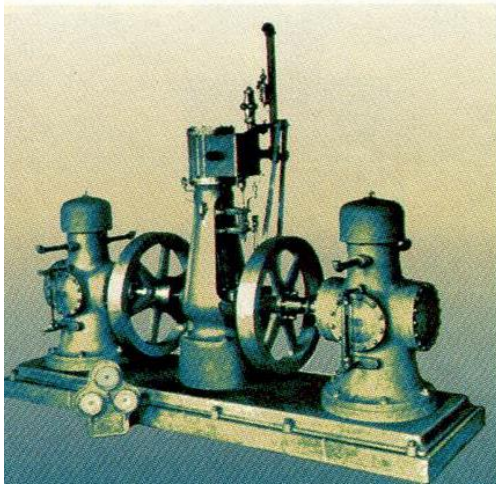


Εργοστάσιο παρασκευής πάγου (1880)

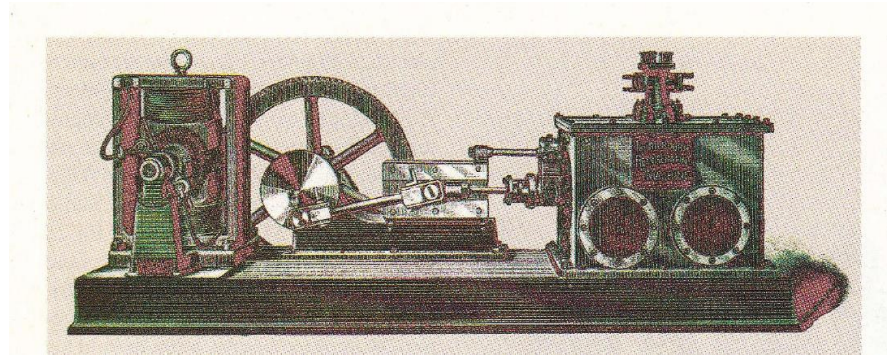
Εικόνα 4: Εργοστάσιο παρασκευής πάγου του 19^{ου} αιώνα



Συμπιεστές με ατμό και ηλεκτροκίνητοι



Εικ.5: Ατμοκίνητοι Συμπιεστές



Εικ.6: Πρώτη μορφή ηλεκτροκίνητου συμπιεστή



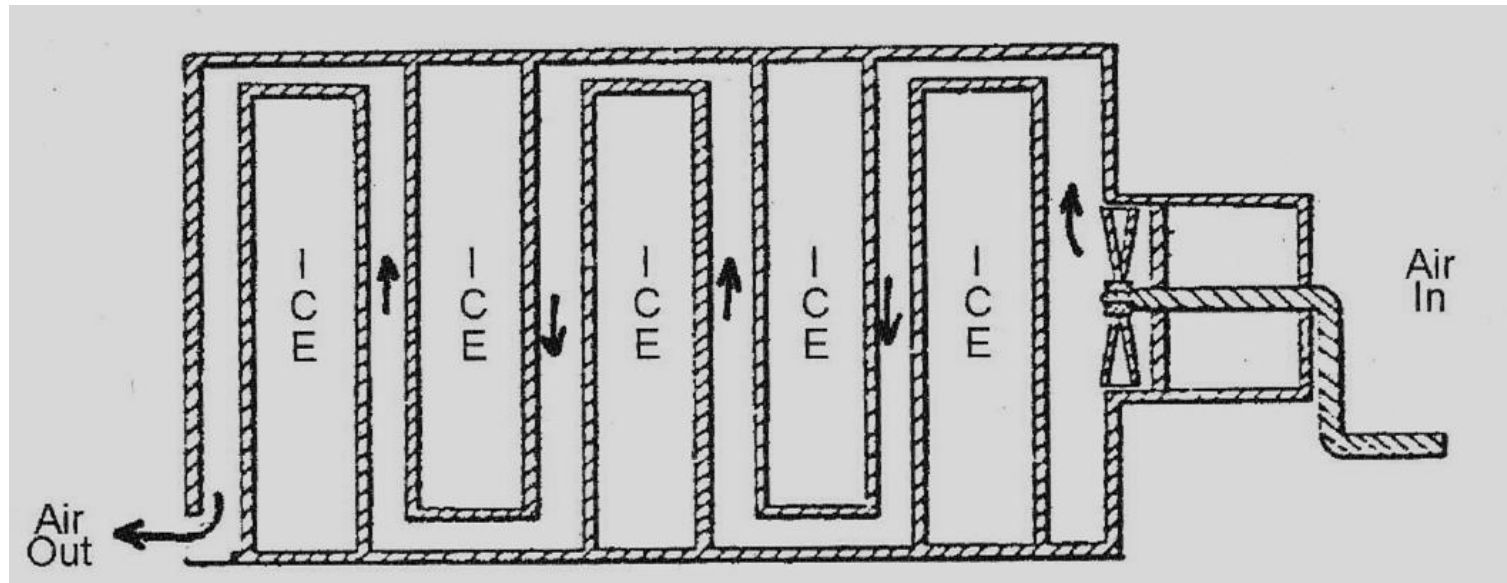
Κλιματισμός κτιρίων

- Οι πρώτες απόπειρες για κλιματισμό κτιρίων με την κοινή έννοια του όρου, δηλαδή την ψύξη του αέρα, παρατηρούνται στις ΗΠΑ μεταξύ του **1880** και του **1920**.
- Τα πρώτα συστήματα χρησιμοποιούσαν μεγάλες δεξαμενές γεμάτες με νερό και πάγο και ένα σύστημα αεραγωγών με ανεμιστήρα και έκχυση παγωμένου νερού στον αέρα. Τα συστήματα αυτά απαιτούσαν καθημερινή ή ακόμη και πιο συχνή μεταφορά πάγου και φυσικά δεν είχαν κανένα έλεγχο ισχύος. Οι πρώτες εφαρμογές ήταν σε εκκλησίες και θέατρα.



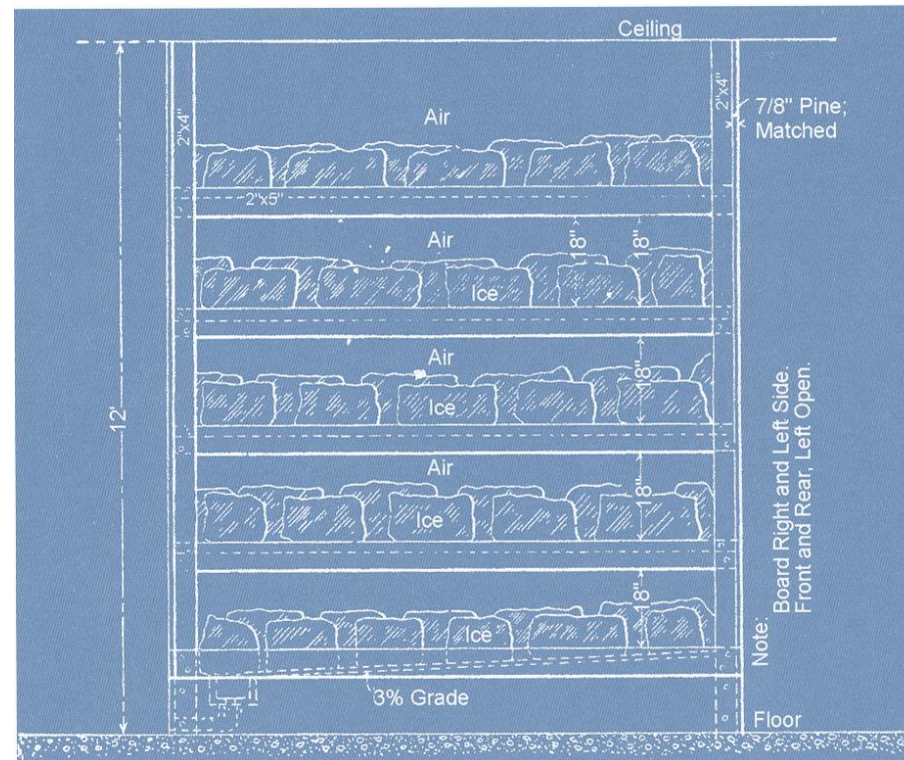
Πρώτα συστήματα κλιματισμού-1

Εικ.7: Ελικοειδής εναλλάκτης ψύξης αέρα με πάγο (1865)



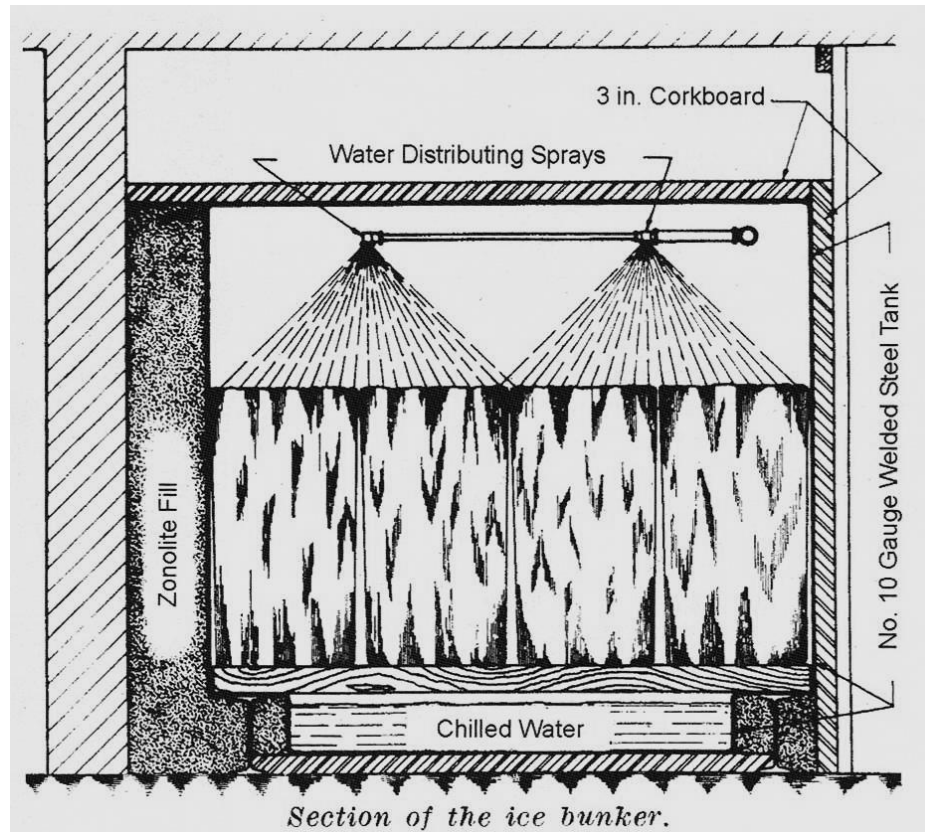
Πρώτα συστήματα κλιματισμού-2

Εικ.8: Ψύξη αέρα με διέλευση ανάμεσα σε ράφια με πάγο



Πρώτα συστήματα κλιματισμού-3

Εικ.9: Ψύξη αέρα με ψεκασμό ψυχρού νερού



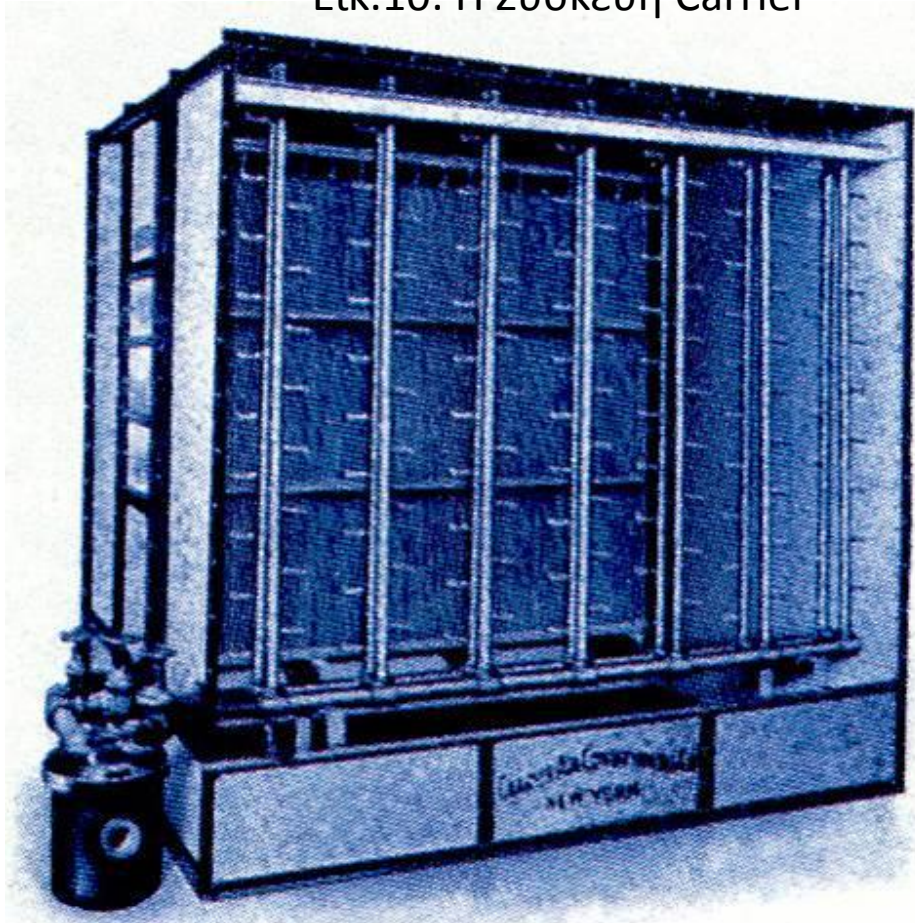
Ο όρος κλιματισμός

- Η πρώτη συσκευή για “επεξεργασία του αέρα” κατασκευάστηκε από τον Carrier το 1902. Ο σκοπός της ήταν να αφαιρεί υγρασία από το χώρο ενός τυπογραφείου.
- Ο όρος κλιματισμός (air-conditioning) καθιερώθηκε το 1906.
- Η επιστημονική προσέγγιση του κλιματισμού έγινε πρώτα από τον Herman Rietschel (1894). [*Guide to calculating and Design of Ventilating and Heating Installations*].
- Το 1908 ο Carrier κατασκευάζει τον πρώτο ψυχομετρικό χάρτη.



Η «συσκευή για επεξεργασία του αέρα» του Carrier (1902)

Εικ.10: Η Συσκευή Carrier



- Διοχέτευση αέρα μέσα από σωλήνες που ψεκάζουν ψυχρό νερό.
- Σκοπός της: Ο έλεγχος θερμοκρασίας και υγρασίας μέσα σε ένα τυπογραφείο.



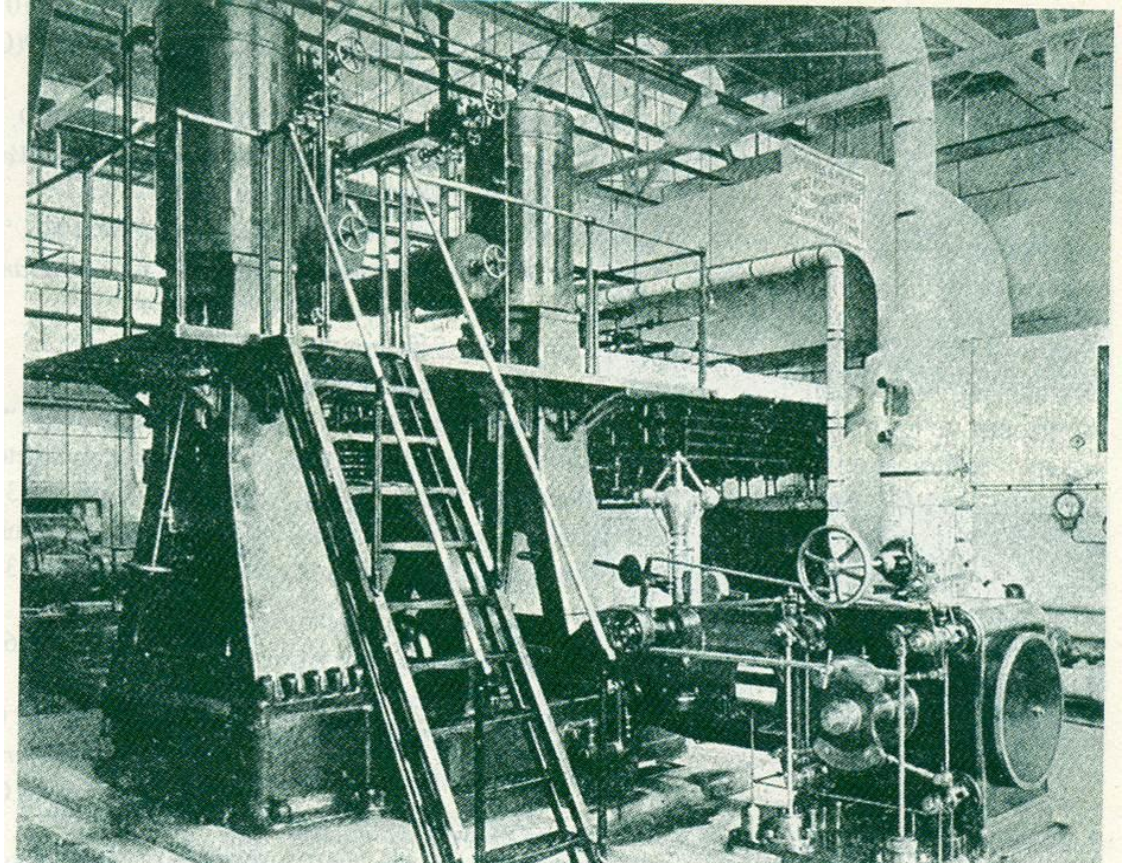
Οι πρώτες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες

- Από το 1911 αρχίζει η εγκατάσταση κεντρικών κλιματιστικών μονάδων για έλεγχο του περιβάλλοντος σε διάφορες βιομηχανικές μονάδες (καπνά, υφάσματα, χαρτί, φιλμ) σε νοσοκομεία αλλά και σε τυπογραφεία, βιοτεχνίες γλυκισμάτων, ψωμιού, ζυμαρικών κ.λ.π.



Η εγκατάσταση κλιματισμού του Carrier (1917)

- Από το 1920 για παροχή ανέσεων σε διάφορα κτίρια (κινηματογράφους, κτίρια γραφείων, χώρους συγκεντρώσεων).
- Οι ψυκτικές μηχανές που χρησιμοποιούνται είναι με αμμωνία ή διοξείδιο του άνθρακος ως ψυκτικό μέσο.



Εικ. 11: Εξοπλισμός κλιματισμού Carrier (1917)



Οι πρώτες εγκαταστάσεις κλιματισμού “άνεσης”

Εικ.12: Ο κλιματισμός έδωσε μεγάλη ώθηση στη βιομηχανία θεάματος (θέατρα, κινηματογράφους) μετά το 1920

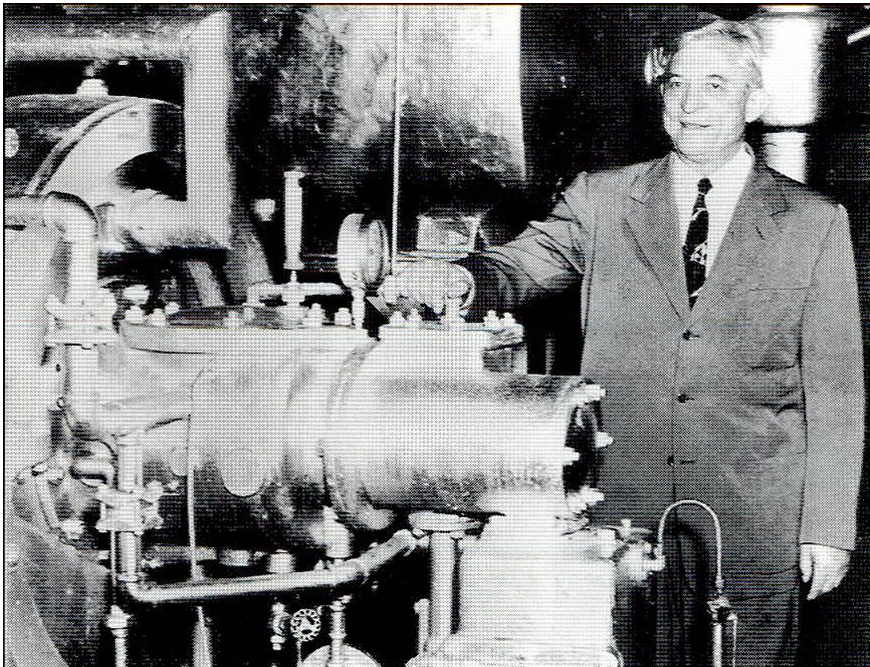


Κλιματισμός

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Κατασκευή και εγκατάσταση

Εικ.13: Η ψυκτική μηχανή του CARRIER με “Dielené”



Αρχικά:

- Η κατασκευή και εγκατάσταση συσκευών κλιματισμού, δηλαδή συγκροτημάτων μέσα στα οποία είναι εγκατεστημένα όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για την παρασκευή του αέρα (ψυκτική μηχανή, ανεμιστήρας, θερμαντικά στοιχεία, φίλτρα κλπ) αρχίζει από το 1930.
- Χρησιμοποιούνται νέα μη δηλητηριώδη και άφλεκτα ψυκτικά μέσα (Freon). Οι διαστάσεις, το βάρος, ο θόρυβος και συγχρόνως και το κόστος των συσκευών συνεχώς ελαττώνονται.



Οι πρώτες κλιματιστικές συσκευές

Εικ.14: Διαφήμιση κλιματιστικών συσκευών της εποχής



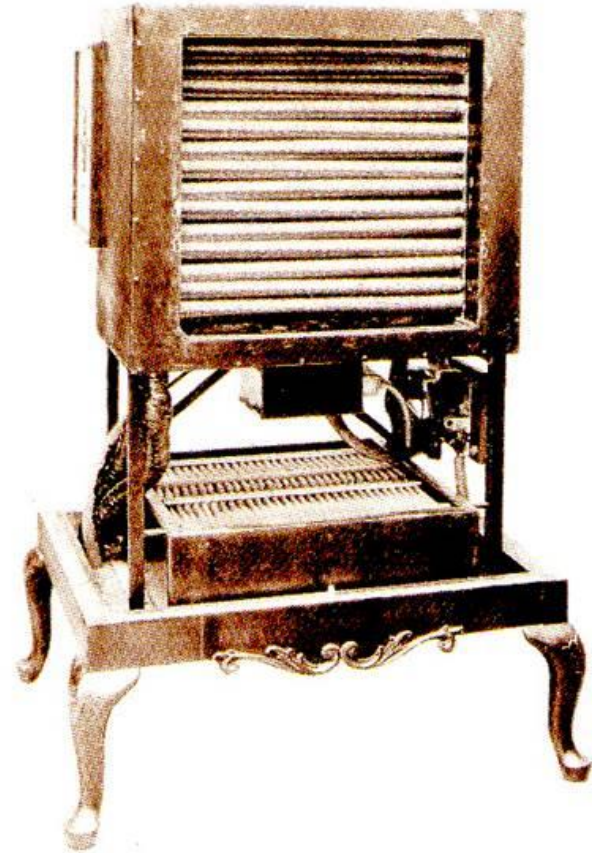
Εμφανίζονται κλιματιστικές συσκευές τύπου ντουλάπας και παραθύρου. Το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται είναι κυρίως το Freon-12.



Παραδείγματα κλιματιστικών συσκευών



Εικ.15 : Οικιακή
κλιματιστική συσκευή



Εικ.16 : Ο συμπυκνωτής ήταν
υδρόψυκτος με νερό δικτύου



Ανάπτυξη του κλιματισμού

- Η ουσιαστική ανάπτυξη όμως του κλιματισμού αρχίζει μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο.
- Αρχίζει η εφαρμογή νέων ψυκτικών μέσων όπως το Freon-11 και το Freon-22.
- Εξελίσσεται η τεχνολογία εναλλακτών θερμότητας με την κατασκευή πτερυγιοφόρων σωλήνων.
- Οι διαστάσεις των συμπυκνωτών και εξατμιστήρων μειώνονται σημαντικά.
- Εφαρμόζονται νέα και πιο αξιόπιστα συστήματα αυτοματισμού ενώ η χρήση του πλαστικού μειώνει το βάρος των κλιματιστικών συσκευών.
- Οι απαιτήσεις για κεντρικό κλιματισμό αυξάνονται όλο και περισσότερο.



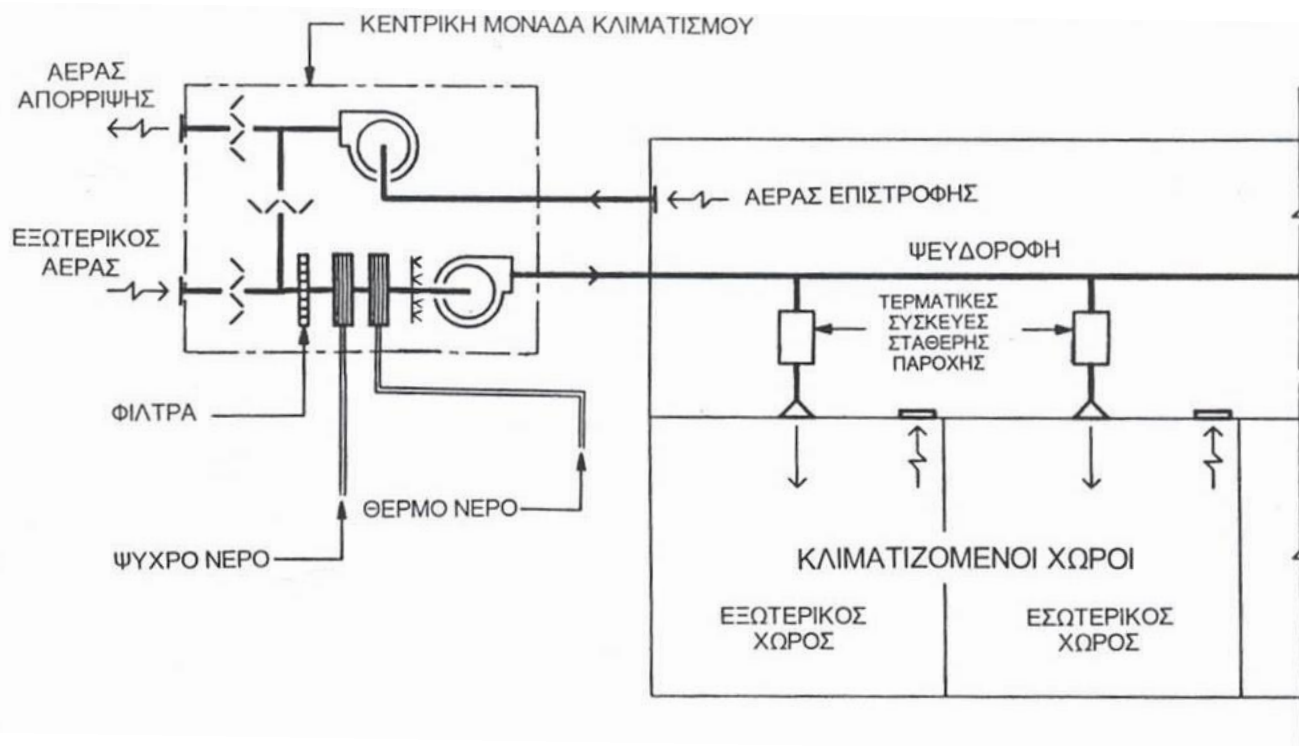
Διαδεδομένα κεντρικά συστήματα κλιματισμού

- Μέχρι το τέλος της δεκαετίας του '50 τα πλέον διαδεδομένα κεντρικά συστήματα κλιματισμού είναι:
 - Το σύστημα μονής διανομής, μονού αγωγού, σταθερής παροχής.
 - Το πολυζωνικό σύστημα κλιματισμού.
 - Το σύστημα κλιματισμού με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου.
 - Το σύστημα κλιματισμού διπλού αγωγού.
 - Το σύστημα κλιματισμού μονού αγωγού με αναθέρμανση.



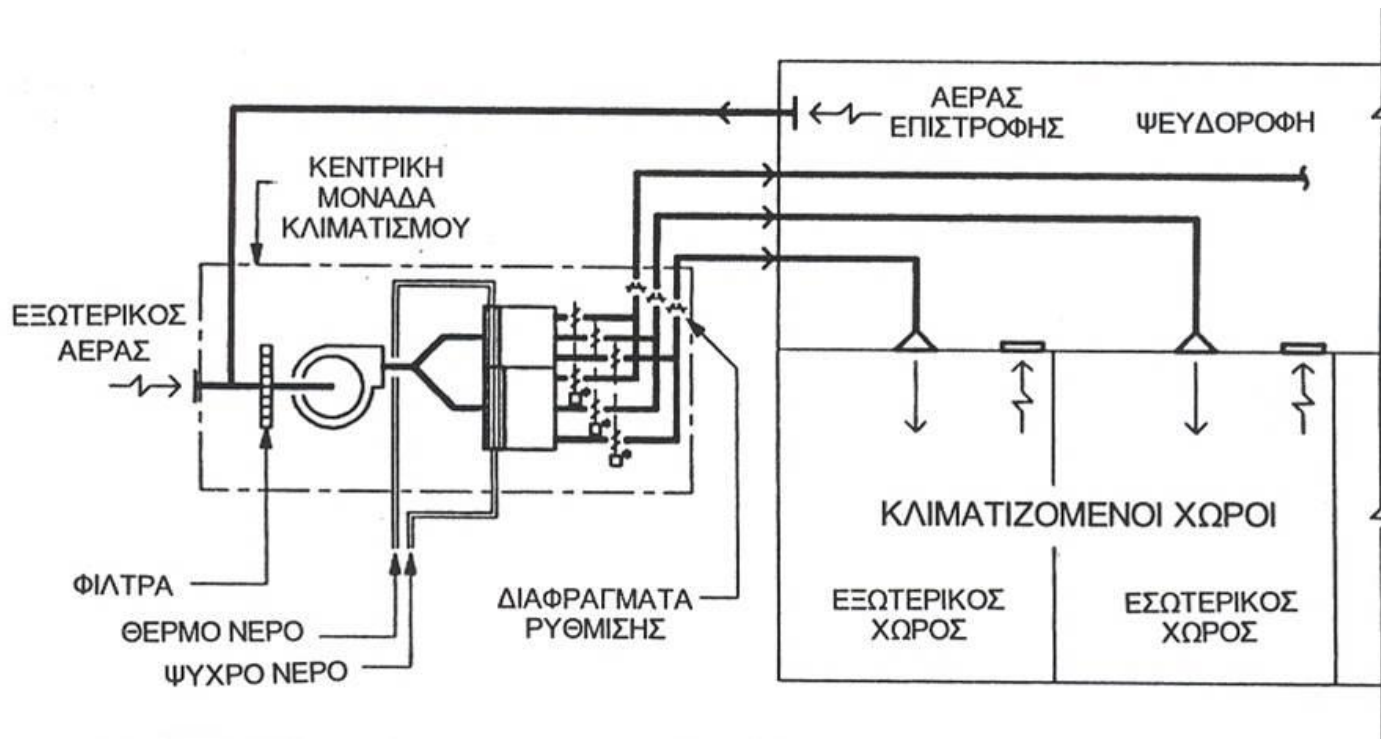
Σύστημα κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα- μιας ζώνης

Εικ.17: Σχηματική απεικόνιση συστήματος κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα – μίας ζώνης



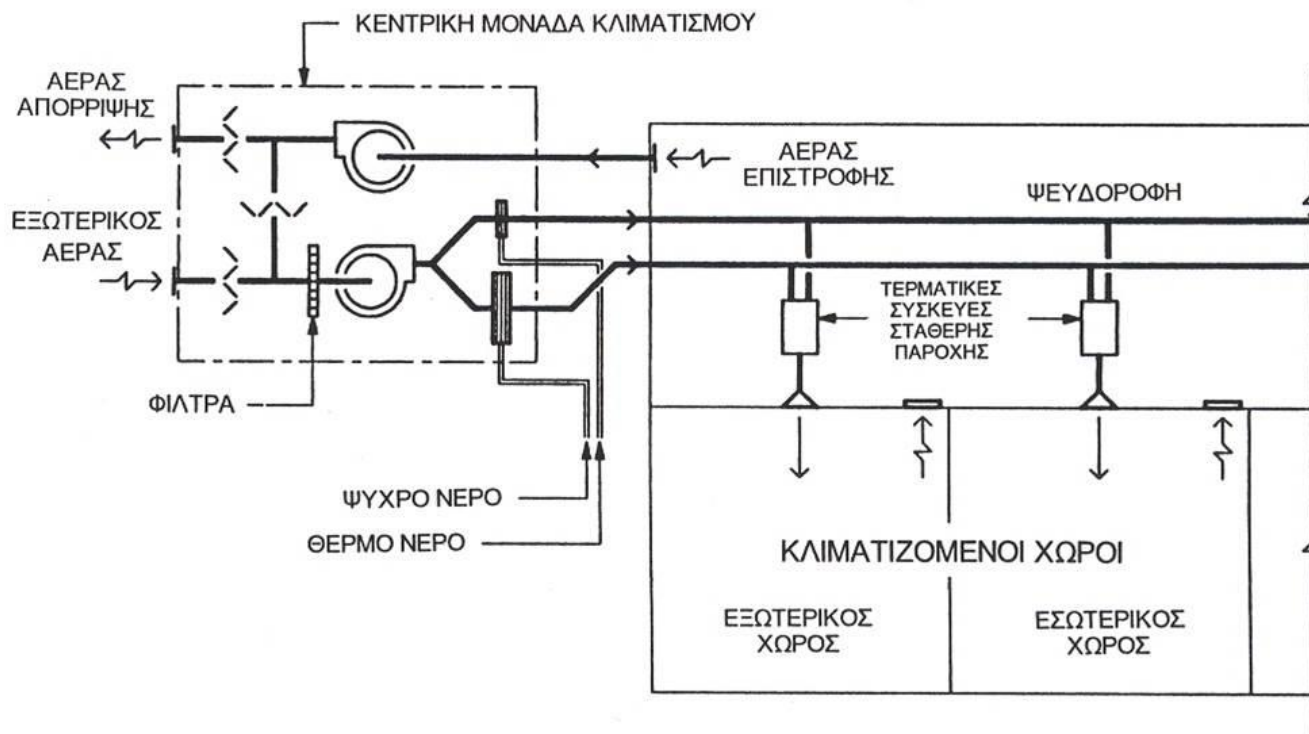
Πολυζωνικό σύστημα κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα

Εικ.18: Σχηματική απεικόνιση πολυζωνικού συστήματος κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα



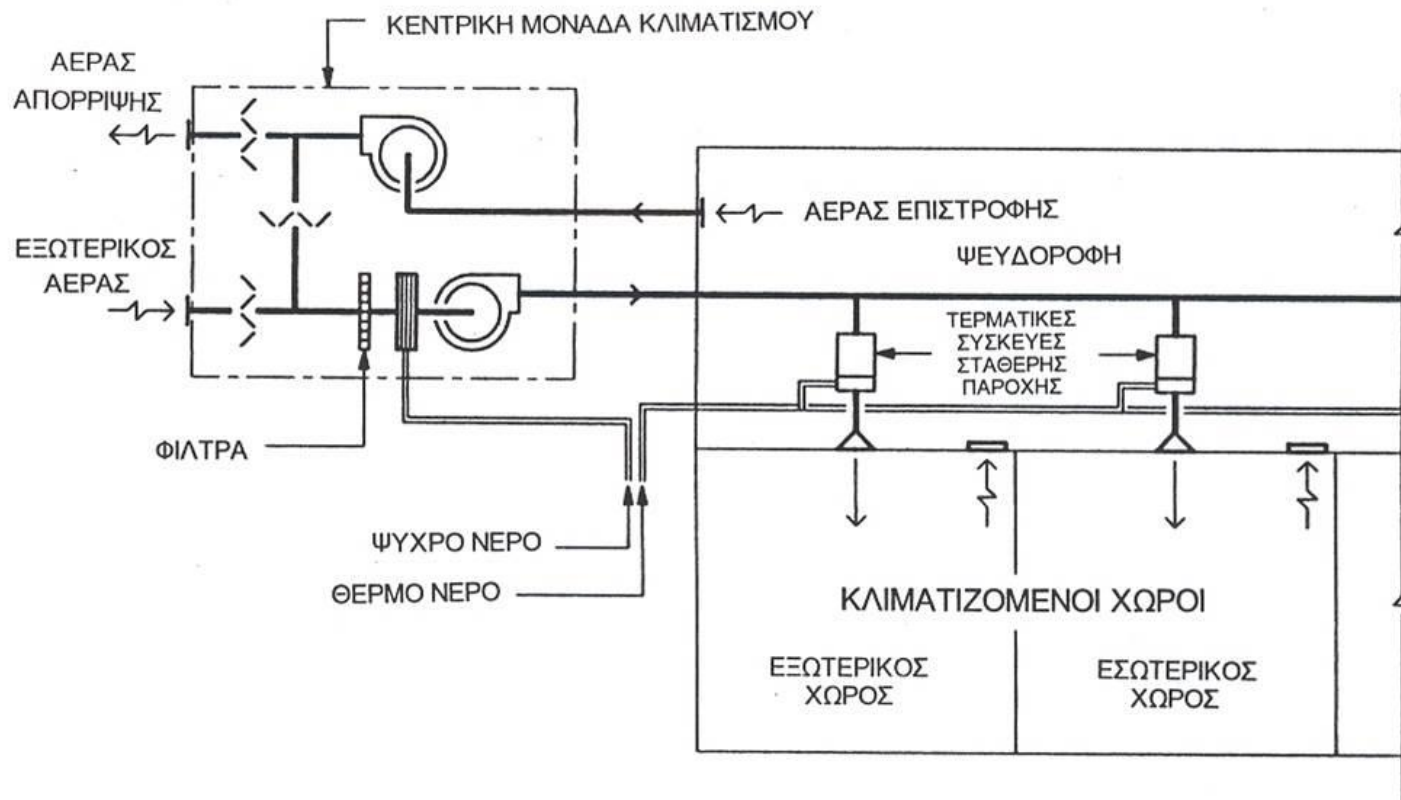
Σύστημα κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα- διπλού αγωγού

Εικ.19: Σχηματική απεικόνιση συστήματος κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα, διπλού αγωγού

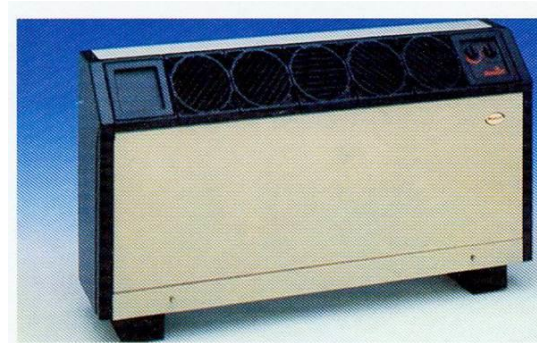
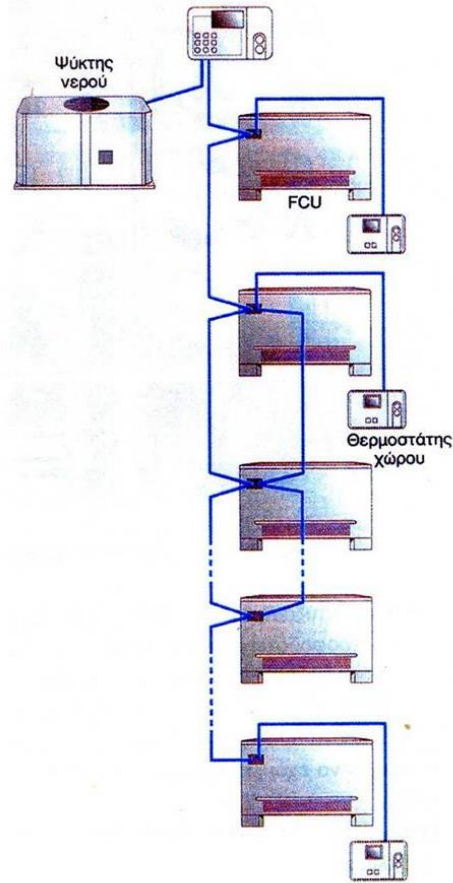


Σύστημα κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα με μεταθέρμανση

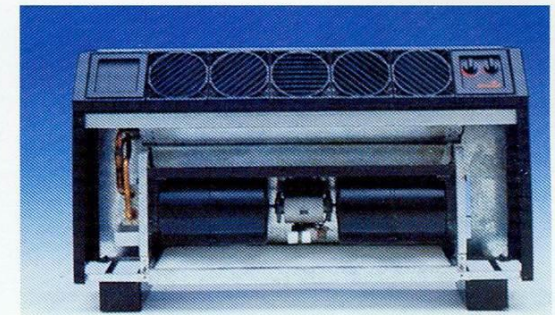
Εικ.20: Σχηματική απεικόνιση συστήματος κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα με μεταθέρμανση



Σύστημα κλιματισμού με Fan-coils



Εξωτερικό κέλυφος



Εσωτερικό κέλυφος:

Εικ.21: Σχηματική απεικόνιση συστήματος και φωτογραφίες σωμάτων Fan coils



Διάδοση αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων

- Παράλληλα με τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού αρχίζει και η ευρεία διάδοση των αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων.
- Στην δεκαετία του 60 εμφανίζονται και οι πρώτες αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες οροφής. Στις αρχές της δεκαετίας του 70 σχεδόν κάθε νέο κτίριο στις ΗΠΑ διαθέτει κλιματισμό.
- Η ενέργεια είναι ακόμη φθηνή.



Η ενεργειακή κρίση

- Η ενεργειακή κρίση του 1973 έφερε σημαντικές αλλαγές στη βιομηχανία του κλιματισμού. Το κόστος ενέργειας στα πέντε χρόνια που ακολούθησαν αυξήθηκε κατά 500%.
- Οι καιροί απαιτούσαν πιο αποδοτικά συστήματα κλιματισμού με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Ο όρος “βαθμός απόδοσης” μπήκε πλέον στο λεξιλόγιο του μηχανικού.
- Συστήματα με ταυτόχρονη θέρμανση και ψύξη όπως το σύστημα διπλού αγωγού και το σύστημα μονού αγωγού με αναθέρμανση παραμερίστηκαν



Βελτίωση συστημάτων κλιματισμού

- Στα επόμενα χρόνια οι προσπάθειες για βελτίωση της ποιότητας των συστημάτων και για μείωση του αρχικού κόστους εγκατάστασης και του λειτουργικού κόστους των συστημάτων γίνονται όλο και πιο έντονες.
- Συνεχώς εμφανίζονται νέα συστήματα και νέες τεχνολογίες.
- Τα συστήματα αυτοματισμού συνεχώς εξελίσσονται και τα πνευματικά συστήματα δίνουν τη θέση τους σε σύγχρονα ηλεκτρονικά.
- Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των inverters κάνει τα συστήματα περισσότερο αποδοτικά.



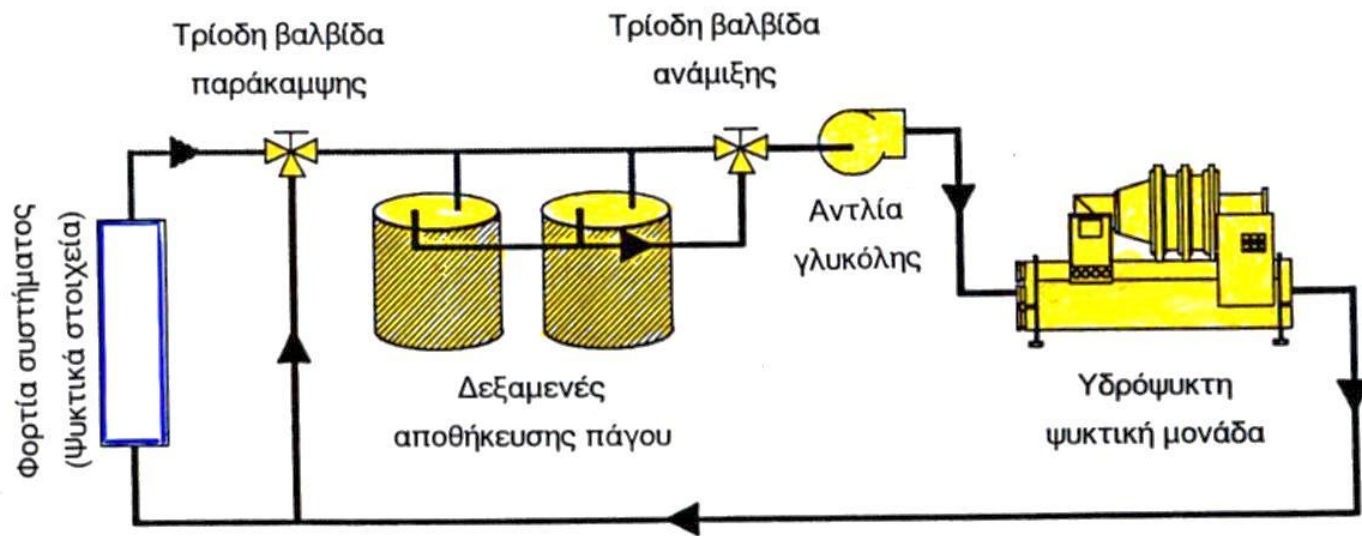
Αύξηση ζήτησης ενέργειας

- Με την ραγδαία όμως ανάπτυξη του κλιματισμού αυξήθηκε και η ζήτηση ενέργειας, κυρίως ηλεκτρικής, με αποτέλεσμα την δημιουργία αιχμών ζήτησης, οι οποίες πολλές φορές είναι δύσκολο να αντιμετωπισθούν.
- Νέα συστήματα και συσκευές εμφανίζονται για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, όπως:
 - Η αποθήκευση ενέργειας με πάγο.
 - Τα συστήματα συμπαραγωγής ενέργειας με εκμετάλλευση της αποβαλλόμενης θερμότητας.
 - Τα συνδυασμένα συστήματα με αποθήκευση ενέργειας και ψυκτικές μονάδες απορρόφησης.



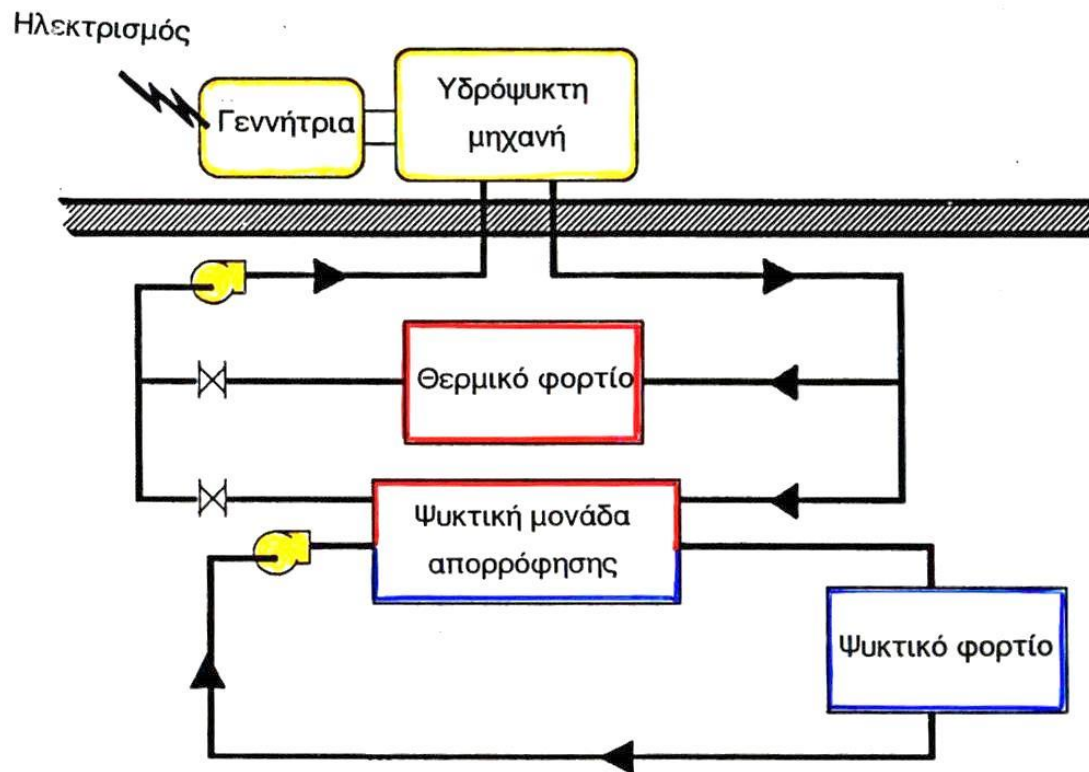
Αποθήκευση θερμότητας με πάγο

Εικ.22: Σύστημα κλιματισμού με αποθήκευση θερμότητας με πάγο



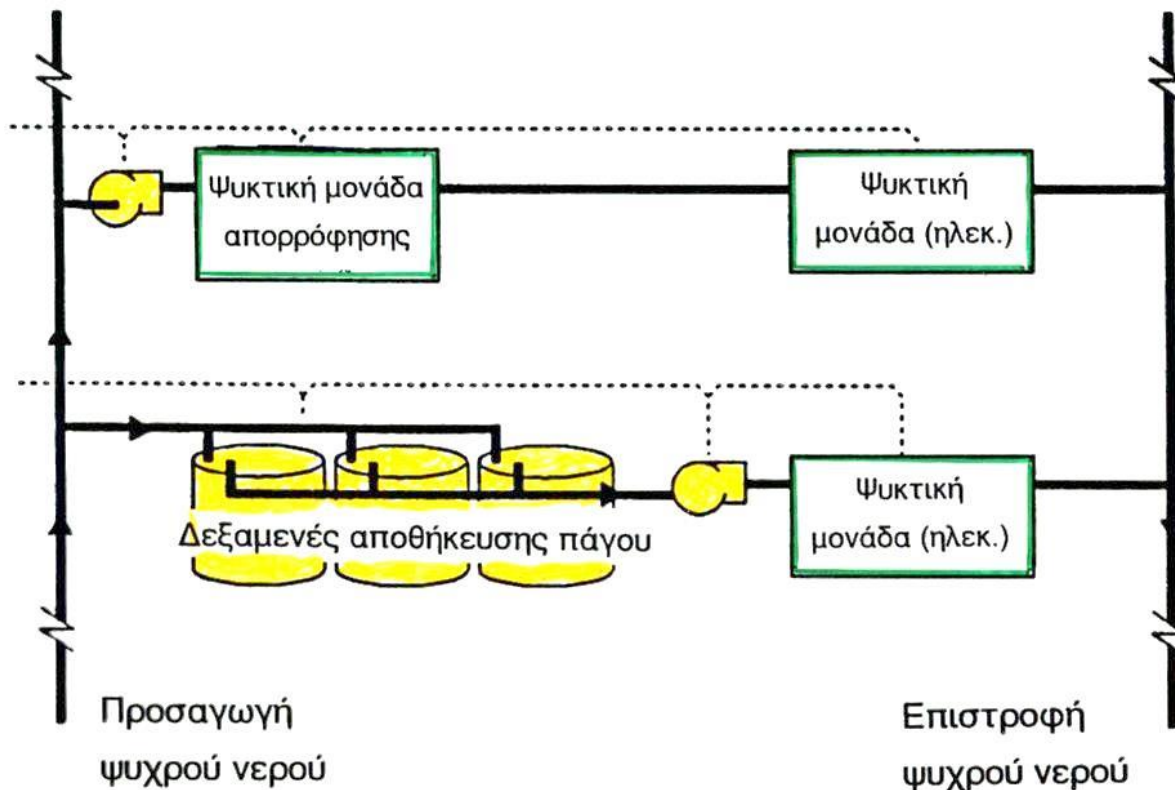
Σύστημα συμπαραγωγής θερμότητας-ηλεκτρισμού με εκμετάλλευση της αποβαλλόμενης θερμότητας

Εικ.23: Σύστημα συμπαραγωγής με εκμετάλλευση της απόβλητης θερμότητας για θέρμανση και ψύξη



Συνδυασμένο σύστημα με αποθήκευση ενέργειας και ψυκτικές μονάδες απορρόφησης και ψυκτικές μονάδες απορρόφησης

Εικ.24: Σύστημα εξοικονόμησης ενέργειας με αποθήκευση θερμότητας, ηλεκτροκίνητες ψυκτικές μονάδες συμπίεσης και ψυκτικές μονάδες απορρόφησης



Συσκευές ανάκτησης ενέργειας

- Επίσης παράλληλα με την εξέλιξη των συστημάτων κλιματισμού αναπτύχθηκαν και διάφορες συσκευές ανάκτησης ενέργειας.
- Σήμερα, στις αρχές της νέας χιλιετίας, τα σημεία στα οποία επικεντρώνεται η προσοχή των σχεδιαστών συστημάτων κλιματισμού είναι:
 - η δημιουργία υγιεινού εσωκλίματος στα κτίρια (ποιότητα αέρα).
 - η αλλαγή των παραδοσιακών ψυκτικών μέσων.
 - ο σεβασμός του εξωτερικού περιβάλλοντος.
 - η εξοικονόμηση ενέργειας.



Στα πλαίσια του μαθήματος:

- Θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν τα κυριότερα συστήματα κλιματισμού ευεξίας τα οποία συναντώνται κυρίως σε κτίρια εμπορικά, κατοικιών, εργασίας, εκπαιδευτικά ή συνάθροισης κοινού.
- Θα δοθούν τα μειονεκτήματα ή πλεονεκτήματά τους και η καταλληλότητά τους για διάφορους χώρους ή κτίρια.
- Θα δοθούν οι αρχές και η μεθοδολογία σχεδιασμού και διαστασιολόγησής τους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνα 1: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 1, January 1999, p. 37
- Εικόνα 2: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 1, January 1999, p. 40
- Εικόνες 3, 4: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 1, January 1999, p. 38
- Εικόνα 5: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 1, January 1999, p. 39
- Εικόνα 6: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 1, January 1999, p. 40
- Εικόνα 7, 8: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 2, February 1999, p.50
- Εικόνα 9: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 2, February 1999, p.54
- Εικόνα 10: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 3, March 1999, p. 60
- Εικόνα 11: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 3, March 1999, p. 61



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

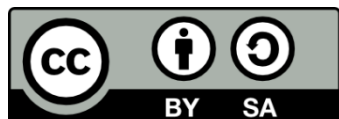
- Εικόνα 12: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 5, May 1999, p. 42
- Εικόνα 13: ASHRAE Journal Centennial Supplement, Vol. 36, No 12, December 1994, p. C-86
- Εικόνα 14: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 5, May 1999, p. 41
- Εικόνες 15, 16: ASHRAE Journal, Vol. 41, No 5, May 1999, p. 43
- Εικόνες 17, 18, 19, 20: Sun Tseng-Yao, Air Handling System Design, Mc Graw-Hill Inc., USA, 1994 (Μετάφραση των τίτλων στα ελληνικά)
- Εικόνα 21: Ασημακόπουλος Α., Διακουμάκος Κ., Σεκεριάδης Ν., “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II”, ΟΕΔΒ, Αθήνα
- Εικόνες 22, 23, 24: Σχεδιάστηκαν από τον διδάσκοντα





Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Χριστόφορος Μωραΐτης
Θεσσαλονίκη, 6/5/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ