

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

**ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**

Γ. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΨΚ2

ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Α΄ έκδοση

Αθήνα, Ιούνιος 2011

Ομάδα εργασίας θεματικής ενότητας ΔΚ3:

Ατσιδαύτης Δημήτριος	Μηχανολόγος – ηλεκτρολόγος μηχανικός.
Μανασής Λάμπρος	Μηχανολόγος μηχανικός Ε.Μ.Π., M.Sc. Applied Energy υποψήφιος διδάκτορας, Ε.Μ.Π.
Μπαλαράς Κωνσταντίνος	Δρ. μηχανολόγος μηχανικός, δ/ντης ερευνών, Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Συνεργάστηκαν

Ζούκος Βασίλειος	Μηχανολόγος μηχανικός.
Ιωαννίδης Δημήτριος	Μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
Κατσιμάρδος Στέφανος	Μηχανολόγος μηχανικός.
Κουτσογιάννη Παρασκευή	Μηχανολόγος μηχανικός
Κουτσογιάννης Κωνσταντίνος	Μηχανολόγος μηχανικός
Κρυσταλλίδης Ελευθέριος	Μηχανολόγος – ηλεκτρολόγος μηχανικός
Μιχόπουλος Απόστολος	Δρ. μηχανολόγος μηχανικός, εργαστήριο Κατασκευής Συσκευών Διεργασιών, του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ.
Χαζάπης Νικόλαος	Μηχανολόγος μηχανικός, σύμβουλος λειτουργικής παραλαβής.
Χαραλαμπίδης Δημήτριος	Μηχανολόγος μηχανικός

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	4
1.1.	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ.....	4
1.1.1.	Βρόχος αέρα	5
1.1.2.	Βρόχος κρύου νερού.....	10
1.1.3.	Βρόχος Ψύξης.....	13
1.1.4.	Βρόχος απόρριψης θερμότητας.....	17
1.1.5.	Βρόχος Ελέγχου	20
1.2.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	23
1.2.1.	Συστήματα κλιματισμού – Κατάταξη συστημάτων	23
1.2.1.1.	Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα	23
1.2.1.2.	Συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό	26
1.2.1.3.	Συστήματα κλιματισμού αέρα – νερού	28
1.2.2.	Καταλληλότητα συστήματος - συνήθεις εφαρμογές κλιματισμού	29
1.2.2.1.	Κτήρια γραφείων	29
1.2.2.2.	Ξενοδοχεία – Μονάδες φιλοξενίας	31
1.2.2.3.	Εστιατόρια – καφετέριες – μπαρ – κέντρα διασκέδασης	31
1.2.2.4.	Εμπορικά καταστήματα - πολυκαταστήματα	32
1.2.2.5.	Κινηματοθέατρα – αμφιθέατρα – αίθουσες συναυλιών	35
1.2.2.6.	Κατοικίες.....	37
1.2.3.	Εκτίμηση της καταλληλότητας του εξοπλισμού	37
1.2.3.1.	Βασικές απαιτήσεις συστήματος	37
1.2.3.2.	Δίκτυα διανομής αέρα	37
1.2.3.3.	Δίκτυα σωληνώσεων.....	38
1.2.3.4.	Ανεμιστήρες.....	39
1.2.3.5.	Κλιματιστικές μονάδες - κεντρικές κλιματιστικές μονάδες	40
1.2.3.6.	Συσκευές και εξαρτήματα επεξεργασίας αέρα	42
1.2.3.7.	Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού (συσκευές).....	44
1.2.3.8.	Πύργοι ψύξης	47
1.2.4.	Καταγραφή του επιμέρους εξοπλισμού που αποτελεί ένα σύστημα κλιματισμού	49
1.3.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΨΥΞΗΣ	53
1.3.1.	Μελέτη του κύκλου ψύξης με μηχανική συμπίεση ατμών.....	53
1.3.2.	Εκτίμηση της ισχύος, σε ψυκτική μονάδα με μηχανική συμπίεση ατμών.	58
1.3.3.	Μέτρηση της υπερθέρμανσης στο στοιχείο ενός εξατμιστή.....	62
1.3.3.1.	Βασικά εξαρτήματα ψυκτικής μονάδας	65
1.3.3.2.	Βοηθητικά εξαρτήματα ψυκτικών κυκλωμάτων.....	67
1.3.4.	Πλήρωση – Έλεγχος διαρροών	75
1.3.4.1.	Πλήρωση.....	75
1.3.4.2.	Έλεγχος διαρροών	78
1.3.5.	Επεμβάσεις σε εξοπλισμό παραγωγής ψύξης	79
1.4.	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ-ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ.....	81
1.4.1.	Αυτοματισμοί – όργανα ελέγχου λειτουργίας.....	81
1.4.2.	Αντιστάθμιση.....	85

1.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΥΞΗΣ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	86
1.5.1. Υπολογισμός της απόδοσης κλιματιστικών μονάδων με μετρήσεις από την πλευρά του νερού 86	
1.5.1.1. Απαιτούμενος ενδεικτικός εξοπλισμός για εγκατάσταση με ψύκτη και τρία fan coil 88	
1.5.1.2. Διαδικασία μετρήσεων για την χάραξη του διαγράμματος στον ψυχομετρικό χάρτη 88	
1.5.1.3. Διαδικασία μετρήσεων για την εκτίμηση κατανάλωσης ενέργειας	89
1.5.2. Μέτρηση του συντελεστή συμπεριφοράς (COP) μιας μονάδας κλιματισμού	92
1.5.2.1. Διαδικασία μετρήσεων.	94
1.5.3. Μέτρηση της παροχής αέρα σε στόμιο προσαγωγής.....	94
1.5.4. Μέτρηση της ταχύτητας και της μάζας του αέρα σε αεραγωγό	97
1.6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ, ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	100
1.6.1. Έλεγχος δικτύου αεραγωγών και σωληνώσεων.....	100
1.6.1.1. Έλεγχος δικτύου αεραγωγών.....	100
1.6.1.2. Έλεγχος δικτύου σωληνώσεων.....	101
1.6.1.3. Ανεμιστήρες.....	102
1.6.1.4. Κλιματιστικές μονάδες.....	103
1.6.1.5. Συσκευές και εξαρτήματα επεξεργασίας του αέρα.....	104
1.6.1.6. Ψυκτικά στοιχεία απευθείας εκτόνωσης.....	105
1.6.1.7. Υγραντές	106
1.6.1.8. Φίλτρα	106
1.6.1.9. Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού	106
1.6.1.10. Πύργοι ψύξης	108
1.6.2. Απαιτήσεις για τα μηχανοστάσια κλιματισμού	109
1.6.2.1. Απαιτούμενος χώρος	109
1.6.2.2. Απαιτούμενος αερισμός	110
1.6.3. Έλεγχος συντήρησης.....	110
2. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	113
2.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ.....	113
2.1.1. Γενικά	113
2.1.2. Όργανα και Μετρήσεις	117
2.1.3. Αξιολόγηση Μετρήσεων.....	120
2.1.4. Έντυπα Επιθεώρησης	123
2.2. ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΚΘΕΣΕΩΝ	124
2.2.1. Εγκατάσταση κλιματισμού σε κατοικία	124
2.2.2. Εγκατάσταση κλιματισμού σε κτήριο γραφείων.....	131
2.3. ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ - ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ	141
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	143
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	145

1. ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

1.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

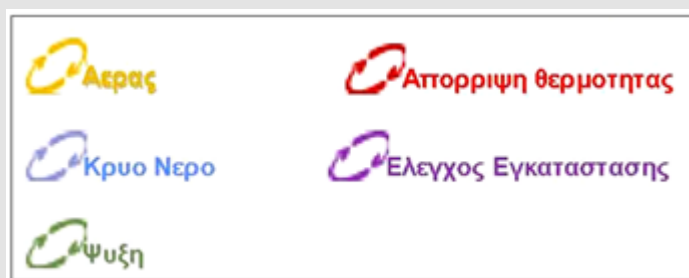
Ο σκοπός των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, είναι η δημιουργία συνθηκών άνεσης σε ένα κτήριο ή οποιοδήποτε χώρο. Παράλληλα μηχανήματα κλιματισμού χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία όπου απαιτούνται ειδικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας για την παραγωγή προϊόντων, ή κρύο νερό για την επίτευξη επίσης διαφόρων παραγωγικών διαδικασιών.

Οι παράμετροι για τη δημιουργία συνθηκών άνεσης σε ένα χώρο δεν είναι μόνον η σωστή θερμοκρασία και υγρασία. Ανεξάρτητα από τις συνθήκες που επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον, οι απαιτήσεις άνεσης που καλείται να καλύψει ένα σύστημα ψύξης / θέρμανσης / αερισμού περιλαμβάνει τη διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης στα επιθυμητά επίπεδα, των εξής παραμέτρων:

- Θερμοκρασία
- Υγρασία
- Κίνηση αέρα
- Ανανέωση αέρα
- Καθαρότητα του αέρα
- Χαμηλή στάθμη θορύβου

Κάθε σύστημα κλιματισμού μπορεί να χωριστεί σε βασικά υποσυστήματα (κυκλώματα) τα οποία συνήθως αναφέρονται ως “**βρόχοι**”. Τα συστήματα κλιματισμού μπορούν να περιγράψουν με τους παρακάτω βρόχους (σχήμα 1.1.1).

- Βρόχος αέρα
- Βρόχος κρύου νερού
- Βρόχος ψυκτικού κυκλώματος
- Βρόχος απόρριψης θερμότητας
- Βρόχος ελέγχου συστήματος



Σχήμα 1.1.1. Οι πέντε βρόχοι των συστημάτων

Οι πέντε βρόχοι μπορούν να περιγράψουν οποιοδήποτε σύστημα κλιματισμού, αλλά δεν είναι απαραίτητο κάθε σύστημα να χρησιμοποιεί και τους πέντε βρόχους.

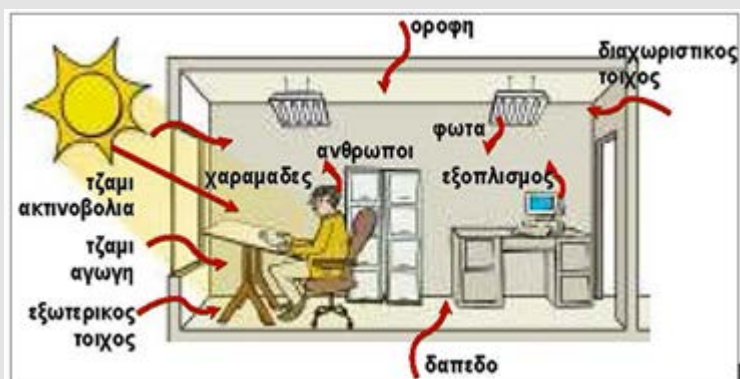
1.1.1. Βρόχος αέρα

Το πρώτο τμήμα του βρόχου του αέρα είναι οι κλιματιζόμενοι χώροι. Οι δυο πρώτες απαιτήσεις άνεσης που αναφέρθηκαν προηγουμένως, είναι η θερμοκρασία και υγρασία. Για να διατηρηθεί η σωστή θερμοκρασία στον κλιματιζόμενο χώρο, πρέπει στον χώρο αυτό να προστεθεί ή να αφαιρεθεί θερμότητα (**αισθητή θερμότητα**) ανάλογα με τις θερμικά / ψυκτικά φορτία του χώρου. Επίσης για να διατηρηθεί η επιθυμητή σχετική υγρασία στον χώρο πρέπει να προστεθεί ή να αφαιρεθεί θερμότητα (**λανθάνουσα θερμότητα**) ανάλογα τα επίπεδα υγρασίας του χώρου και του περιβάλλοντος.

Τα σύγχρονα συστήματα κλιματισμού, επιτυγχάνουν σωστές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, με πρόσθεση ή αφαίρεση αισθητής ή λανθάνουσας θερμότητας ή και των δύο, μέσω της κυκλοφορίας του αέρα που παρέχεται στον κλιματιζόμενο χώρο. Ο αέρας που παρέχεται στο χώρο (νωπός ή ανακυκλοφορών) έχει υποστεί κατάλληλη επεξεργασία ανάλογα με τις απαιτήσεις του χώρου. Ο αέρας που επιστρέφει από το χώρο μεταφέρει και απορρίπτει τα απαιτούμενα ποσά αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας.

Για να υπολογισθεί σωστά το ποσό του αέρα που πρέπει να τροφοδοτηθεί ένας χώρος καθώς επίσης το πόσο "κρύος" ή και "ξηρός" πρέπει να είναι αυτός ο αέρας, είναι απαραίτητο να υπολογισθεί το ποσό της αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας που προστίθεται ή παράγεται στον συγκεκριμένο χώρο.

Τα **ψυκτικά φορτία**, δηλαδή το ποσό της θερμότητας που πρέπει να αφαιρεθεί από το χώρο στη μονάδα του χρόνου, εξαρτάται από τα φορτία που προέρχονται από εξωτερικές πηγές όπως θερμικές απώλειες κελύφους, ηλιακή ενέργεια, κ.ά. και εσωτερικές πηγές όπως φωτισμός, ηλεκτρικές συσκευές, χρήστες, κ.ά.

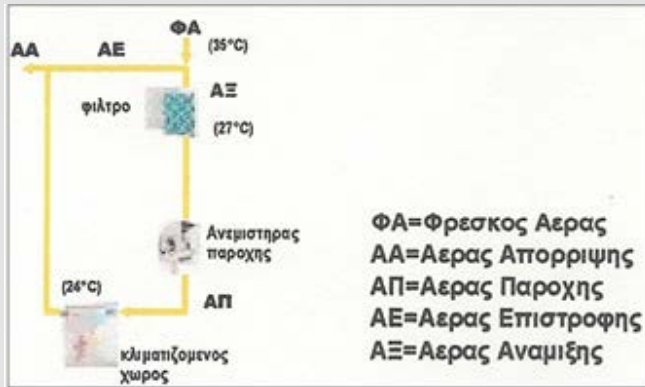


Σχήμα 1.1.2. Επί μέρους ψυκτικά φορτία

Στο σχήμα 1.1.2 συνοψίζονται οι τυπικές πηγές των «**ψυκτικών φορτίων**»:

- Πρόσθεση θερμότητας από τους εξωτερικούς τοίχους, οροφή, διαχωριστικά χωρίσματα, τζάμια, πατώματα.
- Ηλιακή ακτινοβολία από τα τζάμια.
- Εσωτερική θερμότητα που γεννάται από την παρουσία ανθρώπων, λειτουργία μηχανημάτων, φωτισμό (αισθητή και λανθάνουσα).
- Πρόσθεση θερμότητας από την είσοδο εξωτερικού αέρα από διάφορες χαραμάδες.
- Επιπλέον αυτών που φαίνονται στο παραπάνω σχήμα, άλλες πηγές εισόδου θερμότητας στο συγκεκριμένο χώρο είναι
- Θερμότητα από τον φρέσκο αέρα που καλύπτει τις ανάγκες αερισμού.
- Θερμότητα από τους ανεμιστήρες και ηλεκτροκινητήρες που κυκλοφορούν τον αέρα.

Το επόμενο κομμάτι του βρόχου του αέρα, είναι ο ανεμιστήρας παραροχής/προσαγωγής (ΑΠ), που τροφοδοτεί με αέρα τον κλιματιζόμενο χώρο. Ο ο αέρας που τροφοδοτείται στο χώρο (σχήμα 1.1.3.) πρέπει να έχει την κατάλληλη θερμοκρασία ώστε με το πόσο της θερμότητας που θα αφαιρεθεί από το χώρο να διατηρεί τις εσωτερικές συνθήκες στο επιθυμητό επίπεδο.



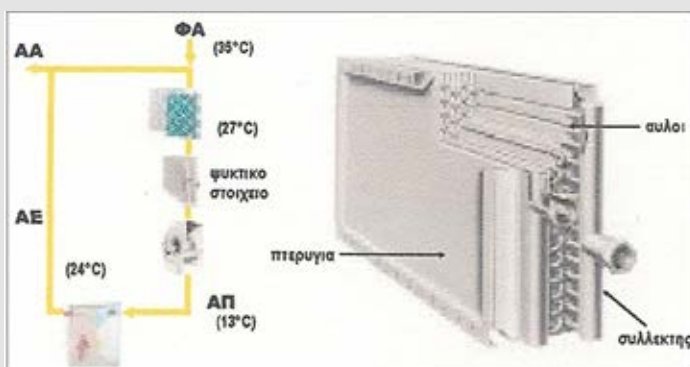
Σχήμα 1.1.3. Ανεμιστήρας παροχής και φίλτρα. ΦΑ = Φρέσκος Αέρας ΑΑ = Αέρας Απόρριψής ΑΠ = Αέρας Παροχής ΑΕ = Αέρας Επιστροφής ΑΞ = Αέρας Αναμειγής

Τα συστήματα κλιματισμού διαθέτουν επίσης έναν ανεμιστήρας για την επιστροφή του αέρα στην μονάδα επεξεργασίας και ο οποίος καλείται “ανεμιστήρας επιστροφής”.

Μια από τις απαιτήσεις εσωτερικής άνεσης είναι η ανανέωση του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο. Το απαιτούμενο ποσό του αέρα για τον αερισμό του χώρου (ΦΑ) διοχετεύεται στο δίκτυο, και αναμειγνύεται με τον αέρα επιστροφής (ΑΕ), και έτσι δημιουργείται ο αέρας ανάμειξης (σχήμα 1.1.3). Το ποσό του απορριπτόμενου αέρα (ΑΑ) στο περιβάλλον είναι ίδιο με το αντίστοιχο του νωπού.

Αρκετές φορές η απόρριψη γίνεται με ένα ξεχωριστό ανεμιστήρα (ανεμιστήρας απαγωγής). Στο σχήμα 1.1.3 ο φρέσκος αέρας 35°C αναμειγνύεται με το αέρα επιστροφής 24°C, ο δε αέρας ανάμειξης έχει θερμοκρασία 27°C. Η αναλογία μεταξύ νωπού αέρα και αέρα επιστροφής είναι 25% προς 75%.

Μία από τις βασικές για την επίτευξη συνθηκών άνεσης ενός χώρου είναι η καθαρότητα του αέρα. Η ανανέωση του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο καλύπτει κατά ένα μέρος αυτήν την απαίτηση, δεν είναι όμως αρκετή. Για το λόγο αυτό, πριν ο αέρας παροχής τροφοδοτηθεί στο χώρο, φιλτράρεται μέσω μιας συστοιχίας φίλτρων ώστε να αφαιρεθούν σωματίδια ή άλλες βλαβερές ουσίες που μεταφέρει ο νωπός αέρας.



Σχήμα 1.1.4. Ψυκτικό στοιχείο

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η θερμοκρασία και υγρασία του αέρα παροχής πρέπει να είναι τέτοια ώστε να έχει τη δυνατότητα ρύθμισης της αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας από το χώρο,

προκειμένου να επιτευχθούν οι επιθυμητές συνθήκες άνεσης. Η θερμοκρασία και υγρασία του προσαγόμενου αέρα ρυθμίζονται στην μονάδα επεξεργασίας μέσω ενός τουλάχιστον εναλλάκτη που καλείται ψυκτικό ή θερμικό στοιχείο. Στο παράδειγμα του σχήματος 1.1.4 το ψυκτικό στοιχείο μειώνει τη θερμοκρασία του αέρα από 27°C σε 13°C. Ένα τυπικό ψυκτικό στοιχείο είναι κατασκευασμένο με αυλούς που εξωτερικά περιβάλλονται από πτερύγια.

Εσωτερικά του στοιχείου, κυκλοφορεί κρύο νερό ή ψυκτικό υγρό (R407c, R410a, κλπ) ανάλογα, εάν το σύστημα είναι ψυχρού νερού ή απ' ευθείας εκτόνωσης.

Στο σχήμα 1.1.5 παρουσιάζεται ένα ψυκτικό στοιχείο στο οποίο κυκλοφορεί κρύο νερό. Καθώς ο ζεστός και υγρός αέρας κυκλοφορεί από την εξωτερική πλευρά του, έρχεται σε επαφή με τους αυλούς και τα πτερύγια του στοιχείου που έχουν χαμηλή θερμοκρασία και η θερμότητα από το ζεστό αέρα μεταφέρεται μέσω των αυλών και των πτερυγίων του στοιχείου στο νερό που κυκλοφορεί εσωτερικά προκαλώντας έτσι πτώση της θερμοκρασίας του αέρα. Επί πλέον, εάν η εξωτερική επιφανειακή θερμοκρασία των αυλών και πτερυγίων είναι χαμηλότερη από το σημείο δρόσου του αέρα, η υγρασία που περιέχει ο αέρας συμπυκνώνεται επάνω στους αυλούς και στα πτερύγια. Το υγρό της συμπύκνωσης ρέει στη λεκάνη συγκέντρωσης των συμπυκνωμάτων που είναι εγκατεστημένη κάτω από το στοιχείο και αποχετεύεται. Ο κρύος αέρας (αέρας παροχής) μετά το στοιχείο έχει χαμηλότερη θερμοκρασία και υγρασία από αυτήν πριν το στοιχείο. Τα περισσότερα συστήματα κλιματισμού χρησιμοποιούν το βρόχο του αέρα για θέρμανση ή και ύγρανση. Το θερμαντικό στοιχείο ή ο υγραντήρας είναι εγκατεστημένα κοντά στο ψυκτικό, στον ίδιο βρόχο. Εναλλακτικά, θερμαντικό στοιχείο και υγραντήρας είναι δυνατό να αποτελούν ένα ξεχωριστό βρόχο.



Σχήμα 1.1.5. Ψυκτικό στοιχείο κρύου νερού

Σε περίπτωση που ο κλιματιζόμενος χώρος έχει ανάγκη θέρμανσης, ο αέρας της παροχής (προσαγωγής) έχει υψηλότερη θερμοκρασία από αυτήν του χώρου και έτσι προσθέτει αισθητή θερμότητα που έχει πάρει από το θερμαντικό στοιχείο. Το αντίστοιχο συμβαίνει όταν ο χώρος έχει χαμηλή λανθάνουσα θερμότητα (υγρασία). Ο υγραντήρας προσθέτει λανθάνουσα θερμότητα στον αέρα της παροχής πριν αυτός τροφοδοτηθεί στον κλιματιζόμενο χώρο.

Η θερμοκρασία και υγρασία του αέρα παροχής καλύπτουν τις απαιτήσεις θερμικής άνεσης μιας δεδομένης χρονικής στιγμής. Οι απαιτήσεις του χώρου (ψυκτικά φορτία) αλλάζουν συνεχώς στο χώρο σε όλο το διάστημα που ο χώρος αυτός κλιματίζεται. Ο βρόχος του αέρα ανταποκρίνεται σε αυτήν την συνεχή μεταβολή του ψυκτικού φορτίου, αλλάζοντας τη θερμοκρασία του αέρα παροχής με σταθερή παροχή ή μεταβάλλοντας την παροχή με σταθερή θερμοκρασία στο χώρο που εξυπηρετεί.



Σχήμα 1.1.6. Λειτουργία σε μερικό φορτίο. Σύστημα σταθερής παροχής

Ένα σύστημα σταθερής παροχής (σχήμα 1.1.7) τροφοδοτεί πάντα την ίδια ποσότητα αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο, ενώ μεταβάλλει τη θερμοκρασία του αέρα που παρέχεται ανάλογα με τη μεταβολή του ψυκτικού φορτίου στο χώρο.



Σχήμα 1.1.7. Λειτουργία σε μερικό φορτίο. Σύστημα μεταβλητής παροχής

Το σύστημα μεταβλητής παροχής, μεταβάλλει την παροχή του αέρα πάντα με σταθερή θερμοκρασία σύμφωνα με τις αλλαγές του ψυκτικού φορτίου στο χώρο. Σ' αυτό το σύστημα μια τερματική μονάδα μεταβλητής παροχής προστίθεται στο βρόχο του αέρα.

Κάθε κλιματιζόμενος χώρος που ονομάζουμε ζώνη, εξυπηρετείται από μια ξεχωριστή μονάδα μεταβλητής παροχής, η οποία μεταβάλλει την παροχή του αέρα που τροφοδοτείται στην συγκεκριμένη ζώνη, ανάλογα με τις αλλαγές του ψυκτικού φορτίου της ζώνης.

Το σύστημα μεταβλητής παροχής ψυκτικού (VRV, VRF), που λειτουργεί με ψυκτικό μέσο έχει διαφορετική αρχή λειτουργίας. Η παροχή του κρύου ή ζεστού αέρα είναι σταθερή η δε απόδοση σε μερικά φορτία ελέγχεται μεταβάλλοντας την ποσότητα του ψυκτικού μέσου που τροφοδοτείται στη συγκεκριμένη μονάδα.

Σε κάθε ζώνη είναι εγκατεστημένος ένας θερμοστάτης. Ο θερμοστάτης αυτός συγκρίνει τη θερμοκρασία του χώρου με αυτή που είναι ρυθμισμένος να διατηρεί στο χώρο και αλλάζει την παροχή του αέρα ή του ψυκτικού, δίνοντας εντολή να περιοριστεί το ποσό του αέρα / ψυκτικού στη συγκεκριμένη ζώνη. Εφόσον η παροχή του αέρα / ψυκτικού σε κάθε ζώνη συνεχώς μεταβάλλεται ο κεντρικός ανεμιστήρας παροχής αέρα ή ο συμπιεστής στην περίπτωση του VRF είναι εξοπλισμένος με ένα μηχανισμό που μεταβάλλει την παροχή. Η απόδοση του ψυκτικού στοιχείου επίσης, μεταβάλλεται ώστε η θερμοκρασία παροχής του αέρα να παραμείνει πάντα σταθερή.

Ένα απλό παράδειγμα «βρόχου αέρα» είναι η μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (fan-coil unit). Μια τέτοια μονάδα θα εγκατασταθεί μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο και θα ελέγχει τη θερμοκρασία του

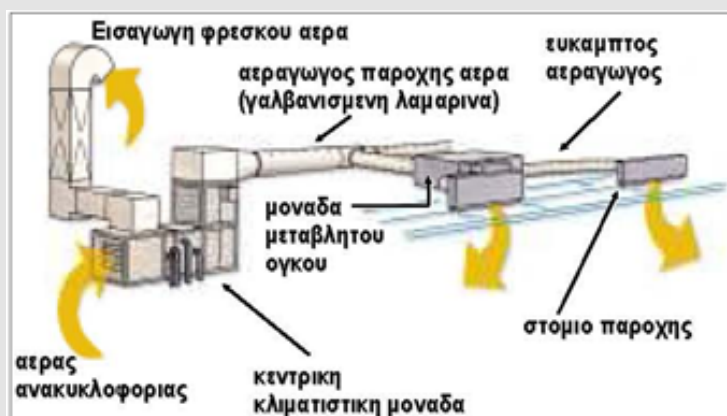
συγκεκριμένου χώρου (ζώνης). Ο αέρας αναρροφάται από το χώρο και μέσα από τα φίλτρα τροφοδοτείται στο ψυκτικό στοιχείο, όπου γίνεται η επεξεργασία του και αμέσως μετά, μέσω του στομίου παροχής, ξαναγυρίζει στο χώρο με διαφορετική θερμοκρασία και υγρασία. Είναι δυνατό η μονάδα να εξοπλισθεί με σύστημα ανανέωσης αέρα, που σε αυτή την περίπτωση ο αέρας της επιστροφής αναμειγνύεται με το φρέσκο αέρα πριν την είσοδο του στα φίλτρα και το ψυκτικό στοιχείο.

Ένα άλλο παράδειγμα «βρόχου αέρα» είναι η κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ). Μια τέτοια μονάδα θα εγκατασταθεί έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο στην οροφή ενός κτηρίου ή σε ένα ειδικά διαμορφωμένο μηχανοστάσιο. Στο σχήμα 1.1.8 παρουσιάζεται μια τυπική ΚΚΜ.



Σχήμα 1.1.8. Κεντρική κλιματιστική μονάδα

Ο αέρας επιστρέφει στη μονάδα από τον κλιματιζόμενο χώρο και μέσω των διαφραγμάτων επιστροφής αναμειγνύεται με τον φρέσκο αέρα που έρχεται στη μονάδα μέσω των διαφραγμάτων του φρέσκου αέρα. Ο αέρας συνεχίζει την πορεία του μέσω φίλτρων, ανεμιστήρα παροχής και ψυκτικού στοιχείου και επιστρέφει στον κλιματιζόμενο χώρο. Η ΚΚΜ σε αντίθεση με την μονάδα ανεμιστήρα - στοιχείου χρειάζεται ένα δίκτυο διανομής (αεραγωγοί) για να προσάγει τον αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο.

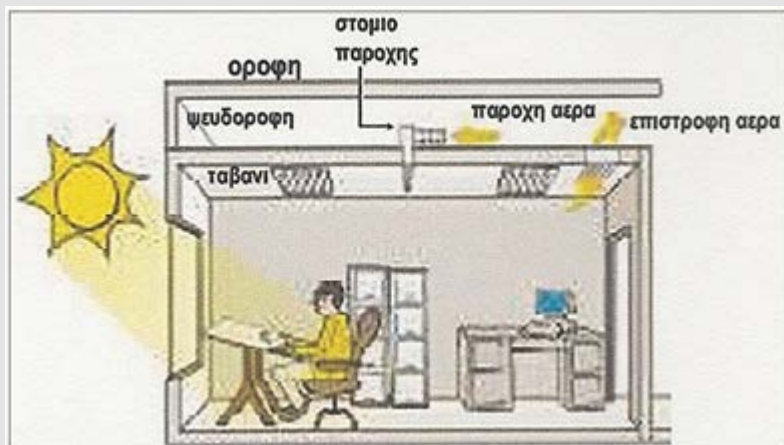


Σχήμα 1.1.9. Διανομή αέρα προσαγωγής

Το δίκτυο διανομής αέρα συνήθως, κατασκευάζεται από γαλβανισμένη λαμαρίνα και χρησιμεύει για να κατευθύνει τον αέρα της παροχής σε ένα ή περισσότερους κλιματιζόμενους χώρους. Στο σχήμα

1.1.9, μια ΚΚΜ μέσα από ένα δίκτυο αεραγωγών τροφοδοτεί τον αέρα σε πολλές ζώνες. Κάθε ζώνη έχει τη δική της μονάδα μεταβλητής παροχής. Ο αέρας από τη μονάδα μεταβλητής παροχής τροφοδοτείται στο χώρο με εύκαμπτους αεραγωγούς και στόμια παροχής αέρα. Τα στόμια επιτυγχάνουν τη σωστή διανομή του αέρα στο χώρο.

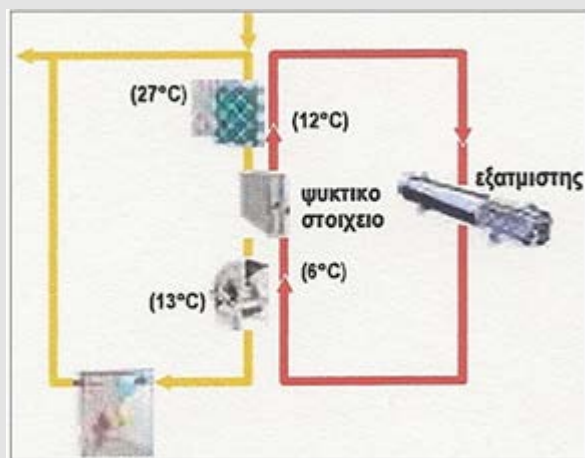
Ο αέρας μπορεί να επιστρέφει στη μονάδα από τους κλιματιζόμενους χώρους μέσα από μια ανοικτή ψευδοροφή (σχήμα 1.1.10) ή μέσω ενός ξεχωριστού δικτύου αεραγωγών.



Σχήμα 1.1.10. Επιστροφή αέρα μέσω ψευδοροφής

1.1.2. Βρόχος κρύου νερού

Στον βρόχο του αέρα, το ψυκτικό στοιχείο του κρύου νερού χρησιμεύει να χαμηλώσει τη θερμοκρασία και υγρασία του αέρα παροχής. Το κρύο ψυκτικό μέσο που κυκλοφορεί εσωτερικά των αυλών μπορεί να είναι ψυκτικό υγρό ή νερό. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν νερό ως ψυκτικό μέσο περιέχουν το βρόχο του νερού. Η ροή θερμότητας γίνεται πάντα από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο που η θερμοκρασία του είναι χαμηλότερη. Επομένως το ψυκτικό μέσο που κυκλοφορεί εσωτερικά των αυλών του στοιχείου, έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτήν του αέρα όπως φαίνεται στο σχήμα 1.1.11.



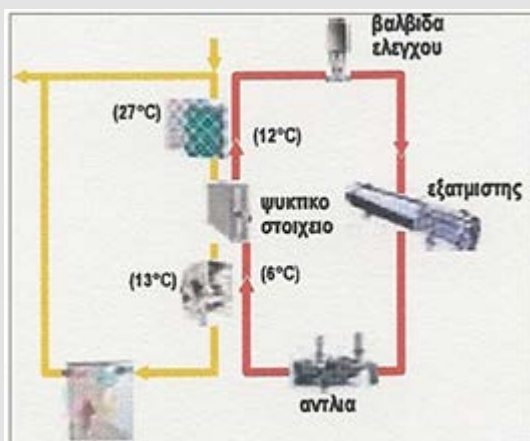
Σχήμα 1.1.11. Βρόχος κρύου νερού

Για να υπάρχει μία συνεχής ροή θερμότητας από τον αέρα στο νερό και η θερμοκρασία του νερού να διατηρείται σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτήν του αέρα, στο βρόχο του νερού υπάρχει ένας εναλλάκτης θερμότητας που αφαιρεί τη θερμότητα από το νερό. Αυτός ο εναλλάκτης θερμότητας λέγεται εξατμιστής (αυλών/κελύφους ή πλακοειδής) και είναι ένα από τα εξαρτήματα της ψυκτικής μηχανής όπως θα δούμε πιο κάτω. Στο σχήμα 1.1.12 παρουσιάζεται ένας τέτοιος εναλλάκτης - εξατμιστής. Το κρύο ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς. Η είσοδος του νερού γίνεται από τη μία άκρη του εναλλάκτη και γεμίζει τον χώρο που περιβάλλει τους αυλούς. Η θερμότητα μεταφέρεται από το ζεστό νερό προς το κρύο ψυκτικό και το κρύο νερό επιστρέφει από τον εξατμιστή, από την αντίθετη άκρη του.



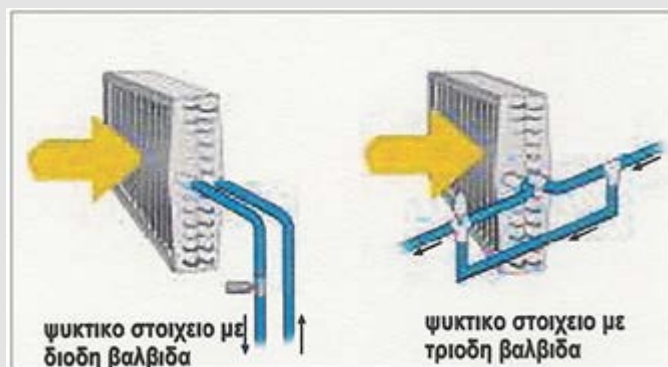
Σχήμα 1.1.12. Ο εξατμιστής

Το τρίτο εξάρτημα του βρόχου κρύου νερού είναι η αντλία που κυκλοφορεί το νερό γύρω από το βρόχο του κρύου νερού (σχήμα 1.1.13). Αυτή η αντλία πρέπει να έχει αρκετή ισχύ ώστε να μπορεί να υπερνικήσει όλες τις αντιστάσεις της ροής που υπάρχουν σ' αυτόν το βρόχο από σωληνώσεις, εξατμιστή, ψυκτικό στοιχείο και οτιδήποτε άλλα εξαρτήματα που είναι εγκατεστημένα στο κύκλωμα του κρύου νερού.



Σχήμα 1.1.13. Αντλία και βαλβίδα ελέγχου

Όπως ακριβώς και στο βρόχο του αέρα, στο βρόχο του νερού η μεταβολή της ψυκτικής ισχύος γίνεται μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία ή την παροχή του νερού που τροφοδοτείται στο ψυκτικό στοιχείο. Ένας απλός τρόπος είναι η χρήση της βαλβίδας ελέγχου. Η βαλβίδα ελέγχου ανταποκρίνεται στις αλλαγές του φορτίου με αύξηση ή μείωση της παροχής του κρύου νερού στο ψυκτικό στοιχείο.



Σχήμα 1.1.14. Δίοδοι και τριόδοι βάνες

Σε συνθήκες μειωμένου ψυκτικού φορτίου, μία δίοδος ή τριόδος βαλβίδα ελέγχου μειώνει την παροχή του κρύου νερού στο ψυκτικό στοιχείο (σχήμα 1.1.14).

Η διαφορά μεταξύ διόδων και τριόδων βαλβίδων είναι ότι σε ένα σύστημα που χρησιμοποιεί δίοδες βαλβίδες, η μείωση ψυκτικού φορτίου περιορίζει την παροχή του νερού στα ψυκτικά στοιχεία αλλά και σε όλο το δίκτυο διανομής του κρύου νερού. Σε περίπτωση χρήσης τριόδων βαλβίδων η μείωση της παροχής του νερού στα ψυκτικά στοιχεία γίνεται με παράκαμψη του κρύου νερού από τα ψυκτικά στοιχεία. Αυτό σημαίνει ότι ενώ στα ψυκτικά στοιχεία η παροχή του νερού είναι μεταβαλλόμενη, η παροχή του νερού στο δίκτυο του κρύου νερού και η παροχή της αντλίας είναι σταθερή. Σε περίπτωση χρήσης διόδων βαλβίδων επομένως, η αντλία κυκλοφορίας του κρύου νερού πρέπει να είναι μεταβαλλόμενης παροχής. Η μεταβαλλόμενη παροχή σε δίκτυα κρύου νερού έχει σημαντικά πλεονεκτήματα εξοικονόμησης ενέργειας γιατί η παροχή του νερού είναι ανάλογη με τη ζήτηση, ενώ η χρήση τριόδων βαλβίδων απαιτεί πάντα σταθερή κυκλοφορία του κρύου νερού ανεξάρτητα με τις μεταβολές του ψυκτικού φορτίου.

Η θέση των βαλβίδων ελέγχου είναι στην έξοδο του στοιχείου. Ο λόγος αυτής της θέσης εγκατάστασης των βαλβίδων είναι για καθαρά λειτουργικούς λόγους. Βαλβίδα σε αυτήν τη θέση σημαίνει ότι το ψυκτικό στοιχείο είναι πάντα γεμάτο με νερό ανεξάρτητα με τις μεταβολές του φορτίου. Αυτό επίσης σημαίνει σωστή μεταφορά θερμότητας από τον αέρα στο νερό. Σε περίπτωση που οι βαλβίδες θα είχαν εγκατασταθεί στην είσοδο του στοιχείου, σε μερικά φορτία όταν η παροχή του νερού στο στοιχείο είναι μειωμένη, οι αυλοί δεν γεμίζουν με νερό, με αποτέλεσμα κακή μεταφορά θερμότητας από τον αέρα στο νερό, προβληματική λειτουργία και αδυναμία ελέγχου της εγκατάστασης.

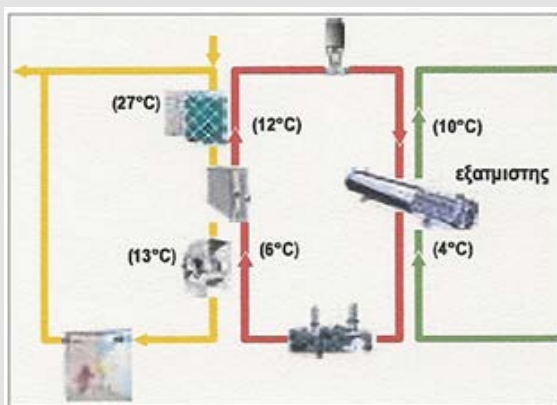


Σχήμα 1.1.15 . Σύστημα κρύου νερού

Ένα απλό παράδειγμα βρόχου κρύου νερού φαίνεται στο σχήμα 1.1.15. Σε ένα αερόψυκτο συγκρότημα παραγωγής κρύου νερού, η θερμότητα του νερού μεταφέρεται στο ψυκτικό μέσα στον εξατμιστή. Το κρύο νερό κυκλοφορεί στα ψυκτικά στοιχεία όπου χαμηλώνει τη θερμοκρασία και υγρασία του αέρα. Η αντλία χρησιμεύει για να κυκλοφορεί το κρύο νερό στις σωληνώσεις, εξατμιστή, ψυκτικά στοιχεία κλπ. Κάθε στοιχείο είναι εξοπλισμένο με τρίοδο βαλβίδα η οποία μεταβάλλει την παροχή του κρύου νερού, σύμφωνα με τις αλλαγές του ψυκτικού φορτίου.

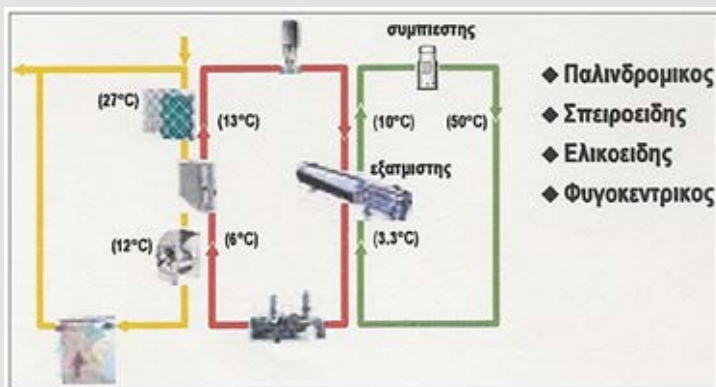
1.1.3. Βρόχος Ψύξης

Ο τρίτος βρόχος είναι ο βρόχος της ψύξης. Στο βρόχο του κρύου νερού στον εξατμιστή η θερμότητα μεταφέρεται από το νερό στο ψυκτικό που έχει χαμηλότερη θερμοκρασία. Στο σχήμα 1.1.16, το ψυκτικό υγρό στον εξατμιστή έχει θερμοκρασία 4°C. Καθώς η θερμότητα μεταφέρεται από το νερό στο ψυκτικό, αλλάζει η κατάσταση του ψυκτικού από υγρό σε ατμό. Ο ψυκτικός ατμός θερμαίνεται ακόμη περισσότερο στον εξατμιστή και γίνεται υπέρθερμος ατμός περίπου 10°C πριν την είσοδο του στον συμπιεστή.



Σχήμα 1.1.16. Βρόχος ψύξης

Ο συμπιεστής είναι η κινητήρια δύναμη της κυκλοφορίας του ψυκτικού στο βρόχο της ψύξης. Αναρροφά ψυκτικό ατμό χαμηλής πίεσης και τον συμπιέζει σε υψηλότερη πίεση. Η αύξηση της πίεσης αυξάνει και τη θερμοκρασία του ψυκτικού από τους 10°C στους 50°C όπως φαίνεται στο σχήμα 1.1.17. Οι συμπιεστές που εξοπλίζουν τα διάφορα ψυκτικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό, είναι παλινδρομικοί, σπειροειδείς, ελικοειδείς περιστροφικοί ή φυγοκεντρικοί.

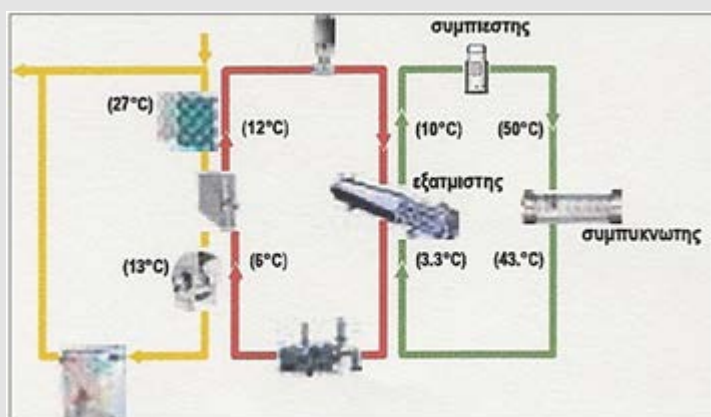


Σχήμα 1.1.17. Συμπιεστής

Ο ψυκτικός βρόχος αντιμετωπίζει τα μερικά φορτία με αποφόρτιση των συμπιεστών. Ο τρόπος αποφόρτισης εξαρτάται από τον τύπο του συμπιεστή:

- Οι παλινδρομικοί αποφορτίζουν του κυλίνδρους.
- Οι σπειροειδείς που συνήθως είναι μικρής απόδοσης και είναι εγκατεστημένοι σε πολλαπλές συστοιχίες σε ένα ψυκτικό βρόχο, δεν έχουν σύστημα αποφόρτισης και ο έλεγχος σε μερικά φορτία γίνεται με κράτηση ή εκκίνηση των συμπιεστών. Η νέα γενιά αυτού του τύπου συμπιεστών είναι εξοπλισμένη με inverter και η απόδοση των συμπιεστών ελέγχεται με μεταβολή των στροφών του συμπιεστή.
- Οι ελικοειδείς περιστροφικοί είναι εξοπλισμένοι με μια ειδική βαλβίδα που περιορίζει τη ροή του ψυκτικού στον συμπιεστή.
- Οι φυγοκεντρικοί έχουν στην αναρρόφηση ένα σύστημα διαφραγμάτων που επίσης περιορίζει την ροή του ψυκτικού.

Σήμερα ορισμένοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν frequency inverters για τον έλεγχο της ψυκτικής απόδοσης.



Σχήμα 1.1.18. Συμπυκνωτής

Μετά τον συμπιεστή, το ψυκτικό με υψηλή θερμοκρασία και πίεση τροφοδοτείται στο συμπυκνωτή (σχήμα 1.1.18). Ο συμπυκνωτής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας και η θερμότητα μεταφέρεται από το θερμό ψυκτικό μέσο, στο νερό, αέρα ή κάποιο άλλο ρευστό που έχει χαμηλότερη θερμοκρασία. Η αφαίρεση θερμότητας από το ψυκτικό σε που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση έχει ως αποτέλεσμα την υγραποίηση του. Ο συμπυκνωτής που φαίνεται στο σχήμα 1.1.18 είναι ένας υδρόψυκτος συμπυκνωτής, ο οποίος μεταφέρει τη θερμότητα σε ένα ξεχωριστό βρόχο ο οποίος ονομάζεται «βρόχος απόρριψης θερμότητας». Οι τύποι συμπυκνωτών (σχήμα 1.1.19) που χρησιμοποιούνται στα συστήματα κλιματισμού είναι ο:

- αερόψυκτος,
- υδρόψυκτος,
- εξατμιστικός.



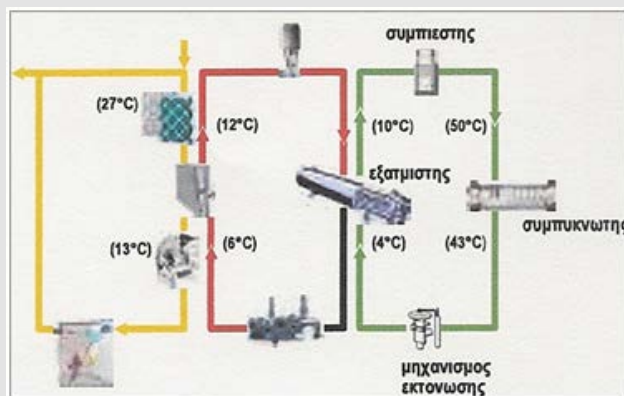
Σχήμα 1.1.19. Τύποι συμπυκνωτών

Σε ένα τυπικό αερόψυκτο συμπυκνωτή, το ψυκτικό αέριο με υψηλή πίεση και θερμοκρασία, ρέει εσωτερικά των αυλών ενώ εξωτερικά κυκλοφορεί αέρας. Η βεβαιασμένη κυκλοφορία του αέρα στην εξωτερική επιφάνεια των αυλών που έχουν τοποθετηθεί πτερύγια για αύξηση της επιφάνειας εναλλαγής θερμότητας, γίνεται με αξονικούς ανεμιστήρες που είναι εγκατεστημένοι στο συμπυκνωτή.

Μια παραλλαγή του αερόψυκτου συμπυκνωτή είναι ο εξατμιστικός συμπυκνωτής. Σε αυτού του τύπου το συμπυκνωτή το ψυκτικό αέριο ρέει εσωτερικά των αυλών, ο αέρας δε με βεβαιασμένη κυκλοφορία με τη χρήση ενός ανεμιστήρα κυκλοφορεί εξωτερικά. Η διαφορά του συμπυκνωτή αυτού του τύπου με τον αερόψυκτο είναι ότι υπάρχει ένα κύκλωμα νερού στο συμπυκνωτή που ψεκάζει νερό επάνω στους αυλούς. Καθώς ο αέρας κυκλοφορεί σε αντίθετη ροή με τα σταγονίδια του νερού, προκαλεί εξάτμιση του νερού. Το αποτέλεσμα είναι μείωση της θερμοκρασίας και αύξηση της μεταφοράς θερμότητας από το ψυκτικό στον αέρα. Το υπόλοιπο νερό επιστρέφει σε μια λεκάνη συγκέντρωσης, και μια αντλία ανακυκλοφορεί το νερό και το ψεκάζει στην κορυφή των αυλών.

Ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής είναι τύπου αυλών / κελύφους ή πλακοειδής. Σε αυτού του τύπου τους συμπυκνωτές το νερό κυκλοφορεί εσωτερικά των αυλών ενώ το ψυκτικό αέριο περιβάλλει τους αυλούς. Καθώς η θερμότητα μεταφέρεται από το ψυκτικό στο νερό, το ψυκτικό συμπυκνώνεται εξωτερικά των αυλών και ρέει προς τον πυθμένα του εναλλάκτη.

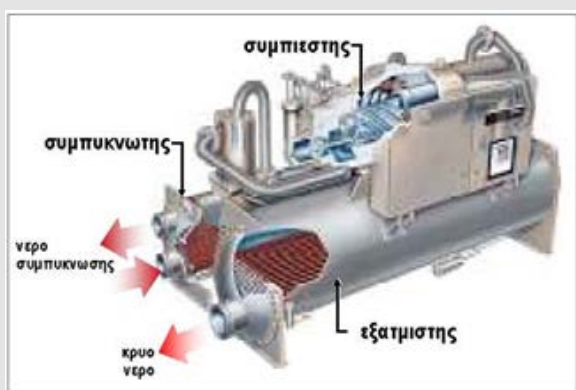
Το ψυκτικό μετά το συμπυκνωτή έχει σχετικά υψηλή θερμοκρασία. Το τελικό βήμα για τη συμπλήρωση του ψυκτικού κύκλου είναι να υπάρξει ένας μηχανισμός που θα μειώσει τη θερμοκρασία του ψυκτικού χαμηλότερα από τη θερμοκρασία του νερού, ώστε να μπορεί να γίνει η μεταφορά θερμότητας από το ψυκτικό στο νερό. Αυτός ο μηχανισμός είναι η εκτονωτική βαλβίδα (σχήμα 1.1.20).



Σχήμα 1.1.20. Μηχανισμός εκτόνωσης ψυκτικού

Η εκτονωτική βαλβίδα προκαλεί μια μεγάλη πτώση πίεσης του ψυκτικού και κατ' επέκταση μειώνεται και η θερμοκρασία του. Στο παράδειγμα του σχήματος 1.1.20, η θερμοκρασία του ψυκτικού μειώθηκε από 43°C σε 4°C. Το ψυκτικό τώρα είναι αρκετά κρύο ώστε να απορροφήσει θερμότητα από το νερό. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εκτονωτικών μηχανισμών, όπως είναι η «θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα» (σχήμα 1.1.20).

Ένα παράδειγμα ψυκτικού βρόγχου είναι το υδρόψυκτο ψυκτικό συγκρότημα που φαίνεται στο σχήμα 1.1.21. Το κρύο νερό παράγεται στον εξατμιστή, με μεταφορά θερμότητας από το νερό προς το ψυκτικό. Ο συμπιεστής που μοιάζει σαν γραναζωτή αντλία, συμπιέζει τον ψυκτικό ατμό αυξάνοντας την πίεση και τη θερμοκρασία του. Ο δεύτερος εναλλάκτης θερμότητας είναι ο συμπυκνωτής, όπου οι ατμοί του ψυκτικού συμπυκνώνονται μέσα στο κέλυφος του εναλλάκτη. Η εκτονωτική βαλβίδα που χρησιμοποιείται σ' αυτούς τους τύπους των ψυκτικών συγκροτημάτων είναι μια «ηλεκτρονική εκτονωτική βαλβίδα».



Σχήμα 1.1.21. Ψυκτικό συγκρότημα με ελικοειδή συμπιεστή

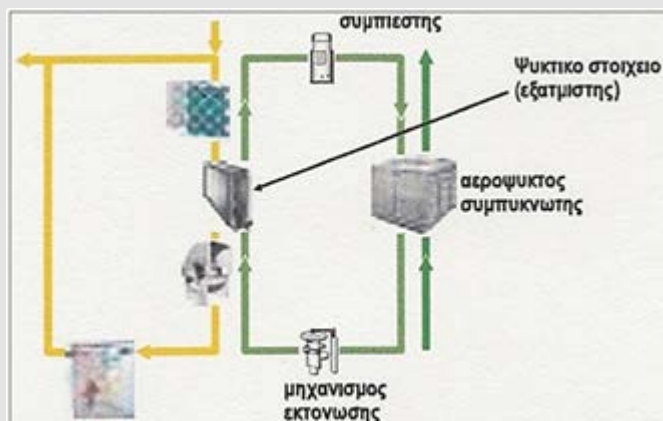
Όπως αναφέραμε στην αρχή, υπάρχουν συστήματα κλιματισμού που δεν χρησιμοποιούν και τους πέντε βρόχους. Μέχρι τώρα, εξετάσαμε το βρόχο του αέρα, το βρόχο του κρύου νερού και τον βρόχο ψυκτικού μέσου (ψύξης). Υπάρχουν συστήματα κλιματισμού που δεν χρησιμοποιούν κρύο νερό.

Αντί κρύου νερού, το ψυκτικό κυκλοφορεί απ' ευθείας στο ψυκτικό στοιχείο. Τα συστήματα αυτά τα ονομάζουμε «συστήματα απ' ευθείας εκτόνωσης». Σε αυτήν τη μορφή το ψυκτικό στοιχείο είναι και εξατμιστής (σχήμα 1.1.22). Το ψυκτικό κυκλοφορεί εσωτερικά ο δε αέρας εξωτερικά. Η εναλλαγή θερμότητας από τον αέρα στο ψυκτικό, προκαλεί ατμοποίηση του ψυκτικού που προωθείται προς την αναρρόφηση του συμπιεστού. Τέτοια συστήματα είναι οι μονάδες "Packaged" ή τα συστήματα μεταβαλλόμενης ροής ψυκτικού (VRF, VRV).



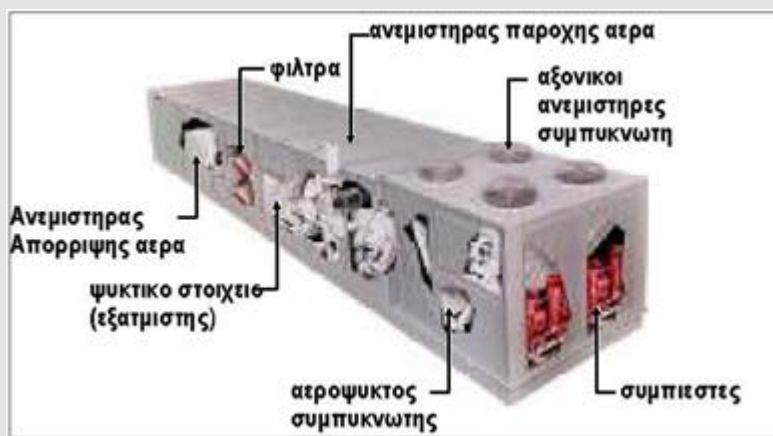
Σχήμα 1.1.22. Εξατμιστής απευθείας εκτόνωσης (ψυκτικό στοιχείο)

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1.1.23 σ' αυτό το σύστημα δεν υπάρχει βρόχος κρύου νερού. Η θερμότητα μεταφέρεται απ' ευθείας από τον αέρα στο ψυκτικό.



Σχήμα 1.1.23. Σύστημα κλιματισμού χωρίς βρόγχο κρύου νερού

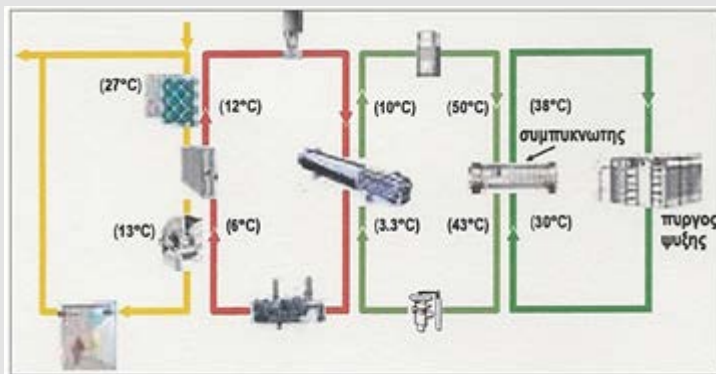
Ένα άλλο παράδειγμα ενός συστήματος απ' ευθείας εκτόνωσης είναι η μονάδα οροφής - roof packaged (σχήμα 1.1.24). Ο αέρας της επιστροφής αναμειγνύεται με το φρέσκο αέρα και μετά τα φίλτρα, το ψυκτικό στοιχείο που είναι επίσης και εξατμιστής, ο αέρας προσάγεται στον κλιματιζόμενο χώρο. Επίσης μέσα στη μονάδα είναι εγκατεστημένα τα εξαρτήματα που αποτελούν τον ψυκτικό βρόγχο (συμπιεστές, αερόψυκτος συμπυκνωτής, εκτονωτική βαλβίδα).



Σχήμα 1.1.24. Μονάδα οροφής (Rooftop packaged)

1.1.4. Βρόχος απόρριψης θερμότητας

Ο τέταρτος βρόχος είναι αυτός της απόρριψης θερμότητας. Στον ψυκτικό βρόχο, ο συμπυκνωτής μεταφέρει τη θερμότητα του ψυκτικού σε νερό, αέρα, ή κάποιο άλλο ρευστό. Σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή, η απόρριψη της θερμότητας γίνεται μεταξύ ψυκτικού / νερού σε αυτόν τον εναλλάκτη θερμότητας. Το νερό στην είσοδο του στο συμπυκνωτή έχει ενδεικτική θερμοκρασία 30°C, ενώ στην έξοδο και αφού έχει απάγει την θερμότητα από το ψυκτικό μέσο, η θερμοκρασία του έχει ανέβει στους 38°C, (σχήμα 1.1.25).



Σχήμα 1.1.25. Βρόχος απόρριψης θερμότητας

Το νερό που κυκλοφορεί στο συμπυκνωτή πρέπει να έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτήν των ατμών του ψυκτικού μέσου. Για να υπάρχει μια συνεχής μεταφορά θερμότητας από το ψυκτικό μέσο στο συμπυκνωτή, η θερμοκρασία του νερού πρέπει να μειωθεί πριν την είσοδο του πάλι στο συμπυκνωτή. Όταν το σύστημα έχει υδρόψυκτο συμπυκνωτή, η απόρριψη θερμότητας του νερού γίνεται συνήθως σε έναν πύργο ψύξης (σχήμα 1.1.26).



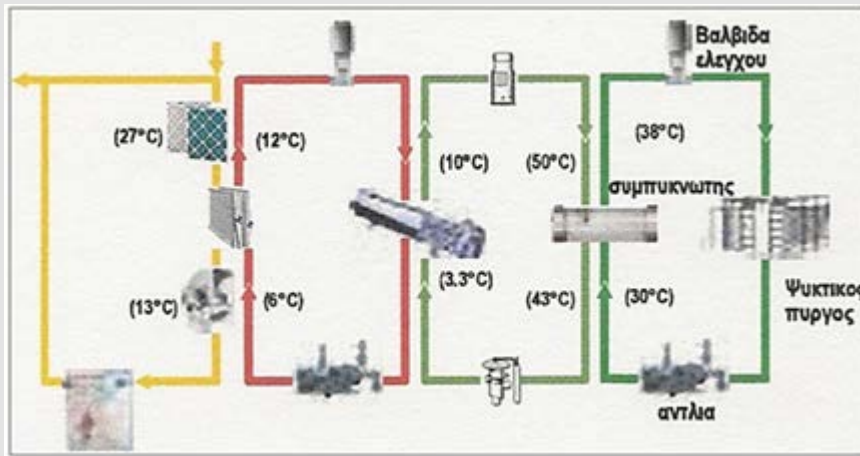
Σχήμα 1.1.26. Πύργος ψύξης

Στον ψυκτικό πύργο, το ζεστό νερό που επιστρέφει από το συμπυκνωτή, ψεκάζεται στο διασκορπιστή του νερού, ενώ ο ανεμιστήρας του πύργου κυκλοφορεί αέρα εσωτερικά στο διασκορπιστή. Η κατασκευή του διασκορπιστή μοιάζει με μια κυψέλη. Η επαφή του αέρα με το νερό μεταφέρει θερμότητα από το νερό στον αέρα και μειώνεται η θερμοκρασία του. Ένα μέρος επίσης του νερού εξατμίζεται και αυτό κάνει τη θερμοκρασία του νερού να μειωθεί ακόμη περισσότερο. Το νερό συλλέγεται στη λεκάνη συγκέντρωσης και επιστρέφει στο συμπυκνωτή.

Το τρίτο εξάρτημα του βρόχου απόρριψης θερμότητας, χρησιμεύει για την κυκλοφορία του νερού στο βρόχο. Η αντλία (σχήμα 1.1.27) κυκλοφορεί το νερό στο συμπυκνωτή, τις σωληνώσεις, πύργο ψύξης και οποιοδήποτε άλλο εξάρτημα είναι εγκατεστημένο στο βρόχο απόρριψης.

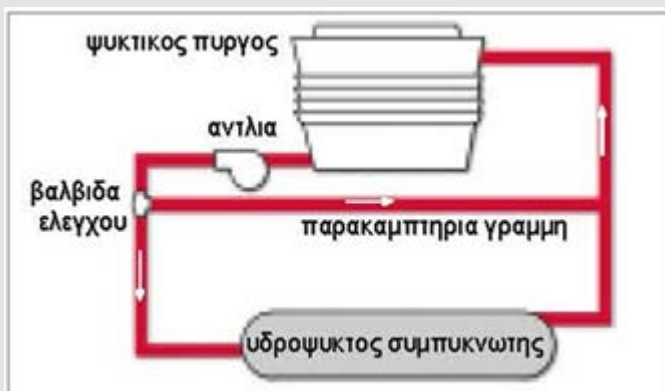
Η ικανότητα απόρριψης του βρόχου ρυθμίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις απόρριψης θερμότητας από το βρόχο. Ένας κοινός τρόπος είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού που κυκλοφορεί στο συμπυκνωτή. Μεταβολή της θερμοκρασίας γίνεται στον πύργο ψύξης με ανεμιστήρες μεταβλητού αριθμού στροφών ή με σύστημα ON/OFF των ανεμιστήρων. Μια άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η μεταβολή της κυκλοφορίας του νερού στο συμπυκνωτή με τη χρήση μιας βαλβίδας ελέγχου. Με μείωση των απαιτήσεων απόρριψης θερμότητας, η βαλβίδα ελέγχου κατευθύνει λιγότερο νερό στο

συμπυκνωτή. Η περίσσεια του νερού παρακάμπτεται και αναμειγνύεται με το υπόλοιπο νερό στην έξοδο του συμπυκνωτή.



Σχήμα 1.1.27 Αντλίες και βαλβίδες ελέγχου

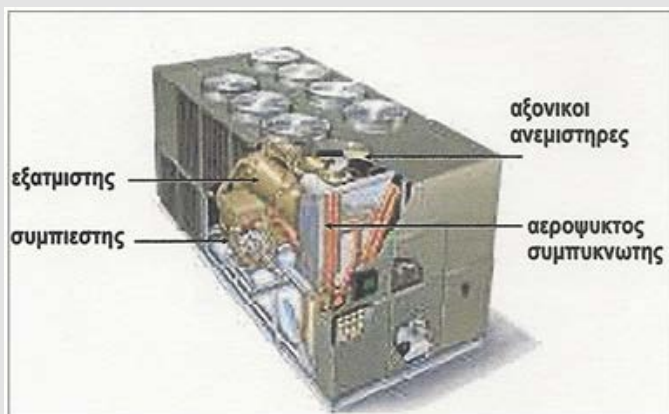
Το παράδειγμα του σχήματος 1.1.28 είναι ένας βρόχος απόρριψης θερμότητας με ψυκτικό πύργο και υδροψυκτικό συμπυκνωτή. Ο συμπυκνωτής μεταφέρει θερμότητα από το ψυκτικό μέσο προς το νερό του βρόχου. Το νερό κυκλοφορεί στον πύργο ψύξης και απορρίπτει τη θερμότητα προς το περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στον πύργο ψύξης. Η αντλία χρησιμεύει για να κυκλοφορεί το νερό σε όλα τα εξαρτήματα του βρόχου.



Σχήμα 1.1.28. Ψυκτικό συγκρότημα και πύργος

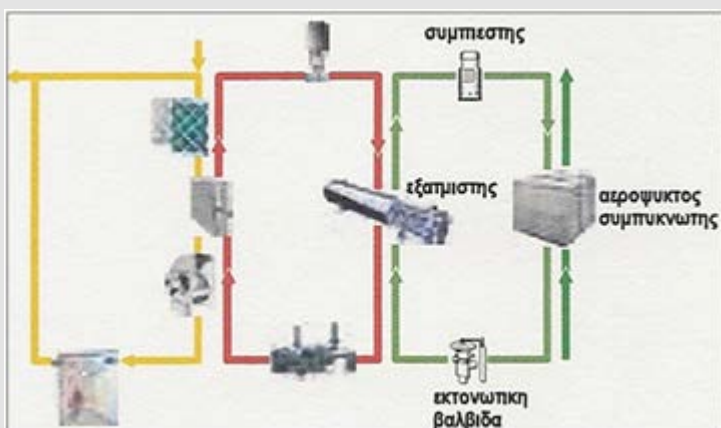
Τέλος μια τρίοδος αναλογική βαλβίδα μεταβάλλει την κυκλοφορία του νερού στο συμπυκνωτή, σύμφωνα με τις απαιτήσεις απόρριψης θερμότητας. Η βαλβίδα αυτή, μεταβάλλει την κυκλοφορία του νερού στο συμπυκνωτή παρακάμπτοντας μια ποσότητα του νερού από το συμπυκνωτή προς τον πύργο ψύξης.

Ένα άλλο παράδειγμα ενός βρόχου απόρριψης θερμότητας είναι το αερόψυκτο ψυκτικό συγκρότημα (σχήμα 1.1.29). Όλα τα ψυκτικά συγκροτήματα αυτού του τύπου συνδυάζουν σε μια κατασκευή το βρόχο της ψύξης με το βρόχο της απόρριψης. Σε αυτό το παράδειγμα, το αερόψυκτο ψυκτικό συγκρότημα περιλαμβάνει τον εξατμιστή, δυο συμπιεστές, αερόψυκτο συμπυκνωτή, εκτονωτικές βαλβίδες και αξονικούς ανεμιστήρες που κυκλοφορούν τον αέρα στο στοιχείο απόρριψης θερμότητας του αερόψυκτου συμπυκνωτή.



Σχήμα 1.1.29. Αερόψυκτο ψυκτικό συγκρότημα

Στην περίπτωση του αερόψυκτου συμπυκνωτή, η απορριπτόμενη θερμότητα μεταφέρεται απευθείας στον αέρα χωρίς την παρεμβολή δικτύου νερού απόρριψης και ψυκτικού πύργου (σχήμα 1.1.30).



Σχήμα 1.1.30. Αερόψυκτο ψυκτικό συγκρότημα

1.1.5. Βρόχος Ελέγχου

Ο πέμπτος και τελευταίος βρόχος ενός συστήματος κλιματισμού είναι ο βρόχος ελέγχου (σχήμα 1.1.31). Κάθε ένας από τους προηγούμενους βρόχους περιλαμβάνει διάφορα εξαρτήματα. Κάθε εξάρτημα πρέπει να ελέγχεται με ένα συγκεκριμένο τρόπο ώστε να εξασφαλισθεί η σωστή λειτουργία τους. Τυπικά όλος ο εξοπλισμός που περιλαμβάνεται σε ένα σύστημα κλιματισμού είναι εφοδιασμένο με το δικό του σύστημα αυτόματου ελέγχου. Για να είναι δυνατή η σωστή και αποδοτική λειτουργία όλου του συστήματος κλιματισμού, οι ατομικοί ελεγκτές του κάθε μηχανήματος, πρέπει να συνδεθούν σε ένα κεντρικό ελεγκτή συστήματος.

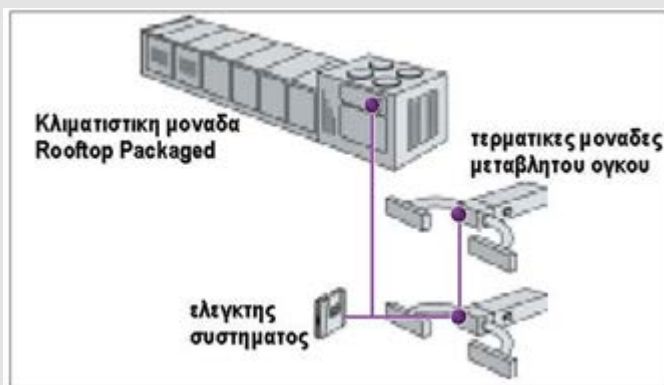
Σε πολλές εγκαταστάσεις μπορεί να υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης της λειτουργίας, κατανάλωσης ενέργειας και των διάφορων δυσλειτουργιών που πιθανόν να προκύψουν στο σύστημα κλιματισμού ή και σε άλλα συστήματα, που εξυπηρετούν ένα κτήριο. Η απαίτηση αυτή καλύπτεται από ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης ενός κτηρίου BEMS.



Σχήμα 1.1.31. Βρόχος ελέγχου

Στο σχήμα 1.1.32 φαίνεται ένα τυπικό παράδειγμα βρόχου ελέγχου. Το σύστημα χρησιμοποιεί μια μονάδα κλιματισμού rooftop packaged, που παρέχει αέρα σε διάφορες μονάδες μεταβλητής παροχής. Το κλιματιστικό μηχάνημα περιλαμβάνει ένα ελεγκτή που καθορίζει και ελέγχει την λειτουργία όλων των εξαρτημάτων (διαφράγματα φρέσκου αέρα, διαφράγματα αέρα επιστροφής, ανεμιστήρες παροχής και απόρριψης, συμπιεστές, ανεμιστήρες συμπυκνωτή).

Επί πλέον, κάθε μονάδα μεταβλητής παροχής είναι εξοπλισμένη με το δικό της ελεγκτή που ανταποκρίνεται στις συνθήκες του χώρου που ελέγχει. Κάθε ελεγκτής των μονάδων μεταβλητού όγκου, συνεργάζεται με τον κεντρικό ελεγκτή της κλιματιστικής μονάδος, καλύπτοντας έτσι ομαδικά τη λειτουργία όλου του συστήματος κλιματισμού.



Σχήμα 1.1.32. Μονάδα rooftop packaged μεταβλητού ελέγχου

Ένα άλλο παράδειγμα βρόχου ελέγχου είναι αερόψυκτος ψύκτης με μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (σχήμα 1.1.33). Το σύστημα περιλαμβάνει μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου, ένα αερόψυκτο ψυκτικό συγκρότημα και ένα λέβητα. Επίσης υπάρχει μια Κ.Κ.Μ. που καλύπτει τις ανάγκες σε νωπό αέρα της εγκατάστασης. Κάθε μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου είναι εγκατεστημένη μέσα ή κοντά στον κλιματιζόμενο χώρο. Κάθε μονάδα επίσης, περιλαμβάνει το δικό της ελεγκτή για τη σωστή ρύθμιση της θερμοκρασίας στο χώρο. Ο ελεγκτής της μονάδας μεταβάλλει την παροχή του νερού σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ψυκτικών φορτίων του συγκεκριμένου χώρου. Ο ελεγκτής του ψυκτικού συγκροτήματος, καθορίζει την παροχή του νερού στην κατάλληλη θερμοκρασία ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της εγκατάστασης σε κρύο νερό σύμφωνα με το ψυκτικό φορτίο, ο δε ελεγκτής του λέβητα ελέγχει το ζεστό νερό όταν αυτό απαιτείται.



Σχήμα 1.33. Αερόψυκτος ψύκτης, Μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου

Τέλος, ο ελεγκτής της Κ.Κ.Μ. καθορίζει τις απαραίτητες λειτουργίες της μονάδας, ώστε ο προσαγόμενος αέρας να έχει την απαιτούμενη κατάσταση προκειμένου να καλύψει τις απαιτήσεις των κλιματιζόμενων χώρων.

Εκτός από τα παραπάνω, ο κεντρικός ελεγκτής καθορίζει τη λειτουργία των αντλιών κυκλοφορίας και του ανεμιστήρα απόρριψης, αλλάζει τη λειτουργία του συστήματος από θέρμανση σε ψύξη, καθώς επίσης προστατεύει την εγκατάσταση από ταυτόχρονη λειτουργία ψυκτικού συγκροτήματος και λέβητα.

1.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

1.2.1. Συστήματα κλιματισμού – Κατάταξη συστημάτων

Ο ενεργειακός επιθεωρητής για να κάνει μία αρχική εκτίμηση της καταλληλότητας του συστήματος κλιματισμού πρέπει να έχει πολύ καλή γνώση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των συστημάτων ούτως ώστε να είναι σε θέση να μπορεί να κατηγοριοποιήσει το σύστημα.

Ο αντικειμενικός σκοπός ενός συστήματος κλιματισμού είναι η επίτευξη, μέσα σε καθορισμένα όρια ενός άνετου περιβάλλοντος, για τους ανθρώπους που βρίσκονται στον χώρο που κλιματίζεται.

Κατάταξη συστημάτων. Η βασική κατάταξη των συστημάτων κλιματισμού γίνεται με κύριο κριτήριο τον τρόπο και τα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η τελική διαμόρφωση των συνθηκών άνεσης στον κλιματιζόμενο χώρο και κυρίως η διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών της θερμοκρασίας.

Πριν από την κατάταξη των συστημάτων κλιματισμού με βάση το παραπάνω κύριο κριτήριο, είναι σκόπιμο να γίνει μία γενικότερη κατάταξη με κριτήρια τη θέση της μονάδας παραγωγής θερμικής/ψυκτικής ενέργειας ως προς τον κλιματιζόμενο χώρο και την έκταση εφαρμογής του συστήματος κλιματισμού. Έτσι διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες συστημάτων κλιματισμού:

- (α) Κεντρικά συστήματα κλιματισμού.
- (β) Τοπικά συστήματα κλιματισμού.

Με βάση τώρα το κύριο κριτήριο κατάταξης διακρίνονται τρία συστήματα κλιματισμού:

- (α) Το σύστημα κλιματισμού μόνο με αέρα
- (β) Το σύστημα κλιματισμού μόνο με νερό
- (γ) Το σύστημα κλιματισμού αέρα - νερού

1.2.1.1. Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα

Το βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η μεταφορά στον κλιματιζόμενο χώρο επεξεργασμένου αέρα μέσω ενός δικτύου αεραγωγών. Διακρίνονται δύο υποκατηγορίες συστημάτων κλιματισμού μόνο με αέρα:

- (α) Τα συστήματα μονής διανομής.
- (β) Τα συστήματα διπλής διανομής.

Τα συστήματα μονής διανομής είναι εκείνα τα συστήματα που έχουν τους εναλλάκτες (στοιχεία) της ψύξης και της θέρμανσης του προσαγόμενου αέρα εν σειρά, ως προς τη ροή του και χρησιμοποιούν ένα και μόνο δίκτυο αεραγωγών, για την προσαγωγή του αέρα στα στόμια και γενικά στις τερματικές συσκευές προσαγωγής. Η θερμοκρασία του αέρα, σ' ολόκληρο το δίκτυο είναι η ίδια.

Τα συστήματα διπλής διανομής είναι εκείνα τα συστήματα που έχουν τους εναλλάκτες (στοιχεία) της ψύξης και της θέρμανσης του προσαγόμενου αέρα σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή του και χρησιμοποιούν για τη διανομή του αέρα είτε (i) ένα διπλό δίκτυο αεραγωγών (ένα για τον ψυχρό και ένα για το θερμό αέρα, μέχρι τις τερματικές συσκευές προσαγωγής, όπου και αναμιγνύονται τα δύο ρεύματα αέρα) είτε (ii) ένα ξεχωριστό δίκτυο αεραγωγών προσαγωγής για κάθε ζώνη, αφού έχει γίνει προηγουμένως η ανάμιξη ψυχρού και θερμού αέρα σε μία κλιματιστική μονάδα.

Διακρίνονται σαν συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα και μονής διανομής τα εξής:

- Σύστημα μονού αγωγού, σταθερής παροχής
- Σύστημα μονού αγωγού με αναθέρμανση.
- Σύστημα μονού αγωγού μεταβαλλόμενης παροχής.

Διακρίνονται ως συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα και διπλής διανομής τα εξής:

- Πολυζωνικό σύστημα.
- Σύστημα διπλού αγωγού (σταθερής ή μεταβαλλόμενης παροχής).

1.2.1.1.1. Σύστημα κλιματισμού μονού αγωγού σταθερής παροχής

Είναι το απλούστερο σύστημα και μπορεί να εξυπηρετήσει μία μόνο ζώνη. Μπορεί να είναι κεντρικό ή τοπικό. Αντιμετωπίζει το σύνολο των συνθηκών του χώρου, μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα. Με την προσθήκη υγραντήρα μπορεί να ρυθμίζει την υγρασία κατά την περίοδο θέρμανσης. Κατά την περίοδο ψύξης, ενώ προσφέρει ευελιξία στη ρύθμιση της θερμοκρασίας, δεν μπορεί να ρυθμίσει τη σχετική υγρασία ανεξάρτητα από τις ανάγκες ψύξης της ζώνης.

1.2.1.1.2. Σύστημα κλιματισμού μονού αγωγού με αναθέρμανση

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί σταθερή παροχή κλιματισμένου αέρα (ψύξη-αφύγρανση, θέρμανση-ύγρανση) με δυνατότητα προσθήκης θερμότητας τοπικά είτε στον αγωγό προσαγωγής στην κάθε ζώνη, είτε σε κατάλληλη τερματική συσκευή διανομής. Η προσθήκη θερμότητας γίνεται με διάφορους τρόπους, όπως με στοιχείο νερού, ατμού ή ηλεκτρικό στοιχείο.

Το σύστημα μπορεί να είναι κεντρικό ή τοπικό. Μπορεί να εφαρμοστεί και σε μία μόνο ζώνη αλλά κυρίως εφαρμόζεται σε χώρους με πολλές ζώνες. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα ρύθμισης των συνθηκών θερμοκρασίας - υγρασίας της κάθε ζώνης με ακρίβεια, περισσότερο από κάθε άλλο σύστημα. Το μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι το σχετικά υψηλό λειτουργικό κόστος του.

1.2.1.1.3. Σύστημα κλιματισμού μονού αγωγού μεταβαλλόμενης παροχής (Μ.Π.Α.)

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές συστημάτων μεταβαλλόμενης παροχής αέρα, όλες όμως αφορούν κεντρικά συστήματα που εξυπηρετούν πολλές ζώνες. Κοινό χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η μεταβαλλόμενη παροχή αέρα του συστήματος, ανάλογα με τις διακυμάνσεις του φορτίου του χώρου. Η μεταβολή αυτή αφορά είτε τη συνολική παροχή του συστήματος, είτε την παροχή σε μία ή περισσότερες ζώνες, είτε την περίπτωση να συμβαίνουν και τα δύο ταυτόχρονα.

Η μεταβολή της παροχής, ελεγχόμενη από ένα θερμοστάτη χώρου, μπορεί να επιτευχθεί μέσω τερματικών συσκευών ρύθμισης διανομής αέρα.

Ανάλογα με την πολυπλοκότητα του δικτύου διανομής του αέρα, την αναμενόμενη ελάχιστη αναγκαία τιμή της παροχής, το κόστος εγκατάστασης και τη δυνατότητα να ισοσταθμιστεί το σύστημα μεταξύ του μέγιστου (πλήρους) και του ελάχιστου φορτίου, ο μελετητής εκτιμά αν η μεταβολή της παροχής του αέρα του συστήματος θα συνδυαστεί με ανεμιστήρα μεταβαλλόμενης παροχής ή όχι.

Για να μπορούν όμως να επιτευχθούν όλα τα πλεονεκτήματα ενός γνήσιου συστήματος ΜΠΑ και κυρίως το πλεονέκτημα της εξοικονόμησης ενέργειας και επομένως του λειτουργικού κόστους απαιτείται:

- (α) Να χρησιμοποιηθούν ειδικά στόμια και τερματικές συσκευές ρύθμισης - διανομής αέρα που κατασκευάζονται από διάφορους κατασκευαστές και αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τα προβλήματα του θορύβου, των ψυχρών ρευμάτων και της "άπνοιας" σε συνθήκες μερικού φορτίου.
- (β) Να χρησιμοποιηθεί μία κεντρική κλιματιστική μονάδα ΜΠΑ που να είναι κατάλληλη για το σύστημα διανομής του αέρα, που έχει μελετηθεί.

Το απλούστερο σύστημα (ΜΠΑ), είναι ένα σύστημα μονού αγωγού, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε περιπτώσεις όπου όλες οι ζώνες απαιτούν μόνο ψύξη ή μόνο θέρμανση.

Παραλλαγή του απλού συστήματος ΜΠΑ είναι το σύστημα ΜΠΑ με αναθέρμανση. Το σύστημα αυτό μπορεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες θέρμανσης σε μία ή περισσότερες ζώνες τη στιγμή που οι άλλες ζώνες απαιτούν ψύξη. Αυτό επιτυγχάνεται με την πρόσθεση θερμαντικών στοιχείων στους κλάδους που τροφοδοτούν ορισμένες ζώνες. Όσο ελαττώνεται το ψυκτικό φορτίο τόσο η παροχή του αέρα μειώνεται, μέχρι ένα προκαθορισμένο ποσοστό της πλήρους παροχής και στη συνέχεια ενεργοποιούνται τα θερμαντικά στοιχεία.

1.2.1.1.4. Πολυζωνικό σύστημα κλιματισμού

Το σύστημα αυτό είναι ένα σύστημα σταθερής παροχής και μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας. Η κεντρική κλιματιστική μονάδα διαθέτει τα θερμαντικά και τα ψυκτικά στοιχεία σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή του αέρα και περιλαμβάνει ένα θάλαμο ψυχρού και θερμού αέρα και ένα ζεύγος διαφραγμάτων ανάμιξης για κάθε ζώνη. Τα διαφράγματα ανάμιξης, ελέγχονται ανά ζεύγος από το θερμοστάτη χώρου της αντίστοιχης ζώνης και αναμιγνύουν την απαιτούμενη ποσότητα ψυχρού και θερμού αέρα, που στη συνέχεια προσάγεται στη ζώνη μέσω ενός μονού αεραγωγού. Ο αεραγωγός ανακυκλοφορίας είναι συνήθως ενιαίος για όλες τις ζώνες. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται πρακτικά σε κτήρια με περιορισμένο αριθμό ζωνών και μπορεί να εξυπηρετεί, ταυτόχρονα, ανάγκες ψύξης και θέρμανσης.

1.2.1.1.5. Σύστημα κλιματισμού διπλού αγωγού (σταθερής ή μεταβαλλόμενης παροχής)

Το βασικό σύστημα του διπλού αγωγού διαθέτει τα θερμαντικά και ψυκτικά στοιχεία στην κεντρική κλιματιστική μονάδα σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή του αέρα και διανέμει τον αέρα που διέρχεται από τα στοιχεία αυτά προς τις ζώνες με δύο παράλληλους αεραγωγούς. Ο ένας αεραγωγός μεταφέρει τον ψυχρό και ο άλλος το θερμό αέρα. Σε κάθε ζώνη ή κλιματιζόμενο χώρο οι κατάλληλες ποσότητες ψυχρού και θερμού αέρα αναμιγνύονται μέσα σε τερματικές συσκευές (κιβώτια) μίξης.

Η ανάμιξη ελέγχεται από το θερμοστάτη χώρου της ζώνης. Από το κιβώτιο μίξης ο αέρας διανέμεται στο χώρο μέσω των στομιών προσαγωγής. Ο αεραγωγός της ανακυκλοφορίας είναι κοινός.

Το βασικό αυτό σύστημα διπλού αγωγού είναι ένα σύστημα σταθερής παροχής αέρα. Σε κάθε κιβώτιο μίξης απαιτείται ένας ρυθμιστής σταθερής παροχής αλλιώς υπάρχει κίνδυνος η στατική πίεση στους αεραγωγούς να μεταβάλλεται σημαντικά.

Το σύστημα διπλού αγωγού είναι κατάλληλο για ένα μεγάλο αριθμό ζωνών. Με το σύστημα αυτό μπορεί να περιοριστεί το κόστος λειτουργίας που θα προέκυπτε αν κατασκευαζόταν ένα σύστημα αναθέρμανσης.

Παραλλαγή αυτού του βασικού συστήματος αποτελεί το σύστημα διπλού αγωγού μεταβλητής παροχής που προσφέρει ακόμα οικονομικότερη λειτουργία. Στο σύστημα αυτό ο έλεγχος της θερμοκρασίας κάθε ζώνης γίνεται με το συνδυασμό της μείωσης της παροχής του αέρα στη ζώνη και της ανάμιξης του ψυχρού και θερμού αέρα. Στα όρια του μέγιστου (πλήρους) φορτίου (π.χ. της ψύξης) το σύστημα λειτουργεί όπως λειτουργεί το αντίστοιχο σύστημα της σταθερής παροχής και διανέμει στο χώρο τη μέγιστη παροχή. Όσο ελαττώνεται το ψυκτικό φορτίο της ζώνης, και πριν ανοίξει η είσοδος θερμού αέρα στο κιβώτιο μίξης της ζώνης, ο ρυθμιστής παροχής μειώνει την παροχή ψυχρού αέρα μέχρι ένα ελάχιστο προκαθορισμένο όριο.

Στη συνέχεια, ανοίγει η είσοδος θερμού αέρα ενώ ο ψυχρός αέρας συνεχίζει να μειώνεται έτσι ώστε τελικά η συνολική παροχή αέρα στη ζώνη να μένει ίση με το ελάχιστο προκαθορισμένο όριο.

Το σύστημα αυτό απαιτεί θαλάμους ανάμιξης διαφορετικής κατασκευής από εκείνους του βασικού συστήματος.

Η χρησιμοποίηση κεντρικής κλιματιστικής μονάδας ΜΠΑ και ειδικών στομιών προσαγωγής είναι και εδώ επιθυμητή.

1.2.1.2. Συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό

Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό επιτυγχάνουν την ψύξη (ή και θέρμανση) του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου διανέμοντας στις τερματικές μονάδες ψυχρό (ή / και θερμό) νερό που παρασκευάζεται σε κεντρική εγκατάσταση. Η ψύξη, η θέρμανση, η αφύγρανση, το φιλτράρισμα και η ανανέωση του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου γίνονται μόνο από τις τερματικές μονάδες, που περιλαμβάνουν θερμαντικό / ψυκτικό στοιχείο φυσικής ή εξαναγκασμένης ροής του αέρα. Οι τερματικές αυτές μονάδες μπορεί να περιλαμβάνουν ή όχι φίλτρα αέρα και θάλαμο μίξης για ανανέωση του αέρα του χώρου σε ποσοστό μέχρι και 10%. Οι τερματικές μονάδες φυσικής ροής του αέρα δεν έχουν μεγάλη εφαρμογή στη ψύξη και δεν περιγράφονται σ' αυτό το κεφάλαιο. Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό είναι τα συστήματα που έχουν ως τερματικές μονάδες, τοπικές συσκευές (μονάδες) ανεμιστήρα-στοιχείου (ΤΜΑΣ) γνωστές σαν FAN-COILS. Πρόκειται για κεντρικά συστήματα κλιματισμού γιατί η παρασκευή και η διανομή ψυχρού-θερμού νερού γίνεται από μία κεντρική εγκατάσταση.

1.2.1.2.1. Βασικό σύστημα κλιματισμού με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου (ΤΜΑΣ)

Το βασικό σύστημα ΤΜΑΣ αποτελείται από κεντρική εγκατάσταση παραγωγής ψυχρού-θερμού νερού, τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου στους κλιματιζόμενους χώρους και δίκτυο κυκλοφορίας του νερού με σύστημα 2 σωλήνων (προσαγωγής-επιστροφής). Το σύστημα αυτό παρέχει μόνο ψύξη ή μόνο θέρμανση σε όλους τους κλιματιζόμενους χώρους, γιατί το ζεστό ή το κρύο νερό κυκλοφορεί στους ίδιους σωλήνες.

Αυτό το μειονέκτημα μπορεί εν μέρει να αντιμετωπισθεί με κατάλληλη κατανομή των ΤΜΑΣ σε ζώνες ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία μίας ή περισσοτέρων ζωνών σε ψύξη και των άλλων σε θέρμανση.

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου γίνεται με τη ρύθμιση, μέσω θερμοστάτη χώρου ή βολβού και τριόδου βαλβίδας, της παροχής νερού στην ΤΜΑΣ και ταυτόχρονα με διακόπτη πάνω στη μονάδα, συνήθως 3 ταχυτήτων, που αυξομειώνει την παροχή του αέρα της ΤΜΑΣ επεμβαίνοντας στον ηλεκτροκινητήρα του ανεμιστήρα της μονάδας.

1.2.1.2.2. Σύστημα κλιματισμού με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (ΤΜΑΣ) πολλαπλών σωλήνων

Το σύστημα αυτό είναι βελτίωση του βασικού και εξασφαλίζει την ταυτόχρονη διάθεση ψυχρού και θερμού νερού στις ΤΜΑΣ. Με τον τρόπο αυτό κάθε ΤΜΑΣ (ή ομάδα ΤΜΑΣ σε ένα χώρο) γίνεται ξεχωριστή ζώνη και λειτουργεί ανεξάρτητα. Η βαλβίδα ελέγχου στην ΤΜΑΣ επιλέγει ζεστό - ψυχρό νερό ανάλογα με το αν ο χώρος που εξυπηρετεί απαιτεί στιγμιαία θέρμανση – ψύξη. Υπάρχουν δύο παραλλαγές των συστημάτων με πολλαπλούς σωλήνες:

- Το σύστημα 3 σωλήνων.
- Το σύστημα 4 σωλήνων.

1.2.1.2.3. Σύστημα με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα - στοιχείου (ΤΜΑΣ) 3 σωλήνων

Στο σύστημα 3 σωλήνων υπάρχουν:

- Ένας σωλήνας προσαγωγής ψυχρού νερού.
- Ένας σωλήνας προσαγωγής ζεστού νερού.
- Ένας σωλήνας κοινής επιστροφής.

Στο σύστημα αυτό, στη ΤΜΑΣ (που έχει πάντοτε ένα μόνο στοιχείο) παρέχεται μόνο ψυχρό ή μόνο ζεστό νερό χωρίς να αναμιγνύονται οι δύο ροές. Ανάμιξη γίνεται μόνο στο σωλήνα κοινής επιστροφής. Χρησιμοποιούνται στην είσοδο της μονάδας είτε τρίοδοι βαλβίδες ειδικής κατασκευής στις οποίες η κάθε είσοδος ανοίγει προοδευτικά ενώ η άλλη παραμένει κλειστή, είτε 2 δίοδοι προοδευτικής λειτουργίας.

Μειονέκτημα του συστήματος 3 σωλήνων είναι οι ενεργειακές απώλειες λόγω ανάμιξης ψυχρού-θερμού νερού στην επιστροφή οι οποίες και μεγιστοποιούνται στην περίπτωση που τα ταυτόχρονα ζητούμενα, ψυκτικά και θερμαντικά φορτία των χώρων είναι διασκορπισμένα και δεν μπορούν να ομαδοποιηθούν. Το πρόβλημα αυτό πρέπει να αντιμετωπίζεται ώστε να ελαχιστοποιείται κατά την μελέτη.

1.2.1.2.4. Σύστημα με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα - στοιχείου (ΤΜΑΣ) 4 σωλήνων

Το σύστημα 4 σωλήνων διαθέτει δύο τελείως ανεξάρτητα κυκλώματα κυκλοφορίας ψυχρού και ζεστού νερού εξαλείφοντας το μειονέκτημα της ανάμιξης των δύο ροών. Οι ΤΜΑΣ στη περίπτωση αυτή μπορεί και να διαθέτουν 2 ανεξάρτητα στοιχεία (θερμαντικό και ψυκτικό), κάτι που στην Ελλάδα δεν είναι συνηθισμένο, και για λόγους οικονομίας αλλά μονάδες με ένα κοινό στοιχείο έχουν σχεδόν αποκλειστική εφαρμογή.

Στο στοιχείο της ΤΜΑΣ παρέχεται μόνο ζεστό ή μόνο ψυχρό νερό, από μία τρίοδη βαλβίδα λειτουργίας στην είσοδο (όπως και στην περίπτωση του συστήματος 3 σωλήνων). Στην έξοδο του στοιχείου είναι σκόπιμο να συνδέεται μία τρίοδος δύο θέσεων που οδηγεί το νερό στον αντίστοιχο κλάδο επιστροφής ζεστού ή κρύου νερού. Σε όλα τα συστήματα ΤΜΑΣ (2, 3 ή 4 σωλήνων) κατά τη λειτουργία σε ψύξη παράγεται ποσότητα συμπυκνώματος στη μονάδα το οποίο πρέπει να συλλέγεται και να αποχετεύεται από κάθε ΤΜΑΣ.

1.2.1.2.5. Σύστημα κλιματισμού με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (ΤΜΑΣ) με ανανέωση αέρα

Το πρόβλημα του αερισμού των κλιματιζόμενων χώρων, με οποιοδήποτε σύστημα ΤΜΑΣ απ' όσα περιγράφονται, αντιμετωπίζεται με τρεις τρόπους:

- α) Με τοπική εξαγωγή αέρα και αντικατάστασή του με φυσική διείσδυση.
- β) Με εισαγωγή νωπού αέρα μέσω των ΤΜΑΣ από ανοίγματα στους εξωτερικούς τοίχους.
- γ) Με εισαγωγή στο χώρο μη επεξεργασμένου νωπού αέρα, μέσω των ΤΜΑΣ, από έναν κεντρικό αεραγωγό διανομής νωπού αέρα.

Ο τρόπος α) είναι ο απλούστερος και δεν απαιτεί θάλαμο μίξης στην ΤΜΑΣ, αντιμετωπίζει όμως με πενιχρά αποτελέσματα τις απαιτήσεις αερισμού του χώρου.

Ο τρόπος β) απαιτεί θάλαμο μίξης στην ΤΜΑΣ για να ελέγχεται το ποσοστό νωπού αέρα. Μπορεί να εφαρμοστεί στις περιπτώσεις εγκατάστασης των ΤΜΑΣ στην περίμετρο του κτηρίου. Δημιουργεί προβλήματα εμφάνισης των εξωτερικών όψεων του κτηρίου και συνήθως ο έλεγχος της εισροής νωπού αέρα επηρεάζεται από την ταχύτητα του ανέμου.

Ο τρόπος γ) απαιτεί θάλαμο μίξης στην ΤΜΑΣ και δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα, αλλά είναι ο ακριβότερος. Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις ΤΜΑΣ οριζόντιων που τοποθετούνται προς την πλευρά εσωτερικού διαδρόμου. Συνήθως γίνεται κάποια επεξεργασία του νωπού αέρα στην κεντρική μονάδα οπότε το σύστημα παύει να είναι σύστημα μόνο με νερό.

1.2.1.3. Συστήματα κλιματισμού αέρα – νερού

Στα συστήματα αυτά, για την διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο παρέχεται από κεντρικές εγκαταστάσεις ταυτόχρονα νερό (ζεστό-ψυχρό) και επεξεργασμένος αέρας. Ο προσαγόμενος επεξεργασμένος αέρας αντιμετωπίζει τις ανάγκες αερισμού του χώρου και αναλαμβάνει όμως και μέρος του θερμικού/ψυκτικού φορτίου. Η τελική διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών γίνεται από κατάλληλη τερματική μονάδα, που τροφοδοτείται με νερό.

Πρόκειται για κεντρικά συστήματα κλιματισμού, που μπορούν να αντιμετωπίσουν έναν απεριόριστο αριθμό ζωνών και ανάγκες, ταυτοχρόνως, και ψύξης και θέρμανσης. Επειδή το νερό έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και ειδική θερμότητα από τον αέρα, η συνολική διατομή των σωλήνων και των αεραγωγών που οδεύουν προς τους κλιματιζόμενους χώρους είναι μικρότερη σε σχέση με την αντίστοιχη συνολική διατομή στα συστήματα μόνο με αέρα.

Ο προσαγόμενος στο χώρο, κεντρικά επεξεργασμένος αέρας, αναφέρεται στη βιβλιογραφία με τον όρο πρωτεύων αέρας, σε διάκριση από τον ανακυκλοφορούντα, μέσω της τερματικής μονάδας, αέρα του ιδίου χώρου (δευτερεύων αέρας).

Το νερό που κυκλοφορεί από την κεντρική εγκατάσταση προς τις τερματικές μονάδες αναφέρεται συνήθως στην βιβλιογραφία με τον όρο "δευτερεύον" κύκλωμα νερού σε διάκριση από το "πρωτεύον" κύκλωμα του νερού ψύξης του εξαμιστή του ψυκτικού συγκροτήματος, που συνήθως χρησιμοποιείται σε αυτά τα συστήματα.

Διακρίνονται δύο βασικά συστήματα κλιματισμού αέρα - νερού που έχουν διαδεδομένη εφαρμογή:

1. Το σύστημα με ΤΜΑΣ (FAN-COIL) και κεντρική παροχή πρωτεύοντα αέρα.
2. Το σύστημα με τερματικές μονάδες επαγωγής (T.M.E.)

1.2.1.3.1. Σύστημα κλιματισμού αέρα νερού με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου και κεντρική παροχή πρωτεύοντα αέρα

Το σύστημα αυτό αποτελείται αφενός μεν από ένα σύστημα μόνο με νερό με ΤΜΑΣ και αφετέρου από την προσθήκη ενός συστήματος παροχής πρωτεύοντα αέρα στον κάθε χώρο μέσω αεραγωγού. Το σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει τοπική εξαγωγή αέρα π.χ. από τουαλέτες, ή κεντρική απαγωγή.

Ο πρωτεύων αέρας προσάγεται είτε απευθείας στο χώρο με στόμια προσαγωγής, είτε εισάγεται στο θάλαμο μίξης της ΤΜΑΣ πριν το στοιχείο της και αναμειγνύεται με τον ανακυκλοφορούντα αέρα του χώρου.

Συνήθως ο πρωτεύων αέρας είναι κατά 100% νωπός αέρας, και τυχαίνει επεξεργασίας σε κεντρική κλιματιστική μονάδα, σταθερής παροχής, η οποία πέρα από τον ανεμιστήρα, μπορεί να περιλαμβάνει και μερικά ή όλα τα ακόλουθα τμήματα:

- Στοιχείο προθέρμανσης.
- Φίλτρα.
- Ψυκτικό στοιχείο.
- Θερμαντικό στοιχείο.
- Υγραντήρα.

Η τυπική λειτουργία του πρωτεύοντα αέρα (Π.Α.) είναι:

- α) Κατά την περίοδο ψύξης του χώρου (μέγιστο φορτίο) αναλαμβάνει τον αερισμό του χώρου, το μεγαλύτερο ποσοστό από το λανθάνον φορτίο και μικρό μέρος από το αισθητό ψυκτικό φορτίο.
- β) Κατά την περίοδο θέρμανσης (μέγιστο φορτίο), ο Π.Α. παρέχεται σε χαμηλή θερμοκρασία (χαμηλότερη της θερμοκρασίας προσαγωγής του δευτερεύοντα αέρα). Αν το σύστημα διαθέτει ύγρανση, προστίθεται υγρασία στον Π.Α. στη κεντρική κλιματιστική μονάδα.

Και στις δύο περιπτώσεις α) και β) τα υπόλοιπα φορτία αναλαμβάνει το στοιχείο της ΤΜΑΣ.

Το κύκλωμα διανομής νερού προς τις ΤΜΑΣ είναι το ίδιο και στα συστήματα μόνο με νερό και μπορεί να είναι 2, 3 ή 4 σωλήνων.

1.2.1.3.2. Σύστημα κλιματισμού αέρα - νερού με τοπικές μονάδες επαγωγής (Τ.Μ.Ε.)

Στο σύστημα με Τ.Μ.Ε. και ο πρωτεύων αέρας και το νερό (ψυχρό - ζεστό) προσάγονται στις τερματικές μονάδες επαγωγής, που βρίσκονται στους κλιματιζόμενους χώρους. Ο πρωτεύων αέρας εισάγεται στις Τ.Μ.Ε, αποκλειστικά με δίκτυο αεραγωγών υψηλής πίεσης. Ακολουθώντας και μέσω ρυθμιστικού διαφράγματος και ηχοαποσβεστήρα περνάει μέσα από ειδικά ακροφύσια που βρίσκονται στην Τ.Μ.Ε. Το ρεύμα πρωτεύοντα αέρα υψηλής ταχύτητας που δημιουργείται επάγει τετραπλάσιο περίπου όγκο του δευτερεύοντα αέρα του χώρου, ο οποίος περνάει από το στοιχείο της μονάδας. Τα δύο ρεύματα αναμιγνύονται μετά το στοιχείο και προσάγονται στο χώρο.

Στο βασικό σύστημα με Τ.Μ.Ε. ο πρωτεύων αέρας (συνήθως 100% νωπός) αναλαμβάνει τις ανάγκες αερισμού του χώρου, το λανθάνον φορτίο και το αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα της εξωτερικής επιφάνειας του χώρου. Συνήθως είναι η μοναδική πηγή θέρμανσης για θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος μεγαλύτερες των 5°C.

Ο δευτερεύων αέρας αναλαμβάνει τα εσωτερικά φορτία του χώρου και τα φορτία ηλιασμού.

Το δίκτυο διανομής δευτερεύοντος νερού μπορεί να είναι 2, 3 ή 4 σωλήνων.



Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο επαρκές φιλτράρισμα του πρωτεύοντος αέρα ώστε να αποφεύγονται προβλήματα έμφραξης στα ακροφύσια.

1.2.1.3.3. Σύστημα κλιματισμού αέρα – νερού διπλού αγωγού με τοπικές μονάδες επαγωγής (Τ.Μ.Ε.)

Το σύστημα αυτό είναι υβριδικό και αποτελείται ουσιαστικά από ένα σύστημα διπλού αγωγού με τερματικές συσκευές (κιβώτια) μίξης αέρα προσαρμοσμένες στην αρχή λειτουργίας της Τ.Μ.Ε., δηλαδή με ακροφύσια και στοιχείο νερού.

Κατά τις ενδιάμεσες εποχές, η παροχή νερού διακόπτεται και το σύστημα δουλεύει απλά σαν σύστημα διπλού αγωγού. Στην ουσία μόνο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού δουλεύει σαν σύστημα αέρα-νερού.

1.2.2. Καταλληλότητα συστήματος - συνήθεις εφαρμογές κλιματισμού

Στο κεφάλαιο αυτό δίνονται γενικές κατευθύνσεις για τους παράγοντες που συνήθως καθορίζουν την επιλογή του συστήματος κλιματισμού σε διάφορες εφαρμογές κλιματισμού άνεσης. Ο επιθεωρητής θα πρέπει πριν τον έλεγχο του συστήματος κλιματισμού να είναι σε θέση να εκτιμήσει αν το σύστημα είναι κατάλληλο για την συγκεκριμένη εφαρμογή. Οι κατηγορίες που αναφέρονται είναι οι πιο συνήθεις και είναι ενδεικτικές. Πρόσθετα στοιχεία μπορούν να αναζητηθούν στις οδηγίες της ASHRAE και στις TOTEE.

1.2.2.1. Κτήρια γραφείων

Ο όγκος που καταλαμβάνει ένα κτήριο γραφείων μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από μία ή περισσότερες εξωτερικές ζώνες και ή από μία ή περισσότερες εσωτερικές ζώνες. Εξωτερική ζώνη μπορεί να θεωρηθεί η περιοχή του κτηρίου που εκτείνεται 4-6 m από τον εξωτερικό τοίχο προς το εσωτερικό του κτηρίου. Χαρακτηριστικό της εξωτερικής ζώνης είναι η μεγάλη διακύμανση του φορτίου κατά τη διάρκεια της ημέρας (αλλά και του έτους) λόγω αντίστοιχης διακύμανσης της εξωτερικής θεοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας. Κατά το χειμώνα οι εξωτερικές ζώνες απαιτούν θέρμανση

και κατά το καλοκαίρι ψύξη. Στις ενδιάμεσες εποχές η εξωτερική ζώνη μιας πλευράς του κτηρίου μπορεί να απαιτεί ψύξη ενώ ταυτόχρονα η εξωτερική ζώνη μιας άλλης πλευράς του κτηρίου μπορεί να απαιτεί θέρμανση. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν το φορτίο για τις εξωτερικές ζώνες είναι η επιφάνεια των παραθύρων και η επιλογή μέσων σκίασης. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες είναι οι εσωτερικές πηγές θερμότητας που προέρχεται από ανθρώπους, φώτα και μηχανές γραφείου.



Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον κίνδυνο δημιουργίας ρευμάτων και η αίσθηση ψύχους που προκαλούν το χειμώνα οι μονοί υαλοπίνακες.

Οι εσωτερικές ζώνες χαρακτηρίζονται σχεδόν αποκλειστικά από εσωτερικά θερμικά φορτία προερχόμενα από τους ανθρώπους, το φωτισμό και τις μηχανές γραφείου, τα οποία συνιστούν ένα σχεδόν σταθερό σημαντικό φορτίο για όλο το χρόνο.

Υπάρχουν και άλλοι σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από το μελετητή για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος. Η χρήση του κτηρίου από έναν ή περισσότερους διακεκριμένους χρήστες (π.χ. διάφορες εταιρίες), οι ώρες λειτουργίας και οι απαιτήσεις ευελιξίας για την αλλαγή του μεγέθους και της χρήσης των χώρων, όλα αυτά είναι μια ενότητα παραγόντων που πρέπει να εξετάζονται και να προσεγγίζονται όσο το δυνατόν ρεαλιστικότερα για την καταλληλότητα του συστήματος κλιματισμού.

Η πυκνότητα ατόμων μπορεί να ποικίλει κατά χώρους. Για παράδειγμα, σε λογιστήρια ή άλλα γραφεία συνήθους εργασίας, η πυκνότητα ατόμων δεν υπερβαίνει το ένα άτομο ανά 5 m². Οι πιο δυσμενείς συγκεντρώσεις παρατηρούνται σε χώρους αναμονής και αίθουσες συσκέψεων μέχρι και ένα άτομο ανά 2 m². Στα κτήρια γραφείων μπορεί να περιλαμβάνονται και ειδικοί χώροι όπως κυλικεία, εστιατόρια ή χώροι ηλεκτρονικών υπολογιστών, ατελιέ γραφικών τεχνών κλπ., που πρέπει οπωσδήποτε να αντιμετωπίζονται ξεχωριστά.

Οι χώροι, επίσης, της κεντρικής εισόδου χρειάζονται ειδική αντιμετώπιση, αν είναι εκτεταμένοι, γιατί αποτελούν, για τους ανθρώπους, ενδιάμεση ζώνη προσαρμογής μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος (πρόβλημα θερμικού σοκ).

Ο νωπός αέρας, ως ποσοστό επί του συνόλου του παρεχόμενου στο χώρο κλιματισμένου αέρα, πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις των ΤΟΤΕΕ.

Οι μεταβλητές του κλιματισμού κτηρίων γραφείων είναι τόσες πολλές, που τα περισσότερα από τα γνωστά συστήματα κλιματισμού θα μπορούσαν να θεωρηθούν καταρχήν εφαρμόσιμα σε κάθε συγκεκριμένο κτήριο. Μερικές όμως, γενικές κατευθύνσεις, που έχουν εφαρμογή στις περισσότερες περιπτώσεις, μπορούν να βοηθήσουν στην παραπέρα επιλογή.

Συνήθως, οι εξωτερικές και οι εσωτερικές ζώνες, εφόσον το μέγεθος του κτηρίου επιβάλει σαφή διαχωρισμό, εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα. Η κεντρική εγκατάσταση ψύξης και θέρμανσης μπορεί να είναι κοινή. Για τις εξωτερικές ζώνες κτηρίου η εμπειρία έχει αποδείξει ότι το καταλληλότερο και οικονομικότερο σύστημα είναι:

- α) Σε κτήρια με μεγάλο ποσοστό υαλοπινάκων στις όψεις (μεγαλύτερο του 60% της επιφανείας), ένα σύστημα με συνδυασμό νερού αέρα και με FAN-COIL ή TME.
- β) Σε κτήρια με ποσοστό υαλοπινάκων μικρό (έως 30%) ένα σύστημα μόνο αέρα και μεταβλητής παροχής.
- γ) Στις ενδιάμεσες περιπτώσεις, η καταλληλότητα του συστήματος θα καθοριστεί από άλλους παράγοντες και όχι μόνο από την επιφάνεια των υαλοπινάκων.

Όταν στις εξωτερικές ζώνες εγκαθίσταται ένα σύστημα με συνδυασμό νερού-αέρα, τότε για τις εσωτερικές ζώνες, συνήθως, η καλύτερη επιλογή είναι ένα ξεχωριστό σύστημα μόνο αέρα και μεταβλητής παροχής.

Τα συστήματα με αναθέρμανση ή διπλό αγωγό, ενώ τεχνικά είναι ικανοποιητικά, υστερούν από ενεργειακή άποψη. Σε κτήρια μικρού και μεσαίου μεγέθους είναι σκόπιμο να εξετάζεται η καταλληλότητα τόσο για τις εξωτερικές όσο και για τις εσωτερικές ζώνες, ένα σύστημα με πολλαπλές αυτόνομες μονάδες, τοπικές ή ημικεντρικές.

1.2.2.2. Ξενοδοχεία – Μονάδες φιλοξενίας

Τα κτήρια αυτά, στο κύριο τμήμα τους, αποτελούνται από χώρους ενός δωματίου με λουτρό, διατεταγμένους κατά μήκος ενός διαδρόμου, σε έναν ή περισσότερους ορόφους με βοηθητικές εγκαταστάσεις ή εγκαταστάσεις άλλων χρήσεων στο ισόγειο και στα υπόγεια όπως εστιατόριο, καταστήματα, αίθουσες συγκέντρωσης, μαγειρεία, πλυντήρια κλπ. Επίσης τα κτήρια αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν και διαμερίσματα σουίτες με περισσότερα από ένα δωμάτια.

Η βασική απαίτηση από άποψη κλιματισμού στο είδος αυτό των κτηρίων είναι η δυνατότητα του κάθε ένοικου (του δωματίου ή του διαμερίσματος) να επιλέγει, για το χώρο που διαμένει, ψύξη ή θέρμανση, ανεξάρτητα από τους υπόλοιπους χώρους. Στην ιδανική δε περίπτωση η επιλογή αυτή πρέπει να είναι στην απόλυτη διάθεση του ενοίκου. Τα κύρια χαρακτηριστικά του φορτίου είναι τα ακόλουθα:

- Ο κλιματισμός πρέπει να είναι διαθέσιμος, κατά την περίοδο λειτουργίας του ξενοδοχείου, σε 24-ωρη βάση, και για 7 ημέρες την εβδομάδα.
- Τα περισσότερα δωμάτια, είναι δυνατόν να είναι, άδεια για το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας.
- Οι βοηθητικοί χώροι έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά διακύμανσης φορτίου από τα δωμάτια.

Βασικές απαιτήσεις για το σύστημα κλιματισμού είναι:

- Χαμηλός θόρυβος.
- Αξιοπιστία.
- Ευκολία στη συντήρηση.

Στην Ελλάδα για τις περισσότερες μονάδες φιλοξενίας, στα διάφορα θέρετρα, απαιτείται, συνήθως, μόνο θερινός κλιματισμός και σε όσες απ' αυτές λειτουργούν το χειμώνα, μόνο κεντρική θέρμανση.

Το πιο διαδεδομένο σύστημα που εφαρμόζεται σ' αυτά τα κτήρια για τα δωμάτια των ενοίκων είναι το σύστημα με συνδυασμό αέρα-νερού με ΤΜΑΣ (FAN-COIL). Οι ΤΜΑΣ τοποθετούνται είτε κάτω από τα παράθυρα του δωματίου είτε μέσα σε ψευδοροφή του τμήματος της εισόδου του δωματίου. Στα λουτρά των δωματίων εφαρμόζεται μηχανικός εξαερισμός (απαιτείται παροχή 20-170 m³/h) και εκ τούτου έμμεση ψύξη και αερισμός.

Οι λοιποί χώροι (εστιατόρια, κουζίνες, αίθουσες συγκέντρωσης κλπ.) αντιμετωπίζονται ξεχωριστά, συνήθως με συστήματα μόνο με αέρα. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στο πρόβλημα της διάχυσης των οσμών, που προέρχονται από τους χώρους αυτούς, στο υπόλοιπο κτήριο.

1.2.2.3. Εστιατόρια – καφετέριες – μπαρ – κέντρα διασκέδασης

Οι χώροι αυτοί είναι εγκατεστημένοι είτε σε αυτοτελή κτήρια είτε σε τμήματα κτηρίων μικτής ή ενιαίας χρήσης. Ο κλιματισμός τέτοιων χώρων παρουσιάζει όλα τα συνήθη προβλήματα του κλιματισμού άνεσης.

Επιπλέον υπάρχει ανάγκη για την αντιμετώπιση ειδικών παραγόντων, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- (α) Οι μεγάλες διακυμάνσεις του φορτίου, με υψηλές αιχμές, που παρουσιάζονται συνήθως 2 φορές το 24-ωρο και σχεδόν πάντα όχι ταυτόχρονα με τη μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία.

(β) Τα υψηλά αισθητά και ιδίως λανθάνοντα εσωτερικά φορτία που προέρχονται από τις συσκευές των μαγειρείων, την συγκέντρωση οσμών και τα ζεστά εδέσματα.

(γ) Η μεγάλη συγκέντρωση οσμών από τα εδέσματα, τα οινοπνευματώδη ποτά και το κάπνισμα, γεγονός που επιβάλλει να γίνεται ένας επαρκής αερισμός και εξαερισμός.

(δ) Η διείσδυση σοβαρών ποσοτήτων εξωτερικού αέρα από τις εισόδους, ιδιαίτερα κατά τις ώρες αιχμής, λόγω της μεγάλης συχνότητας χρήσης των εισόδων.

(ε) Τα συγκεντρωμένα (τοπικά) εσωτερικά φορτία (π.χ. σε πίστες χορού) που εμφανίζονται.

Για τον καθορισμό των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ο χρόνος που παραμένει ο πελάτης στο χώρο καθώς και ο τρόπος χρήσης του χώρου (σύντομο γεύμα, χορός, πολύωρη παραμονή κλπ.). Έτσι, στα συνήθη εστιατόρια, οι πελάτες είναι καθισμένοι σε τραπέζια και σερβίρονται φαγητό που όμως παρασκευάζεται σε ξεχωριστό χώρο. Απαιτείται περιβάλλον σχετικά υψηλής άνεσης, λόγω του σημαντικού χρόνου που παραμένουν οι άνθρωποι στο χώρο.

Στα καταστήματα πρόχειρου φαγητού, ο χρόνος παραμονής των πελατών είναι σύντομος, το δε φαγητό παρασκευάζεται συνήθως στον ίδιο χώρο όπου σερβίρεται. Οι απαιτήσεις άνεσης είναι ελαστικότερες, οι ανάγκες αερισμού, λόγω των οσμών, σημαντικές.

Στα μπαρ και στα κέντρα διασκέδασης, κυριαρχεί η κατανάλωση οινοπνευματωδών, η παραμονή συνήθως είναι πολύωρη και ίσως, παρά τις σχετικές απαγορεύσεις σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, μπορεί ακόμη να συνοδεύεται από κάπνισμα. Οι ανάγκες σε νωπό αέρα, σ' αυτή την περίπτωση, είναι ιδιαίτερα αυξημένες.

Επειδή σε αυτούς τους χώρους ο συντελεστής αισθητού φορτίου είναι χαμηλός και οι ποσότητες νωπού αέρα είναι υψηλές, συστήματα νερού ή αέρα-νερού (TMAΣ & TME) δεν κρίνονται κατάλληλα. Ο καταλληλότερος τρόπος κλιματισμού είναι τα συστήματα μόνο με αέρα και μάλιστα κατά προτίμηση με καλό έλεγχο της σχετικής υγρασίας (αναθέρμανση ή παροχέτευση ανακυκλοφορούντος αέρα).

Η απαγωγή του αέρα πρέπει να γίνεται από ψηλά για να απάγεται το μεγαλύτερο ποσοστό καπνού και πτητικών ουσιών. Η τοπική απαγωγή με χοάνες πρέπει, να αντιμετωπίζεται και στους χώρους self-service και προετοιμασίας ποτών, και όχι μόνο στα μαγειρεία.

Ειδικά για τα μαγειρεία πρέπει να διατηρείται αρνητική σχετική πίεση (υποπίεση) περίπου 15% στο χώρο του μαγειρείου για να μη διαχέονται οσμές και ατμοί. Η συνήθης πρακτική είναι η απαγωγή μέρους του αέρα των υπόλοιπων χώρων, από την κύρια χοάνη του μαγειρείου, μέσω του «πάσου» του μαγειρείου προς αυτούς τους χώρους. Η κύρια χοάνη απαγωγής του μαγειρείου πρέπει να γίνεται με μια ταχύτητα εισόδου του αέρα $0,35 \div 0,51$ m/s. Η ταχύτητα στον αεραγωγό απαγωγής της χοάνης πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή $9,14 \div 11,2$ m/s. Αυτά τα όρια είναι ικανά ώστε να παρασύρονται τα σωματίδια λίπους. Στο σύστημα απαγωγής πρέπει να προβλέπεται ικανοποιητική πυρασφάλεια σύμφωνα είτε με την προδιαγραφή NMPA 96 είτε την αντίστοιχη TOTEE, είτε με άλλη ισοδύναμη.

1.2.2.4. Εμπορικά καταστήματα - πολυκαταστήματα

Στην ομάδα αυτή εφαρμογών υπάγονται:

- (α) Τα μικρού και μεσαίου μεγέθους καταστήματα.
- (β) Τα πολυκαταστήματα.
- (γ) Τα σούπερ-μάρκετ τροφίμων.

1.2.2.4.1. Καταστήματα μικρού και μεσαίου μεγέθους

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα εμπορικά καταστήματα κάθε είδους και συμπεριλαμβάνονται και τα κομμωτήρια και τα υποκαταστήματα των τραπεζών. Στα μεγαλύτερα καταστήματα αυτής της

κατηγορίας ο κλιματισμός εξυπηρετεί και τις ανάγκες ευχάριστου εργασιακού περιβάλλοντος. Συνεπώς, οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος πρέπει να καθορίζονται σύμφωνα με το σκοπό που εξυπηρετεί η συγκεκριμένη εφαρμογή.

Η πλειοψηφία τέτοιων καταστημάτων στην Ελλάδα είναι χώροι κτηρίων πολυκατοικιών ή πολυώροφων κτηρίων που έχουν και χώρους επαγγελματικής χρήσης. Τις περισσότερες φορές δεν υπάρχει εγκατάσταση κεντρικής ψύξης παρά μόνο κεντρικής θέρμανσης και επομένως η επιθυμητή εγκατάσταση κλιματισμού πρέπει να αντιμετωπιστεί αυτοτελώς.

Επίσης, αν και υπάρχει πάντα σημαντική εξωτερική επιφάνεια υαλοπινάκων (βιτρίνες), το μεγαλύτερο ποσοστό του φορτίου προέρχεται, συνήθως, από εσωτερικές πηγές (κυρίως φωτισμό) και από τη σημαντική διείσδυση εξωτερικού αέρα από την είσοδο.

Η καταλληλότερη εφαρμογή είναι τα συστήματα με αυτόνομες μονάδες τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες. Εξαίρεση αποτελούν εκείνες οι περιπτώσεις στις οποίες υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης του οποίου συστήματος με τυχόν υπάρχουσα κεντρική εγκατάσταση. Σε κάθε περίπτωση το σύστημα θα λειτουργεί μόνο με αέρα. Το κυριότερο πρόβλημα είναι η τοποθέτηση αερόψυκτου συμπυκνωτή, έτσι ώστε να ενοχλεί τις γειτονικές ιδιοκτησίες. Σοβαρό πρόβλημα μπορεί να αποτελέσει η επεξεργασία του νωπού αέρα (κατακράτηση αιθάλης), σε σχέση με τη θέση του καταστήματος μέσα στον περιβάλλοντά του χώρο.

Η χρησιμοποίηση αντλίας θερμότητας είναι σκόπιμο να εξετάζεται, κυρίως, σ' εκείνες τις περιπτώσεις που χρειάζεται να αντιμετωπιστεί αυτοτελώς και η θέρμανση του χώρου.

1.2.2.4.2. Πολυκαταστήματα

Τα πολυκαταστήματα ποικίλουν τόσο στο μέγεθος, όσο και στο είδος των εμπορευμάτων και την τοποθεσία. Ως εκ τούτου, προκύπτει άλλη ειδική λύση για το καταλληλότερο σύστημα κλιματισμού, στην κάθε περίπτωση.

Ο κλιματισμός πρέπει να ικανοποιεί τις συνθήκες άνεσης του προσωπικό και των πελατών και ταυτόχρονα να προστατεύει τα εμπορεύματα και τον εξοπλισμό των διαφόρων τμημάτων, κυρίως από την υγρασία και τις επικαθίσεις αιθάλης.

Τα σύγχρονα πολυκαταστήματα περιλαμβάνουν, εκτός των χώρων πωλήσεων, και χώρους αναψυχής (και διαφήμισης) όπως χώρους επίδειξης, αναψυκτήρια κλπ., που πρέπει να αντιμετωπίζονται ξεχωριστά.

Χαρακτηριστικά φορτίου-εσωτερικές συνθήκες. Γενικά, σ' αυτές τις εφαρμογές, κυριαρχούν τα εσωτερικά φορτία (φωτισμός, άνθρωποι). Το φορτίο παρουσιάζει στους περισσότερους χώρους διακυμάνσεις, ανάλογα, κυρίως, με τη συγκέντρωση πελατών. Στις οδηγίες των TOTE και ASHRAE υπάρχουν εκτιμήσεις για τις μέγιστες συγκεντρώσεις ατόμων, στο κάθε διακεκριμένο τμήμα του πολυκαταστήματος.

Αν και γενικά δεν υπάρχει ανάγκη για ακριβή ρύθμιση της υγρασίας, είναι επιθυμητό η μέγιστη σχετική υγρασία να μην υπερβαίνει το 50%, ιδιαίτερα σε τμήματα πώλησης ρουχισμού, ώστε να επιβραδύνεται η εφίδρωση.

Οι απαιτήσεις νωπού αέρα πρέπει να υπολογίζονται και με κριτήρια:

- (α) Τη διατήρηση ευχάριστης ατμόσφαιρας και την απομάκρυνση των οσμών.
- (β) Τη διατήρηση ελαφριάς σχετικής υπερπίεσης μέσα στο κτήριο ώστε να ελαχιστοποιείται η διείσδυση αέρα.

Όπως δείχνει η εμπειρία οι απαιτήσεις αυτές ανέρχονται σε 3,6 L/s ανά άτομο ή τουλάχιστον 1 εναλλαγή/ώρα, όταν ο προσδιορισμός του αριθμού ατόμων είναι αναξιόπιστος, ή 0,5 εναλλαγή/ώρα όταν είναι αξιόπιστος.

Η μέγιστη επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει της 25,6°C το καλοκαίρι και τους 21°C το χειμώνα (20°C από τον κανονισμό θερμομόνωσης).

Λόγω των υψηλών εσωτερικών θερμικών κερδών είναι δυνατό κατά τον χειμώνα να μην απαιτείται πρόσθετη θέρμανση.

Ένα πολυκατάστημα είναι ένα κτήριο πολλών ζωνών από άποψη κλιματισμού και κάθε ζώνη είναι ένας συνήθως εκτεταμένος ενιαίος χώρος. Η πείρα έχει δείξει ότι καταρχήν, είναι καταλληλότερο ένα σύστημα που λειτουργεί μόνο με αέρα, και ότι η σχετικά ευρεία διακύμανση του φορτίου επιτρέπει την οικονομική εφαρμογή ενός συστήματος μεταβλητής παροχής.

Στα νέα κτήρια πολυκαταστημάτων η κεντρική εγκατάσταση ψυχοστασίου-λεβητοστασίου πρέπει να επιβάλλεται στον αρχικό σχεδιασμό. Στα υπάρχοντα κτήρια που δεν έχει γίνει τέτοια πρόβλεψη, το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με ημικεντρικά συστήματα.

Σε κάθε περίπτωση η επιλογή των κλιματιστικών μονάδων κατά ζώνη (ή ομάδες ζωνών) έτσι ώστε να είναι εγκατεστημένες κοντά στο χώρο που εξυπηρετούν, αποτελεί συνήθως την οικονομικότερη κατασκευή γιατί ελαχιστοποιείται το μήκος των απαιτούμενων αεραγωγών.

Πρέπει να αντιμετωπίζεται, πάντοτε, κατά τη μελέτη, η δυνατότητα ευελιξίας του συστήματος, ώστε μελλοντικά, να είναι δυνατές οι αναδιαρρυθμίσεις των διαφόρων χώρων ή οι επεκτάσεις, που θα χρειαστούν.

Τέλος, επειδή το μέγεθος του συστήματος είναι μεγάλο, πρέπει πάντοτε να εξετάζεται τεχνοοικονομικά η δυνατότητα εφαρμογής διαφόρων μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας, γιατί το κέρδος από την εφαρμογή, μπορεί να αποδειχθεί σημαντικό.

1.2.2.4.3. Σούπερ-μάρκετ τροφίμων

Τα σύγχρονα μεγάλα σούπερ-μάρκετ κλιματίζονται για να ικανοποιηθούν οι ίδιες ανάγκες που διαπιστώνονται και στα άλλα εμπορικά καταστήματα. Τις περισσότερες φορές η χρήση ενός χώρου ως σούπερ-μάρκετ είναι προγραμματισμένη κατά την κατασκευή και επομένως προβλέπονται οι απαραίτητοι χώροι για την εγκατάσταση κεντρικού συστήματος κλιματισμού και ψυκτικής εγκατάστασης. Επίσης, δεδομένου ότι τα μεγάλα σούπερ-μάρκετ αποτελούν, αρκετές φορές, αλυσίδα καταστημάτων μιας ίδιας επιχείρησης, υπάρχει η δυνατότητα μιας κάποιας τυποποίησης.

Τα σούπερ-μάρκετ αποτελούνται συνήθως από μία, δυο και σπάνια περισσότερες μεγάλες αίθουσες έκθεσης των προϊόντων. Το μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο εμφανίζεται στο μπροστινό τμήμα, περίπου κατά το 1/3 της αίθουσας, λόγω της συγκέντρωσης των πελατών στα ταμεία και λόγω των υαλοπινάκων της πρόσοψης και της διείσδυσης του εξωτερικού αέρα από τις εισόδους. Το κυριότερο όμως χαρακτηριστικό είναι οι ανοιχτές προθήκες των κατεψυγμένων προϊόντων, οι οποίες επιδρούν σημαντικά στο απαιτούμενο φορτίο. Συγκεκριμένα, οι προθήκες αυτές απορροφούν συνεχώς θερμότητα από το χώρο και δημιουργείται ένα στάσιμο στρώμα ψυχρού αέρα γύρω τους. Το φαινόμενο αυτό έχει επίδραση τόσο στο συνολικό ισοζύγιο θερμότητας του χώρου όσο και στην ομοιομορφία της θερμοκρασίας του χώρου. Στην βιβλιογραφία δίνονται στοιχεία για την επίδραση διαφόρων τύπων προθηκών κατεψυγμένων προϊόντων και τα στοιχεία αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Οι μικρές αυξήσεις της θερμοκρασίας ξηρού βολβού (+1,5÷3°C) και της σχετικής υγρασίας του χώρου (5÷10%), αυξάνουν την απαίτηση για ψυκτικό φορτίο από τις προθήκες κατεψυγμένων προϊόντων πάνω από 25%, λόγω της απορρόφησης θερμότητας από το χώρο. Η αύξηση της σχετικής υγρασίας του χώρου έχει επιπλέον αρνητική επίδραση στην ψυκτική εγκατάσταση, με αύξηση του

πάγου στα ψυκτικά στοιχεία και μεγαλύτερες περιόδους απόψυξης και τέλος εφίδρωση των γειτονικών προθηκών, των τζαμιών, των μεταλλικών αντικειμένων, κ.ά.

Γενικά η σχετική υγρασία του χώρου πρέπει να διατηρείται κάτω του 55% και η επιθυμητή θερμοκρασία Ξ.Β. στους 24°C. Η αντιμετώπιση της επίδρασης των προθηκών των κατεψυγμένων προϊόντων απαιτεί:

- (α) Τον συνυπολογισμό, με βάση τα στοιχεία των κατασκευαστών, της ψυκτικής επίδρασης των προθηκών στο μέγεθος του ψυκτικού-θερμικού φορτίου του χώρου.
- (β) Την πρόβλεψη προσθήκης θερμότητας στο χώρο ακόμα και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- (γ) Τη λήψη μέτρων στο σχεδιασμό της διανομής του αέρα για την αποφυγή τοπικών ψυχρών περιοχών στο τμήμα των κατεψυγμένων προϊόντων.
- (δ) Το συνεχή έλεγχο της σχετικής υγρασίας του χώρου.

Η συγκέντρωση των προθηκών κατεψυγμένων προϊόντων σε ξεχωριστή αίθουσα είναι ένα μέτρο για τον περιορισμό του προβλήματος και τον ευκολότερο έλεγχο του. Το καταλληλότερο σύστημα για τα σουπερ-μάρκετ είναι ένα κεντρικό σύστημα κλιματισμού μόνο με αέρα, με ικανοποιητικό έλεγχο της σχετικής υγρασίας (αναθέρμανση). Για τις πρόσθετες ανάγκες θέρμανσης και για τον οικονομικό έλεγχο της υγρασίας με αναθέρμανση, είναι πάντα σκόπιμο η εφαρμογή συστήματος ανάκτησης θερμότητας με πηγή τη θερμότητα που απορροφάται από τις προθήκες των κατεψυγμένων προϊόντων και τους συμπυκνωτές της κεντρικής ψυκτικής εγκατάστασης. Διάφορες λύσεις δίνονται αφενός μεν από τη βιβλιογραφία και αφετέρου από τους κατασκευαστές.

1.2.2.5. Κινηματοθέατρα – αμφιθέατρα – αίθουσες συναυλιών

Στην Ελλάδα οι χώροι αυτής της κατηγορίας, που λειτουργούν το καλοκαίρι, είναι ελάχιστοι. Λόγω των κλιματολογικών συνθηκών και άλλων παραγόντων οι σχετικές εκδηλώσεις γίνονται το καλοκαίρι σε αντίστοιχους υπαίθριους χώρους. Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτής της ομάδας χώρων είναι:

- α) Μεγάλοι χώροι με σχετικά μεγάλο ύψος.
- β) Μεγάλη πυκνότητα ατόμων (0,7÷1,0 m² ανά άτομο) σε συνδυασμό με μεγάλο διαθέσιμο όγκο χώρου ανά άτομο.
- γ) Χρησιμοποίηση για λίγες ώρες την ημέρα (όχι πάντα καθημερινά) με χρονικό διάστημα λειτουργίας που συνήθως δεν περιλαμβάνει την ώρα της μέγιστης εξωτερικής θερμοκρασίας.

Χαρακτηριστικά φορτίου-εσωτερικές συνθήκες. Το ψυκτικό φορτίο πρέπει να αντιμετωπίσει τις εξής ιδιαιτερότητες:

- α) Την ύπαρξη χαμηλών εξωτερικών θερμικά φορτίων σε σχέση με τα εσωτερικά, τη χαμηλή σχέση του αισθητού φορτίου του χώρου προς το ολικό φορτίο (λόγος αισθητού φορτίου) και το υψηλό λανθάνον φορτίο του χώρου.
- β) Την απαίτηση μεγάλης ποσότητας νωπού αέρα (σύμφωνα με τις οδηγίες των TOTEΕ και ASHRAE).
- γ) Το φορτίο λόγω του φωτισμού είναι μεν υψηλό αλλά είναι και μεταβαλλόμενο και πρέπει να εκτιμάται με προσοχή η μέγιστη συμμετοχή του στο ψυκτικό φορτίο, όχι μόνο για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και για τη σωστή εκτίμηση του λόγου του αισθητού φορτίου.

Οι εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας-υγρασίας, γενικά, πρέπει να βρίσκονται στη συνήθη περιοχή των συνθηκών άνεσης (25÷26,7°C και 50÷60% Σ.Υ.). Όμως, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης ατόμων και του υψηλού λανθάνοντος φορτίου, η επιλογή των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών πρέπει να αντιμετωπίζεται ξεχωριστά σε κάθε περίπτωση, με κριτήριο την ελάττωση του

λανθάνοντος φορτίου ώστε να μειώνονται έτσι οι ανάγκες αναθέρμανσης που εφαρμόζονται στον έλεγχο της υγρασίας. Επομένως πρέπει να επιλέγεται συνδυασμός των τιμών θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας (στην περιοχή των τιμών ανέσεως), με χαμηλή θερμοκρασία ξηρού βολβού και υψηλή επιτρεπτή σχετική υγρασία, λαμβάνοντας ακόμα υπόψη και άλλους παράγοντες, όπως το πιθανό ντύσιμο των ατόμων, οι ώρες παραμονής στο χώρο κλπ.

Οι χώροι που περιβάλλουν την κύρια αίθουσα συγκέντρωσης (διάδρομοι, φουαγιέ, μπαρ κλπ.) πρέπει να αντιμετωπίζονται ξεχωριστά, ακόμα και με ξεχωριστό σύστημα κλιματισμού, αν αυτό κρίνεται ότι είναι οικονομικά σκόπιμο.

Λόγω των χαρακτηριστικών που εκτέθηκαν οι εν λόγω χώροι εξυπηρετούνται καλύτερα με κεντρικά συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα, σταθερής ή μεταβλητής παροχής.

Για τα μεγαλύτερα κτήρια η χρήση πολυζωνικών συστημάτων που λειτουργούν, κατά προτίμηση, με ξεχωριστή κλιματιστική μονάδα για κάθε ζώνη. Οι πολυζωνικές μονάδες έχουν χαμηλότερη αποδοτικότητα στις εν λόγω εφαρμογές.

Στις μεγαλύτερες αίθουσες, όπου είναι πιθανή η χρήση πτυσσόμενων χωρισμάτων για το χωρισμό της αίθουσας, πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για την αντιμετώπιση του χωρισμού αυτού, με τον σχεδιασμό αντίστοιχων ζωνών.

Υπάρχει δυνατότητα, αφενός επιλογή μικρότερου συστήματος, αφετέρου οικονομικότερη λειτουργία αν κατά τη μελέτη ληφθούν υπόψη οι εξής δύο παράγοντες:

α) Η δυνατότητα πρόψυξης του χώρου αν οι συνθήκες χρήσης του, το επιτρέπουν.

β) Η δυνατότητα εκμετάλλευσης της θερμοκρασιακής διαστρωμάτωσης του αέρα του χώρου λόγω του σημαντικού ύψους του. Η τεχνική της μεθόδου αυτής, που συνδέεται άμεσα με τον τρόπο διανομής του αέρα στο χώρο, περιγράφεται αναλυτικά στη βιβλιογραφία και έγκειται στην αποφυγή μεταφοράς του θερμότερου αέρα, που μαζεύεται κοντά στην οροφή, στη ζώνη των ατόμων.

Το σύστημα προσαγωγής-επιστροφής του κλιματισμένου αέρα παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα που σχετίζονται με τη μορφολογία του κάθε κτηρίου.

Το κύριο πρόβλημα είναι η ομοιόμορφη κατανομή του αέρα προς όλα τα σημεία όπου κάθονται οι θεατές/ακροατές, πράγμα που πολλές φορές οδηγεί σε βεληνεκές των στομιών μέχρι και 4,5 m, με αντίστοιχες τότε ταχύτητες που προκαλούν ανεπιθύμητο επίπεδο θορύβου. Το πρόβλημα, συνήθως, πρέπει να λύνεται με κατάλληλο συνδυασμό θέσεων στομιών προσαγωγής και στομιών επιστροφής.

Οι περιοχές των αιθουσών κάτω από τους εξώστες που έχουν σημαντικό βάθος, απαιτούν πρόσθετα στόμια οροφής για την προσαγωγή.

Όταν το ύψος των περιοχών αυτό είναι μικρό, εξετάζονται για την προσαγωγή plenum ή ειδικά στόμια.

Ένα ποσοστό του αέρα επιστροφής πρέπει να αναρροφάται από την οροφή, κατά προτίμηση πάνω από τον εξώστη, για να αποφεύγεται η δημιουργία θερμών θυλάκων αέρα.



Μεγάλη επίσης προσοχή πρέπει να δίνεται στο να μη δημιουργούνται ρεύματα γιατί οι άνθρωποι (θεατές/ακροατές) μένουν ακίνητοι.

Τέλος, η συμβολή του συστήματος κλιματισμού της αίθουσας στο επίπεδο θορύβου, πρέπει να μελετάται με ιδιαίτερη προσοχή γιατί τα επιτρεπτά επίπεδα θορύβου σ' αυτές τις αίθουσες είναι χαμηλά.

1.2.2.6. Κατοικίες

Στη χώρα μας λόγω των κλιματολογικών συνθηκών και του τρόπου διαβίωσης οι κατοικίες γενικά δεν κλιματίζονται.

Στις ειδικές περιπτώσεις κλιματισμού μεγάλων πολυτελών κατοικιών ή ειδικών οικιστικών συγκροτημάτων πρέπει να εξετάζεται η τεχνικοοικονομική σκοπιμότητα της εφαρμογής ολοκληρωμένων ενεργειακών συστημάτων για σύγχρονη αντιμετώπιση των αναγκών ψύξης - θέρμανσης - ζεστού νερού χρήσης (ηλιακοί συλλέκτες - αντλίες θερμότητας, κλπ.).

1.2.3. Εκτίμηση της καταλληλότητας του εξοπλισμού

1.2.3.1. Βασικές απαιτήσεις συστήματος

Ένα σύστημα κλιματισμού πρέπει να μπορεί:

- α) Να καλύπτει τις ημερήσιες και ετήσιες διακυμάνσεις τόσο των εξωτερικών φορτίων (θερμοκρασία, υγρασία, ανεμόπτωση και ηλιακή ακτινοβολία) όσο και των εσωτερικών φορτίων (άνθρωποι, φώτα, μηχανήματα και συσκευές).
- β) Να καλύπτει τόσο τα μέγιστα φορτία όσο και τα μερικά φορτία θέρμανσης και ψύξης (αίσθηση και λανθάνοντα).
- γ) Να εξασφαλίζει τον απαραίτητο αερισμό χωρίς ανεπιθύμητα ρεύματα ή δημιουργία υπερβολικού θορύβου και κραδασμών.

Εξωτερικές συνθήκες. Ο καθορισμός των εξωτερικών συνθηκών περιλαμβάνει:

- α) Τη θερμοκρασία (ξηρού θερμομέτρου).
- β) Τη σχετική υγρασία.
- γ) Τους ανέμους που επικρατούν στην περιοχή.
- δ) Την ηλιακή ακτινοβολία.

Εσωτερικές συνθήκες. Ο καθορισμός των εσωτερικών συνθηκών περιλαμβάνει:

- α) Τη θερμοκρασία (ξηρού θερμομέτρου).
- β) Τη σχετική υγρασία.
- γ) Το βαθμό καθαρότητας του αέρα.
- δ) Την επιτρεπόμενη ταχύτητα κίνησης του αέρα.
- ε) Την ποσότητα νωπού αέρα αερισμού.
- στ) Την επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου.

Ο καθορισμός αυτός πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, των TOTEΕ, των πινάκων της ASHRAE και άλλων διεθνών κανονισμών ή εγχειριδίων.

Κατά τον καθορισμό των εξωτερικών συνθηκών θα πρέπει να εξετάζονται επίσης η ρύπανση του εξωτερικού αέρα και ο εξωτερικός θόρυβος που επικρατεί στην περιοχή του έργου.

1.2.3.2. Δίκτυα διανομής αέρα

Οι ελεγχόμενες μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες για μεταλλικούς αεραγωγούς χαμηλής ταχύτητας δίδονται στον πίνακα 1.2.1.

Πίνακας 1.2.1. Αεραγωγοί χαμηλής ταχύτητας. Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες (m /sec)

Εφαρμογή	Κύριοι κλάδοι	Προσαγωγή - Επιστροφή	Δευτερεύοντες κλάδοι	Προσαγωγή - Επιστροφή
Κατοικίες	5	4	3	3
Δωμάτια ξενοδοχείων - Νοσοκομείων	7,5	6,5	6	5,5
Ιδιωτικά γραφεία - βιβλιοθήκες	8	7	7	6
Θέατρα - αμφιθέατρα	7,5	5,5	5	4
Κτήρια – τράπεζες – εστιατόρια - μαγαζιά	9	9	8	7
Βιομηχανικός αερισμός	12	9	10	7,5

Η αξιολόγηση της γενικής διάταξης των αεραγωγών προϋποθέτει:

- Την επιλογή του κατάλληλου συστήματος αερισμού – κλιματισμού.
- Τον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων κάθε χώρου.
- Τον υπολογισμό των ποσοτήτων του αέρα που απαιτείται σε κάθε χώρο.

Γενικά η διάταξη των αεραγωγών, απαιτεί για την κάθε περίπτωση διακεκριμένη αντιμετώπιση. Παρόλα αυτά όμως, ορισμένες γενικές αρχές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε κάθε εγκατάσταση και αυτές είναι:

- Οι λειτουργικές απαιτήσεις του προβλεπόμενου συστήματος αερισμού – κλιματισμού.
- Οι αρχιτεκτονικές και στατικές απαιτήσεις και οι του κτηρίου (π.χ. διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση αεραγωγών, πρόβλεψη ψευδοροφών κλπ).
- Οι απαιτήσεις των λοιπών ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (π.χ. εναρμόνιση της διάταξης των στομιών με την διάταξη των φωτιστικών σωμάτων κλπ).
- Η απλοποίηση των εργασιών και η επίτευξη της βέλτιστης δυνατής λύσης μεταξύ του βέλτιστου κόστους αρχικής εγκατάστασης (διατομές αεραγωγών) και του βέλτιστου κόστους λειτουργίας (ισχύς ανεμιστήρων).
- Οι απαιτούμενες προβλέψεις και προσβάσεις, τόσο για την διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης όσο και για την καλή λειτουργία και συντήρηση.
- Τους ισχύοντες κανονισμούς και διατάξεις πυρασφάλειας.
- Την επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου κάθε χώρου.

1.2.3.3. Δίκτυα σωληνώσεων

Στις εγκαταστάσεις κλιματισμού χρησιμοποιούνται συνήθως σιδηροσωλήνες, χαλυβδοσωλήνες και χαλκοσωλήνες. Ακόμα τα τελευταία χρόνια, στα δίκτυα παροχής ψυχρού νερού χρησιμοποιούνται με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό πλαστικοί σωλήνες, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης καθαρότητας και αντοχής σε διαβρώσεις που παρουσιάζουν.



Σε κάθε περίπτωση η χρησιμοποίηση των πλαστικών σωλήνων θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή λόγω του μεγάλου συντελεστή θερμικής διαστολής και της μικρότερης μηχανικής αντοχής που έχουν.

Η επιλογή του καταλληλότερου υλικού σωλήνων εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Τις πιέσεις και συνθήκες λειτουργίας κάθε εγκατάστασης.
- Την αποφυγή ηλεκτρολυτικής διάβρωσης λόγω επαφής ανόμοιων μετάλλων.
- Την οικονομικότητα της όλης εγκατάστασης.

- δ) Τις απαιτούμενες προβλέψεις για τον εξαερισμό των υψηλών σημείων των δικτύων.
- ε) Τις απαιτούμενες προβλέψεις για τον καθαρισμό των δικτύων τόσο στην αρχική πλήρωση, όσο και κατά την κανονική τους λειτουργία
- στ) Την επίτευξη της βέλτιστης δυνατής λύσης μεταξύ του βέλτιστου κόστους αρχικής εγκατάστασης (διατομές σωλήνων) και του βέλτιστου κόστους λειτουργίας (ισχύς αντλιών).
- ζ) Τις απαιτούμενες προβλέψεις και προσβάσεις διαδικασίες του ελέγχου και της ρύθμισης όσο και για την καλή λειτουργία και συντήρηση.
- η) Την επίτευξη κατά το δυνατόν ίσης πτώσης πίεσης σε όλους τους κλάδους. Τα μεγάλα και ασύμμετρα δίκτυα συνιστάται να διαμορφώνονται σαν δίκτυα αντιστρόφου επιστροφής.

1.2.3.4. Ανεμιστήρες

1.2.3.4.1. Τύπος του ανεμιστήρα

Ο τύπος του ανεμιστήρα (π.χ. αξονικός, φυγοκεντρικός με πτερύγια κεκλιμένα προς τα εμπρός, φυγοκεντρικός με πτερύγια κεκλιμένα προς τα πίσω κλπ.) πρέπει να βασίζεται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε εγκατάστασης, σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε ανεμιστήρα ώστε σε κάθε περίπτωση να έχουμε τη βέλτιστη δυνατή λύση.

Γενικά σε δίκτυα αεραγωγών μπορούν να χρησιμοποιηθούν αξονικοί ή φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες, ενώ στις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν αεραγωγοί και η αντίσταση στη ροή του αέρα είναι μικρή, χρησιμοποιούνται ελικοειδείς ανεμιστήρες.

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. Από τους φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες:

- α) Ο τύπος που έχει πτερύγια κεκλιμένα προς τα εμπρός, χρησιμοποιείται σ' όλες σχεδόν τις συνήθεις εγκαταστάσεις κλιματισμού άνεσης, που απαιτούν χαμηλές στάθμες θορύβου και δίκτυα αεραγωγών χαμηλής πίεσης (500 Pa).
- β) Ο τύπος που έχει πτερύγια κεκλιμένα προς τα πίσω χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή σε μεγάλες εγκαταστάσεις που απαιτούν υψηλό βαθμό απόδοσης και μείωση του κόστους λειτουργίας. Επίσης χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις που απαιτούν μέσες πιέσεις (500 Pa μέχρι 2500 Pa) και χρησιμοποιούν ανεμιστήρες σε παράλληλη λειτουργία.

1.2.3.4.2. Μέγεθος ανεμιστήρα

Γενικά η επιλογή του μεγέθους ενός ανεμιστήρα δεν οδηγεί ποτέ σε μονοσήμαντη λύση. Συνήθως προκύπτουν τουλάχιστον δύο μεγέθη ανεμιστήρων, που πληρούν τις βασικές απαιτήσεις της εγκατάστασης (παροχή – στατική πίεση), έχουν όμως διαφορετικό βαθμό απόδοσης και απορροφούμενη ισχύ. Έτσι σε κάθε περίπτωση η εκτίμηση του μεγέθους του ανεμιστήρα πρέπει να δίνει την βέλτιστη δυνατή λύση, τόσο από τεχνική όσο και από οικονομική άποψη και να αποτελεί τη "χρυσή τομή" μεταξύ αρχικού κόστους και κόστους λειτουργίας.

Η διαδικασία εκτίμησης του μεγέθους του ανεμιστήρα γίνεται από τις χαρακτηριστικές καμπύλες, τους πίνακες απόδοσης των κατασκευαστών σύμφωνα με τα παρακάτω βασικά δεδομένα:

- α) Συνολική παροχή αέρα.
- β) Στατική πίεση δικτύου αεραγωγών.
- γ) Πυκνότητα αέρα.

Συνήθως οι χαρακτηριστικές καμπύλες και οι πίνακες απόδοσης των κατασκευαστών αναφέρονται σε πυκνότητα του αέρα (σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας) ίση με $1,2 \text{ kg/m}^3$.

1.2.3.4.3. Επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου ανεμιστήρα

Η επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου του ανεμιστήρα είναι προφανώς συνάρτηση της επιτρεπόμενης στάθμης θορύβου του χώρου που εξυπηρετεί αυτός και της εν γένει μορφής και διαμόρφωσης του αντίστοιχου δικτύου αεραγωγών. Για ένα συγκεκριμένο τύπο ανεμιστήρα, η στάθμη του παραγόμενου θορύβου είναι μικρότερη όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσής του. Κατά συνέπεια η επιλογή ενός μεγέθους ανεμιστήρα με μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, εκτός του ότι μειώνει την απορροφούμενη ισχύ και το κόστος λειτουργίας, μειώνει ταυτόχρονα και τη στάθμη του παραγόμενου θορύβου.

Η ταχύτητα εξόδου του αέρα από τον ανεμιστήρα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο του παραγόμενου θορύβου, γιατί μία χαμηλή ταχύτητα εξόδου δεν εξασφαλίζει υποχρεωτικά την αθόρυβη λειτουργία του ανεμιστήρα. Επίσης πρέπει να καθορίζονται και τα παρακάτω πρόσθετα στοιχεία:

- Οι στροφές του ανεμιστήρα.
- Ο βαθμός απόδοσης.
- Η απορροφούμενη ισχύς.
- Το μέγεθος και τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του ηλεκτροκινητήρα.
- Η επιθυμητή συναρμογή (στήριξη πτερωτής και κινητήρα, τρόπος μετάδοσης της κίνησης), η φορά περιστροφής του ανεμιστήρα και η θέση του στομίου κατάθλιψης.
- Οι διαστάσεις και το βάρος του ανεμιστήρα.
- Η στάθμη του παραγόμενου θορύβου.

Τα ειδικά εξαρτήματα και χαρακτηριστικά που πιθανόν να απαιτούνται (π.χ. ρυθμιστικά διαφράγματα, αντιδονητικά στηρίγματα, αντiekρηκτική κατασκευή, αντioxειδωτικές επικαλύψεις κλπ.)

1.2.3.5. Κλιματιστικές μονάδες - κεντρικές κλιματιστικές μονάδες

1.2.3.5.1. Τύπος κλιματιστικής μονάδας

Ο βασικός τύπος και η συγκρότηση μίας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (μίας ζώνης, διπλού αεραγωγού, πολυζωνική κλπ.) εξαρτάται προφανώς από το προβλεπόμενο σύστημα κλιματισμού, ενώ η επιλογή ορισμένων δευτερευόντων χαρακτηριστικών (οριζόντια ή κατακόρυφη μονάδα, θέση στομίου κατάθλιψης κλπ.) εξαρτάται από το διαθέσιμο για την εγκατάσταση χώρο και την εν γένει μορφή και διαμόρφωση του δικτύου των αεραγωγών.

1.2.3.5.2. Μέγεθος κλιματιστικής μονάδας

Η εκτίμηση του μεγέθους μίας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (Κ.Κ.Μ.) περιλαμβάνει συνήθως δύο στάδια:

- α) Την εκτίμηση του μεγέθους της μονάδας.
- β) Την εκτίμηση του μεγέθους του στοιχείου (ή των στοιχείων).

Το μέγεθος, της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας γίνεται από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση τα παρακάτω βασικά δεδομένα:

- α) Συνολική παροχή αέρα.
- β) Μέγιστη επιτρεπόμενη μετωπική ταχύτητα στο ψυκτικό στοιχείο.
- γ) Εξωτερική στατική πίεση.

Σημειώνεται ότι θα πρέπει να γίνεται πάντοτε διάκριση μεταξύ της συνολικής ποσότητας αέρα (SUPPLY AIR QUANTITY) που παρέχει ο ανεμιστήρας και της ποσότητας του κλιματιζόμενου αέρα (DEHUMIDIFIED AIR QUANTITY) που περνάει από το ψυκτικό στοιχείο μίας μονάδας.

Οι ποσότητες αυτές δεν είναι πάντοτε ίσες (περίπτωση παράκαμψης ψυκτικού στοιχείου μονάδας, σύστημα κλιματισμού δύο αγωγών κλπ.), γι' αυτό και η μετωπική ταχύτητα στο ψυκτικό στοιχείο, πρέπει να υπολογίζεται πάντοτε με την ποσότητα του κλιματιζόμενου αέρα και όχι με τη συνολική ποσότητα του αέρα.

Η μετωπική ταχύτητα στο ψυκτικό στοιχείο των κλιματιστικών μονάδων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3,0 m/s (600 FPM). Συνιστάται πάντως να χρησιμοποιούνται μετωπικές ταχύτητες στο ψυκτικό στοιχείο ίσες με 2,5÷2,75 m/s (500-550 FPM).

Στις περιπτώσεις που προβλέπεται μόνο θέρμανση του αέρα η μετωπική ταχύτητα στο θερμαντικό στοιχείο μπορεί να λάβει τιμές μέχρι 3,5 m/s (700 FPM) ή και ακόμα μεγαλύτερες ανάλογα με την ικανότητα της μονάδας.

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

Μετά τον έλεγχο του μεγέθους της μονάδας και των στοιχείων, ο έλεγχος ολοκληρώνεται με τον έλεγχο της συνολικής στατικής πίεσης (εξωτερικής και εσωτερικής) του ανεμιστήρα της μονάδας ώστε, να καθορισθούν για τον ανεμιστήρα αυτόν και τα υπόλοιπα στοιχεία που απαιτούνται (στροφές, βαθμός απόδοσης, απορροφούμενη ισχύς κλπ.).

Μετά την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας θα έχουν καθορισθεί συνολικά τα παρακάτω στοιχεία:

α) Για τη μονάδα

- Τύπος και συγκρότηση μονάδας.
- Συνολική παροχή αέρα.
- Παροχή κλιματιζόμενου αέρα (που περνά από το ψυκτικό στοιχείο) .
- Μετωπική ταχύτητα στο ψυκτικό στοιχείο. Ολική στατική πίεση ανεμιστήρα.
- Στροφές ανεμιστήρα.
- Βαθμός απόδοσης και απορροφούμενη ισχύς ανεμιστήρα.
- Ισχύς και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά ανεμιστήρα.
- Διαστάσεις και βάρος μονάδας.
- Στάθμη παραγόμενου θορύβου.

β) Για το ψυκτικό στοιχείο

- Ολικό ψυκτικό φορτίο.
- Θερμοκρασία ξηρού και υγρού θερμομέτρου του εισερχομένου και εξερχομένου αέρα.
- Θερμοκρασία εισόδου εξόδου του ψυχρού νερού.
- Παροχή ψυχρού νερού.

γ) Για το θερμαντικό στοιχείο

- Θερμικό φορτίο.
- Θερμοκρασία ξηρού υγρού θερμομέτρου του εισερχομένου και εξερχομένου αέρα.
- Θερμοκρασία εισόδου εξόδου του ζεστού νερού.
- Παροχή ζεστού νερού.

δ) Για τον υγραντήρα

- Τύπος.
- Ικανότητα ύγρανσης.

ε) Για τα φίλτρα

- Τύπος φίλτρων.
- Μετωπική ταχύτητα.
- Αρχική και τελική πτώση πίεσης.

1.2.3.6. Συσκευές και εξαρτήματα επεξεργασίας αέρα

1.2.3.6.1. Θερμαντικά στοιχεία

Ο τύπος του θερμαντικού στοιχείου (νερού, ατμού, ηλεκτρικό) εξαρτάται από τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε εγκατάστασης, την πηγή θερμότητας που διατίθεται και την οικονομικότητα του συστήματος. Γενικά τα θερμαντικά στοιχεία ατμού προτιμώνται στις περιπτώσεις που υπάρχουν χαμηλές θερμοκρασίες και κίνδυνος παγετού.

Τα ηλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία έχουν χαμηλό κόστος εγκατάστασης αλλά μεγάλο κόστος λειτουργίας γι' αυτό πρέπει να έχουν περιορισμένη χρήση.

Η αξιολόγηση του μεγέθους του θερμαντικού στοιχείου γίνεται από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση τα παρακάτω δεδομένα:

A. Θερμαντικά στοιχεία νερού:

- Συνολική παροχή αέρα.
- Μετωπική ταχύτητα αέρα. Συνήθως έως 3,5 m/s (700 FPM).
- Θερμοκρασία εισόδου - εξόδου ζεστού νερού, ή θερμοκρασία εισόδου και παροχή ζεστού νερού.
- Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου εισόδου - εξόδου αέρα ή θερμοκρασία εισόδου και θερμικό φορτίο (θερμαντική ικανότητα στοιχείου).

Μετά την επιλογή του μεγέθους του στοιχείου καθορίζονται και τα εξής επιπρόσθετα χαρακτηριστικά:

- Πτώση πίεσης νερού στο στοιχείο.
- Πτώση πίεσης αέρα στο στοιχείο.
- Τύπος και τεχνικά χαρακτηριστικά στοιχείου (π.χ. διάμετρος σωλήνων, αριθμός πτερυγίων, σειρές στοιχείου κλπ.)

Η επιλογή του τύπου και των τεχνικών χαρακτηριστικών του στοιχείου συνιστάται να αφήνεται στους κατασκευαστές, αφού καθορισθεί προηγουμένως το πλαίσιο των χαρακτηριστικών που απαιτούνται σε κάθε περίπτωση.

B. Θερμαντικό στοιχείο ατμού:

- Συνολική παροχή αέρα.
- Μετωπική ταχύτητα αέρα. Συνήθως 3,5 m/s (700 FPM)
- Πίεση ατμού και παροχή ατμού.
- Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου θερμοκρασία εισόδου και θερμικό φορτίο στοιχείου.

Μετά την επιλογή του μεγέθους του στοιχείου καθορίζονται και τα εξής επιπρόσθετα χαρακτηριστικά:

- Πτώση πίεσης αέρα στο στοιχείο.
- Τύπος και τεχνικά χαρακτηριστικά στοιχείου.

Η επιλογή του τύπου και των τεχνικών χαρακτηριστικών του στοιχείου συνιστάται να αφήνεται επίσης στους κατασκευαστές, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Γ. Ηλεκτρικό θερμαντικό στοιχείο.

- Συνολική παροχή αέρα.
- Μετωπική ταχύτητα στο στοιχείο. Συνήθως 3,5 m/s (700 FPM), μπορεί όμως να λάβει και μεγαλύτερες τιμές ανάλογα με τον τύπο του στοιχείου.
- Θερμικό φορτίο (θερμαντική ικανότητα στοιχείου).

Μετά την επιλογή του μεγέθους του στοιχείου καθορίζονται και τα εξής επιπρόσθετα χαρακτηριστικά:

- Τύπος και τεχνικά χαρακτηριστικά στοιχείου.
- Ηλεκτρική ισχύς στοιχείου.
- Πτώση πίεσης αέρα στο στοιχείο. (Συνήθως αμελητέα).

1.2.3.6.2. Ψυκτικά στοιχεία

Η αξιολόγηση του τύπου του ψυκτικού στοιχείου (νερού, απευθείας εκτόνωσης) εξαρτάται από τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε εγκατάστασης, σε συνδυασμό με την οικονομικότητα του συστήματος.

Το μεγαλύτερο μέρος των ψυκτικών στοιχείων απ' ευθείας εκτόνωσης, που χρησιμοποιούνται στις συνήθεις εγκαταστάσεις κλιματισμού, περιλαμβάνεται μέσα σε πλήρως συγκροτημένες από το εργοστάσιο κατασκευής τους, αυτόνομες, κλιματιστικές μονάδες. Έτσι το πεδίο επιλογής μεμονωμένων ψυκτικών στοιχείων απ' ευθείας εκτόνωσης είναι εκ των πραγμάτων περιορισμένο.

Το **μέγεθος** του ψυκτικού στοιχείου μπορεί να γίνει είτε με τη χρησιμοποίηση του λεγόμενου «συντελεστή παράκαμψης στοιχείου» (COIL BY PASS FACTOR), είτε με τη χρησιμοποίηση των βασικών εξισώσεων μετάδοσης θερμότητας με συνεχείς δοκιμές.

Γενικά στην αξιολόγηση ενός ψυκτικού στοιχείου έχουμε δύο πλευρές (πλευρά αέρα - πλευρά ψυκτικού μέσου) οι αποδόσεις των οποίων μπορούν να εξετασθούν χωριστά και μετά να προσαρμοστούν η μία στην άλλη ώστε να έχουμε την βέλτιστη τεχνικά και οικονομικά λύση.

Η αξιολόγηση του μεγέθους των ψυκτικών στοιχείων γίνεται, από τους πίνακες ή τα διαγράμματα των κατασκευαστών, με βάση τα παρακάτω δεδομένα που πρέπει έχουν να υπολογιστεί ή να καθορισθεί από το μελετητή της εγκατάστασης:

Α. Ψυκτικά στοιχεία νερού:

- Συνολική παροχή αέρα.
- Επιτρεπόμενη μετωπική ταχύτητα αέρα στο στοιχείο. Η ταχύτητα αυτή δεν πρέπει να δίνεται με μία μόνο τιμή, αλλά αντίθετα πρέπει να καθορίζεται με το επιτρεπόμενο εύρος της, που συνήθως κυμαίνεται από 2 m/s μέχρι το πολύ 3 m/s.
- Θερμοκρασία υγρού και ξηρού θερμομέτρου εισερχομένου αέρα.
- Θερμοκρασία υγρού και ξηρού θερμομέτρου εξερχομένου αέρα.
- Επιθυμητός συντελεστής παράκαμψης στοιχείου (COIL BY PASS FACTOR).
- Θερμοκρασία εισόδου - εξόδου ψυχρού νερού ή θερμοκρασία εισόδου και παροχή ψυχρού νερού.

Μετά την επιλογή του μεγέθους του στοιχείου καθορίζονται και τα εξής επιπρόσθετα χαρακτηριστικά:

- Πτώση πίεσης νερού στο στοιχείο.

- Πτώση πίεσης αέρα στο στοιχείο.
- Τύπος και τεχνικά χαρακτηριστικά στοιχείου (π.χ. διάμετρος σωλήνων, αριθμός πτερυγίων, σειρές στοιχείου κλπ.)

Β. Ψυκτικό στοιχείο απευθείας εκτόνωσης. Για την αξιολόγηση του μεγέθους ενός ψυκτικού στοιχείου απευθείας εκτόνωσης απαιτούνται τα δεδομένα (1) μέχρι και (5) που αναφέρθηκαν προηγουμένως και επιπλέον η θερμοκρασία εξάτμισης (EVAPORATING TEMPERATURE) του ψυκτικού μέσου.

1.2.3.7. Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού (συσκευές)

Η αξιολόγηση του τύπου του συγκροτήματος παραγωγής ψυχρού νερού (π.χ. ψύκτες νερού με παλινδρομικό ή φυγοκεντρικό συμπιεστή, ψύκτες νερού με απορρόφηση) πρέπει να βασίζεται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε εγκατάστασης, σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε τύπου ψύκτη, ώστε σε κάθε περίπτωση να προκύπτει η καλύτερη δυνατή λύση τόσο από τεχνική όσο και από οικονομική άποψη.

Γενικά ισχύουν οι παρακάτω γενικές αρχές:

- α) Για μικρές εγκαταστάσεις με ψυκτικό φορτίο μέχρι 60 ψυκτικούς τόνους με ψυκτική ικανότητα (210 kW) χρησιμοποιούνται ψύκτες νερού με παλινδρομικό συμπιεστή.
- β) Για μεσαίες εγκαταστάσεις από 60 μέχρι 200 ψυκτικούς τόνους με ψυκτική ικανότητα (210 kW μέχρι 700 kW) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ψύκτες νερού με παλινδρομικό ή φυγοκεντρικό συμπιεστή ή ψύκτες νερού με απορρόφηση.
- γ) Για μεγάλες εγκαταστάσεις πάνω από 200 ψυκτικούς τόνους ψυκτική ικανότητα (700 kW) χρησιμοποιούνται συνήθως ψύκτες νερού με φυγοκεντρικό συμπιεστή ή ψύκτες νερού με απορρόφηση.
- δ) Οι ψύκτες νερού με φυγοκεντρικό συμπιεστή, γενικά θεωρούνται πιο κατάλληλοι, για εγκαταστάσεις με συνεχή λειτουργία ή για εγκαταστάσεις με σημαντικά μεταβαλλόμενο ψυκτικό φορτίο.
- ε) Οι ψύκτες νερού με απορρόφηση γενικά χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου:
 - Υπάρχει φθηνή πηγή καυσίμου (π.χ. φυσικό αέριο κλπ) σε συνδυασμό με υψηλό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας.
 - Υπάρχει εγκατάσταση παραγωγής ατμού για άλλες ανάγκες, που υπολείπεται τους καλοκαιρινούς μήνες.
 - Δεν είναι δυνατή ή επιθυμητή η αύξηση της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος, ιδίως στις περιπτώσεις που πρέπει να προβλέπεται και εφεδρική τροφοδότησή της από ηλεκτρογεννήτριες (π.χ. Νοσοκομεία) .
 - Υπάρχει πρόβλημα θορύβου που δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί κατάλληλα ή οικονομικά με τη χρησιμοποίηση άλλου τύπου ψύκτη.

1.2.3.7.1. Επιλογή μεγέθους

Το μέγεθος ενός συγκροτήματος παραγωγής ψυχρού νερού πρέπει να γίνεται πάντοτε σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα μηχανήματα απόρριψης της θερμότητας (π.χ. πύργος ψύξης, αερόψυκτος συμπυκνωτής κλπ.)

Γενικά η επιλογή του μεγέθους του ψύκτη θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποτελεί τη "χρυσή τομή" μεταξύ αρχικού κόστους και κόστους λειτουργίας.

A. Υδρόψυκτοι ψύκτες (με παλινδρομικό, κοχλιωτό ή φυγοκεντρικό συμπιεστή). Η αξιολόγηση του μεγέθους ενός υδρόψυκτου ψύκτη γίνεται από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση τα παρακάτω βασικά δεδομένα που πρέπει να υπολογιστούν ή να καθοριστούν από το μελετητή της εγκατάστασης.

α) Συνολικό ψυκτικό φορτίο. Το φορτίο αυτό ισούται με το συνολικό φορτίο αιχμής (BLOCK LOAD) της εγκατάστασης και όχι με το άθροισμα των μέγιστων φορτίων (PEAK LOADS) κάθε επί μέρους χώρου. Ο τρόπος υπολογισμού του συνολικού φορτίου αιχμής, γίνεται στα πλαίσια της μελέτης σύμφωνα με τις μεθόδους της ASHRAE, CARRIER ή άλλης διεθνώς αποδεκτής μεθόδου, καθώς και τα προτεινόμενα στις ισχύουσες TOTEE.

β) Συνολική παροχή ψυχρού νερού. Η παροχή αυτή, εάν το σύστημα αυτοματισμού προβλέπει ρύθμιση της παροχής του νερού με τριόδες βαλβίδες, ή καθόλου ρύθμιση, ισούται με το άθροισμα των επί μέρους παροχών όλων των κλιματιστικών μονάδων (κεντρικών ή τοπικών) της εγκατάστασης (Συνηθέστερη περίπτωση).

Στην περίπτωση όμως που το σύστημα αυτοματισμού προβλέπει ρύθμιση της παροχής του νερού με δύοδες βαλβίδες προοδευτικής λειτουργίας, τότε η συνολική παροχή του ψυχρού νερού θα είναι μικρότερη του αθροίσματος των επί μέρους παροχών και θα πρέπει να υπολογιστεί με βάση τις απαιτήσεις κάθε μονάδας την ώρα που παρουσιάζεται το συνολικό φορτίο αιχμής (BLOCK LOAD) της εγκατάστασης.

γ) Διαφορά θερμοκρασίας (πτώση θερμοκρασίας) εισόδου - εξόδου του ψυχρού νερού στον ψύκτη. Η διαφορά αυτή ισούται με:

$$\Delta T(^{\circ}\text{C}) = \frac{\text{CL (KW)}}{4.19 \text{ Q(L/S)}}$$

$$\Delta T(^{\circ}\text{F}) = \frac{\text{CL (TONS)} \times 24}{\text{Q (GPM)}}$$

$$\Delta T(^{\circ}\text{C}) = \frac{\text{CL (kcal/h)}}{1000 \text{ Q(m}^3\text{/h)}}$$

όπου:

ΔT : Διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου ψυχρού νερού στον ψύκτη

CL: Συνολικό ψυκτικό φορτίο

Q: Συνολική παροχή ψυχρού νερού

Είναι προφανές από τις παραπάνω σχέσεις ότι αρκεί η γνώση οποιονδήποτε δύο από τα μεγέθη α), β) και γ) για να υπολογιστεί το τρίτο.

δ) Θερμοκρασία εξόδου ψυχρού νερού από τον ψύκτη. Η θερμοκρασία αυτή καθορίζεται με βάση τη θερμοκρασία εισόδου του ψυχρού νερού που απαιτείται στα διάφορα ψυκτικά στοιχεία των κλιματιστικών μονάδων της εγκατάστασης Συνήθως, και εφόσον δεν υπάρχουν άλλες απαιτήσεις ή περιορισμοί, η θερμοκρασία αυτή λαμβάνεται ίση με 6 ή 7°C. Σημειώνεται πάντως ότι σε κάθε περίπτωση η θερμοκρασία αυτή πρέπει να είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία δρόσου όλων των κλιματιστικών μονάδων της εγκατάστασης. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστο 2,8°C.

ε) θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξης στον συμπυκνωτή. Η θερμοκρασία αυτή καθορίζεται από την πηγή του νερού ψύξης. Έτσι για ανοικτά κυκλώματα ψύξης, με υπόγεια νερά ή νερά ποταμών λιμνών κλπ., ως θερμοκρασία εισόδου λαμβάνεται η μέγιστη θερμοκρασία των νερών αυτών κατά τους θερινούς μήνες, ενώ στα κλειστά κυκλώματα ψύξης, με πύργο ψύξης, η θερμοκρασία εισόδου συνήθως λαμβάνεται μικρότερη ή ίση με $(29,5^{\circ}\text{C})$. Σημειώνεται ότι για τη θερμοκρασία αυτή ισχύουν οι παρακάτω δύο περιορισμοί:

- Πρέπει να βρίσκεται μέσα στα όρια που δίνουν οι διάφοροι κατασκευαστές ψυκτών συνήθως μεταξύ $(23,5^{\circ}\text{C}$ και $35,5^{\circ}\text{C})$.
- Πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική θερμοκρασία θερμού υγρού θερμομέτρου που καθορίζουν οι συνθήκες υπολογισμού κάθε περιοχής. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστο (4°C) .

στ) Διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου νερού ψύξης στο συμπυκνωτή. Η διαφορά αυτή συνήθως λαμβάνεται ίση με $5,5^{\circ}\text{C}$. Σημειώνεται ότι η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τέτοια ώστε η θερμοκρασία εξόδου του νερού από το συμπυκνωτή να μην υπερβαίνει τα όρια που δίνουν οι κατασκευαστές ψυκτών τα οποία συνήθως είναι: $40,6^{\circ}\text{C}$ για συνήθεις ψύκτες και 45°C μέχρι 52°C για ψύκτες με βοηθητικό συμπυκνωτή για ανάκτηση της θερμότητας.

Γενικά επειδή η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού ψύξης στο συμπυκνωτή έχει πολύ μεγάλη επίδραση στο μέγεθος της εγκατάστασης του νερού ψύξης (πύργος ψύξης, αντλίες, σωληνώσεις) θα πρέπει σε κάθε μεγάλη εγκατάσταση να γίνεται κατάλληλη διερεύνηση του θέματος ώστε να επιλέγεται η διαφορά θερμοκρασίας που οδηγεί στην πιο οικονομική λύση του συστήματος ψύκτης-πύργος ψύξης.

ζ) Παροχή νερού ψύξης συμπυκνωτή. Η παροχή αυτή ισούται με:

$$Q(\text{L/sec}) = \frac{0.298 \text{ CL(KW)}}{\Delta T_{\Sigma} (^{\circ}\text{C})}$$

$$Q(\text{GPM}) = \frac{\text{CL(TONS)} \times 30}{\Delta T_{\Sigma} (\text{F})}$$

$$Q_{\varepsilon}(\text{m}^3/\text{h}) = \frac{\text{CL kcal/h}}{800 \Delta T_{\varepsilon} (^{\circ}\text{C})}$$

όπου:

Q_{ε} : Παροχή νερού ψύξης συμπυκνωτή.

CL: Συνολικό ψυκτικό φορτίο.

ΔT_{ε} : Διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου νερού ψύξης στο συμπυκνωτή.

Μετά την επιλογή του μεγέθους του ψύκτη, θα πρέπει να καθορίζονται και τα παρακάτω πρόσθετα στοιχεία που δίδονται στους πίνακες των κατασκευαστών:

- Η πτώση πίεσης στον εξατμιστή.
- Η πτώση πίεσης στο συμπυκνωτή.
- Η συνολική απορροφημένη ηλεκτρική ισχύς.
- Ο αριθμός, το μέγεθος και τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των κινητήρων των συμπιεστών.
- Οι διαστάσεις του συγκροτήματος.
- Το βάρος του συγκροτήματος.

- Η στάθμη του παραγόμενου θορύβου.

Β. Αερόψυκτοι ψύκτες. Η αξιολόγηση του μεγέθους ενός αερόψυκτου ψύκτη γίνεται από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση τα δεδομένα α), β), γ) και η) που αναφέρονται προηγουμένως και τη θερμοκρασία εισόδου του αέρα στο συμπυκνωτή. Η θερμοκρασία αυτή ισούται με την εξωτερική θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου που καθορίζουν οι συνθήκες υπολογισμού κάθε περιοχής. Μετά θα πρέπει να καθορίζονται και τα εξής επιπρόσθετα στοιχεία:

- Η πτώση πίεσης στον εξατμιστή.
- 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 συγκροτήματος. Το βάρος του συγκροτήματος.
- Η στάθμη του παραγόμενου θορύβου.

Γ. Ψύκτες απορρόφησης. Η αξιολόγηση του μεγέθους ενός ψύκτη με απορρόφηση γίνεται επίσης από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση τα δεδομένα α) μέχρι θ) που αναφέρθηκαν με τις εξής διαφοροποιήσεις και τα παρακάτω επιπρόσθετα στοιχεία:

- α) Η θερμοκρασία εισόδου του νερού ψύξης στο συμπυκνωτή πρέπει να διατηρείται πάντοτε στους 29,5°C, γιατί οι ψύκτες με απορρόφηση είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στις μεταβολές της θερμοκρασίας αυτής εισόδου του νερού ψύξης.
- β) Η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού ψύξης στο συμπυκνωτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5,5°C. Ανέρχεται συνήθως σε 8,9-10°C και θα πρέπει να επιλέγεται κάθε φορά η διαφορά αυτή που οδηγεί στην πιο οικονομική λύση του συστήματος ψύκτη-πύργου ψύξης.
- γ) Τα επιπρόσθετα στοιχεία που απαιτούνται είναι:
 - Διαθέσιμη πίεση ατμού, ή θερμοκρασία ζεστού νερού, στην είσοδο του ψύκτη.
 - Συντελεστής ρύπανσης απορροφητή.

Μετά θα πρέπει να καθορίζονται και τα παρακάτω πρόσθετα στοιχεία που δίδονται στους πίνακες των κατασκευαστών:

- Η κατανάλωση ατμού, ή η παροχή ζεστού νερού.
- Η πτώση πίεσης στον εξατμιστή.
- Η πτώση πίεσης στο συμπυκνωτή.
- Ο αριθμός και η ηλεκτρική ισχύς των αντλιών του διαλύματος και του ψυκτικού μέσου.
- Οι διαστάσεις του συγκροτήματος.
- Το βάρος του συγκροτήματος.
- Η στάθμη του παραγόμενου θορύβου.

1.2.3.8. Πύργοι ψύξης

1.2.3.8.1. Αξιολόγηση του μεγέθους

Η αξιολόγηση του μεγέθους του πύργου ψύξης πρέπει να γίνεται σε συνδυασμό με τον αντίστοιχο υδρόψυκτο ψύκτη και να επιδιώκεται πάντοτε η πιο οικονομική λύση του συστήματος ψύξης πύργος ψύξης. Το μέγεθος ενός πύργου ψύξης εξαρτάται:

- α) Από την παροχή νερού που πρέπει να ψυχθεί.
- β) Τη θερμοκρασία εισόδου-εξόδου νερού στον πύργο ψύξης.

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

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

Σχετικά με τον καθορισμό της θερμοκρασίας εισόδου του αέρα στον πύργο ψύξης, θα πρέπει να διερευνώνται οι εξής παράγοντες:

α) Η πιθανότητα εισόδου, στον πύργο ψύξης, αέρα με μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτήν του περιβάλλοντος, είτε από άλλους πύργους ψύξης, είτε από διάφορα στόμια απόρριψης αέρα.

β) Οι ειδικές απαιτήσεις του φορτίου κλιματισμού.

Έτσι για περιπτώσεις ειδικών κλιματισμών, που οι εσωτερικές συνθήκες πρέπει να παραμένουν απόλυτα σταθερές, ως θερμοκρασία εισόδου του αέρα στον πύργο ψύξης λαμβάνεται η μέγιστη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου και όχι αυτή που καθορίζεται από τις συνθήκες υπολογισμών που λαμβάνεται συνήθως σε περιπτώσεις κλιματισμού άνεσης.

Μετά την επιλογή του μεγέθους του πύργου ψύξης, καθορίζονται και τα εξής επιπρόσθετα στοιχεία:

- Η πτώση πίεσης στα ακροφύσια.
- Ο αριθμός, το μέγεθος και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των κινητήρων των ανεμιστήρων.
- Οι διαστάσεις του συγκροτήματος.
- Το βάρος του συγκροτήματος.
- Η στάθμη του παραγόμενου θορύβου.

1.2.4. Καταγραφή του επιμέρους εξοπλισμού που αποτελεί ένα σύστημα κλιματισμού

Για την αξιολόγηση της λειτουργίας μιας εγκατάστασης ψύξης/θέρμανσης είναι απαραίτητο να γίνει καταγραφή των στοιχείων λειτουργίας και τα καταγραμμένα στοιχεία να συγκριθούν με αποδεκτές παραμέτρους απόδοσης που έχουν τεθεί βάσει επίσης των υπολογισμών της αρχικής μελέτης. Εάν δεν υπάρχει μελέτη είναι απαραίτητο να γίνει υπολογισμός απωλειών.

Είναι απαραίτητο να γίνει μία σειρά μετρήσεων και επιθεωρήσεων του συστήματος θέρμανσης/ψύξης που ήδη λειτουργεί και να βρεθούν εάν υπάρχουν λάθη στην εγκατάσταση, σχεδιασμό και εφαρμογή του συστήματος θέρμανσης/κλιματισμού σε σχέση με τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου κτηρίου. Η επιθεώρηση επίσης μπορεί να αποκαλύψει λειτουργικές διαδικασίες ή διαδικασίες συντήρησης που είναι απαραίτητο να αλλάξουν ώστε η εγκατάσταση να λειτουργήσει στη μέγιστη απόδοση. Είναι σημαντικό οι πληροφορίες που θα αποκτηθούν από την επιθεώρηση να είναι ακριβείς και σε πραγματικές λειτουργικές συνθήκες.

Αξίζει εδώ να αναφερθεί η σοβαρότητα της επιθεώρησης και της ακρίβειας των μετρήσεων. Σε πολλές περιπτώσεις σημαντικά κεφάλαια θα δαπανηθούν για αλλαγή ενεργοβόρου εξοπλισμού ώστε το συγκεκριμένο κτήριο να αποκτήσει την ενεργειακή του ταυτότητα.

Στην αρχική επιθεώρηση μιας εγκατάστασης κλιματισμού είναι απαραίτητο να γίνει μια λεπτομερής καταγραφή όλου του εξοπλισμού, καθώς επίσης και καταγραφή των λειτουργικών δεδομένων. Λειτουργικές ανωμαλίες εάν υπάρχουν θα βρεθούν μετά από λεπτομερή έλεγχο της λειτουργίας.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πληροφορίες που απαιτούνται να συλλεχθούν κατά την επιθεώρηση μιας εγκατάστασης κλιματισμού:

Αεραγωγοί

- Παροχή αέρα σε όλους τούς κλάδους.
- Πτώση πίεσης στο μακρύτερο κλάδο στους αεραγωγούς παροχής και επιστροφής.
- Υλικό κατασκευής αεραγωγού.
- Τύπος κατασκευής αεραγωγού (παραλληλόγραμμος, στρογγυλός, οβάλ, κ.ά.).
- Τύπος μόνωσης.
- Τύπος στομίων διανομής αέρα.
- Τυχόν ύπαρξη τερματικών μονάδων (μονάδες μεταβλητού όγκου, μονάδες ανεμιστήρας στοιχείου, κ.ά.).

Ανεμιστήρες

- Κατασκευαστής, τύπος, διάταξη
- Περιστροφή, μετάδοση κίνησης, ταχύτητα περιστροφής
- Λειτουργική κατάσταση (ευθυγράμμιση, καθαριότητα)
- Εφαρμογή (παροχή, επιστροφή, απόρριψη)

Κινητήρες

- Τύπος, στροφές, FLA, LRA
- Μέτρηση τάσης, έντασης, σε λειτουργικές συνθήκες
- Εφαρμογή (ανεμιστήρας, αντλία, κ.ά.)

Μονάδες Παραγωγής Ψύξης (Μονάδες Απευθείας Εκτόνωσης, Αερόψυκτοι Συμπυκνωτές)

- Κατασκευαστής, τύπος συμπιεστού/ών, αποφόρτιση σε μερικό φορτίο
- Τάση, FLA, LRA,

- Ψυκτικό μέσο
- Λειτουργικές πιέσεις και θερμοκρασίες αναρρόφησης και κατάθλιψης ψυκτικού.
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος & καταγραφή της ώρας του ελέγχου
- Κατάσταση συμπυκνωτή (καθαρός, κ.ά.)
- Τύπος συμπυκνωτή (αερόψυκτος, εξατμιστικός)
- Μέτρηση ηλεκτρικής τάσης και έντασης κατά την λειτουργία

Πύργος Ψύξης

- Θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου του αέρα (Ξηρός βολβός, υγρός βολβός)
- Θερμοκρασία εισόδου/εξόδου νερού συμπύκνωσης
- Κατάσταση λεκάνης συγκέντρωσης νερού συμπύκνωσης
- Κατάσταση πλωτήρα πρόσθεσης νερού

Μονάδες Ανεμιστήρας Στοιχείου (Fan Coil Units) νερού ή απευθείας εκτόνωσης

- Καταγραφή πληροφοριών όπως στους κινητήρες και ανεμιστήρες
- Τύπος ψυκτικού στοιχείου
- Παροχή αέρα
- Θερμοκρασίες εισόδου, εξόδου και φρέσκου αέρα (εάν υπάρχουν)
- Τύπος φίλτρων
- Κατάσταση μονάδος και διαφραγμάτων ρύθμισης αέρα (εάν υπάρχουν)
- Εξωτερική στατική πίεση (μονάδες με αεραγωγούς)

Ψυκτικά/Θερμαντικά στοιχεία

- Διαστάσεις
- Παροχή αέρα
- Μετωπική ταχύτητα αέρα στο στοιχείο
- Θερμοκρασίες εισόδου/εξόδου αέρα
- Θερμοκρασίες εισόδου/εξόδου νερού (στοιχεία νερού)
- Θερμοκρασία εξατμισμού (στοιχείο απευθείας εκτόνωσης)
- Πτώση πίεσης αέρα στο στοιχείο
- Πτώση πίεσης νερού στο στοιχείο
- Αριθμός και μέγεθος εκτονωτικών βαλβίδων – στοιχείο απευθείας εκτόνωσης

Στόμια προσαγωγής/επιστροφής αέρα

- Κατασκευαστής τύπος/μέγεθος
- Παροχή αέρα
- Πρότυπο ροής αέρα
- Ύψος οροφής

Μονάδες μεταβλητής παροχής

- Κατασκευαστής
- Παροχή αέρα
- Στατική πίεση εισόδου/εξόδου
- Τύπος ελέγχου θερμοκρασίας

Εναλλάκτες εξοικονόμησης ενέργειας

- Τύπος εναλλάκτη, κατασκευαστής
- Θερμοκρασίες εισόδου/εξόδου κρύου αέρα
- Θερμοκρασίες εισόδου/εξόδου αέρα απόρριψης

Σωληνώσεις

- Σωστός σχεδιασμός πρωτευόντων/δευτερευόντων κυκλωμάτων
- Ύπαρξη και σωστή εγκατάσταση εξαεριστικών, βαλβίδων απομόνωσης, μετρητών ροής, ρυθμιστικών βαλβίδων, κλπ.
- Θέση δοχείων διαστολής και δοχείων αδράνειας.
- Κατάσταση μόνωσης σωληνώσεων/εξαρτημάτων.

Αντλίες

- Στοιχεία ηλεκτροκινητήρων και προδιαγραφές συνθηκών λειτουργίας.
- Ευθυγράμμιση αντλίας/κινητήρα.
- Έλεγχος ταχύτητας και φοράς περιστροφής
- Λειτουργία της αντλίας σε κλειστή θέση (shut off test), καταγραφή των μετρήσεων, ρύθμιση του νεκρού σημείου.
- Κατασκευαστής & λειτουργικά στοιχεία (καμπύλες λειτουργίας)

Ψυκτικά Συγκροτήματα – Ψυκτικός Κύκλος Συμπίεσης

- Κατασκευαστής, Τύπος, Ονομαστική Ψυκτική απόδοση.
- Στοιχεία εναλλακτών (εξαμιστής/συμπυκνωτής)
- Πτώση πίεσης στους εναλλάκτες.
- Τρόπος ελέγχου ψυκτικής απόδοσης
- Σημεία ρύθμισης (set points) λειτουργίας της μονάδας
- Στοιχεία συμπιεστών (τύπος, τάση, ένταση, στροφές κλπ)
- Θερμοκρασίες/πίεσεις αναρρόφησης & συμπύκνωσης
- Σημείο ρύθμισης υπερπίεσης
- Μέγεθος αντιστάσεων στροφαλοθαλάμου
- Τύπος ψυκτικού μέσου

Ψυκτικά Συγκροτήματα – Ψυκτικός Κύκλος Απορρόφησης

- Κατασκευαστής, Τύπος, Ονομαστική Ψυκτική απόδοση.
- Στοιχεία εναλλακτών (εξαμιστής / συμπυκνωτής, απορροφητής, γεννήτρια)
- Πτώση πίεσης στους εναλλάκτες.
- Τρόπος ελέγχου ψυκτικής απόδοσης
- Σημεία ρύθμισης (set points) λειτουργίας της μονάδας
- Στοιχεία ατμού/ζεστού νερού στην γεννήτρια (θερμοκρασίες, πιέσεις κλπ)
- Στοιχεία καυστήρα, ρύθμιση (συγκροτήματα απευθείας καύσης)
- Έλεγχος αντλιών διαλύματος βρωμιούχου λιθίου
- Έλεγχος κατάστασης διαλύματος
- Έλεγχος προσθέτων (inhibitors) στο διάλυμα βρωμιούχου λιθίου

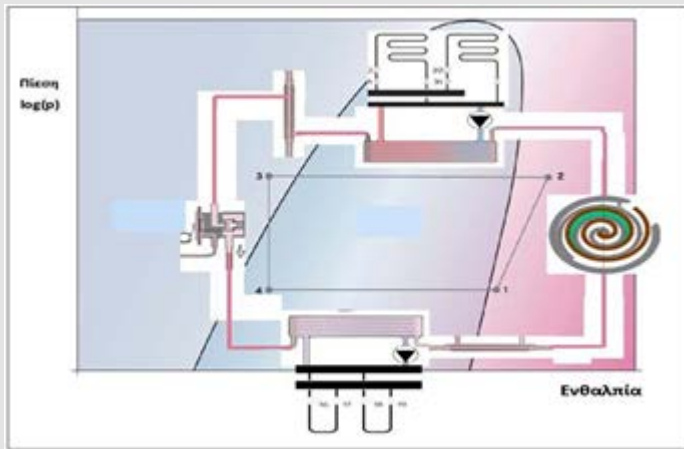
Πύργοι ψύξης

- Κατασκευαστής/μέγεθος
- Στοιχεία ηλεκτροκινητήρων ανεμιστήρων
- Κατάσταση εναλλακτών εναλλαγής θερμότητας
- Καταγραφή θερμοκρασιών λειτουργίας (θερμοκρασίες εισόδου/εξόδου αέρα ξηρού/υγρού βολβού, θερμοκρασία εισόδου/εξόδου νερού συμπύκνωσης)
- Κατάσταση πλωτήρα συμπλήρωσης νερού
- Κατάσταση βαλβίδας υπερχείλισης
- Στοιχεία αντλίας κυκλοφορίας νερού συμπύκνωσης
- Με την αντλία σε θέση OFF, έλεγχος τής στατικής πίεσης στην είσοδο της αντλίας (έλεγχος θετικού μανομετρικού αναρρόφησης και σύγκριση με τα στοιχεία του κατασκευαστή για την αποφυγή σπηλαίωσης)
- Έλεγχος λειτουργίας ελεγκτού χαμηλής θερμοκρασίας νερού συμπύκνωσης εάν υπάρχει.
- Έλεγχος ακροφυσίων ψεκασμού

Συμπυκνωτές (αερόψυκτοι/εξατμιστικοί)

- Κατασκευαστής/μέγεθος
- Θερμοκρασίες περιβάλλοντος λειτουργίας είσοδος/ έξοδος αέρα
- Στοιχεία κινητήρων ανεμιστήρων αντλιών
- Ψυκτικό μέσο

Στο σχήμα 1.3.2 παρουσιάζονται οι αλλαγές των φάσεων του ψυκτικού ρευστού (υγρό, ατμός) που παρατηρείται κατά τη ροή του ψυκτικού ρευστού μέσα από τα εξαρτήματα της ψυκτικής μηχανής.



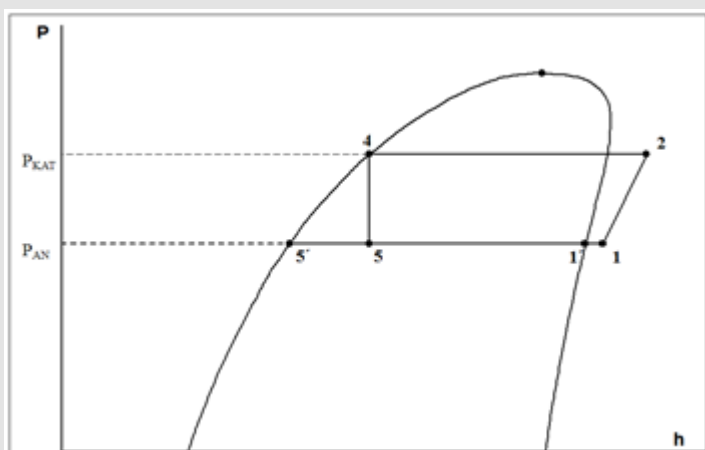
Σχήμα 1.3.2. Σχηματικό διάγραμμα P-h

Οι αλλαγές αυτές των φάσεων του ψυκτικού είναι απαραίτητες για τη λειτουργία της ψυκτικής μηχανής και έχουν ως αντικειμενικό σκοπό τη μεταφορά θερμότητας (αφαίρεση θερμότητας) από ένα χώρο χαμηλής θερμοκρασίας (ψυκτικός θάλαμος ή κλιματιζόμενος χώρος) και την απόρριψή της σε ένα χώρο υψηλής θερμοκρασίας (περιβάλλον). Η ροή αυτή θερμότητας δεν μπορεί να γίνει μόνη της, εφόσον επιθυμούμε να γίνει από ένα χώρο χαμηλής θερμοκρασίας προς ένα χώρο υψηλής.

Μπορεί όμως να γίνει με τη δαπάνη έργου (έργο συμπίεσης) και τη βοήθεια ενός ρευστού (ψυκτικό ρευστό) κατά τις φάσεις λειτουργίας του θερμοδυναμικού κύκλου ψύξεως (ψυκτικός κύκλος).

Οι φάσεις λειτουργίας του κύκλου ψύξεως με συμπίεση ατμών, μπορούν να παρουσιασθούν γραφικά πάνω στο διάγραμμα πίεσης-ενθαλπίας P-h (διάγραμμα Mollier, σχήμα 1.3.3). Μ' αυτό τον τρόπο έχουμε συνοπτική αλλά και απλοποιημένη τη διαδικασία του ψυκτικού κύκλου. Η ακρίβεια αυτών των διαγραμμάτων μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογών γι' αυτό και η χρήση τους είναι πάρα πολύ διαδομένη.

Οι αλλαγές των φάσεων του ψυκτικού ρευστού φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 1.3.3. Απεικόνιση κύκλου ψύξης. Διάγραμμα Mollier

Η φάση της πτώσης πίεσης του ψυκτικού υγρού συμβαίνει στην εκτονωτική βαλβίδα. Στο διάγραμμα P-h παρουσιάζεται με τη γραμμή 4-5. Στη φάση αυτή έχουμε πτώση της υψηλής πίεσης (PKAT-πίεση συμπύκνωσης) στην πίεση χαμηλής (PAN-πίεση ατμοποίησης), ενώ η ενθαλπία παραμένει σχεδόν σταθερή:

$$h_4 = h_5$$

Κατόπιν ακολουθεί η φάση της εξάτμισης(ατμοποίησης) του ψυκτικού ρευστού. Η φάση αυτή συμβαίνει στον εξατμιστή και παρουσιάζεται στο διάγραμμα P-h με το τμήμα 5-1'.

Κατά την εξάτμιση η πίεση P και η θερμοκρασία T παραμένουν σταθερές, ενώ το ψυκτικό ρευστό απορροφά κατά την εξάτμισή του ένα ποσό θερμότητας ίσο με:

$$h_a = h_{1'} - h_5$$

Όταν το ψυκτικό (ατμός) φτάνει στη βαλβίδα εισαγωγής του συμπιεστή 1, έχει παραλάβει ένα επιπρόσθετο ποσό θερμότητας, και η θερμοκρασία του είναι κατά κανόνα μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία κορεσμού T_a για την πίεση που επικρατεί στον εξατμιστή P_a. Η φάση αυτή του κύκλου ψύξεως ονομάζεται υπερθέρμανση του ψυκτικού ρευστού (ατμού) και παρουσιάζεται στο διάγραμμα με τη γραμμή 1'-1

Η θερμότητα που προστέθηκε κατά την υπερθέρμανση βρίσκεται αν από την h_1 αφαιρέσουμε την $h_{1'}$:

$$h_{ΥΠΕΡΘ} = h_1 - h_{1'}$$

Η φάση της συμπίεσης παρουσιάζεται στο διάγραμμα P-h με την καμπύλη 1-2.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα κατά τη συμπίεση έχουμε προσθήκη θερμότητας και η θερμοκρασία του υπέρθερμου ατμού του ψυκτικού αυξάνεται ακόμη περισσότερο. Στο σημείο 2 του διαγράμματος παρατηρείται η μεγίστη θερμοκρασία του ψυκτικού κύκλου. Η ενέργεια που απαιτείται για τη συμπίεση βρίσκεται αν αφαιρέσουμε από την h_2 την h_1 :

$$h_{\sigma\upsilon\mu} = h_2 - h_1$$

Η φάση της συμπίεσης μπορεί να θεωρηθεί αδιαβατική. Δηλαδή κατά τη συμπίεση θεωρούμε ότι δε γίνεται εναλλαγή θερμότητας μεταξύ ψυκτικού ρευστού και περιβάλλοντος. Έτσι η μεταβολή 1-2 παρακολουθεί την ισεντροπική καμπύλη του διαγράμματος Mollier.

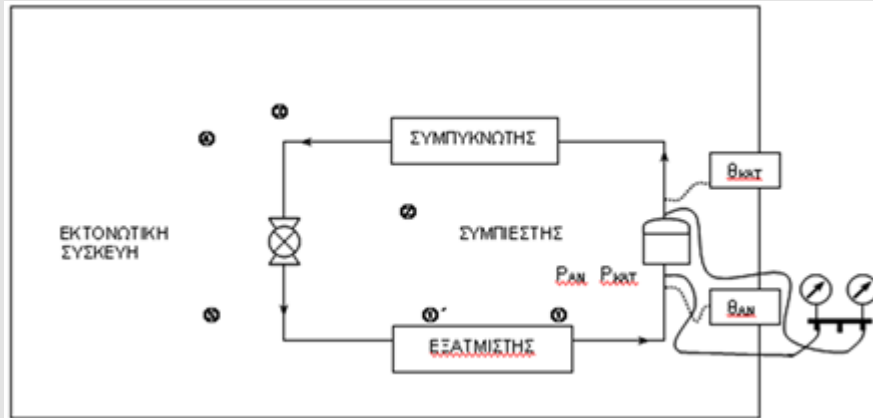
Στη συνέχεια ο συμπυκνωτής αφαιρεί συνεχώς θερμότητα μέχρις ότου ο ατμός (σημείο 2) γίνει κορεσμένο υγρό (σημείο 4). Η φάση 2-4 είναι η φάση της συμπύκνωσης (το σημείο 4 είναι δυνατόν να ευρίσκεται και αριστερά της καμπύλης στην κατάσταση του υγρού και τότε ονομάζεται υπόψυκτο υγρό και η διαδικασία υπόψυξη). Το ποσό της θερμότητας που απορρίπτεται κατά τη φάση 2-4, βρίσκεται αν από την h_2 αφαιρέσουμε την h_4 :

$$h_{\sigma\upsilon\mu} = h_2 - h_4$$

Κατά τη φάση της συμπύκνωσης η πίεση συμπύκνωσης P_σ και η αντίστοιχη θερμοκρασία κορεσμού T_σ παραμένουν σταθερές.

Οι φάσεις που προαναφέρθηκαν επαναλαμβάνονται συνεχώς, με αποτέλεσμα την απόρριψη θερμότητας από το χώρο που θέλουμε να ψύξουμε και τη διατήρηση σ' αυτόν της επιθυμητής χαμηλής θερμοκρασίας.

Όπως μπορεί κανείς να διακρίνει από τη μελέτη του διαγράμματος P-h, τα ποσά της θερμότητας που αφαιρούνται ή προστίθενται σε κάθε φάση δεν είναι σταθερά αλλά εξαρτώνται από τις συνθήκες πίεσης-θερμοκρασίας κάτω από τις οποίες λαμβάνουν χώρα οι διάφορες φάσεις.



Σχήμα 1.3.4. Αλλαγές φάσεων ψυκτικού ρευστού.

Όπου απαιτούνται μετρήσεις μπορούν να γίνουν ακολουθώντας τη μεθοδολογία που ακολουθεί:

Σύνδεση της κάσας μανομέτρων με την ψυκτική μονάδα. Τοποθέτηση των θερμομέτρων στις θέσεις 1 και 2 του ψυκτικού κύκλου, με σκοπό να μετρηθούν οι θερμοκρασίες αναρρόφησης θ_{AN} και κατάθλιψης (Hot gas) θ_{KAT} .



Φροντίζουμε να παίρνουμε ακριβή ένδειξη των θερμοκρασιών. π.χ. αν έχουμε θερμομέτρα τριχοειδούς σωλήνα με βολβό, πρέπει να καθαρίζεται καλά η περιοχή που θα τοποθετηθούν οι βολβοί.

Λειτουργία της μονάδας για 15 min τουλάχιστον και καταγραφή των ενδείξεων των μανομέτρων και των θερμομέτρων.



Μετατροπή τις μανομετρικών πιέσεων σε απόλυτες (προσθέτοντας περίπου 1 bar ή 0,1 Mpa ή 1 atm) και συμπλήρωση τον πίνακα Α.

Χάραξη του ψυκτικού κύκλου στο διάγραμμα P-h του ψυκτικού μέσου της μονάδας (σχήμα 1.3.5), με βάση τις μετρήσεις πίεσης και θερμοκρασίας (θεωρούμε την εκτόνωση ισενθαλπική). Το σημείο 1' αντιπροσωπεύει κορεσμένο ατμό και βρίσκεται πάνω στην δεξιά καμπύλη της «καμπάνας». Από το διάγραμμα λαμβάνουμε τις υπόλοιπες θερμοκρασίες που αναφέρονται στον πίνακα Β. και τις καταγράφουμε.

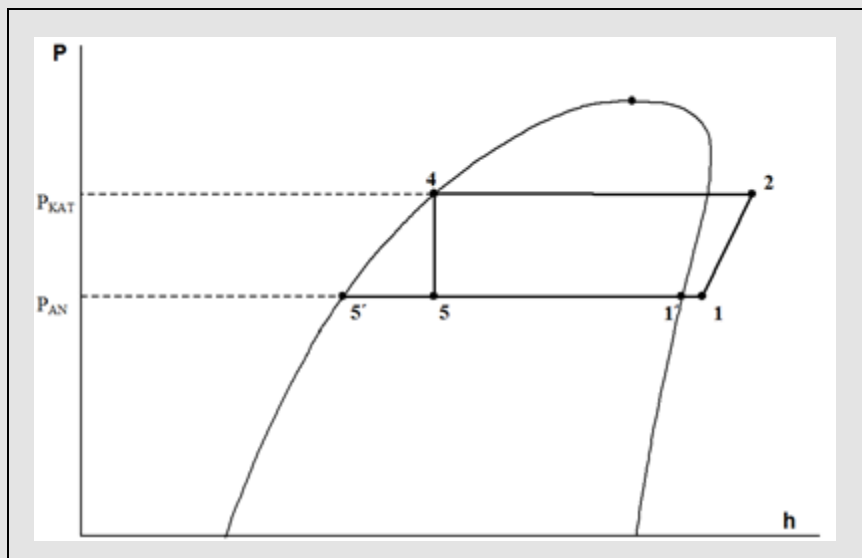
Υπολογισμός της υπερθέρμανσης ($\theta_{AN}-\theta_E$) και του λόγου συμπίεσης P_{KAT}/P_{AN} . Καταγραφή των αποτελεσμάτων στον Πίνακα Β.

Το σημείο 5' αντιπροσωπεύει κορεσμένο υγρό χαμηλής πίεσης. και βρίσκεται πάνω στην αριστερή καμπύλη της «καμπάνας».

Με βάση τις ενθαλπίες, υπολογίζουμε :

- Τη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης $h_1 - h_5$,

- Το ψυκτικό αποτέλεσμα $h_1 - h_5$,
- Την ενέργεια συμπίεσης $h_2 - h_1$
- Τη θερμότητα συμπίκνωσης $h_2 - h_4$
- Το συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας



Σχήμα 1.3.5. Απεικόνιση κύκλου ψύξης

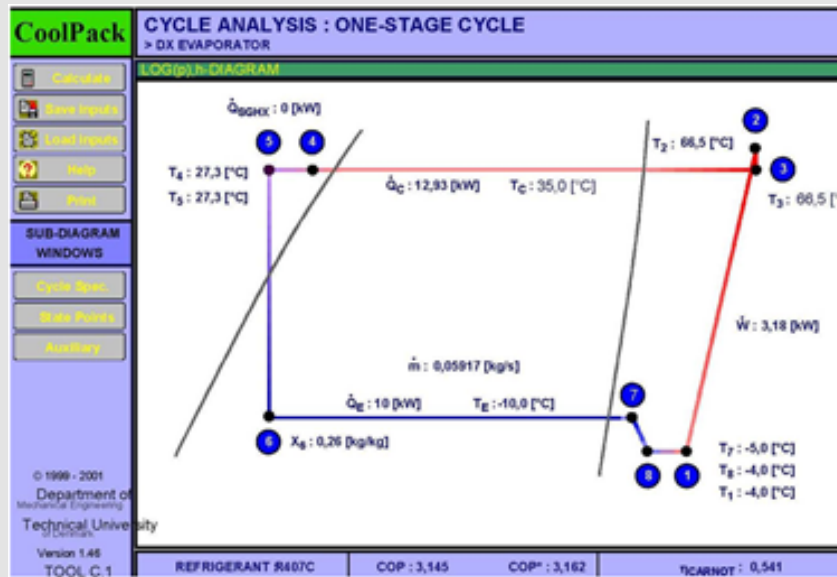
Πίνακας Α.

Δεδομένα ή μετρούμενα μεγέθη	Τιμή μονάδας μέτρησης	Έλεγχος
Θερμοκρασία αναρρόφησης θ_{AN} (Σημείο 1)		
Χαμηλή πίεση P_{AN} (απόλυτη)		
Θερμοκρασία εκφόρτισης θ_{KAT} (Σημείο 2)		
Υψηλή πίεση P_{KAT} (απόλυτη)		

Πίνακας Β.

Υπολογιζόμενα μεγέθη ή Από ανάγνωση (πινάκων / διαγραμμάτων)	Τιμή μονάδας μέτρησης	Έλεγχος
Θερμοκρασία συμπίκνωσης θ_{Σ} (Σημείο 3-4)		
Θερμοκρασία εξάτμισης θ_E (Σημείο 1')		
Υπερθέρμανση		
Λόγος συμπίεσης		
Ενθαλπία στο σημείο 1'		
Ενθαλπία στο σημείο 1		
Ενθαλπία στο σημείο 2		
Ενθαλπία στο σημείο 3		
Ενθαλπία στο σημείο 4-5		
Ενθαλπία στο σημείο 5'		
Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης		
Ψυκτικό αποτέλεσμα		
Θερμότητα συμπίεσης (έργο)		
Θερμότητα συμπίκνωσης		
Συντελεστής συμπεριφοράς (COP)		

Τα παραπάνω μπορούν να επαληθευθούν και με τη χρήση κάποιου υπολογιστικού προγράμματος, όπως για παράδειγμα, το λογισμικό coolpack (σχήμα 1.3.6).



Σχήμα 1.3.6. Λογισμικό COOLPACK www.et.dtu.dk/coolpack.

1.3.2. Εκτίμηση της ισχύος, σε ψυκτική μονάδα με μηχανική συμπίεση ατμών.

Σκοπός είναι η χάραξη του ψυκτικού κύκλου σε διάγραμμα P-h, για μια ψυκτική μονάδα, με βάση ορισμένα λειτουργικά δεδομένα που μπορεί να μετρήσει ο ενεργειακός επιθεωρητής, με στόχο:

- την εκτίμηση της παροχής του κυκλοφορούντος ρευστού από την ψυκτική ικανότητα μιας ψυκτικής μονάδας.
- την εκτίμηση της ισχύς συμπίεσης και της θερμικής ισχύος που αφαιρείται από το συμπυκνωτή (ικανότητα συμπυκνωτή) όπως και το συντελεστή συμπεριφοράς (COP).
- τον μεταβολή της ισχύς συμπίεσης, της ισχύς (ικανότητα) του συμπυκνωτή και του συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία συμπύκνωσης.

Ατμοποίηση ενός υγρού είναι η μεταβολή του σε ατμό. Η ατμοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους. α) Με τη διαδικασία της εξάτμισης. β) Με τη διαδικασία του βρασμού. Η ατμοποίηση των υγρών με τη διαδικασία της εξάτμισης, γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνειά τους και μπορεί να συμβεί σε οποιαδήποτε θερμοκρασία που είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία κορεσμού. Η ατμοποίηση του νερού στις λίμνες, στις θάλασσες κλπ. πραγματοποιείται με τη διαδικασία της εξάτμισης.

Αντίθετα, η ατμοποίηση ενός υγρού με τη διαδικασία του βρασμού, πραγματοποιείται με την προσθήκη θερμότητας και συμβαίνει όχι μόνο στην ελεύθερη επιφάνειά του, αλλά και σ' ολόκληρη τη μάζα του. Πραγματοποιείται δε μόνο στη θερμοκρασία κορεσμού του υγρού (θερμοκρασία βρασμού).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κατά τη φάση της ατμοποίησης του κύκλου ψύξεως με συμπίεση ατμών, έχουμε βρασμό και όχι εξάτμιση όπως συνηθίζουμε να τη λέμε.

Η θερμοκρασία στην οποία συμβαίνει το φαινόμενο του βρασμού λέγεται θερμοκρασία βρασμού και παραμένει ίδια (σταθερή) σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου. Η θερμοκρασία βρασμού ενός

υγρού, εξαρτάται από την εφαρμοζόμενη πίεση στην επιφάνειά του. Όσο αυξάνεται η πίεση, αυξάνεται και η θερμοκρασία βρασμού και αντίστροφα.

Η λανθάνουσα θερμότητα δίνεται από το διάγραμμα Mollier ή από τους πίνακες των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών των ψυκτικών ρευστών.

Καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα, ονομάζουμε το ποσό της θερμότητας που πραγματικά αφαιρείται από τον ψυχόμενο χώρο κατά την ατμοποίηση ψυκτικού υγρού. Το ΚΨΑ βρίσκεται αν αφαιρέσουμε από την ενθαλπία του ψυκτικού αερίου, όταν αυτό εξέρχεται από τον εξατμιστή, την ενθαλπία που είχε κατά την είσοδό του στον εξατμιστή. Δηλαδή: $K\Psi A = h_F - h_B$

Το βάρος του ψυκτικού ρευστού (ΒΚΨ) που θα κυκλοφορεί στην ψυκτική μονάδα, εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Από την ισχύ της ψυκτικής μονάδας.
- Από το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα (ΚΨΑ).
- Από το είδος του ψυκτικού ρευστού της μονάδας (R12, R22, R407, κ.ά.).

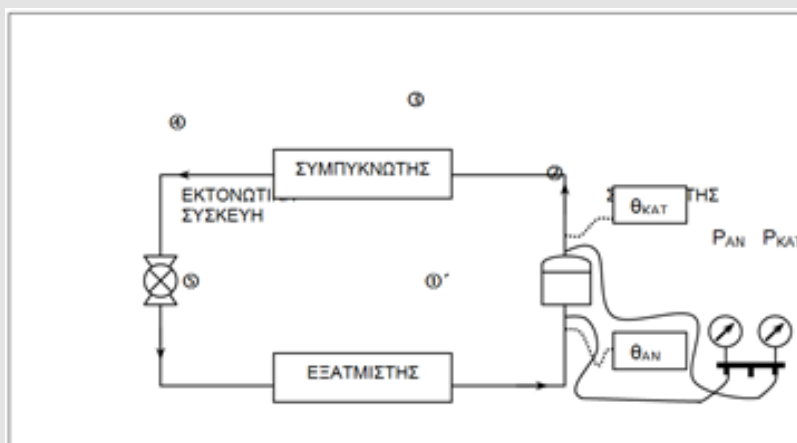
Είναι φανερό ότι για συγκεκριμένο ψυκτικό ρευστό και για συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας της μονάδας, όσο πιο μεγάλη είναι η ισχύ της τόσο μεγαλύτερο είναι το βάρος του ψυκτικού ρευστού που πρέπει να κυκλοφορεί.

Εξάλλου το ΚΨΑ δεν είναι σταθερός παράγοντας. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, όταν μεταβληθούν οι συνθήκες λειτουργίας της μονάδας (πίεση αναρρόφησης και κατάθλιψης), η μορφή του κύκλου ψύξεως στο διάγραμμα Mollier διαφοροποιείται, με αποτέλεσμα να αλλάζουν και οι ενθαλπίες στα σημεία 1' και 5.

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός περιλαμβάνει

- Κάσα μανομέτρων.
- Ψυκτικό κλειδί (καστάνια χειρισμού βαλβίδων service).
- Δύο θερμομέτρα (επαφής ή εμβάπτισης) και υλικά τοποθέτησης και στερέωσής τους.
- Σκληρό χαρτόνι, στις διαστάσεις περίπου του συμπυκνωτή.
- Διάγραμμα P-h ψυκτικού μέσου.

Μια τυπική διάταξη παρουσιάζεται στο σχήμα 1.3.7.



Σχήμα 1.3.7. Διάγραμμα σύνδεσης.

Η διαδικασία μετρήσεων περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- Ο γενικός ηλεκτρικός διακόπτης τροφοδοσίας της ψυκτικής μονάδας είναι κλειστός.
- Σύνδεση της κάσας μανομέτρων στην ψυκτική μονάδα.

- Η γραμμή αναρρόφησης να είναι θερμομονωμένη. Τοποθέτηση των θερμομέτρων στις θέσεις 1 και 2 του ψυκτικού κύκλου, με σκοπό μέτρηση των θερμοκρασιών αναρρόφησης θ_{AN} και κατάθλιψης (Hot gas) θ_{KAT} .



Φροντίζουμε ότι θα πάρουμε ακριβή ένδειξη των θερμοκρασιών.

- Λειτουργία της μονάδας για 15 min τουλάχιστον (χωρίς υπόψυξη του ψυκτικού υγρού) και καταγραφή των ενδείξεων των μανομέτρων και των θερμομέτρων.



- Μετατροπή τις μανομετρικών πιέσεων σε απόλυτες (προσθέτοντας περίπου 1 bar ή 0,1 Mpa ή 1 atm) και συμπλήρωση του πίνακα Α.
- Χάραξη του ψυκτικού κύκλου στο διάγραμμα P-h του ψυκτικού μέσου, με βάση τις μετρήσεις πιέσεων και θερμοκρασιών. Το σημείο 1' αντιπροσωπεύει κορεσμένο ατμό και βρίσκεται πάνω στην δεξιά καμπύλη της «καμπάνας».

Υπολογισμός της υπερθέρμανσης ($\theta_{AN}-\theta_E$) και του λόγου συμπίεσης P_{KAT}/P_{AN} . Καταγράφουμε τα αποτελέσματα στον πίνακα Β.

Από το διάγραμμα βρίσκουμε τις ενθαλπίες σε όλα τα σημεία του ψυκτικού κύκλου και τις καταγράφουμε στον πίνακα Β.

1. Με βάση τις ενθαλπίες υπολογίζουμε τα ακόλουθα μεγέθη και καταγράφονται στον πίνακα Β :

- Το ψυκτικό αποτέλεσμα $q_\psi = h_1 - h_5$,
- Τη θερμότητα συμπίεσης (έργο) $h_c = h_2 - h_1$,
- Τη θερμότητα συμπίκνωσης $q_\Sigma = h_2 - h_4$,
- Το συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας

2. Από τα τεχνικά φυλλάδια ή άλλα δεδομένα του κατασκευαστή της ψυκτικής διάταξης, μπορούμε να εξακριβώσουμε την ψυκτική ισχύ (ικανότητα) της μονάδας $\dot{Q}_\psi$, για τις παραπάνω συνθήκες λειτουργίας και συμπληρώνουμε τον πίνακα Α.

3. Από τον τύπο $\dot{Q}_\psi = \dot{m} \cdot (h_1 - h_5)$ υπολογίζουμε την παροχή του κυκλοφορούντος ρευστού $\dot{m} = \frac{\dot{Q}_\psi}{h_1 - h_5}$ και τη καταγράφουμε στον Πίνακα Β.

4. Στη συνέχεια μπορούμε να υπολογίσουμε:

- Από τον τύπο $W_c = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1)$, την ισχύ συμπίεσης
- Από τον τύπο $\dot{Q}_\Sigma = \dot{m} \cdot (h_2 - h_4)$, την ισχύ (ικανότητα) συμπίκνωσης
- Το συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας

5. Για να προσδιορίσουμε την μεταβολή της ισχύς συμπίεσης, της ισχύς του συμπυκνωτή και του συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία συμπίκνωσης μπορούμε να καλύψουμε (με ένα χαρτόνι) ένα μέρος του συμπυκνωτή έτσι ώστε να εμποδίζεται η ροή του αέρα μέσα απ' αυτόν. Η πίεση κατάθλιψης P_{KAT} θα τείνει να αυξηθεί (καλό είναι να μην υπερβεί τα 22 bar). Κρατώντας σταθερή την πίεση αναρρόφησης P_{AN} , αφήνουμε τη μονάδα να εργασθεί στη νέα κατάσταση για 15 min τουλάχιστον και καταγράφουμε τις μετρήσεις στον πίνακα Γ.

6. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα στη νέα κατάσταση λειτουργίας και καταγράφουμε τα αποτελέσματα στον πίνακα Δ.

Πίνακας Α

Δεδομένα ή μετρούμενα μεγέθη	Τιμή / μονάδα μέτρησης	Έλεγχος
Θερμοκρασία αναρρόφησης θ_{AN} (Σημείο 1)		
Χαμηλή πίεση P_{AN}		
Θερμοκρασία εκφόρτισης θ_{KAT} (Σημείο 2)		
Υψηλή πίεση P_{KAT}		
Ψυκτική ισχύς (ικανότητα) της μονάδας, Q_{ψ}		

Πίνακας Β

Υπολογιζόμενα μεγέθη ή από ανάγνωση (πινάκων, διαγραμμάτων)	Τιμή / μονάδα μέτρησης	Έλεγχος
Θερμοκρασία συμπύκνωσης θ_{Σ} (Σημείο 3-4)		
Θερμοκρασία εξάτμισης θ_E (Σημείο 1')		
Υπερθέρμανση		
Λόγος συμπίεσης		
Ενθαλπία στο σημείο 1'		
Ενθαλπία στο σημείο 1		
Ενθαλπία στο σημείο 2		
Ενθαλπία στο σημείο 3		
Ενθαλπία στο σημείο 4-5		
Παροχή κυκλοφορούντος ρευστού $\dot{m}$		
Ισχύς συμπίεσης		
Ισχύς (ικανότητα) συμπύκνωσης		
Συντελεστής συμπεριφοράς (COP)		

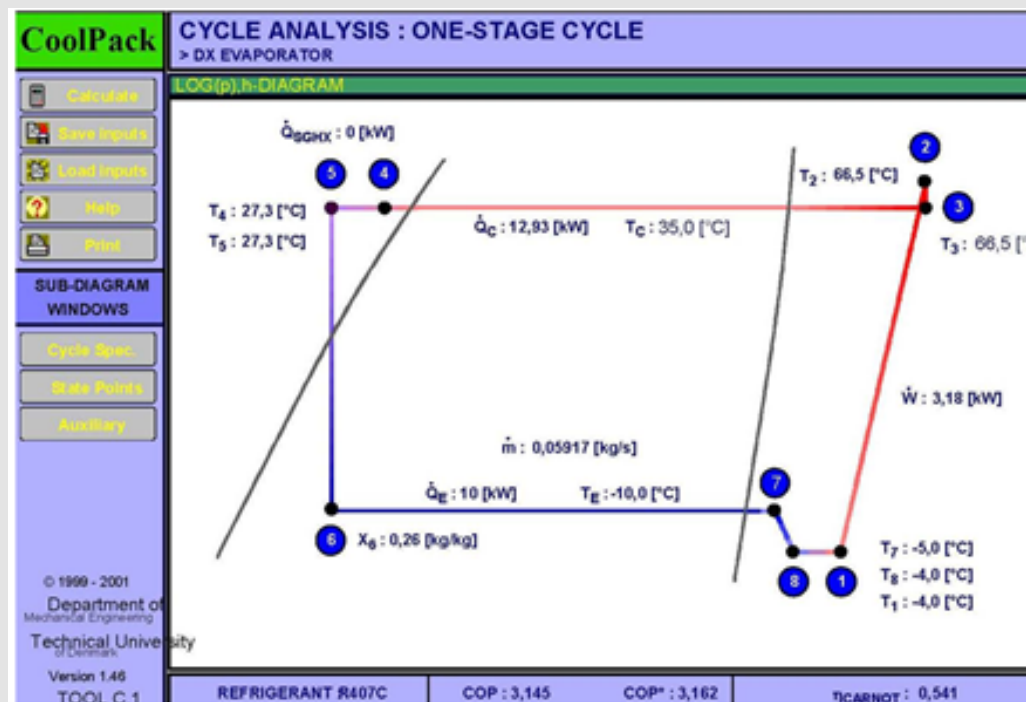
Πίνακας Γ

Δεδομένα ή μετρούμενα μεγέθη	Τιμή / μονάδα μέτρησης	Έλεγχος
Θερμοκρασία αναρρόφησης θ_{AN} (σημείο 1)		
Χαμηλή πίεση P_{AN} (απόλυτη)		
Θερμοκρασία εκφόρτισης θ_{KAT} (σημείο 2)		
Υψηλή πίεση P_{KAT} (απόλυτη)		
Ψυκτική ισχύς (ικανότητα) της μονάδας, Q_{ψ}		

Πίνακας Δ

Υπολογιζόμενα μεγέθη ή από ανάγνωση (πινάκων, διαγραμμάτων)	Τιμή / μονάδα μέτρησης	Έλεγχος
Θερμοκρασία συμπύκνωσης θ_{Σ} (σημείο 3-4)		
Θερμοκρασία εξάτμισης θ_E (σημείο 1')		
Υπερθέρμανση		
Λόγος συμπίεσης		
Ενθαλπία στο σημείο 1'		
Ενθαλπία στο σημείο 1		
Ενθαλπία στο σημείο 2		
Ενθαλπία στο σημείο 3		
Ενθαλπία στο σημείο 4-5		
Παροχή κυκλοφορούντος ρευστού $\dot{m}$		
Ισχύς συμπίεσης		
Ισχύς (ικανότητα) συμπύκνωσης		
Συντελεστής συμπεριφοράς (COP)		

Τα παραπάνω μπορούν να επαληθευθούν και με την χρήση κάποιου υπολογιστικού προγράμματος, όπως για παράδειγμα, το λογισμικό coolpack (σχήμα 1.3.8).



Σχήμα 1.3.8. Λογισμικό COOLPACK www.et.dtu.dk/coolpac.

1.3.3. Μέτρηση της υπερθέρμανσης στο στοιχείο ενός εξατμιστή

Υπερθέρμανση ονομάζεται η διαφορά θερμοκρασίας στην έξοδο του εξατμιστή (αναρρόφηση συμπίεστη) και της θερμοκρασίας εξάτμισης του ψυκτικού μέσου στον εξατμιστή. Ένας εξατμιστής με υψηλή υπερθέρμανση δεν τροφοδοτείται αρκετά με υγρό ψυκτικό μέσο. Αυτό μπορεί να οφείλεται:

- Στο υψηλό θερμικό φορτίο που έχει να αντιμετωπίσει ο εξατμιστής, με αποτέλεσμα το υγρό ψυκτικό μέσο να ατμοποιείται πολύ γρήγορα στο στοιχείο του εξατμιστή ή
- Η εκτονωτική βαλβίδα να μην μπορεί να τροφοδοτήσει το στοιχείο του εξατμιστή με την απαιτούμενη ποσότητα ψυκτικού μέσου.

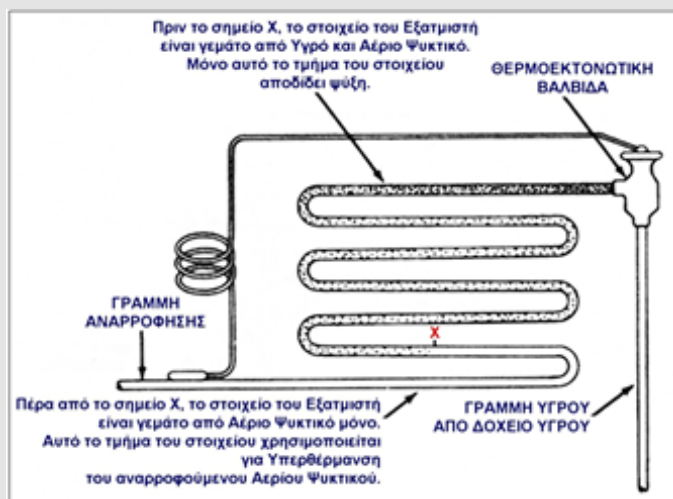
Αντίθετα, ένας εξατμιστής με μηδενική ή μικρή υπερθέρμανση έχει πολύ υγρό ψυκτικό μέσο στο εσωτερικό του. Αυτό μπορεί να οφείλεται: Σ' ένα χαμηλό θερμικό φορτίο που έχει να αντιμετωπίσει ο εξατμιστής, με αποτέλεσμα το υγρό ψυκτικό μέσο να ατμοποιείται αργά στο στοιχείο του εξατμιστή.

Η θερμοεκτονωτική βαλβίδα είναι εγκατεστημένη ακριβώς στην είσοδο του εξατμιστή, ενώ ο θερμοστατικός βολβός έχει τοποθετηθεί στη σωλήνα αναρρόφησης κοντά στην έξοδο του στοιχείου του εξατμιστή. Κατά τη λειτουργία η εκτονωτική βαλβίδα διοχετεύει υγρό ψυκτικό στον εξατμιστή το οποίο και εξατμίζεται στο εσωτερικό του. Το ψυκτικό αέριο που προκύπτει, οδηγείται από τον εξατμιστή προς το συμπίεστη μέσω της σωλήνας αναρρόφησης.

Έστω για παράδειγμα (σχήμα 1.3.9), ότι η βαλβίδα έχει ρυθμισθεί για 5,5°C υπερθέρμανσης. Τότε το αέριο που περνάει από το θερμοστατικό βολβό θα είναι 5,5°C θερμότερο από τη θερμοκρασία εξάτμισης μέσα στον εξατμιστή. Αυτό σημαίνει, ότι ένα μέρος από το ψυκτικό στοιχείο του εξατμιστή, αρκετά μακριά από την είσοδό του, θα χρησιμοποιείται για να θερμάνει το πλήρως εξατμισμένο

ψυκτικό μέσο, από τη θερμοκρασία εξάτμισης (που αντιστοιχεί στην πίεση αναρρόφησης) σε μία νέα θερμοκρασία $5,5^{\circ}\text{C}$ υψηλότερη.

Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες, το ψυκτικό στοιχείο, περιέχει ένα μείγμα υγρού και αερίου ψυκτικού, από την είσοδο έως κάποιο σημείο X. Στο σημείο X το υγρό έχει εντελώς εξατμισθεί. Από το σημείο X μέχρι το σημείο εγκατάστασης του θερμοστατικού βολβού, η επιφάνεια του ψυκτικού στοιχείου χρησιμοποιείται μόνο για να ανυψώσει τη θερμοκρασία του αερίου στη θερμοκρασία υπερθέρμανσης, που καθορίζεται από την εκτονωτική βαλβίδα.



Σχήμα 1.3.9. Λειτουργία εξατμιστή με θερμοεκτονωτική βαλβίδα.

Εάν το φορτίο ελαττωθεί, τότε το υπέρθερμο τμήμα του ψυκτικού στοιχείου, μεταξύ του σημείου X (σχήμα 1.3.9) και του σημείου εγκατάστασης του θερμοστατικού βολβού, απορροφά λιγότερη θερμότητα, ελαττώνοντας έτσι τη θερμοκρασία του υπέρθερμου αερίου. Αυτή η ελάττωση της θερμοκρασίας του αερίου, παγώνει το θερμοστατικό βολβό και η θερμοεκτονωτική βαλβίδα λειτουργεί προς την κατεύθυνση ελάττωσης του υγρού ψυκτικού προς το ψυκτικό στοιχείο (εξατμιστή).

Εάν το ψυκτικό φορτίο αυξηθεί, το υπέρθερμο τμήμα του ψυκτικού στοιχείου απορροφά περισσότερη θερμότητα και η θερμοκρασία του υπέρθερμου αερίου αυξάνεται. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας του αερίου ψυκτικού "ζεσταίνει" το θερμοστατικό βολβό και η θερμοεκτονωτική βαλβίδα λειτουργεί προς την κατεύθυνση αύξησης του υγρού ψυκτικού προς τον εξατμιστή.

Καθώς το ψυκτικό φορτίο μεταβάλλεται, το σημείο X κινείται προς τα εμπρός ή προς τα πίσω, με τέτοιο τρόπο ώστε πάντα να παραμένει κάποιο τμήμα του εξατμιστή μεταξύ του σημείου X και του θερμοστατικού βολβού για να θερμάνει το αέριο ψυκτικό στην τιμή υπερθέρμανσης της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας, που στην περίπτωση μας είναι $5,5^{\circ}\text{C}$, πάνω από τη θερμοκρασία εξάτμισης. Εάν η τιμή ρύθμισης της υπερθέρμανσης της βαλβίδας αλλάξει χειροκίνητα, το σημείο X θα κινηθεί ανάλογα.

Το σημείο X καθορίζεται από τη διαφορά (υπερθέρμανση) μεταξύ της θερμοκρασίας του ψυκτικού αερίου στο σημείο τοποθέτησης του θερμοστατικού βολβού και της θερμοκρασίας εξάτμισης, και όχι από τη θερμοκρασία εξάτμισης μόνο. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί, ανεξάρτητα από τις μεταβολές στη θερμοκρασία εξάτμισης ή αναρρόφησης, το ποσό της υπερθέρμανσης παραμένει περίπου σταθερό, για να εμποδίσει έτσι υγρό ψυκτικό, να εισέλθει στη γραμμή αναρρόφησης.

Η ποσότητα θερμότητας που μπορεί να απορροφηθεί από την εξάτμιση του υγρού ψυκτικού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την ποσότητα θερμότητας που μπορεί να απορροφηθεί από την υπερθέρμανση του κρύου ψυκτικού αερίου. Για το λόγο αυτό, το τμήμα του ψυκτικού στοιχείου που

απαιτείται για την υπερθέρμανση του αερίου είναι σχεδόν άχρηστο από τη σκοπιά του ψυκτικού φορτίου. Είναι, επομένως, σκόπιμο να κρατείται η υπερθέρμανση σε λογικά χαμηλά επίπεδα έτσι ώστε να μπορεί αν χρησιμοποιείται το μέγιστο δυνατό τμήμα του ψυκτικού στοιχείου για χρήσιμη εργασία.

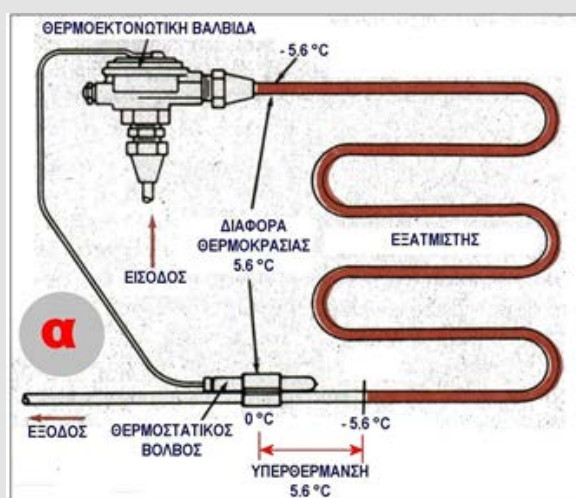
Οι θερμοεκτονωτικές βαλβίδες συνήθως μπορούν να ρυθμιστούν σε εύρος υπερθέρμανσης:

0	έως	14 ÷ 16,5	°C
0	έως	25 ÷ 30	F

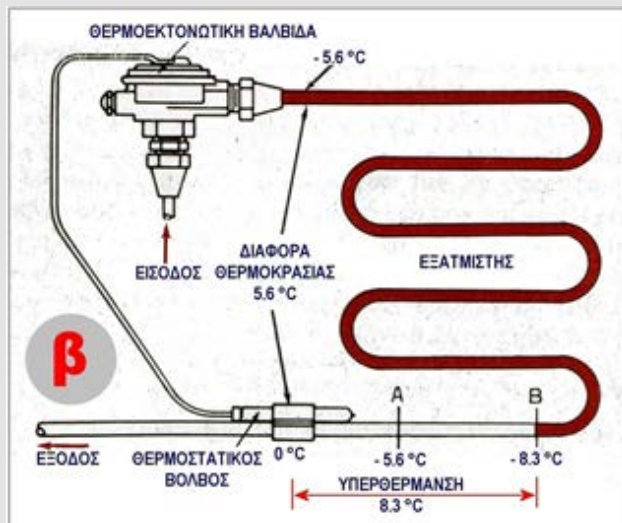
Είναι όμως δυνατό να έχουν προρυθμιστεί από το κατασκευαστή τους, στην επιθυμητή τιμή υπερθέρμανσης. Για παράδειγμα, τα ψυκτικά στοιχεία αμέσου εκτόνωσης (Direct expansion Cooling Coils) συνήθως καθορίζεται με τιμή υπερθέρμανσης 5,5°C (10 F). Εάν το ψυκτικό φορτίο κυμαίνεται σε μεγάλο εύρος ή μεταβάλλεται πολύ γρήγορα, τότε οι εκτονωτικές βαλβίδες πρέπει να ρυθμίζονται σε τιμές υπερθέρμανσης: 5,5 ÷ 8,5°C (10 ÷ 15 F).

Η διαδικασία μετρήσεων περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. Να θέσετε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση "ΕΚΤΟΣ".
2. Βεβαιωθείτε ότι οι βαλβίδες του σετ μανομέτρων είναι κλειστές.
3. Συνδέστε τον εξοπλισμό (μανόμετρα, θερμομέτρα).
4. Ανοίξτε τη βαλβίδα service, περιστρέφοντας την κατά 1/4 της στροφής, προς τη κατεύθυνση της μπροστινής έδρας.
5. Τοποθετήστε το αισθητήριο επαφής του ηλεκτρονικού θερμομέτρου στην γραμμή αναρρόφησης.
6. Σημειώστε το τύπο του ψυκτικού ρευστού που χρησιμοποιείται στο ψυκτικό σύστημα, πχ R-12, R-22, R-134^a, κ.ά.
7. Να θέσετε τον ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση «ΕΝΤΟΣ» και εκκινήστε το ψυκτικό σύστημα.
8. Αφήστε το σύστημα να λειτουργήσει για 15 ÷ 20 min.
9. Σημειώστε τη πίεση αναρρόφησης του συστήματος: $P_{AN} = \dots\dots\dots$ bar.
10. Με βάση το διάγραμμα πιέσεων – θερμοκρασιών για το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείτε στο ψυκτικό σύστημα, βρείτε την θερμοκρασία εξάτμισης: $\theta_{ΕΞ} = \dots\dots\dots$ °C, που αντιστοιχεί στη πίεση αναρρόφησης P_{AN} που μετρήσατε προηγούμενα.
11. Σημειώστε τη θερμοκρασία που δείχνει το ηλεκτρικό θερμόμετρο: $\theta_{AN} = \dots\dots\dots$ °C
12. Υπολογίστε την ποσότητα υπερθέρμανσης, από τον τύπο: $\theta_{ΥΠΕΡΘ} = \theta_{AN} - \theta_{ΕΞ}$



Σχήμα 1.3.10. Λειτουργία εξατμιστή με θερμοεκτονωτική βαλβίδα και υπερθέρμανση 5,6°C.



Σχήμα 1.3.11. Λειτουργία εξατμιστή με θερμοεκτονωτική βαλβίδα και υπερθέρμανση 8,3°C.

1.3.3.1. Βασικά εξαρτήματα ψυκτικής μονάδας

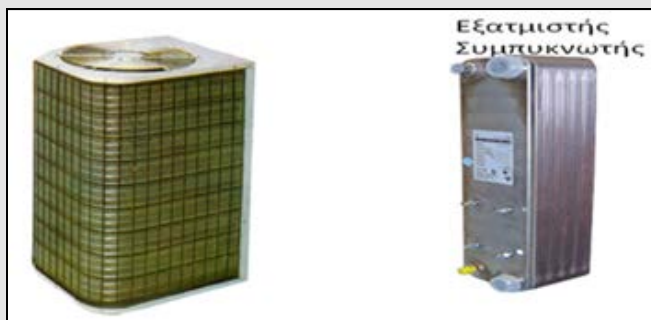
Το κάθε ένα από τα βασικά εξαρτήματα του ψυκτικού κύκλου, προσφέρει από μόνο του μεγάλης σημασίας έργο, έτσι ώστε αν αφαιρεθεί από το κύκλωμα, ο ψυκτικός κύκλος δεν μπορεί να λειτουργήσει και γι' αυτό και ονομάζεται βασικό εξάρτημα.

1. Ο **συμπιεστής**, σκοπό έχει την κυκλοφορία του ψυκτικού αερίου και σε συνεργασία με την εκτονωτική βαλβίδα, την δημιουργία διαφοράς πίεσης στις δύο πλευρές του ψυκτικού κυκλώματος (σχήμα 1.3.12). Στον συμπιεστή το ψυκτικό ρευστό μπαίνει σε αέρια μορφή χαμηλής θερμοκρασίας και χαμηλής πίεσης και βγαίνει αέριο υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής πίεσης.



Σχήμα 1.3.12. Συμπιεστής.

2. Ο **συμπυκνωτής** (ισοβαρής μεταβολή) σκοπό έχει να παραλαμβάνει το ψυκτικό αέριο υψηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας που στέλνει ο συμπιεστής και να αποβάλλει το θερμικό φορτίο, ώστε να επιτυγχάνεται η αλλαγή της μορφής του από αέριο σε υγρό, έτσι ώστε να τροφοδοτείται η εκτονωτική βαλβίδα σταθερά με ψυκτικό ρευστό σε υγρή μορφή, για να υπάρχει εξάτμιση.



Σχήμα 1.3.13. Συμπυκνωτής.

3. Οι **εκτονωτικές βαλβίδες** (ισενθαλπική μεταβολή) σκοπό έχουν το στραγγαλισμό της ροής, ώστε να δημιουργείται διαφορά πίεσης στις δύο πλευρές του ψυκτικού κυκλώματος. Στις εκτονωτικές βαλβίδες, το ψυκτικό ρευστό μπαίνει σε υγρή μορφή υψηλής πίεσης και βγαίνει σε μορφή σταγονιδίων χαμηλής πίεσης. Λόγω όμως της απότομης πτώσης της πίεσής του, έχει την τάση της άμεσης εξάτμισης και γι' αυτό μικρό μέρος του ψυκτικού υγρού, αλλάζει τη μορφή του αμέσως με την έξοδό του από τον στραγγαλιστή, παίρνοντας θερμότητα από την ίδια την μάζα του (και η θερμοκρασία του μειώνεται), με αποτέλεσμα να δημιουργείται και η πρώτη εξάτμιση και να βλέπουμε στην έξοδο του στραγγαλιστή το ψυκτικό μας ρευστό σε μικτή φάση, δηλαδή και υγρή αλλά και αέρια, με χαμηλή πίεση και χαμηλή θερμοκρασία. Εάν η εκτονωτική βαλβίδα τροφοδοτηθεί με ψυκτικό ρευστό σε αέρια μορφή και περάσει στη χαμηλή πλευρά, δεν θα εξατμιστεί, άρα δεν θα δημιουργήσει έργο. Αντιθέτως θα ζητήσει έργο για να αποβάλλει τη θερμότητα που μεταφέρει.



Σχήμα 1.3.14. Εκτονωτικές βαλβίδες.

4. Ο **εξατμιστής** (ισοβαρής μεταβολή) σκοπό έχει να εξατμίζει το ψυκτικό μας ρευστό απορροφώντας τη θερμότητα που χρειάζεται για το έργο αυτό από το χώρο στον οποίο βρίσκεται, δημιουργώντας πτώση της θερμοκρασίας που είναι και το κύριο ψυκτικό έργο.

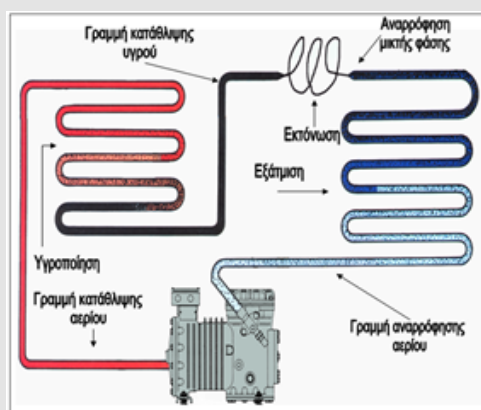


Σχήμα 1.3.15. Εξατμιστής

Στον εξατμιστή το ψυκτικό ρευστό (μίγμα) εισέρχεται σε χαμηλή πίεση και χαμηλή θερμοκρασία και εξέρχεται αέριο χαμηλής πίεσης και λίγο αυξημένης θερμοκρασίας, όσο είναι η υπερθέρμανση που πρέπει να δημιουργείται μέσα στον εξατμιστή, ώστε να ολοκληρωθεί η εξάτμιση και να αποφευχθεί η είσοδος ψυκτικού ρευστού σε υγρή μορφή στο συμπιεστή, διότι η είσοδος υγρής φάσης ψυκτικού στο συμπιεστή μπορεί να του προκαλέσει ζημιά.

Από τη χρήση του κάθε εξαρτήματος ονομάζουμε σωληνωτά μέρη που ενώνουν τα εξαρτήματα, ως εξής:

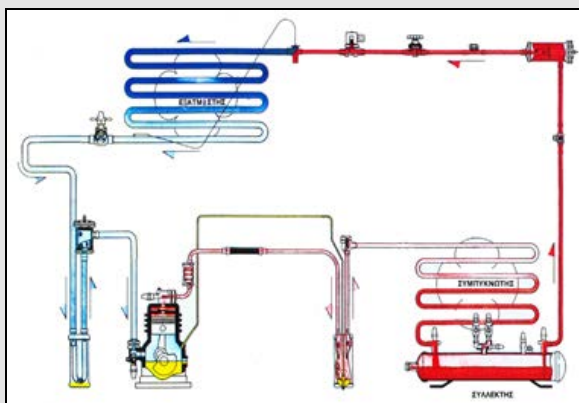
- Από το συμπιεστή ως το συμπυκνωτή, κατάθλιψη αερίου, λόγω της μορφής του ψυκτικού ρευστού μέσα στο σωλήνα.
- Από το συμπυκνωτή μέχρι την εκτονωτική βαλβίδα, κατάθλιψη υγρού.
- Από την εκτονωτική βαλβίδα μέχρι τον εξατμιστή, αναρρόφηση μικτής φάσης και
- Από τον εξατμιστή μέχρι τον συμπιεστή, αναρρόφηση αερίου.



Σχήμα 1.3.16. Σχηματική περιγραφή ψυκτικής μονάδας

1.3.3.2. Βοηθητικά εξαρτήματα ψυκτικών κυκλωμάτων

Τα βοηθητικά εξαρτήματα έχουν σκοπό την καλύτερη λειτουργία, απόδοση και προστασία των κυκλωμάτων. Τα φίλτρα και οι αφυγραντήρες, είναι τα κυριότερα βοηθητικά εξαρτήματα του ψυκτικού κύκλου, αφού οι μεγαλύτεροι εχθροί των ψυκτικών κυκλωμάτων είναι οι ξένες ουσίες και η υγρασία.



Σχήμα 1.3.17. Βοηθητικά εξαρτήματα ψυκτικών κυκλωμάτων

Τα φίλτρα και αφυγραντήρες. Σκοπός, είναι να προστατεύουν το κύκλωμα από φραγμούς στην ροή των ψυκτικών ρευστών ή προβλήματα στα μηχανικά κινούμενα μέρη. Επίσης, σκοπός των

φίλτρων είναι και η απαλλαγή του κυκλώματος από υγρασία, η οποία έμεινε, παρά το κενό που δημιουργήσαμε στο κύκλωμα πριν από την φόρτισή του με ψυκτικό ρευστό. Βασικός παράγοντας για την επιλογή του φίλτρου αφύγρανσης ενός ψυκτικού κυκλώματος, είναι το χημικό υλικό αφύγρανσης να μη δημιουργεί χημική ένωση ή αντίδραση με το ψυκτικό ρευστό ή το ψυκτέλαιο του κυκλώματος. Με τα νέα οικολογικά ρευστά και τα νέα οικολογικά έλαια, πρέπει να ελέγχεται και το είδος του χημικού υλικού αφύγρανσης που χρησιμοποιούμε.

Τα είδη των φίλτρων που χρησιμοποιούνται στις ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι δύο:

α) Τα φίλτρα στερεών σωμάτων, σκοπό έχουν να συγκρατήσουν ότι στερεά σωματίδια παραμείνουν μέσα στο κύκλωμα από κάποια αιτία π.χ. φίλτρο εισόδου εκτονωτικής βαλβίδας, φίλτρο αναρρόφησης συμπιεστή.

β) Τα φίλτρα υγρασίας είναι χημικά υλικά, που σκοπό έχουν να συγκρατήσουν μικρές ποσότητες υγρασίας που έχουν μείνει στο κύκλωμα των σωληνώσεων κατά την εκκίνηση της λειτουργίας.

Τα εξαρτήματα-φίλτρα των ψυκτικών εγκαταστάσεων είναι ένας συνδυασμός φίλτρου στερεών σωμάτων και φίλτρου υγρασίας. Η ικανότητα των φίλτρων υγρασίας μετριέται σε αριθμό σταγόνων νερού που μπορούν να συγκρατήσουν σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και εξαρτάται από το είδος του αφυγραντικού υλικού που περιέχουν και τη θερμοκρασία χώρου όπου βρίσκονται. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος που βρίσκονται, τόσο μειώνεται η αφυγραντική τους ικανότητα. Η απαιτούμενη ικανότητα ενός φίλτρου για μια ψυκτική εγκατάσταση, εξαρτάται από το είδος, το μέγεθος και από το ψυκτικό υγρό που έχει φορτισθεί στην εγκατάσταση. Όσο αυξάνεται η ποσότητα του ψυκτικού υγρού που κυκλοφορεί, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η αφυγραντική ικανότητα του φίλτρου.

Τα γνωστότερα αφυγραντικά υλικά που χρησιμοποιούνται για τα φίλτρα αφύγρανσης είναι:

- α) Γέλη πυριτίας (SILICA GEL)
- β) Αλουμίνα (οξείδιο του αργιλίου)
- γ) Χλωριούχο ασβέστιο (CALCIUM HLORIDE)
- δ) Οξείδιο του ασβεστίου (CALCIUM OXIDE)
- ε) MOLECULAR SIEVES κ.α.



Σχήμα 1.3.18. Φίλτρα αφυγραντήρες και ξένων σωμάτων ψυκτικών εγκαταστάσεων.

Το πιο διαδεδομένο (για την καλή ικανότητα του και την ευκολία χρήσης του) είναι η γέλη πυριτίας. Πωλείται στο εμπόριο σε μορφή κόκκων με αεροστεγή συσκευασία για την προστασία του από την υγρασία του περιβάλλοντος.

Τα είδη των εξαρτημάτων-φίλτρων είναι δύο:

- α) Λυόμενα (πολλαπλής χρήσης).

β) Μιας χρήσης.

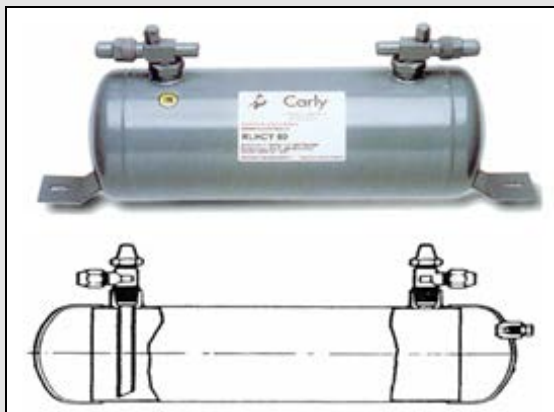
Η επιλογή φίλτρου εξαρτάται από τα εξής στοιχεία:

- α) Το βάρος του ψυκτικού υγρού ή την ιπποδύναμη της μονάδας.
- β) Το είδος του ψυκτικού υγρού της μονάδας.
- γ) Τη θερμοκρασία περιβάλλοντος του φίλτρου.
- δ) Το μέγεθος των συνδέσμων.
- ε) Το είδος σύνδεσης.

Με την εμφάνιση των νέων οικολογικών ψυκτικών ρευστών στην αγορά, έχουν εμφανισθεί και νέα χημικά αφυγραντικά υλικά, για να είναι συμβατά με τα νέα οικολογικά υγρά.

Ο **συλλέκτης υγρού** είναι βοηθητικό εξάρτημα του ψυκτικού κύκλου που σκοπό έχει τη σταθερή τροφοδοσία των εκτονωτικών βαλβίδων με ψυκτικό υγρό για τη μεγαλύτερη απόδοση έργου και τη συγκέντρωση του ψυκτικού υγρού του ψυκτικού κυκλώματος σε περίπτωση επισκευής. Είναι μεταλλικός και κυλινδρικός. Η εισαγωγή γίνεται πάντα από το πάνω μέρος και η εξαγωγή από το κάτω. Μερικές φορές για λειτουργικούς λόγους, η έξοδος του συλλέκτη βρίσκεται στο πάνω μέρος του, αλλά εσωτερικά υπάρχει σωλήνας που κατεβαίνει έως κάτω, όπου βρίσκεται το ψυκτικό υγρό. Ο όγκος του συλλέκτη πρέπει να είναι τόσος που να χωράει όλο το ψυκτικό υγρό του κυκλώματος, στα 3/4 του όγκου του. Στους μεγάλους συλλέκτες συνήθως υπάρχει ασφαλιστική βαλβίδα πίεσης και δείκτης στάθμης του ψυκτικού υγρού. Τα είδη του συλλέκτη είναι δύο:

α) Οριζόντιοι. Το βασικό πλεονέκτημά τους είναι η οικονομία χώρου, ενώ τα μειονεκτήματά τους είναι ότι πρέπει να βρίσκεται σε οριζόντια θέση ώστε να μην επιτρέπει τη ροή αερίου.



Σχήμα 1.3.19. Οριζόντιος συλλέκτης.

β) Κάθετοι. Το βασικό πλεονέκτημά τους είναι η σταθερή ροή του ψυκτικού υγρού, ενώ το μειονέκτημα τους είναι η απαίτηση για μεγαλύτερο χώρο.



Σχήμα 1.3.20. Κάθετος συλλέκτης.

Στα ψυκτικά κυκλώματα που λειτουργούν με τριχοειδή σωλήνα, δεν τοποθετείται συλλέκτης, διότι κατά τη διακοπή του κυκλώματος, ο τριχοειδής σωλήνας έχει το πλεονέκτημα να εξισώνει τις πιέσεις των δυο πλευρών του ψυκτικού κύκλου, αφήνοντας μεγάλες ποσότητες ψυκτικού ρευστού να περάσουν στη χαμηλή πλευρά. Η άνοδος της πίεσης μπορεί να προκαλέσει την μη εξάτμιση του ρευστού και κατά την εκκίνηση του συμπιεστή υπάρχει ο κίνδυνος να αναρροφηθεί σε υγρή μορφή από τον συμπιεστή.

Ο **δείκτης ροής** είναι βοηθητικό εξάρτημα, που τοποθετείται στη γραμμή κατάθλιψης υγρού, συνήθως μετά το φίλτρο αφύγρανσης. Σκοπός είναι ο οπτικός έλεγχος της ροής του ψυκτικού υγρού και ο έλεγχος της σωστής πλήρωσης του ψυκτικού κυκλώματος. Πολλές φορές οι δείκτες ροής έχουν και δείκτη υγρασίας, που λειτουργεί αλλάζοντας το χρώμα του, το οποίο από μπλε γίνεται ροζ, ή από πράσινο γίνεται κίτρινο, όταν υπάρχει υγρασία στο ψυκτικό κύκλωμα αναμιγμένο με το ψυκτικό υγρό.

Όταν έχουμε έλλειψη ψυκτικού υγρού, παρουσιάζονται στο δείκτη ροής φυσαλίδες. Αυτό που πρέπει να προσέχουμε, όταν ελέγχουμε τη σωστή πλήρωση ενός κυκλώματος με τη μέθοδο του δείκτη ροής, είναι, ότι πρέπει να υπάρχει υδροποίηση από το συμπυκνωτή του ψυκτικού κυκλώματος. Ο δείκτης ροής για κάθε κύκλωμα έχει την αντίστοιχη διάμετρο με τη διάμετρο που έχει ο σωλήνας κατάθλιψης υγρού του κυκλώματος, για να μη δημιουργεί πρόβλημα στην κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού.

Επίσης δείκτες ροής μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιοδήποτε σημείο του ψυκτικού κυκλώματος, για λεπτομερή έλεγχο της μορφής του ψυκτικού ρευστού στο κύκλωμα.



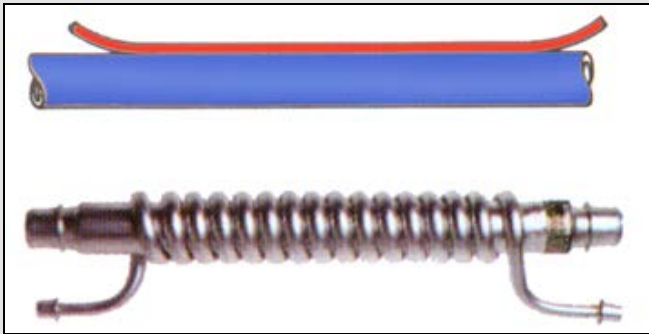
Σχήμα 1.3.21. Δείκτες ροής

Η ηλεκτρομαγνητική σωληνοειδής βαλβίδα είναι ένα βοηθητικό εξάρτημα του ψυκτικού κύκλου και σκοπό έχει να ελέγχει τη ροή του υγρού ή του αερίου, ανάλογα με το σημείο που είναι τοποθετημένη. Έχει δύο θέσεις λειτουργίας, ανοικτή ή κλειστή και η σωστή θέση λειτουργίας είναι οριζόντια (έχει ένδειξη εισόδου και εξόδου). Βασικά στοιχεία για την επιλογή της είναι: ο τρόπος σύνδεσης, η διάμετρος σύνδεσης και τα στοιχεία του πηνίου.



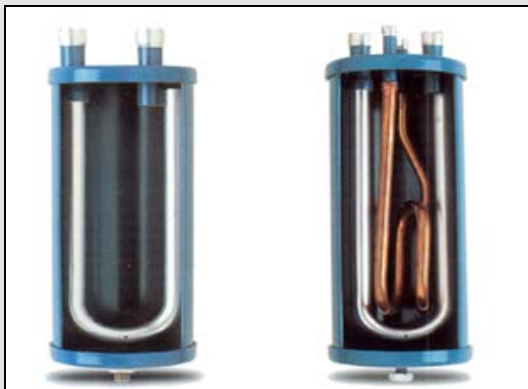
Σχήμα 1.3.22. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες

Ο εσωτερικός εναλλάκτης θερμότητας είναι βοηθητικό εξάρτημα του ψυκτικού κύκλου, που σκοπό έχει: α) Να προστατεύει το συμπιεστή από τυχόν επιστροφές ψυκτικού υγρού (δημιουργώντας κατάλληλη υπερθέρμανση). β) Να δημιουργεί υπόψυξη στο ανερχόμενο προς την εκτονωτική βαλβίδα ψυκτικό υγρό και αύξηση του ψυκτικού αποτελέσματος. Στον εναλλάκτη η ροή υγρού είναι αντίθετη από τη ροή αερίου, για να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη απόδοση.



Σχήμα 1.3.23. Εσωτερικός εναλλάκτης θερμότητας.

Ο **υγροδιαχωριστής** συναντάται σε μονάδες μεγάλης απόδοσης (μεγάλης ιπποδύναμης) και σε κυκλώματα κλιματισμού, που η πιθανότητα επιστροφής ψυκτικού ρευστού σε υγρή μορφή στο συμπιεστή είναι μεγάλος. Σκοπός του υγροδιαχωριστή στο ψυκτικό κύκλωμα, είναι η προστασία του συμπιεστή από επιστροφές ψυκτικού ρευστού σε υγρή μορφή. Υπάρχουν υγροδιαχωριστές που περιέχουν ενσωματωμένο και τον εναλλάκτη θερμότητας, για διπλή χρήση και γρήγορη εξάτμιση του ψυκτικού ρευστού, εκμεταλλευόμενοι τη θερμοκρασία της κατάθλιψης υγρού.

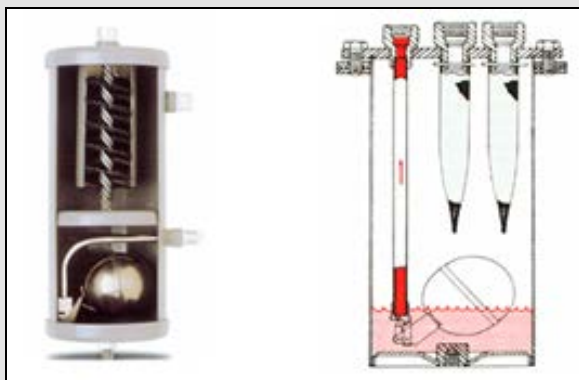


Σχήμα 1.3.24. Υδροδιαχωριστές

Ο **ελαιοδιαχωριστής** χρησιμοποιείται σε ψυκτικά κυκλώματα μεγάλης ισχύος, με σκοπό να συγκρατεί και να επιστρέφει στο συμπιεστή το ψυκτέλαιο που παρασύρεται από τη ροή του ψυκτικού ρευστού. Τοποθετείται πάντα στη γραμμή κατάθλιψης αερίου.

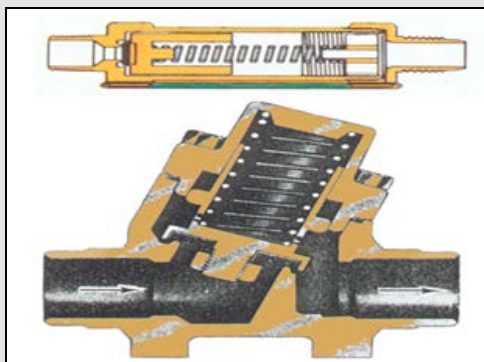
Ο χώρος της ελαιολεκάνης του συμπιεστή, χρησιμοποιείται ως χώρος αναρρόφησης, όπου το ψυκτικό ρευστό βρίσκεται σε αέρια μορφή, με χαμηλή πίεση και θερμοκρασία (μπορεί βεβαίως να έχουμε και ψύκτη λαδιού). Έτσι έχουμε εναλλαγή θερμότητας μεταξύ ψυκτικού ρευστού και ψυκτελαίου, προστατεύοντας το συμπιεστή από υψηλές θερμοκρασίες και από ποσότητες επιστρεφόμενου ψυκτικού υγρού. Όμως λόγω της ταχύτητας κυκλοφορίας, μια μικρή ποσότητα ψυκτέλαιου παρασύρεται στο χώρο συμπίεσης και από εκεί κυκλοφορεί μαζί με το ψυκτικό αέριο, με κίνδυνο να συσσωρευτεί στο χώρο συμπύκνωσης ή και στο χώρο εξάτμισης, δημιουργώντας εσωτερικά στις σωληνώσεις ένα λεπτό υμένα λαδιού, το οποίο δυσκολεύει τη μεταφορά θερμότητας.

Ο ελαιοδιαχωριστής, εξαναγκάζει το λάδι (λόγω βάρους), να μείνει στο κάτω μέρος του δοχείου, ενώ το αέριο συνεχίζει την πορεία του στο κύκλωμα. Μέσα στον ελαιοδιαχωριστή υπάρχει υψηλή πίεση και όταν η ποσότητα του λαδιού υπερβεί ένα ορισμένο από τον κατασκευαστή ύψος, μια βαλβίδα ανοίγει και το λάδι οδηγείται στην ελαιολεκάνη του συμπιεστή.



Σχήμα 1.3.25. Ελαιοδιαχωριστές

Οι **βαλβίδες αντεπιστροφής** έχουν σκοπό να ελέγχουν τη ροή του **ψυκτικού υγρού ή αερίου** προς μια κατεύθυνση και μόνο. Η λειτουργία τους είναι μηχανική και στηρίζεται στην διαφορά πίεσης που δημιουργείται από την είσοδο στην έξοδό τους.

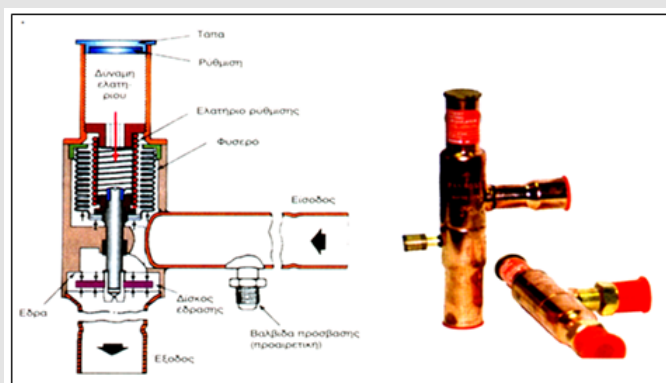


Σχήμα 1.3.26. Βαλβίδες αντεπιστροφής ψυκτικού υγρού ή αερίου.

Υπάρχουν δύο τύποι βαλβίδων αντεπιστροφής οι ευθύγραμμες και εμβολοφόρες. Οι εμβολοφόρες χρησιμοποιούνται σε μεγάλα κυκλώματα. Οι βαλβίδες αντεπιστροφής χρησιμοποιούνται σε διάφορες θέσεις του ψυκτικού κυκλώματος, όπως στη γραμμή κατάθλιψης αερίου, ώστε να αποφεύγεται αντίστροφη ροή όταν ο συμπιεστής είναι εκτός, ή στη γραμμή αναρρόφησης των στοιχείων και στα κυκλώματα πολλαπλών θερμοκρασιών.

Στο ψυκτικό κύκλωμα, χρειάζεται να σταθεροποιήσουμε την πίεση μέσα σε κάποια εξαρτήματα του κύκλου ψύξης, για να επιτύχουμε συγκεκριμένο έργο ή βελτιώσεις στον έλεγχο λειτουργίας και στις ρυθμίσεις του ψυκτικού κυκλώματος. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε μια **βαλβίδα σταθεροποίησης πίεσης εξατμιστή**, η οποία σκοπό έχει να διαχωρίζει την ψυκτική πλευρά ενός κυκλώματος, υψηλή ή χαμηλή, σε δυο διαφορετικά μέρη, με σταθερή πίεση από την μία πλευρά και μεταβλητή από την άλλη. Έτσι μπορούμε να δημιουργήσουμε σταθερή πίεση συμπύκνωσης ή εξατμίσης για κάποιους ειδικούς λόγους π.χ. έχουμε βαλβίδα σταθερής πίεσης συμπυκνωτή και βαλβίδα σταθερής πίεσης εξατμιστή.

Ο τρόπος λειτουργίας της βαλβίδας σταθεροποίησης πίεσης στηρίζεται σε δυο πιέσεις, στην πίεση βολβού και την πίεση ελατηρίου, η οποία ρυθμίζεται με ένα ρυθμιστικό κοχλία. Έτσι, αν σε κάποιο κύκλωμα θέλουμε να επιτύχουμε μια σταθερή πίεση εξατμίσης στον εξατμιστή, ώστε να έχουμε σταθερή τη θερμοκρασία εξατμίσης για λόγους ρύθμισης της σχετικής υγρασίας, τότε στην έξοδο του εξατμιστή τοποθετούμε μια βαλβίδα σταθεροποίησης της πίεσης του εξατμιστή.



Σχήμα 1.3.27. Βαλβίδες σταθεροποίησης πίεσης εξατμιστή.

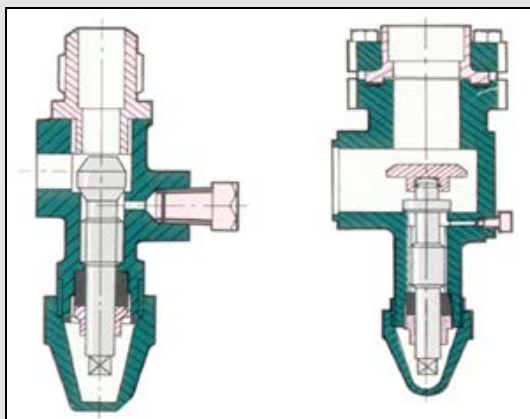
Με αυτό τον τρόπο δημιουργούμε σταθερή πίεση, άρα και σταθερή θερμοκρασία εξατμίσης, ανεξάρτητα από την ποσότητα παροχής του ψυκτικού ρευστού από την εκτονωτική βαλβίδα και την ικανότητα αναρρόφησης του συμπιεστή, αποφεύγοντας ταλαντώσεις πίεσης στην υπόλοιπη πλευρά του ψυκτικού κύκλου.

Επίσης, σε συστήματα ψυκτικών κυκλωμάτων πολλαπλών θερμοκρασιών, με τις βαλβίδες σταθεροποίησης της πίεσης, ελέγχουμε τις πιέσεις εξατμίσης για κάθε στοιχείο θαλάμου ξεχωριστά, αφήνοντας την αναρρόφηση του συμπιεστή να λειτουργεί ανεξάρτητα σε χαμηλές πιέσεις, ώστε να έχουμε παράλληλη απόδοση σε όλα τα ψυκτικά κυκλώματα.

Η **βαλβίδα ελέγχου (service)** χρησιμοποιείται στους συμπιεστές, στην είσοδο και στην έξοδό τους (αναρρόφηση και κατάθλιψη) ή και στους συλλέκτες, στην έξοδό τους. Σκοπός της βαλβίδας ελέγχου είναι η διακοπή της ροής του ψυκτικού ρευστού για λόγους επέμβασής τους στο κύκλωμα. Η βαλβίδα ελέγχου αποτελείται από τον κυρίως κορμό, το έμβολο χειρισμού ροής, την είσοδο, την έξοδο και την ή τις υποδοχές ελέγχου.

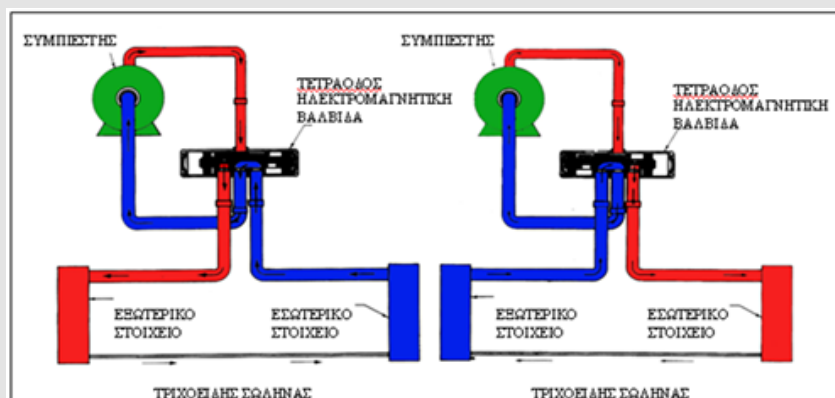
Οι θέσεις λειτουργίας τους είναι τρεις:

- α) Το έμβολο χειρισμού στην οπίσθια θέση. Η είσοδος επικοινωνεί με την έξοδο της βαλβίδας, ενώ οι υποδοχές ελέγχου είναι κλειστές.
- β) Το έμβολο χειρισμού στην εμπρόσθια θέση. Η είσοδος επικοινωνεί με τις υποδοχές ελέγχου, ενώ η έξοδος της βαλβίδας είναι κλειστή.
- γ) Το έμβολο χειρισμού σ' ενδιάμεση θέση (θέση πλευσης). Η είσοδος επικοινωνεί και με την έξοδο της βαλβίδας και με τις υποδοχές ελέγχου



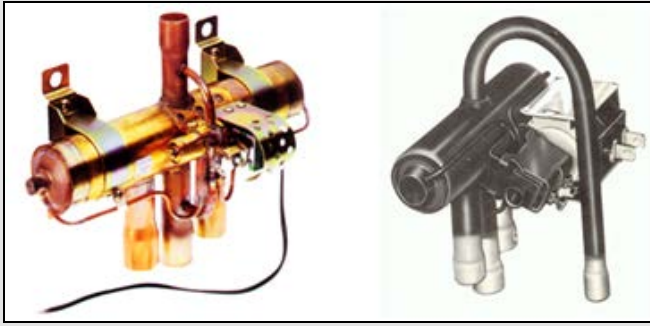
Σχήμα 1.3.28. Βαλβίδες ελέγχου (service).

Η **τετράδος ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα**, χρησιμοποιείται στον κλιματισμό για να μετατρέπει ένα απλό ψυκτικό μηχανήμα σε αντλία θερμότητας. Δηλαδή μπορεί να μετατρέπει τη λειτουργία του συμπυκνωτή σε εξατμιστή και του εξατμιστή σε συμπυκνωτή.



Σχήμα 1.3.29. Σχηματική διάταξη λειτουργίας: Τετράδοι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες.

Η τετράδος ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα είναι μια βαλβίδα με δυο εισόδους και δυο εξόδους. Στην μια είσοδο και την μια έξοδο συνδέονται η κατάθλιψη και η αναρρόφηση του συμπιεστή και στις άλλες δυο συνδέονται ο συμπυκνωτής και ο εξατμιστής του κυκλώματος στους οποίους αντίστοιχα ανάλογα με την εντολή (του πηνίου οπλισμένο ή μη οπλισμένο) κατευθύνεται η ροή του ψυκτικού ρευστού, ώστε να έχουμε τη θερμή ή ψυχρή λειτουργία του κλιματιστικού μηχανήματος.



Σχήμα 1.3.30. Τετράοδοι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες.

1.3.4. Πλήρωση – Έλεγχος διαρροών

1.3.4.1. Πλήρωση

Μετά από κάθε κατασκευή, είναι απαραίτητη η αφαίρεση των ποσοτήτων του ατμοσφαιρικού αέρα (λόγω υγρασίας του αέρα) που υπάρχει από τις σωληνώσεις και τα εξαρτήματα.

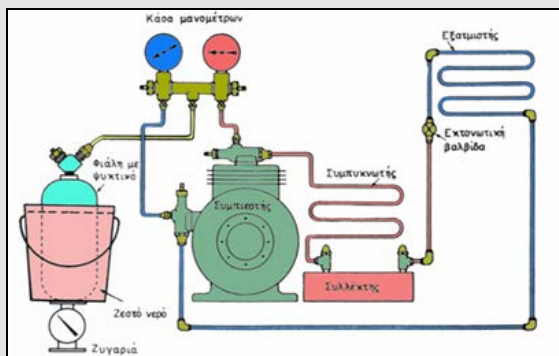
Η μέθοδος απαλλαγής των κυκλωμάτων από τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι η απορρόφηση, η οποία δημιουργεί υποπίεση στο κύκλωμα (δημιουργία κενού). Το κενό στα ψυκτικά κυκλώματα γίνεται με ειδικά μηχανήματα, που ονομάζονται αντλίες κενού. Η σωστή διαδικασία για τη δημιουργία του κενού σε ένα ψυκτικό κύκλωμα, είναι να τοποθετήσουμε την αντλία κενού στο κύκλωμα να δημιουργήσει ένα πρώτο κενό και αφού αφήσουμε μικρή ποσότητα ψυκτικού ρευστού να κυκλοφορήσει στο κύκλωμα, να επαναλάβουμε το κενό. Η ικανοποιητική απαλλαγή ενός κυκλώματος από αέρα επιτυγχάνεται εάν κάνουμε τρεις φορές κενό και ανάμεσά τους αφήνουμε μικρή ποσότητα ψυκτικού ρευστού να μπαίνει στο κύκλωμα ή να χρησιμοποιήσουμε άζωτο. Η δημιουργία του κενού στα ψυκτικά κυκλώματα μπορεί να δημιουργηθεί από όποια πλευρά του ψυκτικού κυκλώματος θέλουμε εμείς ή και από τις δύο πλευρές (υψηλής και χαμηλής) συγχρόνως. Ο χρόνος που απαιτείται για τη δημιουργία κενού ενός ψυκτικού κυκλώματος, εξαρτάται από το μέγεθος του κυκλώματος και την ικανότητα της αντλίας. Έχουμε ικανοποιητικό κενό σε ένα κύκλωμα, όταν το μανόμετρο μας δείχνει 7,1 cm (28 in) στήλης υδραργύρου.



Σχήμα 1.3.31. Αντλία κενού.

Μία από τις σημαντικότερες εργασίες για να έχουμε σωστή λειτουργία σε ένα ψυκτικό κύκλωμα, είναι η **πλήρωση ψυκτικού ρευστού**. Κατά την πλήρωση του κυκλώματος, μεγάλη σημασία έχει η ποσότητα και ο τρόπος, ώστε να αποφύγουμε βλάβες ή κακές λειτουργίες του κυκλώματος, από άγνοια ή απροσεξία. Η πλήρωση ψυκτικών ρευστών στα ψυκτικά κυκλώματα γίνεται με δύο τρόπους:

- α) Πλήρωση ψυκτικών ρευστών υπό μορφή υγρού, από την πλευρά της υψηλής.
- β) Πλήρωση ψυκτικών ρευστών υπό μορφή αερίου, από την πλευρά της χαμηλής.



Σχήμα 1.3.32. Φόρτιση ψυκτικού ρευστού.

Η πλήρωση ψυκτικού ρευστού από την πλευρά της υψηλής, γίνεται με το ψυκτικό μας ρευστό σε υγρή μορφή, από τη βαλβίδα ελέγχου της κατάθλιψης του συμπιεστή ή από τη βαλβίδα του συλλέκτη. Ο τρόπος αυτός συνιστάται σε μεγάλης ιπποδύναμης ψυκτικά κυκλώματα, διότι απαιτείται πολύ μικρότερος χρόνος. Για να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος, πρέπει να έχει δημιουργηθεί κενό στο κύκλωμα και να έχει ζυγιστεί η φιάλη πλήρωσης ψυκτικού ρευστού, για να ελεγχθεί το ποσό του ρευστού που θα τοποθετηθεί στο κύκλωμα. Κατά τη διαδικασία της πλήρωσης του ψυκτικού κυκλώματος από την πλευρά της υψηλής, η ψυκτική μηχανή δεν λειτουργεί έτσι δημιουργείται μεγάλη πίεση στην υψηλή πλευρά, με αποτέλεσμα να σταματήσει η φόρτιση του κυκλώματος λόγω ισορροπίας της πίεσης (με τη φιάλη πλήρωσης), πριν ολοκληρωθεί η φόρτιση. Στην συνέχεια, η φιάλη διατηρείται σε κατάλληλη θέση ώστε να τροφοδοτείται το ψυκτικό κύκλωμα με ρευστό σε υγρή μορφή, μέχρι ο ζυγός να δείξει ότι έχει προσαχθεί η κατάλληλη ποσότητα. Κατόπιν αφού το κύκλωμα τεθεί σε λειτουργία ελέγχεται για τη σωστή του πλήρωση. Αν χρειαστεί, συνεχίζεται η πλήρωση από την πλευρά της αναρρόφησης. Επίσης είναι πιθανόν, η πίεση του κυκλώματος να έρθει σε ισορροπία με την πίεση της φιάλης, πριν η απαιτούμενη ποσότητα ψυκτικού ρευστού μεταφερθεί στο κύκλωμα. Τότε η πλήρωση συνεχίζεται με τη χρήση αντλίας ή με τη θέρμανση της φιάλης του ψυκτικού με θερμό νερό ή με την πλήρωση από την πλευρά της χαμηλής σε αέρια μορφή, αφού και η μεγάλη ποσότητα του ψυκτικού ρευστού έχει ήδη φορτωθεί στο κύκλωμα.

Η πλήρωση του ψυκτικού κυκλώματος από την πλευρά της χαμηλής, γίνεται με το ψυκτικό ρευστό σε αέρια μορφή, από την βαλβίδα ελέγχου της αναρρόφησης του συμπιεστή ή από όποια άλλη βάνα αναμονής πλήρωσης, στην πλευρά της χαμηλής.



Βασική παρατήρηση είναι, ότι χρειάζεται πάντα προσοχή, ώστε να μην εισχωρήσει στο κύκλωμα ατμοσφαιρικός αέρας. Θα πρέπει να σημειωθεί η σοβαρότητα του προβλήματος μιας κακής πλήρωσης ενός κυκλώματος σε ποσότητα ψυκτικού ρευστού, γιατί είναι σημαντικός παράγοντας για την απόδοση του ψυκτικού κυκλώματος, αλλά και για τη διάρκεια ζωής του συμπιεστή.

Λιγότερη ποσότητα ψυκτικού ρευστού, σημαίνει μείωση της ψυκτικής ικανότητας, υπερθέρμανση του συμπιεστή και κατ' επέκταση μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Μεγαλύτερη ποσότητα ψυκτικού ρευστού, σημαίνει υψηλές πιέσεις στην κατάθλιψη, άρα και υψηλές θερμοκρασίες, που σημαίνει δυσκολία λειτουργίας του συμπιεστή, μείωση της απόδοσής του, δυσκολία στην φάση της συμπύκνωσης και τέλος μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης παρουσία ατμοσφαιρικού αέρα στο κύκλωμα από εσφαλμένη πλήρωση, έχει ως αποτέλεσμα ακανόνιστες πιέσεις, αύξηση στις θερμοκρασίες του κυκλώματος, πτώση απόδοσης,

σκωριάσεις στο συμπιεστή, μείωση διάρκειας της ζωής του και μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.



Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στη σωστή φόρτιση των νέων ψυκτικών ρευστών (μίγματα) τα οποία απαιτούν πολύ καλό κενό και φόρτιση με την ακριβή ποσότητα ψυκτικού ρευστού. Μέθοδοι φόρτισης (που συχνά χρησιμοποιούν τεχνικοί για λόγους συντόμευσης) όπως αυτή της εξαέρωσης πρέπει να αποφεύγονται.

Το θέμα **ελέγχου σωστής φόρτισης των κυκλωμάτων**, είναι σημαντικό, διότι τα αποτελέσματα μιας κακής φόρτισης, αυξάνουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζουν τη διάρκεια ζωής του συμπιεστή και έχουμε πτώση της ψυκτικής απόδοσης. Οι πιο συνήθεις μέθοδοι ελέγχου είναι:

- α) Έλεγχος με ογκομετρικό σωλήνα.
- β) Έλεγχος του βάρους του ψυκτικού ρευστού.
- γ) Έλεγχος με τον Δείκτη ροής.
- δ) Έλεγχος με τους δείκτες στάθμης υγρού.
- ε) Έλεγχος με Αμπερόμετρο.
- στ) Έλεγχος υπερθέρμανσης και υπόψυξης.
- ζ) Έλεγχος πιέσεων λειτουργίας.

Οι μέθοδοι **α**, **β** εφαρμόζονται από βιομηχανίες παραγωγής συγκεκριμένων μοντέλων κυκλωμάτων, που έχουν ενσωματωμένο όλο το μηχανισμό λειτουργίας του ψυκτικού κυκλώματος, όπως είναι οικιακά ψυγεία, οικιακοί καταψύκτες, κλιματιστικά τύπου παραθύρου, παγομηχανές κ.α, που η κατασκευή τους είναι τυποποιημένη και τα μήκη των σωλήνων είναι τυποποιημένα και δεν αλλάζουν από κατασκευή σε κατασκευή. Τότε προσθέτουμε την ακριβή ποσότητα ψυκτικού ρευστού χωρίς να χρειάζεται να περιμένουμε την λειτουργία ή το αποτέλεσμα του κυκλώματος. Σε εγκαταστάσεις όμως που αλλάζει το μήκος των σωληνώσεων, άρα και ο εσωτερικός όγκος του κυκλώματος, η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοσθεί. Το ίδιο ακριβώς θα συμβεί αν αντί για ζυγαριά χρησιμοποιήσουμε τον ογκομετρικό σωλήνα.

Στην μέθοδο **γ**, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη πάρα πολλούς παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν μια εσφαλμένη ένδειξη. Οι παράγοντες αυτοί μπορεί να είναι:

Λανθασμένη αντιστοιχία επιφανειών συμπύκνωσης και εξάτμισης. Κακή λειτουργία του συμπυκνωτή ή του ανεμιστήρα του ή υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Υπερβολικό φορτίο στο χώρο εξάτμισης. Ατμοσφαιρικός αέρας στο κύκλωμα. Πτώση της ικανότητας του συμπιεστή. Επίσης ο δείκτης ροής μπορεί να μας πληροφορήσει για έλλειψη ψυκτικού ρευστού, αλλά δεν μπορεί να μας πληροφορήσει για υπερφόρτιση του κυκλώματος.

Στην περίπτωση **δ** (αυτή του δείκτη στάθμης υγρού), ισχύουν ίδια όπως στον δείκτη ροής, μόνο που εδώ ελέγχουμε και την υπερφόρτιση.

Στην περίπτωση **ε** (του αμπερομέτρου), η ακρίβεια φόρτισης μπορεί να είναι απόλυτη, όταν όμως ισχύουν οι προδιαγραφές του κατασκευαστή, διότι κάθε ηλεκτροκινητήρας αναφέρει την ένταση λειτουργίας, αλλά για κάποια συγκεκριμένη στιγμή λειτουργίας του κυκλώματος. Τα φορτία το χειμώνα είναι μειωμένα, ενώ το καλοκαίρι αυξημένα και οι ανάγκες του ψυχωμένου χώρου πολύ μεγαλύτερες. Έτσι, ο ηλεκτροκινητήρας καταναλώνει πολύ περισσότερη ενέργεια το καλοκαίρι από ότι τον χειμώνα.

Στην περίπτωση **στ** (ελέγχου της υπερθέρμανσης και της υπόψυξης), απαιτείται η σωστή ρύθμιση της εκτονωτική βαλβίδας, ώστε να μην υπάρξει λάθος ένδειξη. Επίσης και αυτή η μέθοδος από μόνη της δεν εξασφαλίζει από τυχόν υπερπλήρωση του κυκλώματος. Η μέθοδος **ζ** (πιέσεις λειτουργίας) στηρίζεται στο ότι κάθε κορεσμένο αέριο, για μία συγκεκριμένη θερμοκρασία, έχει μία και μόνο

συγκεκριμένη πίεση. Άρα, η γνώση των θερμοκρασιών λειτουργίας των δύο πλευρών του ψυκτικού κυκλώματος, γνώση των πιέσεων λειτουργίας, αλλά και του λόγου συμπίεσης του κυκλώματος θα μας οδηγήσει σε βέλτιστη εκτίμηση της σωστής φόρτισης του κυκλώματος ψύξης.

1.3.4.2. Έλεγχος διαρροών

Στα ψυκτικά κυκλώματα πρέπει να πετυχαίνεται η στεγανότητα και να μην υπάρχει απώλεια ψυκτικού ρευστού.

Αν σε ένα ψυκτικό κύκλωμα η ποσότητα του ψυκτικού ρευστού που ρέει δεν είναι η κατάλληλη, τότε η λειτουργία του κυκλώματος παρουσιάζει πρόβλημα δημιουργίας έργου. Αν το κύκλωμα δεν είναι στεγανό, τότε η πίεση του ψυκτικού ρευστού στο εσωτερικό του, που είναι μεγαλύτερη της πίεσης του περιβάλλοντος, ωθεί το ψυκτικό ρευστό να διαρρεύσει προς την ατμόσφαιρα, δημιουργώντας μείωση της ποσότητας του ψυκτικού ρευστού μέσα στο κύκλωμα και μείωση του ψυκτικού έργου.

Για το λόγο αυτό, κατά την κατασκευή ενός ψυκτικού κυκλώματος, πρέπει να ελέγχεται η στεγανότητά του, ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση διαρροής του ψυκτικού ρευστού προς το περιβάλλον ή εισόδου ατμοσφαιρικού αέρα προς το κύκλωμα.

Οι μέθοδοι ελέγχου της στεγανότητας των ψυκτικών κυκλωμάτων είναι πέντε:

- α) Δημιουργία κενού.
- β) Σαπουνοδιάλυμα.
- γ) Λυχνία απωλειών με φλόγα.
- δ) Ηλεκτρονικός ανιχνευτής.
- ε) Λυχνία υπερύθρων ακτινών.

α) Δημιουργία κενού. Με τη μέθοδο αυτή ελέγχεται η στεγανότητα του κυκλώματος, δημιουργώντας κενό στο εσωτερικό του. Αν η απώλεια είναι μεγάλη, τότε είναι αδύνατη η δημιουργία κενού στο κύκλωμα. Αν η απώλεια είναι μικρή, τότε η δημιουργία κενού επιτυγχάνεται, αλλά δεν συκρατείται για μακρύ χρόνο.

Στην μέθοδο αυτή μειονέκτημα είναι, ότι αν η απώλεια είναι σε κακή σύσφιξη κοχλιωτών συνδέσμων, τότε η υποπίεση πιθανόν να επιτύχει στεγανοποίηση, ενώ κατά την πλήρωση του ψυκτικού ρευστού που η πίεση θα είναι υψηλή μπορεί να εμφανισθεί η απώλεια.

β) Σαπουνοδιάλυμα. Με τη μέθοδο αυτή ελέγχεται η στεγανότητα του κυκλώματος, στα σημεία επικινδυνότητας απώλειας, τοποθετώντας πηχτό σαπουνοδιάλυμα ή υγρό σαπούνι και περιμένοντας τη δημιουργία φυσαλίδας από το εξερχόμενο ψυκτικό ρευστό. Εδώ οι μικρές απώλειες πιθανόν να μην είναι ορατές ή σε πολύ χαμηλές πιέσεις να μην είναι ανιχνεύσιμες.

γ) Λυχνία απωλειών με φλόγα. Με τη μέθοδο αυτή, ελέγχεται η στεγανότητα του κυκλώματος στα σημεία επικινδυνότητας απώλειας, χρησιμοποιώντας τη συσκευή απωλειών με φλόγα, γνωρίζοντας ότι το διαρρέον ψυκτικό ρευστό θα επηρεάσει το χρώμα της φλόγας της λυχνίας. Στη μέθοδο αυτή μειονέκτημα είναι, ότι σε κλειστούς χώρους που έχει εγκλωβισθεί ποσότητα ψυκτικού ρευστού, το χρώμα της φλόγας επηρεάζεται, χωρίς να μπορούμε να εντοπίσουμε το ακριβές σημείο απώλειας.



Σχήμα 1.3.33. Λυχνία απωλειών και Ηλεκτρονικός ανιχνευτής.

δ) Ηλεκτρονικός ανιχνευτής. Με τη μέθοδο αυτή ελέγχεται η στεγανότητα του κυκλώματος στα σημεία επικινδυνότητας απωλειών, με μία ηλεκτρονική συσκευή. Το διαρρέον ψυκτικό ρευστό θα επηρεάσει το ηχητικό ή το φωτιστικό σήμα της συσκευής.

ε) Λυχνία υπερύθρων ακτίνων. Με τη μέθοδο αυτή ελέγχεται η στεγανότητα του κυκλώματος σε κάθε σημείο του κυκλώματος, ανεξαρτήτου επικινδυνότητας ή απώλειας.



Σχήμα 1.3.34. Λυχνία υπερύθρων ακτίνων.

Χρησιμοποιείται μια ειδική λυχνία προβολής υπερύθρου ακτίνας, αφού προηγουμένως έχει προστεθεί στο λάδι του συμπιεστή μια συγκεκριμένη ποσότητα ειδικού φωσφορούχου λαδιού και έχει περάσει ορισμένος χρόνος λειτουργίας του κυκλώματος.

Έτσι, σε κάθε σημείο απώλειας του ψυκτικού κυκλώματος, θα υπάρχουν μόρια φωσφόρου, που θα ανιχνεύσει η λυχνία υπερύθρων ακτίνων. Η μέθοδος αυτή λύνει το πρόβλημα ελέγχου απωλειών σε χώρους δύσκολης πρόσβασης ή σε χώρους όπου δεν είναι εφικτή καμία άλλη μέθοδος ελέγχου απωλειών.

1.3.5. Επεμβάσεις σε εξοπλισμό παραγωγής ψύξης

Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικές συμβουλές και επεμβάσεις για την βελτίωση της λειτουργίας του εξοπλισμού ψύξης.

- Αύξηση θερμοκρασίας εξόδου του κρύου νερού. ($1-2^{\circ}\text{C}$ είναι αποδεκτό χωρίς απώλεια της άνεσης)
- Τακτικός καθαρισμός των συμπυκνωτών (αερόψυκτοι, υδρόψυκτοι)
- Τακτικός καθαρισμός των φίλτρων των αντλιών συμπύκνωσης (υδρόψυκτα συγκροτήματα)
- Αντικατάσταση παλαιάς τεχνολογίας ενεργοβόρων ψυκτικών συγκροτημάτων με νέας τεχνολογίας υψηλής απόδοσης.

- Απαραίτητη η αντικατάσταση με εξοπλισμό που έχει τις απαραίτητες πιστοποιήσεις απόδοσης.
- Επανασχεδιασμός των μηχανοστασίων και του τρόπου λειτουργίας των ψυκτικών συγκροτημάτων, με τέτοιο τρόπο ώστε η μείωση της απόδοσης παραγωγής ψύξης ανάλογα με τις απαιτήσεις να γίνεται με τον αποδοτικότερο τρόπο.
- Εγκατάσταση αντλιών με δυνατότητα ρύθμισης των στροφών σε κυκλώματα κυκλοφορίας κρύου νερού.
- Στις περισσότερες εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός παραγωγής ψύξης είναι υπερδιαστασιολογημένος. Απαιτείται πλήρης επαναπροσδιορισμός των απαιτήσεων σε ψύξη ώστε ο εξοπλισμός να ρυθμιστεί στο μέγιστο σημείο απόδοσης σε αρκετές δε περιπτώσεις πρέπει να αντικατασταθεί.
- Πιθανή είναι η αντικατάσταση των συμπιεστών με νέας τεχνολογίας σε υπερδιαστασιολογημένα ψυκτικά συγκροτήματα.
- Πρόσθεση ενός δευτέρου συμπυκνωτή ανάκτησης θερμότητας σε ψυκτικά συγκροτήματα που έχουν ταυτόχρονες απαιτήσεις σε ψύξη και θέρμανση.
- Επανασχεδιασμός κυκλωμάτων νερού σε κατοικίες για ταυτόχρονη παραγωγή ζεστού νερού με την ψύξη ή θέρμανση της κατοικίας
- Εγκατάσταση τελευταίας τεχνολογίας συστημάτων ελέγχου της θερμοκρασίας/υγρασίας.

1.4. ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ-ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ

1.4.1. Αυτοματισμοί – όργανα ελέγχου λειτουργίας

Οι αυτοματισμοί ελέγχου λειτουργίας είναι αυτόματοι ηλεκτρικοί διακόπτες φάσης, που ελέγχουν τις ηλεκτρικές εντολές των ψυκτικών κυκλωμάτων, επηρεαζόμενοι ή από τις πιέσεις λειτουργίας τους ή από τις θερμοκρασίες λειτουργίας τους. Οι αυτοματισμοί αυτοί χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- α) Ελέγχου λειτουργίας: Πρεσοστάτης χαμηλής, θερμοστάτης, χρονοδιακόπτης.
- β) Προστασίας λειτουργίας: Πρεσοστάτης υψηλής, πρεσοστάτης λαδιού.

Τα όργανα ελέγχου της σωστής λειτουργίας ενός ψυκτικού κυκλώματος είναι τα μανόμετρα τα θερμόμετρα και τα υγρόμετρα. Με τα όργανα ελέγχου παρακολουθούνται οι πιέσεις και οι θερμοκρασίες λειτουργίας ενός κυκλώματος, ώστε να επιτυγχάνονται οι επιδιωκόμενες ρυθμίσεις.

Οι αυτοματισμοί στα ψυκτικά κυκλώματα επιτυγχάνονται με ηλεκτρονικούς αυτοματισμούς ή ακόμα και με ολοκληρωμένη μονάδα ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα τελευταία χρόνια κυκλοφορούν εξελιγμένα ηλεκτρονικά όργανα, που μπορούν να δώσουν πάρα πολλές μετρήσεις συγχρόνως. Τα ηλεκτρονικά πολυόργανα έχουν την ικανότητα να μετρούν, να συγκρατούν σε μνήμη, αλλά και να κάνουν υπολογισμούς, με την προσθήκη από το χειριστή μερικών δεδομένων, π.χ. μπορεί να μετράει: θερμοκρασία ξηρού και υγρού θερμόμετρου, την σχετική υγρασία, την ταχύτητα του αέρα, την ποσότητα αέρα, την ικανότητα απόδοσης μηχανήματος κ.α.

Ο **πρεσοστάτης χαμηλής πίεσης** είναι ένας αυτόματος ηλεκτρικός διακόπτης, του οποίου η λειτουργία ελέγχεται μηχανικά από ένα σύστημα, που παίρνει εντολές από τις διαφορές πίεσης που δημιουργούνται στη χαμηλή πλευρά του ψυκτικού κυκλώματος.



Σχήμα 1.4.1. Πρεσοστάτης χαμηλής πίεσης

Όπως όλοι οι διακόπτες, πρέπει να συνδέεται στη γραμμή τροφοδοσίας του ηλεκτρικού ρεύματος (φάση), ώστε να απομονώνει με τη διακοπή του το κύκλωμα από το ηλεκτρικό ρεύμα.

Σκοπός του είναι η έναρξη και η παύση της λειτουργίας του ψυκτικού κυκλώματος, ανάλογα με τις πιέσεις που χρειάζονται ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή θερμοκρασία στο χώρο.

Οι κλίμακες ρύθμισης του πρεσοστάτη χαμηλής πίεσης συνήθως είναι δύο. Είναι η πίεση έναρξης (START ή CUT IN) και η διαφορική πίεση (DIFF ή CUT OUT ή STOP). Η ρύθμιση του πρεσοστάτη χαμηλής πίεσης ακολουθεί την σχέση:

$$\text{START} = \text{STOP} + \text{DIFF} \quad \text{STOP} = \text{START} - \text{DIFF} \quad \text{DIFF} = \text{START} - \text{STOP}$$

Από τα τρία ποσά το DIFF είναι πάντα γνωστό ανάλογα με το είδος του κυκλώματος, το START βρίσκεται από τον πίνακα θερμοκρασιών και πιέσεων και το STOP από τον πιο πάνω τύπο.

Ο **πρεσοστάτης υψηλής πίεσης** είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης φάσης, του οποίου η λειτουργία ελέγχεται μηχανικά από ένα σύστημα, που δέχεται εντολές από την πίεση της υψηλής πλευράς του ψυκτικού κυκλώματος. Σκοπός του πρεσοστάτη υψηλής πίεσης είναι καθαρά ασφαλιστικός για την προστασία του συμπιεστή, αλλά και των εξαρτημάτων της υψηλής από πολύ υψηλές πιέσεις, που ως αποτέλεσμα θα είχαν διάφορες φθορές και βλάβες. Οι κλίμακες του πρεσοστάτη υψηλής πίεσης είναι ίδιες με αυτές του πρεσοστάτη χαμηλής πίεσης. Η ρύθμιση του πρεσοστάτη υψηλής πίεσης ακολουθεί την σχέση:

$$\text{START} = \text{STOP} - \text{DIFF}$$

Στον πρεσοστάτη υψηλής πίεσης η διαφορική πίεση (DIFF) είναι σταθερή και συνήθως προρυθμισμένη από την εταιρεία κατασκευής. Τα είδη του πρεσοστάτη υψηλής πίεσης είναι τρία:

- α) αυτόματης επαναφοράς (μόλις πέσει η πίεση της υψηλής επανοπλίζει μόνος του και επαναλειτουργεί το κύκλωμα) με ρυθμιζόμενη διαφορική πίεση (DIFF)
- β) αυτόματης επαναφοράς με σταθερή διαφορική πίεση (DIFF)
- γ) μη επαναφοράς - δεν επανέρχεται σε λειτουργία αν δεν πιεσθεί το κουμπί επαναφοράς (RESET CONTROL).

Η ρύθμιση του πρεσοστάτη υψηλής πίεσης γίνεται δύο φορές το χρόνο, για το χειμώνα και το καλοκαίρι και σύμφωνα με τη μέγιστη θερμοκρασία που μπορεί να βρεθεί ο συμπυκνωτής κάθε φορά, δηλαδή το χειμώνα ή το καλοκαίρι. Ο τρόπος με τον οποίο προσδιορίζεται η πίεση που πρέπει να ρυθμιστεί το STOP του πρεσοστάτη υψηλής πίεσης, είναι ο ίδιος με τον τρόπο που προσδιορίζεται η πίεση της υψηλής, λαμβάνοντας μέγιστες θερμοκρασίες και προστίθεται από 5-15 PSI ως συντελεστής ασφαλείας. Το DIFF είναι ρυθμισμένο από τις κατασκευάστριες εταιρίες από 20-30 PSI. Όταν ο συμπυκνωτής βρίσκεται εξωτερικά στο περιβάλλον, τότε ως μέγιστες θερμοκρασίες θεωρούνται αυτές που δίνει η στατιστική υπηρεσία σε πίνακα, αντίστοιχα για την πόλη ή το χωριό που βρίσκεται η ψυκτική εγκατάσταση. Αν η μονάδα έχει τοποθετηθεί σε κλειστό χώρο, παίρνουμε τη μέγιστη θερμοκρασία του χώρου.

Ο **πρεσοστάτης υψηλής και χαμηλής πίεσης** είναι ένας αυτοματισμός που περιέχει και τα δύο συστήματα σε ένα διακόπτη και συνδέεται μηχανικά και στις δύο πλευρές του ψυκτικού κυκλώματος, υψηλή και χαμηλή. Ρυθμίζεται και για τις δύο πλευρές, ώστε όποια από τις δύο και αν δώσει εντολή διακοπής, να διακόπτει την ηλεκτρική εντολή του κυκλώματος.



Σχήμα 1.4.2. Πρεσοστάτες (διπλοί) υψηλής και χαμηλής πίεσης.

Ο **πρεσοστάτης λαδιού** είναι ένας αυτόματος διακόπτης φάσης, που σκοπό έχει την προστασία του συμπιεστή από κακή λίπανση.

Στις μεγάλες ιπποδυνάμεις (άνω των 3 ίππων), οι συμπιεστές που χρησιμοποιούνται στα ψυκτικά κυκλώματα, έχουν ενσωματωμένη αντλία λαδιού. Η αντλία αυτή δημιουργεί διαφορά πίεσης περίπου 40 PSI. Η ρύθμιση του πρεσοστάτη λαδιού ακολουθεί την σχέση:

$$P \text{ αναρρόφησης} + P \text{ αντλίας} = P \text{ λειτουργίας}$$



Σχήμα 1.4.3. Πρεσοστάτης λαδιού.

Κάθε πίεση που θα είναι χαμηλότερη, σημαίνει έλλειψη κατάλληλης ποσότητας λαδιού ή κακή λειτουργία της αντλίας και οδηγεί τον πρεσοστάτη λαδιού στη διακοπή λειτουργίας του συμπιεστή.

Ο πρεσοστάτης λαδιού ελέγχει αυτή τη διαφορά πίεσης από δύο διαφορετικές πιέσεις που εφαρμόζονται πάνω στη φυσούνα του. Η μία είναι του ελαίου του συμπιεστή και η άλλη είναι της κατάθλιψης της αντλίας ελαίου. Ο έλεγχος της στάθμης του ελαίου ενός συμπιεστή πρέπει να γίνεται πάντα όταν ο συμπιεστής είναι σε θέση λειτουργίας.

Ο **θερμοστάτης** είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης φάσης, του οποίου η εντολή ελέγχεται από ένα μηχανικό σύστημα, που παίρνει εντολή από την πίεση μιας μεμβράνης, ανάλογα με τη διαστολή ή τη συστολή της. Η μεμβράνη διαστέλλεται ή συστέλλεται, ανάλογα με τη θερμοκρασία του βολβού, με τον οποίο είναι συνδεδεμένη με έναν τριχοειδή σωλήνα. Ο σκοπός του θερμοστάτη είναι ο έλεγχος των θερμοκρασιών στους χώρους που τοποθετείται. Για να ρυθμίσουμε ένα θερμοστάτη πρέπει να γνωρίζουμε την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου και την θέση του βολβού.

Οι κλίμακες ρύθμισης του θερμοστάτη είναι πάντα δύο και μπορεί να είναι οι εξής: START-STOP, START-DIFF, STOP-DIFF. Η ρύθμιση του θερμοστάτη ακολουθεί την σχέση:

$$T. \theta α λ ά μ ο υ = \frac{START + STOP}{2}$$

$$STOP = T. \theta α λ ά μ ο υ - \frac{DIFF}{2} \quad START = T. \theta α λ ά μ ο υ + \frac{DIFF}{2}$$

Το DIFF για τον θερμοστάτη είναι σταθερό ποσό και εξαρτάται από την θέση που τοποθετείται ο βολβός του. Οι θέσεις είναι:

- α) Στο προϊόν DIFF = 2÷4 F ή (1÷2 °C).
- β) Στο χώρο DIFF = 6÷8 F ή (3÷4 °C).
- γ) Στον εξατμιστή DIFF = 15÷20 F ή (8÷11 °C).



Σχήμα 1.4.4. Θερμοστάτης

Τα **μανόμετρα** είναι όργανα ελέγχου λειτουργίας του ψυκτικού κύκλου. Τα μανόμετρα που χρησιμοποιούμε στην ψύξη και τον κλιματισμό είναι δύο ειδών:

- α) Υψηλής πίεσης, των οποίων η ένδειξη είναι από 0 έως 400 ή 500 PSI.
- β) Χαμηλής, των οποίων η ένδειξη είναι από 30 in Hg κενού έως 0 και από 0 έως 200 PSI.

Οι ενδείξεις των μανομέτρων μπορεί να είναι ή σε BAR ή σε kg/cm² ή σε lb/in² (PSI) ή σε KPa. Σε κάθε ψυκτικό κύκλωμα χρειάζεται ο έλεγχος των πιέσεων και των δύο πλευρών, για μια καλή ρύθμιση λειτουργίας του κυκλώματος. Δηλαδή, σε μια σωστή εγκατάσταση θα πρέπει να υπάρχει και μανόμετρο υψηλής πλευράς και μανόμετρο χαμηλής πλευράς, για να μπορούμε να ελέγχουμε την πορεία των πιέσεων και των δύο πλευρών σε όλο το χρόνο λειτουργίας ή ακόμη και διακοπής του κυκλώματος.



Σχήμα 1.4.5. Μανόμετρα.

1.4.2. Αντιστάθμιση

Η χρήση της αντιστάθμισης στα ψυκτικά συγκροτήματα. Η κατανάλωση ενέργειας των μηχανημάτων παραγωγής ψύξης, ποσοστιαία είναι η μεγαλύτερη σε μία εγκατάσταση κλιματισμού. Οι παράμετροι που επηρεάζουν την κατανάλωση αυτή στα ψυκτικά συγκροτήματα είναι η θερμοκρασία του κρύου νερού και η θερμοκρασία του νερού συμπύκνωσης (υδρόψυκτα). Τα σημεία ρύθμισης (set points) των θερμοκρασιών αυτών είναι σταθερά και έχουν ρυθμιστεί για το μέγιστο φορτίο. Επειδή όμως οι απαιτήσεις σε μέγιστο φορτίο αντιπροσωπεύουν ένα μικρό χρονικό ποσοστό, το ψυκτικό συγκρότημα είναι υποχρεωμένο να λειτουργεί σε θερμοκρασίες τέτοιες ώστε να έχει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσει άμεσα τη μέγιστη ψυκτική απαίτηση, κάτι που είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρο.

Αύξηση της θερμοκρασίας του κρύου νερού και η μείωση της θερμοκρασίας του νερού συμπύκνωσης στα υδρόψυκτα ψυκτικά συγκροτήματα, μειώνει δραματικά την κατανάλωση χωρίς απώλεια άνεσης στους κλιματιζόμενους χώρους.

Μείωση της θερμοκρασίας εισόδου του νερού στο συμπυκνωτή των υδροψύκτων ψυκτικών συγκροτημάτων μειώνει επίσης την κατανάλωση.

Αξίζει να αναφερθεί πως επιτυγχάνεται αυτή η εξοικονόμηση ενέργειας. Η κατανάλωση των συμπιεστών εξαρτάται από τη διαφορά μεταξύ πίεσης αναρρόφησης και πίεσης συμπύκνωσης του ψυκτικού μέσου. Αύξηση της θερμοκρασίας του κρύου νερού αυξάνει την πίεση αναρρόφησης του ψυκτικού μέσου, ενώ μείωση της θερμοκρασίας του νερού συμπύκνωσης μειώνει την πίεση συμπύκνωσης του ψυκτικού. Επομένως, η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο μειώνεται και ως αποτέλεσμα η ηλεκτρική κατανάλωση του συμπιεστή μειώνεται δραστικά.

Ο απλούστερος και καλύτερος τρόπος ρύθμισης της θερμοκρασίας του κρύου νερού ανάλογα με τις απαιτήσεις είναι η εγκατάσταση ενός εξωτερικού αισθητηρίου ενθαλπίας που θα ρυθμίζει τη θερμοκρασία εξόδου του κρύου νερού από το ψυκτικό συγκρότημα ανάλογα με την εξωτερική ενθαλπία.

Το νερό συμπύκνωσης δεν ρυθμίζεται. Όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο συμπυκνωτή τόσο χαμηλότερη είναι η κατανάλωση του συμπιεστή. Εδώ όμως πρέπει να αναφερθεί ότι είναι απαραίτητο να εγκατασταθεί ένας θερμοστάτης ορίου στο κύκλωμα του νερού συμπύκνωσης. Και αυτό γιατί είναι απαραίτητο να υπάρχει μία ελάχιστη διαφορά μεταξύ της πίεσης αναρρόφησης και της πίεσης συμπύκνωσης του ψυκτικού.

1.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΥΞΗΣ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Για την αξιολόγηση του δικτύου του διανομής και απόδοσης του συγκροτήματος από την πλευρά της κλιματιστικής μονάδας ή του αέρα ο επιθεωρητής δύναται συνδυάζοντας τις παρακάτω οδηγίες και εργασίες να εκτιμήσει τον καλό έλεγχο. Τα παρακάτω είναι ενδεικτικά και όχι υποχρεωτικά και δεν οδηγούν σε επίσημα πιστοποιημένα μεγέθη.

1.5.1. Υπολογισμός της απόδοσης κλιματιστικών μονάδων με μετρήσεις από την πλευρά του νερού

Απαραίτητη είναι η γνώση των εννοιών «ολικό φορτίο» q_T , «αισθητό φορτίο» q_S και «λανθάνον φορτίο» q_L καθώς και του συντελεστή SHR (ή SHF).

(α) **Χάραξη του διαγράμματος στον ψυχομετρικό χάρτη με βάση τις αποδόσεις.** Οι αποδόσεις υπολογίζονται από την πλευρά του νερού. Δεν θα γίνουν καθόλου μετρήσεις από την πλευρά του αέρα, οι οποίες είναι κατά πολύ λιγότερο αξιόπιστες. Το ολικό φορτίο θα μετρηθεί μετρώντας τη θερμική ισχύ που προστίθεται στο νερό, η οποία προφανώς, είναι ίση με το ολικό φορτίο (όση ποσότητα θερμότητας χάσει ο αέρας, τόση θα πάρει το νερό). Η σχέση δηλαδή με την οποία θα βρείτε το ολικό φορτίο είναι η:

$$q_T = c_p w_1 \Delta t$$

όπου:

q_T = Το ολικό φορτίο σε W

w_1 = Η παροχή νερού είναι σε g/s

c_p = Η ειδική θερμότητα του νερού $\approx 4,2$ kJ/kg.K

Δt = Η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ εισόδου και εξόδου του νερού στην ΚΜ.

Το λανθάνον φορτίο μετρείται υπολογίζοντας την ποσότητα των συμπυκνωμάτων σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Η μέτρηση του συμπυκνώματος και του χρόνου ξεκινά αφού αρχίσει η κανονική ροή του συμπυκνώματος και όχι με την έναρξη της λειτουργίας της ΚΜ. Η παροχή των συμπυκνωμάτων υπολογίζεται βάσει της σχέσης:

$$w_2 = m / \theta$$

όπου:

w_2 = Η παροχή των συμπυκνωμάτων (σε g/s)

m = Η ποσότητα των συμπυκνωμάτων (σε g)

θ = Το χρονικό διάστημα που έγινε η συγκέντρωση των συμπυκνωμάτων (σε s)

Η μέτρηση του χρόνου της ροής των συμπυκνωμάτων, γίνεται όταν αυτή σταθεροποιηθεί. Το λανθάνον φορτίο υπολογίζεται από την παροχή των συμπυκνωμάτων βάσει της προσεγγιστικής σχέσης:

$$q_L = h_g \cdot w_2$$

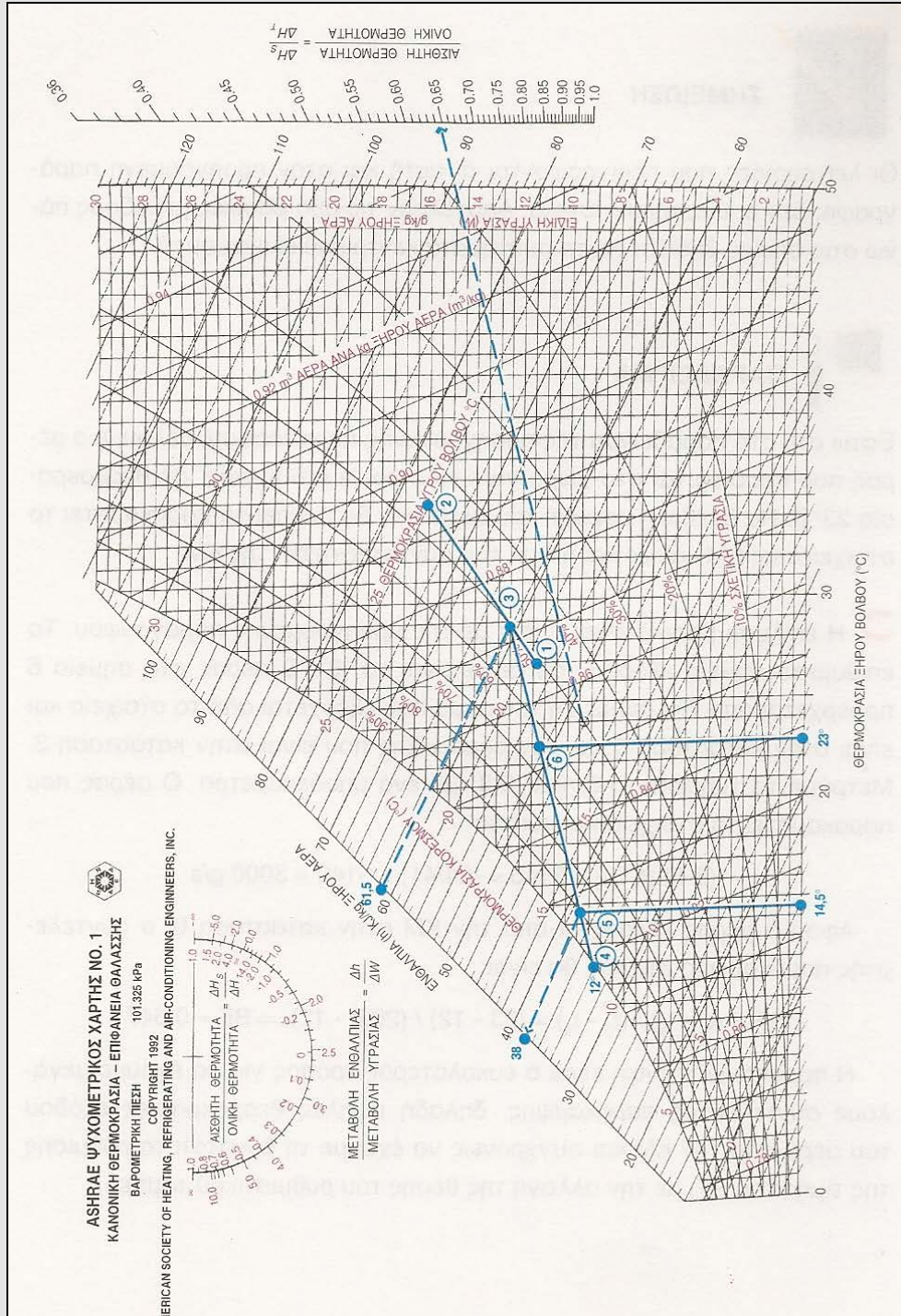
όπου:

q_L = Το λανθάνον φορτίο σε W.

h_g = Ενθαλπία κορεσμένου ατμού στους 10°C 2500 kJ/kg

w_2 = Η παροχή των συμπυκνωμάτων (σε g/s)

Οι μεταβολές αυτές θα απεικονιστούν πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη όπως ενδεικτικά στο παρακάτω σχήμα:



(β) Η ενεργειακή κατανάλωση. Κάθε ψυκτική εγκατάσταση είναι μία αντλία θερμότητας που απορρίπτει θερμότητα στο περιβάλλον:

$$\text{COP} = q_T / P$$

όπου:

q_T = Η ψυκτική ισχύς

P = Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνεται

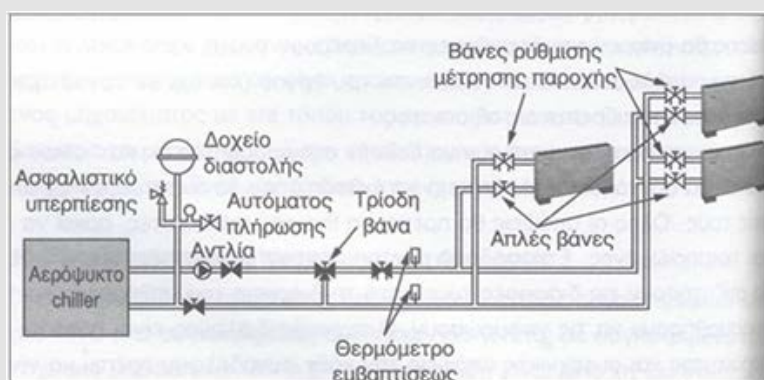
Για μονοφασικές ή τριφασικές παροχές η ηλεκτρική ισχύς μπορεί να υπολογισθεί από τις σχέσεις:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi, \quad P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi$$

1.5.1.1. Απαιτούμενος ενδεικτικός εξοπλισμός για εγκατάσταση με ψύκτη και τρία fan coil

Θα απαιτηθούν τα εξής όργανα:

- Όργανο μέτρησης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του χώρου.
- Θερμόμετρο εμβάπτισης για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού που εξέρχεται από το chiller.
- Ηλεκτρονικό θερμόμετρο επαφής για την μέτρηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια των σωλήνων του νερού η οποία είναι λίγο διαφορετική από την πραγματική θερμοκρασία νερού. Η θερμοκρασία του νερού στην έξοδο του chiller βρίσκεται με το θερμόμετρο εμβάπτισης. Η άνοδος της θερμοκρασίας του νερού μέσα στο κάθε FCU μετράται με το θερμόμετρο επαφής.
- Ογκομετρικό δοχείο συγκέντρωσης των συμπυκνωμάτων
- Αμπερομετρική πένσα.
- Πολύμετρο ή βολτόμετρο για την μέτρηση της τάσης.
- Όργανο μέτρησης της παροχής νερού (μέσω των ειδικών ρυθμιστικών βανών των FCU).



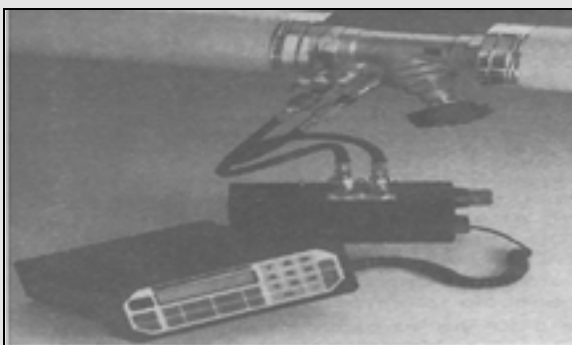
Σχήμα 1.5.1. Ενδεικτικό διάγραμμα

1.5.1.2. Διαδικασία μετρήσεων για την χάραξη του διαγράμματος στον ψυχομετρικό χάρτη

Η διαδικασία μετρήσεων για την χάραξη του διαγράμματος στον ψυχομετρικό χάρτη, είναι η εξής:

1. Εκκίνηση του chiller και των FCU.
2. Οι μετρήσεις γίνονται σε κάθε FCU.

3. Η ψυκτική απόδοση κάθε FCU της διάταξης θα υπολογιστεί κάνοντας μετρήσεις μόνο από την πλευρά του νερού. Οι υπολογισμοί προβλέπεται να γίνουν και για τις τρεις ταχύτητες του αέρα για το κάθε FCU.
4. Καταγραφή στο φύλλο τα πιστοποιημένα χαρακτηριστικά των FCU .
5. Καταγραφή των συνθήκες του χώρου. Ιδανικές συνθήκες είναι αυτές των πιστοποιημένων αποδόσεων ($27/19^{\circ}\text{C} \equiv 27^{\circ}\text{C}/47\%$).
6. Ρύθμιση των συνθηκών του κρύου νερού. Ιδανική θερμοκρασία εισόδου του νερού είναι 7°C και $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$. Για να ρυθμιστεί το Δt αλλάζουμε την παροχή μέσω της ρυθμιστικής βάνας του κάθε FCU. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του κρύου νερού 7°C γίνεται στο chiller. Η παρουσία τριόδου βάνας μπορεί να βοηθήσει σημαντικά



Σχήμα 1.5.2. Μετρητική διάταξη

7. Μέτρηση της παροχής νερού με ειδικό όργανο πάνω στη ρυθμιστική βάνα. Από την παροχή νερού υπολογίζουμε την παροχή μάζας του νερού w_1 σε g/s, δεχόμενοι $\rho = 1000 \text{ g/L}$.
8. Συλλογή των συμπυκνωμάτων για 10', επανάληψη για άλλα 10' και σύγκριση των δύο όγκων. Με τα στοιχεία που βρίσκουμε υπολογίζουμε το ολικό, το λανθάνον και το αισθητό φορτίο
9. Σύγκριση των αποδόσεων που βρήκαμε με τις αποδόσεις των FCU οι οποίες, είναι πιστοποιημένες. Συγκρίνουμε τις διαφορές σε σχέση με τις πιστοποιημένες.
10. Απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη των απαραίτητων στοιχείων. Το σημείο 1 (όπου βρίσκουμε τα v_1 , W_1 κλπ.) είναι οι συνθήκες του χώρου κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
11. Έλεγχος αν η ευθεία του SHR τέμνει την καμπύλη κορεσμού σε λογικό σημείο tS (θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1°C πάνω από τη μέση θερμοκρασία του νερού). Υπολογισμός του BF (θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 0,15).
12. Αξιολόγηση της μονάδας βάσει των tS και BF.

1.5.1.3. Διαδικασία μετρήσεων για την εκτίμηση κατανάλωσης ενέργειας

Η διαδικασία για τη μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας είναι η εξής:

1. Μέτρηση με την αμπερομετρική τσιμπίδα του ηλεκτρικού ρεύματος που απορροφά το chiller, μαζί με τις αντλίες και τους ανεμιστήρες καθώς και το ρεύμα που απορροφά το κάθε FCU
2. Μέτρηση της ψυκτικής ισχύος του κάθε FCU και τη συνολικής ψυκτικής ισχύος.
3. Μέτρηση της θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος (όσο χαμηλότερη είναι, τόσο μικρότερη είναι και η ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος).
4. Βάσει των παραπάνω, υπολογίζουμε το συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της εγκατάστασης

Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικοί πίνακες για συμπλήρωση των τεχνικών μεγεθών:

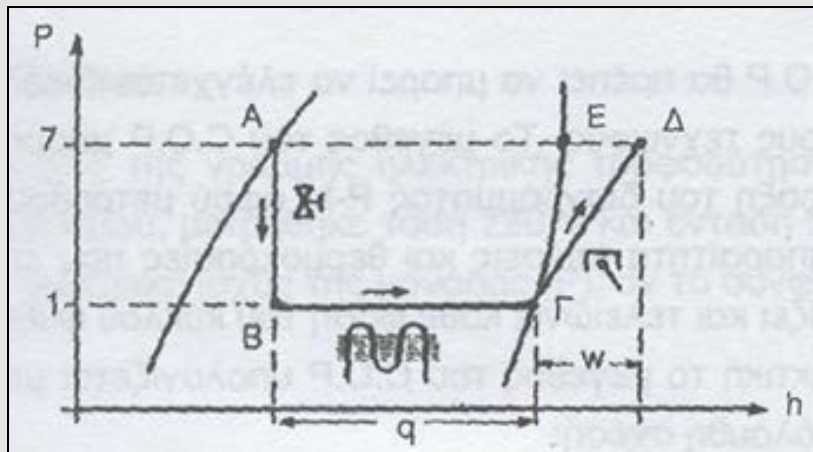
ΑΠΟΔΟΣΗ FCU, A/A: _____		Υψηλή ταχύτητα	Μεσαία ταχύτητα	Χαμηλή ταχύτητα
1	Πιστοποιημένα τεχνικά χαρακτηριστικά Συνθήκες 27/19°C (φ=47%)			
	Παροχή αέρα			
	Απόδοση σε ολικό φορτίο q_T			
	Απόδοση σε αισθητό φορτίο q_S			
	Απόδοση σε λανθάνον φορτίο q_L			
2	Συνθήκες εργασίας			
	Θερμοκρασία αέρα χώρου (ιδανική 27°C)			
	Σχετική υγρασία χώρου (ιδανική 47%)			
3	Συνθήκες ψυχρού νερού			
	Θερμοκρασία εισόδου νερού t_i (ιδανικό 7°C)			
	Θερμοκρασία επιφανείας σωλήνα εισόδου, t_1			
	Θερμοκρασία επιφανείας σωλήνα εξόδου, t_2			
	Θερμοκρασιακή διαφορά $\Delta t = t_2 - t_1$			
	Θερμοκρασία εξόδου νερού $t_o = t_i + \Delta t$			
	Παροχή νερού w_1			
4	Συμπυκνώματα			
	Χρόνος συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων θ			
	Ποσότητα συμπυκνωμάτων m			
	Παροχή συμπυκνωμάτων $w_2 = m/\theta$			
5	Αποδόσεις της ΚΜ			
	Ολικό φορτίο $q_T = 4,2 w_1 \Delta t$			
	Λανθάνον φορτίο $q_L = 2500 w_2$			
	Αισθητό φορτίο $q_S = q_T - q_L$			
6	Ποσοστιαίες διαφορές % $100 \times [(\text{πιστοποιημένη απόδοση}) - (\text{μετρηθείσα απόδοση})] / (\text{πιστοποιημένη απόδοση})$			
	Στην απόδοση σε ολικό φορτίο			
	Στην απόδοση σε αισθητό φορτίο			
	Στην απόδοση σε λανθάνον φορτίο			
7	Απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη			
	$SHR = q_S/q_T \Rightarrow$ Προσδιορίζεται η ευθεία			
	Ειδικός όγκος αέρα v_1			
	Παροχή μάζας αέρα $w_a = Q / v_1$			
	Ειδική υγρασία W_1			
	$\Delta W = q_L / w_a$			
	$W_2 = W_1 - \Delta W \Rightarrow$ Η θέση του σημείου 2			
8	Εκτίμηση της αξιοπιστίας των μετρήσεων			
	Θερμοκρασία ενεργού επιφανείας t_s			
	Συντελεστής BF			
	Μέση θερμοκρασία νερού, $t_m = (t_o - t_i)/2$			
	Θεωρείτε αξιόπιστη τη μέτρηση (NAI/OXI)			

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ		Υψηλή ταχύτητα	Μεσαία ταχύτητα	Χαμηλή ταχύτητα
1	Εξωτερική μονάδα			
	Ηλεκτρικό ρεύμα σε A του συμπιεστή και των ανεμιστήρων - για μονοφασική παροχή (*) (*) Αν τυχόν η παροχή είναι τριφασική θα αναφερθούν και οι 3 φάσεις			
	Ηλεκτρικό ρεύμα της αντλίας του πύργου ψύξης (αν υπάρχει)			
	Ηλεκτρικό ρεύμα της αντλίας κυκλοφορίας του κρύου νερού στα FCU			
2	Ηλεκτρικό ρεύμα σε A των ανεμιστήρων των FCU			
	Fan Coil No 1			
	Fan Coil No 2			
	Fan Coil No 3			
3	Υπολογισμός της συνολικής καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ισχύος			
	ΣΥΝΟΛΟ των παραπάνω σε A, I =			
	Ηλεκτρική τάση, V =			
	Συντελεστής ισχύος συνφ (περίπου)	0,85	0,85	0,85
	Συνολική ισχύς V·I·συνφ = P =			
4	Υπολογισμός της συνολικής απόδοσης σε ολική ισχύ			
	Από το FCU No 1			
	Από το FCU No 2			
	Από το FCU No 3			
	ΣΥΝΟΛΟ Σq _T			
5	Υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης ανά kW ηλεκτρικής ισχύος			
	Θερμοκρασία περιβάλλοντος			
	Σq _T / P =			

1.5.2. Μέτρηση του συντελεστή συμπεριφοράς (COP) μιας μονάδας κλιματισμού

Ονομάζουμε συντελεστή συμπεριφοράς COP ψυκτικής μονάδας, το λόγο του καθαρού ψυκτικού αποτελέσματος προς την ενέργεια που προστίθεται στη μάζα του ψυκτικού ρευστού, κατά τη φάση της συμπίεσης.

$$\text{COP} = \text{Καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα (q)} / \text{Ενέργεια συμπίεσης (W)}.$$



Σχήμα 1.5.3. Κύκλος ψύξης με συμπίεση σε διάγραμμα P-h, στον οποίο φαίνονται το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα και η ενέργεια συμπίεσης.

Το μέγεθος του COP μίας μονάδας ψύξης (επομένως και κλιματιστικής μονάδας) είναι πολύ σπουδαίο στοιχείο την ποιοτική και οικονομική εκτίμησή της.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ						
220/240 VOLTS – 1 PHASE						
MODEL	Ψυκτική ικανότητα BTU/H (WATTS)	Εισερχόμενη ισχύς μοτέρ WATTS	EER BTU/WH	C.O.P. (W/W)	Ηλεκτρολογικά στοιχεία	
					RLA	LRA
H23B153ABH	12600 (3690)	1310	9.6	(2.82)	6.4	40
H23B173ABH	13900 (4070)	1455	9.6	(2.80)	6.9	40
H23B193ABK	15000 (4400)	1530	9.8	(2.88)	7.3	53
H23B223ABH	19350 (5670)	1945	9.9	(2.92)	9.2	53
H23B283ABH	24100 (7060)	2465	9.8	(2.86)	12.2	65
H23B303ABK	25700 (7530)	2590	9.9	(2.91)	12.4	68

Τα περιεχόμενα του παραπάνω πίνακα ισχύουν για:

- Θερμοκρασία εξάτμισης: 7°C
- Θερμοκρασία συμπύκνωσης: 54°C
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος: 35°C
- Θερμοκρασία ψυκτικού υγρού: 46°C
- Θερμοκρασία ψυκτικού αερίου επιστροφής: 18°C

Σχήμα 1.5.4. Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών κλιματιστικής μονάδας στην οποία φαίνεται και COP

Το μέγεθος του COP μπορεί να υπολογιστεί από τη χάραξη του διαγράμματος P-h, αφού μετρηθούν τα στοιχεία που μας είναι απαραίτητα (πίεσεις και θερμοκρασίες που επικρατούν στα σημεία που αρχίζει και τελειώνει κάθε φάση του κύκλου ψύξης). Όμως στη καθημερινή πρακτική το μέγεθος του COP υπολογίζεται με αρκετή ακρίβεια από την ακόλουθη σχέση:

$$\text{COP} = q_c / P$$

όπου:

όπου:

COP: Ο συντελεστής συμπεριφοράς της μονάδας.

q_c : Το πραγματικό ποσό της θερμότητας που αφαιρεί η κλιματιστική μονάδα, στη μονάδα του χρόνου (W).

P: Η εισερχόμενη ηλεκτρική ισχύς που προκύπτει από την καταναλισκόμενη ενέργεια της κλιματιστικής μονάδας (W).

1° ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ. Η ονομαστική ψυκτική ισχύς μίας μονάδας κλιματισμού είναι 17 kW (από τα στοιχεία του κατασκευαστή). Αν η ηλεκτρική ισχύς που προκύπτει από τις μετρήσεις είναι 3,5 kW, να υπολογιστεί ο COP.

Λύση: Ο συντελεστής συμπεριφοράς COP υπολογίζεται από την σχέση:

$$COP = q_c / P = 17 \text{ kW} / 3,5 \text{ kW} = 4,86$$

Η ηλεκτρική ισχύς (P) υπολογίζεται από τη μέτρηση της τάσης και της έντασης της γραμμής παροχής της μονάδας κλιματισμού. Για μονοφασικές μονάδες, η ηλεκτρική ισχύς είναι:

$$P = V \times I \times \text{συνφ}$$

όπου:

P: Ηλεκτρική ισχύς (W).

V: Ηλεκτρική τάση μεταξύ φάσης και ουδέτερου, 220V $\pm$ 10%.

I: Ένταση (A).

συνφ: Συντελεστής ισχύος του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή και των ανεμιστήρων, κυμαίνεται από 0,8 έως 0,9 ανάλογα με τη ποιότητα και τις συνθήκες λειτουργίας των ηλεκτροκινητήρων του συμπιεστή και των ανεμιστήρων της μονάδας.

2° ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ. Στους ακροδέκτες της γραμμής ηλεκτρικής τροφοδότησης μονοφασικής μονάδας κλιματισμού, μετρήθηκε τάση 220 V και ένταση 5 A. Να υπολογιστεί η εισερχόμενη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας (P), αν το συνφ είναι ίσο με 0,8.

Λύση: Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση προκύπτει:

$$P = V \times I \times \text{συνφ} = 220 \times 5 \times 0,8 = 880 \text{ W ή } 0,88 \text{ KW}$$

Στη περίπτωση τριφασικής μονάδας, η ηλεκτρική ισχύς (P) δίνεται από τη σχέση:

$$P = 1,73 \times V_{\pi} \times I_{\phi} \times \text{συνφ}$$

όπου:

P : Η ηλεκτρική ισχύς (W).

V $_{\pi}$: Η τάση μεταξύ δύο φάσεων (πολική τάση) 380 V + 10%

I $_{\phi}$: Η ένταση ανά φάση (A).

συνφ: Από 0,8 – 0,9

3° ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ. Στη γραμμή ηλεκτρικής παροχής τριφασικής μονάδας κλιματισμού μετρήθηκαν τα ακόλουθα στοιχεία:

Πολική τάση (V_{π}) = 370 V (μεταξύ δύο φάσεων), ένταση ανά φάση (I_{ϕ}) = 5 A (σε κάθε φάση), $\cos\phi = 0,8$. Να υπολογιστεί η εισερχόμενη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας.

Λύση:

$$P = 1,73 \times V_{\pi} \times I_{\phi} \times \cos\phi = 1,73 \times 370 \times 5 \times 0,8 = 2560 \text{ W ή } 2,56 \text{ KW.}$$

! Προσοχή: Στα μέτρα ασφαλείας που επιβάλλονται όταν γίνεται μέτρηση ηλεκτρολογικών μεγεθών (τάση, ένταση κλπ.).

1.5.2.1. Διαδικασία μετρήσεων.

1. Χρησιμοποιώντας την αμπεροτσιμπίδα, μετράμε με προσοχή την ένταση.

$$I = \dots\dots\dots \text{A.}$$



Σχήμα 1.5.5. Μέτρηση της έντασης με αμπεροτσιμπίδα, σε μονοφασική γραμμή μονάδας κλιματισμού.

2. Υπολογισμός της ηλεκτρικής ισχύος, ανάλογα με το αν η μονάδα είναι μονοφασική ή τριφασική. $P = \dots\dots\dots \text{kW.}$
3. Καταγραφή από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας της ψυκτικής ικανότητά της.
 $q_c = \dots\dots\dots \text{W ή kW}$
4. Από τη σχέση $COP = q_c / P = \dots\dots\dots \Rightarrow COP = \dots\dots\dots$

1.5.3. Μέτρηση της παροχής αέρα σε στόμιο προσαγωγής

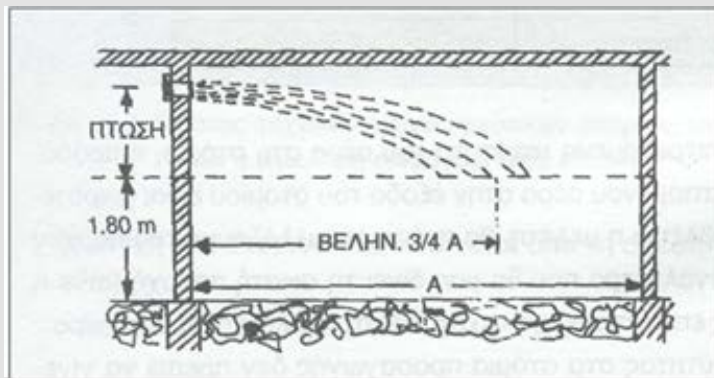
Για την ομοιόμορφη κατανομή του κλιματισμένου αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο, χρησιμοποιούνται τα στόμια προσαγωγής. Τα στόμια προσαγωγής, που συνήθως χρησιμοποιούνται στα ελληνικά κτήρια, είναι τα στόμια τοίχου (επίτοιχα) και τα στόμια οροφής. Εκτός από τα στόμια προσαγωγής, στις εγκαταστάσεις κλιματισμού, χρησιμοποιούνται και τα στόμια επιστροφής ή απαγωγής, καθώς και τα στόμια φρέσκου (νωπού) αέρα.

Με τα στόμια προσαγωγής ελέγχεται αφενός η ποσότητα του κλιματισμένου αέρα που προσάγεται στο χώρο (m^3/s ή L/s) και αφετέρου ρυθμίζεται η ταχύτητα με την οποία ο αέρας φτάνει στον κλιματιζόμενο χώρο. Επίσης, ελέγχεται η ισοκατανομή του αέρα στο χώρο ώστε να επιτυγχάνονται τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα άνεσης σε όλα τα σημεία της αίθουσας χωρίς τη δημιουργία «νεκρών ζωνών».

Στους χώρους που γίνεται κλιματισμός άνεσης, η ταχύτητα του αέρα σε ύψος 1,80 – 1,85 m από το δάπεδο θα πρέπει να είναι μεταξύ 0,15 m/s και 0,25 m/s.

Όλα τα στοιχεία του αέρα προσαγωγής (όγκος αέρα, ταχύτητα, βεληνεκές κλπ.) ρυθμίζονται από τους μηχανισμούς ελέγχου των στομιών (διαφράγματα κάθετα και οριζόντια πτερύγια). Γι' αυτό, κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού, είναι ανάγκη να γίνουν οι παρακάτω μετρήσεις και ρυθμίσεις:

- Μέτρηση της ταχύτητας του εξερχόμενου αέρα από τα στόμια προσαγωγής.
- Ο υπολογισμός του όγκου ή της μάζας του προσαγόμενου αέρα (m^3/s ή L/s).
- Μέτρηση και ρύθμιση του βεληνεκού του στομίου τοίχου (ή της ακτίνας διάχυσης στα κυκλικά στόμια).
- Μέτρηση και ρύθμιση της πτώσης του στομίου.



Σχήμα 1.5.6. Βεληνεκές

Η ταχύτητα του αέρα που εξέρχεται από τα στόμια προσαγωγής διαμορφώνει και τη στάθμη του θορύβου. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα, αυξάνεται και η στάθμη θορύβου. Γι' αυτό και οι επιτρεπόμενες ταχύτητες του προσαγόμενου αέρα στα στόμια δίνονται από ειδικούς πίνακες.

Αν με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα στο στόμιο, η προσαγόμενη ποσότητα κλιματισμένου αέρα στην έξοδο του στομίου είναι μικρότερη από εκείνη που προβλέπει η μελέτη, θα πρέπει να αλλαχθεί το υπάρχον στόμιο με ένα άλλο μεγαλύτερο που θα μας δίνει τη σωστή παροχή (m^3/s ή L/s), μέσα στα όρια της επιτρεπόμενης ταχύτητας στον κλιματιζόμενο χώρο.

Η μέτρηση της ταχύτητας στα στόμια προσαγωγής δεν πρέπει να γίνεται σε ένα μόνο σημείο (πχ. στο κέντρο του στομίου), αλλά σε όσο περισσότερα σημεία του στομίου είναι πρακτικά δυνατόν. Ο μέσος όρος όλων των μετρήσεων λαμβάνεται ως η μέση ταχύτητα του αέρα στην έξοδο του στομίου και είναι η ταχύτητα με την οποία υπολογίζεται η παροχή του στομίου (m^3/s ή L/s).

Για να υπολογιστεί ο όγκος του αέρα που προσάγεται στο χώρο από το στόμιο, εκτός από τη μέση ταχύτητα του αέρα, θα πρέπει να είναι γνωστή και η ελεύθερη επιφάνεια του στομίου. Η ελεύθερη επιφάνεια των στομιών δίνεται από τους κατασκευαστές των στομιών. Αν όμως τα φυλλάδια των τεχνικών χαρακτηριστικών των στομιών δεν δίνεται η ελεύθερη επιφάνειά τους, λαμβάνεται κατ' εκτίμηση ως ελεύθερη επιφάνεια το 65%-70% της ολικής επιφάνειας του στομίου, όπως αυτή υπολογίζεται από τις ονομαστικές διαστάσεις του στομίου.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΜΙΩΝ ΤΟΙΧΟΥ											
Model No.	Διαστάσεις στομίου mm	Ελεύθερη επιφάνεια cm ²	ΤΑΧΥΤΗΤΑ m/s	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
ASG0022	220×220	310	παροχή L/s	46	62	77	93	108	124	139	155
			Απώλειες πίεσης Pa	2	4	6	8	11	14	18	23
			βεληγετικός m	3.5	4.2	4.9	5.6	6.2	6.7	7.3	7.7
			Στάθμη θορύβου dB(A)	19	21	24	26	28	31	33	35
ASG0023	330×220	466	παροχή L/s	70	93	116	139	163	186	209	232
			Απώλειες πίεσης Pa	2	4	6	9	12	15	19	23
			βεληγετικός m	4.4	5.3	6.1	6.9	7.6	8.3	8.9	9.5
			Στάθμη θορύβου dB(A)	20	23	26	28	31	33	36	38
ASG0024	440×220	619	παροχή L/s	93	124	155	186	217	248	279	310
			Απώλειες πίεσης Pa	3	4	7	9	12	16	19	23
			βεληγετικός m	5.2	6.2	7.1	8	8.9	9.7	10.4	11.1
			Στάθμη θορύβου dB(A)	21	24	27	30	33	36	38	41
ASG0025	550×220	774	παροχή L/s	116	155	194	232	271	310	348	387
			Απώλειες πίεσης Pa	3	5	7	10	13	16	20	24
			βεληγετικός m	6	7.1	8.1	9.1	10	10.9	11.8	12.6
			Στάθμη θορύβου dB(A)	22	25	29	32	35	38	41	43
ASG0026	660×220	939	παροχή L/s	139	186	232	279	325	372	418	465
			Απώλειες πίεσης Pa	3	5	7	10	13	16	20	24
			βεληγετικός m	6.7	7.9	9	10.1	11.1	12.1	13	13.9
			Στάθμη θορύβου dB(A)	23	26	30	33	36	40	43	45
ASG0027	770×220	1084	παροχή L/s	163	217	271	325	379	434	488	542
			Απώλειες πίεσης Pa	3	4	7	9	12	16	20	24
			βεληγετικός m	7.3	8.6	9.8	10.9	12	13.1	14.1	15.1
			Στάθμη θορύβου dB(A)	23	27	31	34	38	41	44	47
ASG0028	880×220	1239	παροχή L/s	186	248	310	372	434	495	557	619
			Απώλειες πίεσης Pa	3	4	7	9	12	15	19	23
			βεληγετικός m	7.8	9.2	10.5	11.7	12.9	14	15.1	16.1
			Στάθμη θορύβου dB(A)	24	28	32	35	39	42	45	49

Σχήμα 1.5.7. Ενδεικτικός πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών στομίων τοίχου, στον οποίο δίνεται και η ελεύθερη επιφάνεια κάθε στομίου.

Η παροχή του στομίου τοίχου δίνεται από τη σχέση:

$$Q = A \times V$$

Όπου:

Q : Ο όγκος ή η μάζα του κλιματισμένου αέρα που προσάγεται από το στόμιο (παροχή), σε m³/s ή L/s.

A : Η ελεύθερη επιφάνεια του στομίου, σε m².

V : Η μέση ταχύτητα του αέρα στην έξοδο του στομίου, σε m/s.

ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (σε στόμια τοίχου).

1. Μέτρηση των εσωτερικών διαστάσεων του στομίου. Υπολογισμός της εσωτερικής διατομής του στομίου, σε m². Από τους πίνακες των κατασκευαστών βρίσκουμε την ελεύθερη επιφάνεια του στομίου, σε m². Έλεγχος του ρυθμιστικού διαφράγματος (ντάμπερ) όλων των στομίων της μονάδας σε τελείως ανοιχτή θέση και τα πτερύγια κατεύθυνσης σε οριζόντια διεύθυνση. Λειτουργία της μονάδας και μέτρησης τη ταχύτητας του αέρα στην έξοδο του στομίου και σε όσο περισσότερα σημεία της κάθετης διατομής του μπορείτε.

Συμπλήρωση του παρακάτω πίνακα.

Αριθμός Μέτρησης	1	2	3	4	5	Μέση ταχύτητα (m/s)
Μετρηθείσα Ταχύτητα (m/s)						

- Υπολογισμός της μέσης ταχύτητα στην έξοδο του στομίου, σε m/s. Εφαρμόζοντας τη σχέση $Q = A \times V$, υπολογίζουμε τη παροχή του στομίου, σε m^3/s ή L/s.
- Τοποθέτηση του ρυθμιστικού διαφράγματος του στομίου σε διάφορες θέσεις (τουλάχιστον τρεις) και υπολογισμός της μέσης ταχύτητας και την παροχής σε κάθε θέση του διαφράγματος.

Ρύθμιση διαφράγματος	Μέση ταχύτητα στο στόμιο (m/s)	Παροχή του στομίου (m^3/s)
1η		
2η		
3η		

- Υπολογισμός του βεληνεκές του στομίου για τις διαστάσεις της αίθουσας που είναι τοποθετημένο, σε τρεις τουλάχιστον θέσεις των οριζόντιων πτερυγίων (0, 22 και 45 μοίρες).
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

1.5.4. Μέτρηση της ταχύτητας και της μάζας του αέρα σε αεραγωγό

Η μέτρηση της ταχύτητας του αέρα σε αεραγωγούς είναι σημαντική διότι, το μέγεθος της ταχύτητας του αέρα συνδέεται στενά και με τη στάθμη θορύβου που προξενεί η ροή στους αεραγωγούς. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα (m/s) του αέρα, αυξάνεται και η στάθμη θορύβου (db) και αντίστροφα.

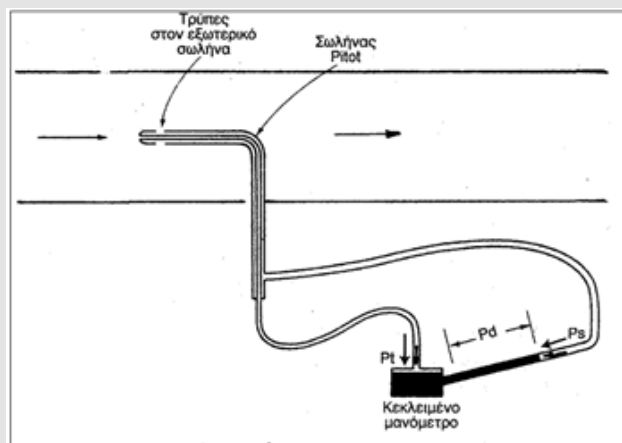
Στον πίνακα 1.5.2 δίνεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα σε κύριο αεραγωγό και στο υπόλοιπο δίκτυο, ανάλογη με το είδος του χώρου που εξυπηρετεί η εγκατάσταση.

Πίνακας 1.5.2. Συνιστούμενη ταχύτητα αέρα στους αεραγωγούς διαφόρων χώρων σε m/s

Είδος χώρου	Κύριος Αεραγωγός	Υπόλοιπο δίκτυο
Κατοικίες	5	3.5
Βιβλιοθήκες	5	4
Γραφεία (γενικά)	9	6
Γραφεία ιδιωτικά	7.5	5
Τράπεζες	9	6
Ξενοδοχεία	7.5	4.5
Εστιατόρια	9	6
Σχολεία-θέατρα	6	4.5
Νοσοκομεία-κλινικές	5	4
Μεγάλα καταστήματα	10	7.5
Μικρά καταστήματα	8	6

Η μέτρηση της ταχύτητας του αέρα σ' έναν αεραγωγό γίνεται με ειδικά όργανα που λέγονται ταχύμετρα αέρα ή ανεμόμετρα.

Ένας ακόμα έμμεσος τρόπος για τη μέτρηση της ταχύτητας του αέρα σε αεραγωγούς, είναι η χρήση του σωλήνα pitot. Ο σωλήνας pitot είναι μία κατασκευή που συνδυάζει τη ταυτόχρονη μέτρηση της στατικής και ολικής πίεσης και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο των πιέσεων. Οι επικρατούσες πιέσεις (στατική και ολική) μεταφέρονται με ελαστικούς σωλήνες σ' ένα κεκλιμένο μανόμετρο υδραργύρου ή στο αντίστοιχο ηλεκτρονικό στο οποίο παίρνουμε τη διαφορά των δύο πιέσεων. Η πίεση που μας δείχνει το μανόμετρο είναι η δυναμική πίεση ή πίεση ταχύτητας του αέρα.



Σχήμα 1.5.8. Διαδικασία μέτρησης της δυναμικής πίεσης σε αεραγωγό με κεκλιμένο μανόμετρο και σωλήνα pitot.

Όταν μετρήσουμε τη δυναμική πίεση του αέρα στον αεραγωγό, υπολογίζουμε τη ταχύτητα του από τη σχέση:

$$V = (Pd/0,6)^{0,5}$$

όπου: V: η ταχύτητα του αέρα σε m/s, και Pd: η μετρηθείσα δυναμική πίεση σε Pa.

1° ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ. Κατά τη μέτρηση της ολικής (Pt) και στατικής πίεσης (Ps) σε αεραγωγό κλιματιστικής μονάδας, σημειώθηκαν οι εξής ενδείξεις:

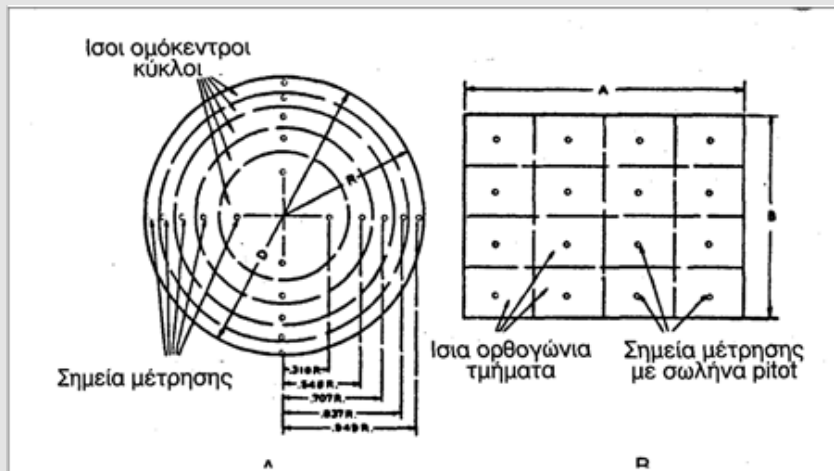
Pt = 35 Pa και Ps = 10 Pa. Να υπολογιστεί η ταχύτητα του αέρα στον αεραγωγό.

Λύση: Γνωρίζουμε ότι $P_t = P_s + P_d$ ή $P_d = P_t - P_s$.

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση τις μετρηθείσες πιέσεις, έχουμε: $P_d = 35 - 20 = 15$ Pa.

Από την πιο πάνω σχέση έχουμε: $V = (Pd/0,6)^{0,5} = 5$ m/s.

Στο σχήμα 1.5.9 φαίνεται η μέτρηση της δυναμικής πίεσης (Pd) με σωλήνα pitot. Η μέτρηση της ταχύτητας του αέρα σε αεραγωγό δεν πρέπει να γίνεται μόνο σ' ένα σημείο. Θα πρέπει η διατομή του αεραγωγού να χωρίζεται υποθετικά σε μικρά τμήματα. Στους κυκλικούς αεραγωγούς πρέπει να παίρνονται τουλάχιστον 20 μετρήσεις, ενώ στους ορθογώνιους ο ελάχιστος αριθμός μετρήσεων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 16. Ο μέσος όρος ταχύτητας όλων των μετρήσεων παίρνεται ως μέση ταχύτητα του αέρα στον αεραγωγό.



Σχήμα 1.5.9: Η διατομή του αεραγωγού θα πρέπει να χωρίζεται σε μικρά τμήματα στο κέντρο των οποίων θα παίρνονται οι μετρήσεις. Α. Κυκλική διατομή αεραγωγού. Β. Ορθογώνια διατομή.

Αφού υπολογισθεί η μέση ταχύτητα του αέρα στον αεραγωγό, καθώς και η κάθετη προς τον αέρα διατομή του αεραγωγού, υπολογίζουμε την παροχή όγκου:

$$Q = A \times V$$

όπου:

Q: η παροχή όγκου του αέρα σε m^3/s .

A: Η κάθετη διατομή του αεραγωγού σε m^2 .

V: Η μέση ταχύτητα του αέρα στον αεραγωγό σε m/s .

Αριθμός μετρήσεων	1	2	3	4						5	6	7
	Πλευρά (A)	Πλευρά (B)	Διατομή (m^2)	Μετρήσεις ταχύτητας						Μέση ταχύτητα (m/s)	3 x 5 (Q)	Παρατηρήσεις
				1	2	3	4	5	κλπ			
1.												
2.												

1.6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ, ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

1.6.1. Έλεγχος δικτύου αεραγωγών και σωληνώσεων

1.6.1.1. Έλεγχος δικτύου αεραγωγών

1.6.1.1.1. Στόμια και συσκευές διανομής του αέρα

Τα στόμια και οι συσκευές διανομής του αέρα πρέπει να είναι τοποθετημένα στις προβλεπόμενες, από τη μελέτη, θέσεις. Όπου, για κατασκευαστικούς λόγους, αυτό είναι αδύνατο, πρέπει να γίνεται κατάλληλη τροποποίηση του σχεδίου και να ακολουθούνται οι βασικοί κανόνες επιλογής και σχεδίασης των στομιών και των συσκευών διανομής αέρα. Κατά την εγκατάσταση των στομιών και συσκευών διανομής αέρα πρέπει:

1. Να τοποθετούνται σε κατάλληλη θέση ώστε τα σημεία χειρισμού να είναι προσιτά.
2. Να δίνεται προσοχή για να μην καταστρέφεται η εξωτερική εμφάνισή τους.
3. Η σύνδεση τους με τον αεραγωγό να είναι στεγανή και να χρησιμοποιείται το κατάλληλο στεγανωτικό παρέμβυσμα.
4. Να ελέγχεται η ροή του αέρα από τον αεραγωγό προς το στόμιο και να προβλέπεται κατάλληλο μέσο ρύθμισης (π.χ. ρυθμιστικό πτερύγιο) ώστε η ροή να είναι κανονική.

1.6.1.1.2. Μονώσεις αεραγωγών

Το είδος και το πάχος της μόνωσης των αεραγωγών καθορίζεται στη μελέτη και σύμφωνα με τις οδηγίες TOTEE. Οι μονώσεις των αεραγωγών κατασκευάζονται για να ελαττώσουν τις θερμικές απώλειες και για να μη δημιουργούνται συμπυκνώματα στην εξωτερική επιφάνεια των αεραγωγών. Για το σκοπό αυτό πρέπει:

- α) Η μόνωση να είναι συνεχής χωρίς διακοπές.
- β) Η μόνωση να έχει εξωτερικό μανδύα (π.χ. αλουμινόφυλλο) του οποίου η στεγανότητα να είναι απόλυτη.
- γ) Σε εξωτερικούς αεραγωγούς η μόνωση να επικαλύπτεται με υλικό που να αντέχει στα νερά και τις καιρικές συνθήκες.

Σε περίπτωση που η μελέτη προβλέπει εσωτερική μόνωση των αεραγωγών, πρέπει:

- α) Να αυξάνονται κατάλληλα οι διαστάσεις των αεραγωγών ώστε να μην περιορίζεται η διατομή τους από το πάχος της μόνωσης (η πρόβλεψη πρέπει να έχει γίνει στην μελέτη).
- β) Η μόνωση να κατασκευάζεται συνεχής και λεία χωρίς άσκοπες προεξοχές.
- γ) Να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη συγκόλληση και στερέωση της μόνωσης στα τοιχώματα του αεραγωγού για να μην ξεκολλά με την ροή του αέρα.
- δ) Εφόσον οι αεραγωγοί τοποθετούνται σε υπαίθριο χώρο να στεγανοποιούνται οι αρμοί ώστε να μην εισχωρεί υγρασία στο μονωτικό υλικό.
- ε) Εφόσον χρησιμοποιείται υαλοβάμβακας πρέπει η εσωτερική επιφάνειά του που έρχεται σε επαφή με τον αέρα να καλύπτεται με κατάλληλο προστατευτικό υλικό (π.χ. ύφασμα, ή αλουμινόφυλλο), ώστε να μην παρασύρονται ίνες υαλοβάμβακα που είναι επικίνδυνες στην υγεία.

1.6.1.1.3. Έλεγχος των αεραγωγών

Κατά τον έλεγχο των αεραγωγών, ελέγχεται:

- α) Η καλή λειτουργία όλων των διαφραγμάτων και διατάξεων ρύθμισης της παροχής και ροής του αέρα.

β) Οι πιθανές διαρροές αέρα. Σχετικά με το θέμα των διαρροών σημειώνεται ότι συνιστάται αντί του ελέγχου στεγανότητας να γίνεται ο έλεγχος της σωστής κατασκευής και τοποθέτησης των αεραγωγών ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι διαρροές.

γ) Η σωστή τοποθέτηση των στομιών, μονάδων ανεμιστήρων και λοιπών συσκευών.

δ) Η σωστή στήριξη των αεραγωγών προς αποφυγή κραδασμών.

ε) Η σωστή λειτουργία των αρχιτεκτονικών στοιχείων που συνδυάζονται με τους αεραγωγούς.

1.6.1.2. Έλεγχος δικτύου σωληνώσεων

Τα δίκτυα σωληνώσεων που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κλιματισμού είναι:

1. Δίκτυα ψυχρού-θερμού νερού
2. Δίκτυα αποχέτευσης νερού συμπύκνωσης
3. Δίκτυα παροχής νερού πόλης
4. Δίκτυα νερού συμπύκνωσης.
5. Δίκτυα ατμού

Κατά την κατασκευή των δικτύων, πρέπει να τοποθετούνται:

- α) Σημεία εκκένωσης (αδειάσματα) όλων των τμημάτων του δικτύου με σφαιρικούς κρουνοί.
- β) Λυόμενοι σύνδεσμοι (φλάντζες ή ρακόρ) σε κατάλληλα σημεία του δικτύου για την αποσυναρμολόγηση.
- γ) Βάνες απομόνωσης των κυρίων κλάδων της εγκατάστασης (π.χ. κατακόρυφες στήλες) σε συνδυασμό με σημεία εκκένωσης, για περιπτώσεις βλάβης.
- δ) Σημεία εξαερισμού των κλειστών δικτύων με αυτόματα ή χειροκίνητα εξαεριστικά στις θέσεις που υπάρχει πιθανότητα παγίδευσης αέρα
- ε) Κεντρικά φίλτρα σε όλα τα κλειστά κυκλώματα των δικτύων προσαγωγής, επιστροφής ψυχρού θερμού νερού, νερού συμπύκνωσης και στις παροχές νερού πόλης.



Γενικά η παγίδευση αέρα στα δίκτυα σωλήνων είναι ένα βασικό πρόβλημα των εγκαταστάσεων κλιματισμού και πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αντιμετώπισή του. Τα οριζόντια τμήματα των σωλήνων πρέπει να έχουν κατάλληλες κλίσεις ώστε ο αέρας να διαφεύγει προς τα σημεία εξαερισμού.

1.6.1.2.1. Έλεγχος δικτύων

Ο έλεγχος του δικτύου που περιλαμβάνει:

- (α) Έλεγχο σωστής πλήρωσης και εξαερισμού.
- (β) Έλεγχο καθαρισμού των φίλτρων.
- (γ) Έλεγχο καλής λειτουργίας των βαλβίδων.
- (δ) Έλεγχο σωστής λειτουργίας των δοχείων διαστολής.
- (ε) Επιθεώρηση και έλεγχο των ενδεικτικών οργάνων της εγκατάστασης.

1.6.1.2.2. Μονώσεις σωλήνων

Το είδος και το πάχος της μόνωσης των σωληνώσεων καθορίζεται στη μελέτη και σύμφωνα με τις οδηγίες των TOTEΕ.

Η μόνωση των δικτύων σωληνώσεων κλιματισμού γίνεται για να ελαχιστοποιηθούν οι θερμικές απώλειες και για να μην δημιουργούνται συμπυκνώματα στην εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων.

Τα δίκτυα ψυχρού νερού πρέπει να μονώνονται σε όλο τους το μήκος χωρίς διακοπές, συμπεριλαμβανομένων των βαλβίδων, φίλτρων, αντλιών κλπ.

Στα δίκτυα θερμού νερού οι βαλβίδες, τα φίλτρα και οι αντλίες μπορεί να μείνουν αμόνωτα.

Τα άκρα των μονώσεων (σόκορα) πρέπει να προστατεύονται από την υγρασία, με κατάλληλο υλικό.

Στα στηρίγματα η μόνωση δεν πρέπει να διακόπτεται. Αντίθετα πρέπει να προστατεύεται με κατάλληλα διαμορφωμένο φύλλο από γαλβανισμένη λαμαρίνα.

Μετά την ολοκλήρωση των μονώσεων πρέπει να γίνεται η τελική επιθεώρηση του δικτύου όπου ελέγχεται η σωστή κατασκευή των μονώσεων σύμφωνα με τα παραπάνω.

1.6.1.3. Ανεμιστήρες

Γενικά η θέση και ο τρόπος τοποθέτησης των ανεμιστήρων θα πρέπει να είναι σύμφωνος με τις παρακάτω γενικές αρχές:

- α) Ο ανεμιστήρας, το σύστημα μετάδοσης της κίνησης και ο ηλεκτροκινητήρας πρέπει να είναι σε εύκολα προσιτές θέσεις ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία, η ρύθμιση και η συντήρηση του συστήματος (αφαίρεση κινητήρα, λίπανση εδράνων, ρύθμιση τροχαλιών κλπ.).
- β) Η στήριξη (ανάρτηση ή έδραση) των ανεμιστήρων πρέπει να είναι αντιδονητική. Ο τύπος της στήριξης και ο τρόπος ελέγχου των κραδασμών εξαρτάται από το μέγεθος του ανεμιστήρα και την επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου. Ανεξάρτητα πάντως από το μέγεθος και την επιτρεπόμενη στάθμη του θορύβου, όλες οι συνδέσεις με δίκτυα αεραγωγών θα γίνονται με την παρεμβολή ενός τεμαχίου εύκαμπτου αεραγωγού και οι συνδέσεις με το ηλεκτρικό δίκτυο με την παρεμβολή εύκαμπτου σωλήνα.
- γ) Η διαμόρφωση των στομιών αναρρόφησης και κατάθλιψης (σύμφωνα με την TOTEE) πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή γιατί μπορεί να έχουμε μείωση μέχρι και 30% της απόδοσης του ανεμιστήρα.
- δ) Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης πρέπει να περιβάλλεται πάντα με κατάλληλο προστατευτικό κάλυμμα.

Κατά την έλεγχο των ανεμιστήρων θα πρέπει να δίνεται προσοχή στα εξής:

- α) Στην καλή οριζοντίωση του άξονα του ανεμιστήρα.
- β) Στην σήμανση της φοράς περιστροφής του (αν δεν υπάρχει από το εργοστάσιο κατασκευής).
- γ) Στην κατάλληλη προστασία του, κατά την διάρκεια που συνεχίζονται οι εργασίες, και μέχρι την προσωρινή παραλαβή της εγκατάστασης.

Επίσης τα σημεία που πρέπει να ελεγχθούν είναι:

- α) Η λίπανση των εδράνων.
- β) Η τάνυση των ιμάντων (εάν προβλέπονται ιμάντες).
- γ) Η στήριξη του κινητήρα.
- δ) Η ευθυγράμμιση του συστήματος μετάδοσης της κίνησης.
- ε) Η ευθυγράμμιση του συστήματος ανεμιστήρας-εύκαμπτα τεμάχια αεραγωγών - δίκτυο αεραγωγών.
- στ) Η κατάσταση των αντικραδασμικών στηρίξεων.
- ζ) Η καθαριότητα του συστήματος και η απουσία ξένων σωμάτων.
- η) Η σύσφιξη των κοχλιών ανάρτησης (ή έδρασης) και εξασφάλισης του κινητήρα στη βάση του.
- θ) Η σωστή ηλεκτρική εγκατάσταση (μεγέθη διακοπών, ασφαλειών, διατομή αγωγών, ισχύς εκκινητή και συνδεσμολογία αυτοματισμού).
- ι) Η φορά περιστροφής και ο αριθμός των στροφών της πτερωτής.
- ια) Η σωστή ρύθμιση των θερμικών προστασίας του κινητήρα, με αμπερομέτρηση.

Μετά τον προκαταρκτικό αυτό έλεγχο συντάσσεται ΔΕΛΤΙΟ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ όπου για κάθε ανεμιστήρα αναφέρονται:

- α) Ο χαρακτηρισμός του (π.χ. ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο χώρο).
- β) Ο τύπος και το εργοστάσιο κατασκευής.
- γ) Η παροχή και το μανομετρικό ύψος.
- δ) Ο αριθμός των στροφών της πτερωτής.
- ε) Η ισχύς και ο αριθμός στροφών του κινητήρα.
- στ) Η ρύθμιση των θερμικών προστασίας.

1.6.1.4. Κλιματιστικές μονάδες

1.6.1.4.1. Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ)

Κατά τον έλεγχο των ΚΚΜ, εκτός των άλλων τεχνικών χαρακτηριστικών πρέπει να προσδιορίζονται τα ακόλουθα, σε σχέση με την υπόλοιπη εγκατάσταση:

- α) Οι θέσεις των συνδέσεων των στοιχείων ώστε να είναι εύκολη η αφαίρεση τους και να διευκολύνονται οι σωληνώσεις τροφοδοσίας νερού (ελαχιστοποίηση καμπυλών κλπ.).
- β) Οι διατάξεις των ανεμιστήρων για σωστή κατανομή των ταχυτήτων του αέρα στην έξοδο.
- γ) Η θέση των θυρίδων αφαίρεσης των φίλτρων και το μέγεθος των πλαισίων των φίλτρων για να είναι δυνατή η αφαίρεση τους.

Ο έλεγχος περιλαμβάνει:

- α) Επιθεώρηση των ανεμιστήρων.
- β) Επιθεώρηση των αεραγωγών από το στόμιο λήψης νωπού αέρα μέχρι την έξοδο του ανεμιστήρα ώστε να εξασφαλίζεται η επαρκής παροχή.
- γ) Επιβεβαίωση της σωστής τοποθέτησης των φίλτρων.
- δ) Επιθεώρηση και έλεγχος της στεγανότητας των στοιχείων, φίλτρων και διαφραγμάτων ως προς το κέλυφος της ΚΚΜ ώστε να αποφεύγεται η παράκαμψη (BY-PASS) του αέρα.
- ε) Έλεγχος της σωστής υδραυλικής σύνδεσης.
- στ) Επιβεβαίωση της ορθής αποχέτευσης της ΚΚΜ και της κλίσης της γραμμής αποχέτευσης.
- ζ) Επιθεώρηση των στοιχείων, των φίλτρων και του υγραντή της ΚΚΜ όπως αναφέρεται στις αντίστοιχες παραγράφους.
- η) Επιθεώρηση και έλεγχος των αντικραδασμικών ή αντιδονητικών στηριγμάτων.

1.6.1.4.2. Τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (ΤΜΑΣ)

Πρέπει να προβλέπονται:

- α) Οι σωστές θέσεις τοποθέτησης των ΤΜΑΣ ώστε να επιτυγχάνεται η κατά το δυνατόν ομοιόμορφη κυκλοφορία του αέρα και η κατανομή της θερμοκρασίας στον κλιματιζόμενο χώρο.
- β) Τα κατάλληλα όργανα λειτουργίας και ελέγχου ανάλογα με την περίπτωση.

Κατά την εγκατάσταση πρέπει:

- α) Να συνδέονται οι μονάδες με τμήματα χαλκοσωλήνων τα οποία να μονώνονται με επιμέλεια.
- β) Να τοποθετούνται οι διακόπτες απομόνωσης (σφαιρικού τύπου).
- γ) Να εξασφαλίζεται η σωστή και ανεμπόδιστη ροή του αέρα.
- δ) Να γίνεται η σωστή και σύμφωνα με τον ΚΕΗΕ σύνδεση του ανεμιστήρα με το ηλεκτρικό δίκτυο.

ε) Να τοποθετείται βαλβίδα εξαερισμού. Στην περίπτωση μονάδων οροφής η βαλβίδα πρέπει να είναι αυτόματη.

στ) Να γίνεται η σωστή εγκατάσταση αποχέτευσης της λεκάνης με εύκαμπτο σωλήνα σε δίκτυο από PVC ή γαλβανισμένη σιδηροσωλήνα. Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή του δικτύου αποχέτευσης είναι 20 mm.

ζ) Να γίνεται σωστή οριζοντίωση και στήριξη της μονάδας. Στην περίπτωση μονάδων οροφής η ανάρτηση θα γίνεται με ντίζα κοχλιωμένη στο ένα άκρο ώστε με το περικόχλιο να επιτυγχάνεται η οριζοντίωση.

Ο έλεγχος περιλαμβάνει:

α) Έλεγχο της σωστής σύνδεσης των ΤΜΑΣ.

β) Έλεγχο της σωστής μόνωσης των συνδετήριων τμημάτων.

γ) Έλεγχο της λεκάνης και της αποχέτευσης.

δ) Έλεγχο της σωστής τοποθέτησης και καθαριότητας του φίλτρου.

ε) Έλεγχο της σωστής λειτουργίας του αυτοματισμού.

στ) Έλεγχο (ακουστικό) της στάθμης θορύβου και κραδασμών του ανεμιστήρα.

ζ) Έλεγχο της σωστής κυκλοφορίας του αέρα.

η) Επιθεώρηση των στοιχείων και του ανεμιστήρα όπως αναφέρονται στα αντίστοιχα άρθρα.

θ) Έλεγχο της σωστής ηλεκτρικής σύνδεσης.

1.6.1.5. Συσσκευές και εξαρτήματα επεξεργασίας του αέρα

Οι συσκευές και τα εξαρτήματα επεξεργασίας του αέρα τοποθετούνται και συνδέονται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή τους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι γενικές κατευθύνσεις για την τοποθέτηση, σύνδεση και επιθεώρηση των συσκευών και εξαρτημάτων επεξεργασίας του αέρα, ανεξάρτητα από την προέλευσή τους.

1.6.1.5.1. Θερμαντικά και ψυκτικά στοιχεία νερού

Οι σωστές θέσεις τοποθέτησης είναι έτσι ώστε:

α) Να είναι εύκολα προσιτές για έλεγχο και καθαρισμό.

β) Να είναι δυνατή η αφαίρεση τους για επισκευή ή αντικατάσταση.

Κατά την παραλαβή στο εργοτάξιο πρέπει να ελέγχονται:

α) Εάν έχουν καθαριστεί εσωτερικά και αν οι είσοδοι και έξοδοι έχουν σφραγιστεί.

β) Εάν τα πτερύγια είναι σε καλή κατάσταση και έχουν επαρκή προστασία.

Εάν κάτι από τα ανωτέρω δεν έχει τηρηθεί, πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα (καθαρισμός, ευθυγράμμιση πτερυγίων κλπ.).

Εάν η εγκατάσταση των στοιχείων δεν πρόκειται να γίνει άμεσα, αυτά πρέπει να αποθηκεύονται σε στεγανό μέρος και να προστατεύονται από ξένα σώματα (σκόνη, ασβέστη, beton κλπ.) και από μηχανικές φθορές.

Επίσης να ελέγχεται αν έχουν προβλεφτεί τα ακόλουθα και στην αντίθετη περίπτωση να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα:

α) Εάν υπάρχουν τα κατάλληλα στηρίγματα και υποδοχές για την σωστή και ασφαλή τοποθέτηση.

β) Εάν υπάρχει επαρκής χώρος, μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης, για συντήρηση, καθαρισμό και αφαίρεση.

γ) Εάν έχουν προβλεφθεί οι κατάλληλες βάνες και λυόμενοι σύνδεσμοι για την απομόνωση του δικτύου σε πιθανή αφαίρεση.



Οι λυόμενοι σύνδεσμοι πρέπει να τοποθετούνται μεταξύ στοιχείου και βάνας.

δ) Εάν υπάρχει βαλβίδα εξαερισμού του στοιχείου.

ε) Εάν υπάρχουν οι κατάλληλες θυρίδες επίσκεψης για τον έλεγχο, συντήρηση και καθαρισμό του στοιχείου.

στ) Στην περίπτωση ψυκτικών στοιχείων. εάν υπάρχει η κατάλληλη λεκάνη συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων με σωστή αποχέτευση.

Ειδικότερα στην περίπτωση ψυκτικών στοιχείων που η ταχύτητα πρόσπτωσης του αέρα (FACE VELOCITY) ξεπερνά τα 2,5 m/s πρέπει να εγκαθίστανται, στην έξοδο του στοιχείου, σταγονοσυλλέκτες (ELIMINATORS) που θα συλλέγουν τα σταγονίδια νερού που παρασύρει ο αέρας. Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης γίνεται ο προκαταρκτικός έλεγχος ο οποίος περιλαμβάνει:

α) Επιθεώρηση, στην οποία ελέγχεται η καθαριότητα των στοιχείων, η καλή κατάσταση των πτερυγίων και η στεγανότητα μεταξύ του πλαισίου του στοιχείου και του κελύφους (ή του αεραγωγού).

β) Έλεγχο της σωστής ροής του νερού και του αέρα μέσα από το στοιχείο. Πριν από αυτόν τον έλεγχο πρέπει να γίνεται πλήρης εξαερισμός του στοιχείου.

1.6.1.5.2. Ηλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία

Κατά τον έλεγχο πρέπει:

α) Να ελέγχεται η αντίσταση μόνωσης του ηλεκτρικού θερμαντήρα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Σε περίπτωση σφάλματος της μόνωσης (χαμηλή ωμική αντίσταση) ο θερμαντήρας πρέπει να επιστρέφεται στο εργοστάσιο κατασκευής για επισκευή ή αντικατάσταση.

β) Να τοποθετούνται τα απαραίτητα ασφαλιστικά όργανα δηλ. θερμοστάτης άνω ορίου και διακόπτης ροής αέρα τα οποία δεν επιτρέπουν την λειτουργία του θερμαντήρα όταν η θερμοκρασία, στο περιβάλλον του, ανέβει επικίνδυνα ή όταν δεν υπάρχει ρεύμα αέρα.

γ) Να γίνεται σωστή γείωση του κελύφους του θερμαντήρα, για αποφυγή ατυχημάτων.

δ) Να προβλέπονται οι κατάλληλες θυρίδες επίσκεψης.

Επίσης πρέπει να ελέγχονται:

α) Η σωστή ηλεκτρική συνδεσμολογία του θερμαντήρα και των οργάνων ασφαλείας.

β) Η σωστή ροή του αέρα.

γ) Η σωστή γείωση του κελύφους.

Μετά τους παραπάνω ελέγχους συντάσσεται δελτίο δοκιμής στο οποίο αναφέρονται τα αποτελέσματα των ελέγχων ηλεκτρική ισχύς του θερμαντήρα.

1.6.1.6. Ψυκτικά στοιχεία απευθείας εκτόνωσης

Τα στοιχεία αυτά τοποθετούνται και συνδέονται από ειδικευμένο προσωπικό σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Όσον αφορά τον τρόπο και τον χώρο τοποθέτησης των στοιχείων απ' ευθείας εκτόνωσης καθώς και την προστασία έναντι φθορών, ισχύουν όσα αναφέρονται για ψυκτικά στοιχεία νερού. Επιπλέον πρέπει:

α) Να τοποθετείται στο στοιχείο κατάλληλη βαλβίδα πλήρωσης.

β) Πριν από την πλήρωση του στοιχείου με ψυκτικό μέσο να αφαιρείται ο αέρας μέσα από το στοιχείο με κατάλληλη αντλία κενού και ταυτόχρονα να ελέγχεται και η στεγανότητα του στοιχείου (διατήρηση του υψηλού κενού).

γ) Η πλήρωση να γίνεται με το σωστό ψυκτικό μέσο και στη σωστή πίεση με χρήση κατάλληλου μανομέτρου.

δ). Μετά την πλήρωση να ελέγχεται η στεγανότητα του στοιχείου και των συνδέσεων με κατάλληλο όργανο.

1.6.1.7. Υγραντές

Οι υγραντές τοποθετούνται σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών. Για την σωστή λειτουργία των υγραντών πρέπει στην γραμμή τροφοδοσίας τους να παρεμβάλλονται: (α) Σφαιρικός διακόπτης. (β) Φίλτρο νερού. (γ) Βαλβίδα λειτουργίας (π.χ. ηλεκτρομαγνητική) ελεγχόμενη από υδροστάτη κατάλληλα τοποθετημένο.

Κατά έλεγχο ελέγχονται:

α) Η σωστή λειτουργία των ακροφυσίων και η καθαριότητά τους.

(β) Η σωστή πίεση του νερού.

(γ) Η καθαριότητα του φίλτρου νερού.

(δ) Η σωστή λειτουργία του αυτοματισμού.

(ε) Η σωστή λειτουργία της Λεκάνης συγκέντρωσης νερού και η αποχέτευση της.

1.6.1.8. Φίλτρα

Στο κομμάτι αυτό περιοριζόμαστε στους συνηθισμένους, σε εγκαταστάσεις κλιματισμού, τύπους ξηρών φίλτρου (πλεούμενου τύπου μιας χρήσης).

Για την εγκατάσταση των υπολοίπων φίλτρων ακολουθούνται οι οδηγίες των κατασκευαστών.

Τα φίλτρα πρέπει να τοποθετούνται πριν από τα στοιχεία της κατάστασης, για να τα προστατεύουν από τη σκόνη και για να δημιουργείται ομοιόμορφη ροή του αέρα. Για τον καθαρισμό ή την αντικατάστασή τους τα φίλτρα πρέπει να τοποθετούνται σε προσιτά σημεία και να προβλέπονται οι θυρίδες επίσκεψης. Οι υποδοχές τοποθέτησης των φίλτρων (φιλτροθέσια) πρέπει να εξασφαλίζουν στεγανότητα και εύκολη αφαίρεση του φίλτρου.

1.6.1.9. Συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού

Για την σωστή εγκατάσταση και λειτουργία των συγκροτημάτων παραγωγής ψυχρού νερού (ψυκτικά συγκροτήματα), στη μελέτη πρέπει να προβλέπονται:

α) Η θέση εγκατάστασης σε σχέση με τη λειτουργικότητα του κτηρίου, το θόρυβο του μηχανήματος, την πιθανή επίδρασή του σε διπλανά κτήρια και τα μέτρα περιορισμού του θορύβου (π.χ. ηχοπαγίδες, ηχομονωτικά πετάσματα) όπου απαιτούνται (κυρίως για τα αερόψυκτα ψυκτικά συγκροτήματα)

β) Η αντοχή των φερόντων δομικών στοιχείων.

γ) Η κατάλληλη βάση τοποθέτησης, τα αντιδονητικά στηρίγματα και η αγκύρωση. Σε περιπτώσεις εγκατάστασης στο δώμα του κτηρίου, η βάση πρέπει να είναι οπωσδήποτε αντικραδασμική (πλάκα σκυροδέματος πάνω σε κατάλληλα ελατήρια).



Γενικά η επιλογή της κατάλληλης βάσης τοποθέτησης του ψυκτικού συγκροτήματος είναι πολύ σημαντικό στοιχείο και πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή.

A. Γενικά για όλους τους τύπους ψυκτικών συγκροτημάτων έχουμε:

1. Έλεγχο της ποσότητας του ψυκτικού μέσου και του ψυκτελαίου. Γέμισμα ή συμπλήρωση ανάλογα.
2. Έλεγχο των κυκλωμάτων ψυκτικού υγρού με ειδικό όργανο και αποκατάσταση των πιθανών διαρροών.
3. Έλεγχο της σωστής υδραυλικής σύνδεσης (είσοδος-εξόδος νερού, όργανα και εξαρτήματα).
4. Έλεγχο της σωστής ηλεκτρικής σύνδεσης (μεγέθη ασφαλειών και διακοπών, διατομή αγωγών, σύσφιξη κοχλιών σύνδεσης αγωγών).
5. Έλεγχο σωστής λειτουργίας του αυτοματισμού. Για τον έλεγχο αυτό απομονώνεται (αποσυνδέεται) το τμήμα κίνησης του συγκροτήματος και τροφοδοτείται ο αυτοματισμός μόνο, όπου και ελέγχονται όλες οι λειτουργίες του.
6. Ρύθμιση και έλεγχο όλων των οργάνων λειτουργίας και ασφάλειας (πρεσοστάτες, θερμοστάτες, χρονοδιακόπτες) σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
7. Έλεγχο της σωστής τροφοδοσίας των ηλεκτρικών αντιστάσεων θέρμανσης του λιπαντικού. Πριν από την εκκίνηση ελέγχεται η θερμοκρασία του λιπαντικού (ψυκτέλαιο) σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή.
8. Έλεγχο λειτουργίας των αντλιών κυκλοφορίας νερού και έλεγχο της σωστής παροχής νερού μέσα από το συγκρότημα. Ο υπολογισμός της παροχής γίνεται με την βοήθεια των μανομέτρων εισόδου-εξόδου και των διαγραμμάτων του συγκροτήματος. Ελέγχεται ταυτόχρονα και αν τα φίλτρα νερού είναι καθαρά.
9. Δοκιμαστική λειτουργία του συγκροτήματος κατά την οποία ελέγχονται:
 - Οι πιέσεις του ψυκτικού μέσου (υψηλή-χαμηλή) και η πίεση του λιπαντικού. Εάν οι πιέσεις αυτές δεν είναι μέσα στα όρια που προδιαγράφει ο κατασκευαστής σε συνάρτηση με το ψυκτικό φορτίο και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, το ψυκτικό συγκρότημα δεν πρέπει να λειτουργήσει γιατί υπάρχει ο κίνδυνος να καταστραφεί. Στην περίπτωση αυτή η εκκίνηση πρέπει να γίνει από εξουσιοδοτημένο, από τον κατασκευαστή, συνεργείο το οποίο και θα αποκαταστήσει τη βλάβη.
 - Ο θόρυβος και οι κραδασμοί του συγκροτήματος. Εάν υπάρχει υπερβολικός θόρυβος ή κραδασμοί ακλουθούμε όσα αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο 9.1.
 - Οι θερμοκρασίες εισόδου-εξόδου του νερού. Γίνεται η τελική ρύθμιση των οργάνων λειτουργίας, σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή.
 - Νέο έλεγχο διαρροών ψυκτικού μέσου μετά από δοκιμαστική λειτουργία 0 ... 10 ωρών.

B. Για **υδρόψυκτα** ψυκτικά συγκροτήματα, επιπλέον των ελέγχων που αναφέρονται στην παράγραφο (α), γίνονται:

1. Έλεγχος της σωστής κυκλοφορίας του νερού συμπύκνωσης.
2. Καθαριότητα φίλτρου.
3. Έλεγχος των θερμοκρασιών εισόδου - εξόδου του νερού συμπύκνωσης.

Γ. Για **αερόψυκτα** ψυκτικά συγκροτήματα, επιπλέον των ελέγχων που αναφέρονται στην παράγραφο (α), γίνονται:

1. Έλεγχος της καθαριότητας (και καθαρισμός αν απαιτείται) των πτερυγίων του αερόψυκτου συμπυκνωτή.
2. Έλεγχος της σωστής κυκλοφορίας του αέρα μέσα από τον συμπυκνωτή σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή (και αποκατάσταση αν απαιτείται).
3. Έλεγχος των ανεμιστήρων (λίπανση, φορά περιστροφής, τάνυση ιμάντων κλπ.).

Μετά την ολοκλήρωση των πιο πάνω ελέγχων συντάσσεται "φύλλο ελέγχου" όπου αναφέρονται τα αποτελέσματα του "έλεγχου κατά την δοκιμαστική λειτουργία". Το φύλλο έλεγχου προσυπογράφεται από τον επιβλέποντα και τον εγκαταστάτη και επισυνάπτεται στο βιβλίο συντήρησης του ψυκτικού συγκροτήματος.

1.6.1.10. Πύργοι ψύξης

Για την σωστή εγκατάσταση και λειτουργία των πύργων ψύξης πρέπει να προβλέπονται τα ακόλουθα:

1. Η θέση εγκατάστασης σε σχέση με τη λειτουργικότητα του κτηρίου, το θόρυβο του μηχανήματος και την πιθανή επίδρασή του σε διπλανά κτήρια ή και τα μέτρα περιορισμού του θορύβου (ηχοαποσβεστήρες, ηχομονωτικά πετάσματα) όπου απαιτούνται.
2. Η αντοχή των φερόντων δομικών στοιχείων.
3. Η κατάλληλη βάση τοποθέτησης, τα αντιδονητικά στηρίγματα και η αγκύρωση του πύργου.
4. Η υψομετρική διαφορά σε σχέση με τον συμπυκνωτή του συνεργαζόμενου ψυκτικού συγκροτήματος. Το κατώτερο σημείο της λεκάνης του πύργου πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστον 200 mm πιο ψηλά από το ανώτερο σημείο του συμπυκνωτή του ψυκτικού συγκροτήματος.
5. Οι κατάλληλες αποστάσεις, σύμφωνα και με τις οδηγίες των κατασκευαστών, για τη σωστή κυκλοφορία του αέρα και την εύκολη συντήρηση του πύργου.
6. Ο δρόμος και ο τρόπος μεταφοράς του μηχανήματος στη θέση τοποθέτησης του και η εξασφάλιση της πιθανής μελλοντικής απομάκρυνσης ή αντικατάστασής του.
7. Ο τρόπος διακοπής της υπερχειλίσσης του νερού της λεκάνης, όταν δεν λειτουργεί ο πύργος.
8. Ο τρόπος διακοπής της λειτουργίας των ανεμιστήρων όταν η θερμοκρασία εξόδου του νερού από τον πύργο είναι μικρότερη από το προκαθορισμένο για τη λειτουργία του ψυκτικού συγκροτήματος όριο (π.χ. με θερμοστάτη).
9. Ικανή παροχή νερού πόλης στη λεκάνη του πύργου, μέσω φίλτρου και βαλβίδας αντεπιστροφής.

Εάν ο πύργος πρόκειται να τοποθετηθεί στο δώμα υψηλού κτηρίου πρέπει να ελέγχεται η επάρκεια του νερού πόλης (και η πίεση του δικτύου) για όλη την περίοδο λειτουργίας του πύργου και να λαμβάνονται ανάλογα τα κατάλληλα μέτρα.

Επίσης πρέπει:

1. Να τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή και οι προδιαγραφές της μελέτης.
2. Να γίνεται η σύνδεση προς το δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος μέσω εύκαμπτου τμήματος.
3. Να τοποθετείται η κατάλληλη αποχέτευση της λεκάνης του πύργου.

Να γίνεται έλεγχος που περιλαμβάνει:

1. Έλεγχο των ανεμιστήρων του πύργου.
2. Έλεγχο της στεγανότητας της λεκάνης και του κελύφους του πύργου (θυρίδες επίσκεψης, αρμοί κλπ.).
3. Έλεγχο της σωστής λειτουργίας των ακροφυσίων και των διασκορπιστήρων νερού.
4. Έλεγχο της καθαριότητας της λεκάνης και των επιφανειών διασκορπισμού και απομάκρυνση των ξένων σωμάτων και υλικών.
5. Έλεγχο της σωστής λειτουργίας του συστήματος παροχής νερού στον πύργο.
6. Έλεγχο της σωστής λειτουργίας της αποχέτευσης της λεκάνης.
7. Έλεγχο της σωστής λειτουργίας του συστήματος διακοπής της υπερχειλίσσης της λεκάνης όταν δεν λειτουργεί ο πύργος ψύξης.

8. Έλεγχο της ηλεκτρικής εγκατάστασης (μεγέθη διακοπών, ασφαλειών και εκκινήτων και διατομές αγωγών). Αμπερομέτρηση και ρύθμιση των θερμικών προστασίας των εκκινήτων.
9. Δοκιμαστική λειτουργία και έλεγχο των κραδασμών και του θορύβου. Λήψη κατάλληλων μέτρων όπου απαιτείται.
10. Έλεγχο της σωστής κυκλοφορίας του νερού και καθαρισμός των φίλτρων νερού.

Επίσης πρέπει αναγράφονται:

- (α) Η θερμική απόδοση (ικανότητα) του πύργου.
- (β) Η παροχή νερού.

1.6.2. Απαιτήσεις για τα μηχανοστάσια κλιματισμού

1.6.2.1. Απαιτούμενος χώρος

Οι ελάχιστες απαιτούμενες διαστάσεις για την εγκατάσταση των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων και των συγκροτημάτων παραγωγής ψυχρού νερού, δίδονται αντίστοιχα στους πίνακες 1.6.1 και 1.6.2.

Πίνακας 1.6.1. Ελάχιστη επιφάνεια μηχανοστασίου για εγκατάσταση ΚΚΜ

Παροχή αέρα (m ³ /h)	Ελάχιστη επιφάνεια μηχανοστασίου για κεντρική κλιματιστική μονάδα (m ²)	Ελάχιστο καθαρό ύψος χώρου (m)
5.000	10	2,5
10.000	15	2,5
20.000	30	3,0
30.000	45	3,5
50.000	65	4,0
75.000	90	4,5
100.000	110	5,0

Πίνακας 1.6.2. Ελάχιστη επιφάνεια μηχανοστασίου για εγκατάσταση ψυκτικού συγκροτήματος

Ψυκτική ικανότητα (kW)	Ελάχιστη επιφάνεια μηχανοστασίου για συγκρότημα παραγωγής ψυχρού νερού		Ελάχιστο καθαρό ύψος χώρου (m)
	Με παλινδρομικό συμπιεστή	Με φυγοκεντρικό συμπιεστή	
50	12		2,5
100	20		3,0
250	30	50	3,5
500	45	60	4,0
750		70	4,2
1.000		80	4,5
1.500		100	4,8
2.000		110	5,0

Επίσης πρέπει να συμβουλευόμαστε τα φυλλάδια «εγκατάστασης και λειτουργίας» του κατασκευαστή.

1.6.2.2. Απαιτούμενος αερισμός

Τα μηχανοστάσια κλιματισμού με συγκροτήματα παραγωγής ψυχρού νερού πρέπει να αερίζονται με φυσικό ή μηχανικό τρόπο ώστε:

- α) Να αποφεύγεται η υψηλή συγκέντρωση ατμών ψυκτικού μέσου σε περίπτωση διαρροής.
- β) Να απάγεται θερμότητα που εκλύεται από την λειτουργία των κινητήρων των συγκροτημάτων έτσι ώστε η θερμοκρασία του χώρου να είναι πάντα μικρότερη των 40°C.

Για την πρώτη απαίτηση οι απαιτήσεις αερισμού δίνονται από την σχέση:

A. Για μηχανικό αερισμό:

$$V = 50 \times \sqrt[3]{G^2}$$

όπου:

- V Η ποσότητα του αέρα (m³/h),
- G Η ποσότητα του ψυκτικού μέσου (kg).

B. Για φυσικό αερισμό:

$$F = 0.14 \times \sqrt{G} \quad (\text{m}^2)$$

όπου:

- F, η απαιτούμενη επιφάνεια των ανοιγμάτων αερισμού σε (m²),
- G, η ποσότητα του ψυκτικού μέσου σε (kg).

Επίσης κατά τον αερισμό των μηχανοστασίων θα πρέπει η αναρρόφηση ή η απόρριψη του αέρα να γίνεται από χαμηλά γιατί τα διάφορα αλογονούχα (FREON) ψυκτικά μέσα είναι βαρύτερα από τον αέρα.

1.6.3. Έλεγχος συντήρησης

Τα βασικά είδη συντήρησης είναι:

α) Η προγραμματισμένη συντήρηση. Είναι η συντήρηση εκείνη που εκτελείται με βάση ένα προκαθορισμένο πρόγραμμα. Για παράδειγμα, η εγκατάσταση σταματάει και γίνεται αντικατάσταση κάποιου στοιχείου της, ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ανάγκη αντικατάστασής του, γιατί έχει προγραμματιστεί ότι οι ώρες λειτουργίας του στοιχείου είναι αυτές που ήδη λειτούργησε. Η προγραμματισμένη συντήρηση στηρίζεται στην έννοια της ετοιμότητας (Reliability) της εγκατάστασης.

β) Η προληπτική συντήρηση. Είναι η συντήρηση εκείνη που εκτελείται ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα ή ανά διαστήματα σύμφωνα με άλλα προκαθορισμένα κριτήρια. Η προληπτική συντήρηση στηρίζεται κυρίως στην επιθυμία να γίνει η μεγαλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της διάρκειας ζωής των στοιχείων μιας εγκατάστασης με ταυτόχρονη αποφυγή σοβαρών βλαβών.

γ) Η συντήρηση με βάση τις τοπικές συνθήκες. Είναι η προληπτική συντήρηση εκείνη που προκύπτει ως αποτέλεσμα της εμπειρίας και των συνεχών ελέγχων της λειτουργίας ενός τμήματος της εγκατάστασης.

δ) Η συντήρηση κατά τη λειτουργία. Είναι η συντήρηση εκείνη που μπορεί να γίνει ενώ η εγκατάσταση βρίσκεται σε λειτουργία.

ε) Η συντήρηση κατά τη διακοπή της λειτουργίας. Είναι η συντήρηση εκείνη που μπορεί να γίνει μόνο όταν η εγκατάσταση βρίσκεται εκτός λειτουργίας.

στ) Η διορθωτική συντήρηση. Είναι η συντήρηση εκείνη που γίνεται μόνο για αποκατάσταση (συμπεριλαμβανομένων των ρυθμίσεων ή και της επισκευής) της καλής λειτουργίας ενός τμήματος της εγκατάστασης.

ζ) Η επείγουσα συντήρηση ανάγκης. Είναι η συντήρηση εκείνη που πρέπει να γίνει αμέσως προς αποφυγή δυσάρεστων και σημαντικών επιπτώσεων ή βλαβών της εγκατάστασης.

Είναι προφανές ότι κάθε είδος συντήρησης από τα παραπάνω έχει διαφορετικό κόστος σ' ένα κάποιο σημαντικό χρονικό διάστημα και η επιλογή του είδους συντήρησης που θα γίνει, μπορεί να διαφοροποιείται με την παλαίωση της εγκατάστασης.

Η συντήρηση μηχανημάτων επεξεργασίας και διανομής αέρα περιλαμβάνει:

Α. Ανεμιστήρες. Από όλα τα μηχανήματα επεξεργασίας και διανομής του αέρα, την πιο συχνή συντήρηση απαιτούν οι ανεμιστήρες. Τουλάχιστο κάθε μήνα θα πρέπει να γίνεται έλεγχος του συστήματος μετάδοσης της κίνησης (τροχαλίες, ιμάντες, έδρανα κλπ.) για να ελέγχονται οι πιθανές φθορές, η τυχόν κακή ευθυγράμμιση, η ανάγκη λίπανσης, η τυχόν ανάπτυξη υπερβολικής θερμοκρασίας. Επίσης κάθε χρόνο θα πρέπει να γίνεται ένας πιο σχολαστικός έλεγχος και οπωσδήποτε ένας καθαρισμός του κελύφους και της πτερωτής του αεριστήρα.

Β. Φίλτρα. Τα φίλτρα πρέπει να διατηρούνται καθαρά ώστε η παροχή της μονάδας να βρίσκεται μέσα στα επιθυμητά όρια. Ο βαθμός καθαρότητας των φίλτρων βρίσκεται εύκολα από την πτώση πίεσης σ' αυτά. Η συντήρηση των φίλτρων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, ιδιαίτερα στην περίπτωση αυτομάτων φίλτρων ή ηλεκτροστατικών φίλτρων. Σε καμία περίπτωση η πτώση πίεσης στα φίλτρα δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που τίθενται από τη μελέτη που ορίζονται από τον κατασκευαστή των φίλτρων.

Γ. Στοιχεία. Η επιφάνεια των θερμαντικών και ψυκτικών στοιχείων πρέπει να καθαρίζεται τακτικά, ώστε να μην υπάρχει μείωση της απόδοσής τους. Επίσης η επιφάνεια πρέπει να ελέγχεται για πιθανές οξειδώσεις ή ενδεχόμενες διαρροές.

Δ. Υγραντήρες. Οι υγραντήρες πρέπει να ελέγχονται κάθε εβδομάδα. Ο έλεγχος θα πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα εξαρτήματα του υγραντήρα (ακροφύσια, λεκάνες, φίλτρα, ηλεκτρόδια κλπ.)

Ε. Δίκτυα αεραγωγών. Τα δίκτυα αεραγωγών θα πρέπει να ελέγχονται μία φορά το χρόνο για ενδεχόμενη ρύπανση, για καταστροφή των μονώσεων, για χαλάρωση των στηριγμάτων, για διαρροές στα εύκαμπτα τεμάχια σύνδεσης, για γήρανση των παρεμβυσμάτων στεγανότητας κλπ.



Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα στόμια λήψης νωπού αέρα και στα στόμια απόρριψης, στις θυρίδες επίσκεψης, στις λεκάνες συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων και στα χειροκίνητα ή ηλεκτροκίνητα ρυθμιστικά διαφράγματα.

ΣΤ. Δίκτυα σωληνώσεων. Τα δίκτυα σωληνώσεων θα πρέπει να ελέγχονται για διαρροές και για εξωτερικές οξειδώσεις ή άλλες διαβρώσεις, ιδίως στα σημεία που είναι κοντά σε μηχανήματα που έχουν κραδασμούς. Επίσης θα πρέπει να ελέγχονται περιοδικά τα στηρίγματα των σωληνώσεων, τα φίλτρα, οι βαλβίδες και τα παρεμβύσματα στεγανότητας των αντλιών, η ευθυγράμμιση των αξόνων ηλεκτροκινητήρων-αντλιών, η κατάσταση των εδράνων των αντλιών κλπ.



Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον έλεγχο του φράγματος υδρατμών που προβλέπεται στις μονώσεις των σωληνώσεων ψυχρού νερού.

Ζ. Όργανα αυτοματισμού και ηλεκτρικά όργανα. Οι κινητήρες και τα διάφορα ηλεκτρικά όργανα διακοπής και προστασίας πρέπει να ελέγχονται και να καθαρίζονται περιοδικά από ειδικευμένο ηλεκτροτεχνίτη. Τα όργανα αυτοματισμού πρέπει να ελέγχονται επίσης τουλάχιστον κάθε χρόνο,

κάνοντας μία πλήρη σειρά δοκιμών λειτουργίας, κατά τις οποίες θα ελέγχονται η καλή λειτουργία όλων των ρυθμιστικών διαφραγμάτων, των βαλβίδων κλπ.

Η. Ψυκτικά μηχανήματα. Πολλές βλάβες στα ψυκτικά συγκροτήματα έχουν ως αιτία τη λανθασμένη ρύθμιση και λειτουργία του μηχανήματος.



Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις διατάξεις ασφαλείας και αποφόρτισης και στη λίπανση του συμπιεστή.

Η συντήρηση των βαλβίδων εκτόνωσης, και των άλλων εξαρτημάτων έλεγχου της ροής του ψυκτικού μέσου, των ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων και των ρυθμιστικών πίεσης πρέπει να γίνεται τακτικά ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα. Στην περίπτωση των παλινδρομικών συμπιεστών πολλές βλάβες οφείλονται στην ανεπαρκή λίπανση, στην κόπωση των μετάλλων και στην ύπαρξη υγρού στους κυλίνδρους, που επιφέρουν επιπλέον βλάβες στις βαλβίδες, τα έδρανα, τους άξονες και τα έμβολα. Στα ψυκτικά μηχανήματα με φυγοκεντρικούς ή κοχλιοφόρους συμπιεστές και στα ψυκτικά μηχανήματα απορρόφησης απαιτείται η συντήρηση να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Τα παραπάνω ισχύουν και για τα εξαρτήματα και τις βοηθητικές συσκευές των ψυκτικών συγκροτημάτων.

Θ. Συμπυκνωτές και εναλλάκτες θερμότητας. Η συντήρηση των μηχανικών και ηλεκτρικών τμημάτων των πύργων ψύξεως και των αερόψυκτων συμπυκνωτών θα πρέπει να γίνεται τακτικά ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα. Οι αντλίες και οι ανεμιστήρες, τα ακροφύσια διασκορπισμού, οι δεξαμενές νερού και τα ρυθμιστικά διαφράγματα θα πρέπει να ελέγχονται και να καθαρίζονται περιοδικά. Για τους πύργους ψύξης συνιστάται επιπλέον η χρησιμοποίηση αποσκληραμένου νερού και η περιοδική αφαίρεση (απομάστευση) ενός τμήματος του νερού που κυκλοφορεί στο κύκλωμα (BLEED OFF).

Η απόδοση των ψυκτικών συγκροτημάτων παραγωγής ψυχρού νερού και αυτή των υδρόψυκτων συμπυκνωτών των ψυκτικών μηχανημάτων, πρέπει να ελέγχονται καθημερινά με καταγραφή των θερμοκρασιών εισόδου - εξόδου του νερού και της πτώσης πίεσης. Συνήθως το κλειστό κύκλωμα νερού των ψυκτικών συγκροτημάτων δεν απαιτεί συχνό έλεγχο και συντήρηση εάν η τιμή του PH του νερού διατηρείται μεταξύ 7 και 8. Αντίθετα τα ανοικτά κυκλώματα νερού απαιτούν συχνό έλεγχο, ετήσιο καθαρισμό με κατάλληλα χημικά και, ταυτόχρονα επεξεργασία του νερού.

Η **οικονομική λειτουργία ενός συστήματος κλιματισμού - αερισμού**, εξαρτάται από τη σωστή συντήρηση που γίνεται ή αν το σύστημα λειτουργεί χειροκίνητα, από την ικανότητα και εμπειρία του χειριστή. Η συλλογή στατιστικών στοιχείων για την απόδοση και το κόστος λειτουργίας (καύσιμα, κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας) των εγκαταστάσεων βοηθάει σημαντικά στην έγκαιρη διάγνωση της μείωσης του βαθμού απόδοσής τους και στη λήψη των κατάλληλων μέτρων για την αποκατάστασή της εύρυθμης λειτουργίας τους.

2. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Η επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού διενεργείται:

1. Σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου, TOTEE 20701-4/2010 «Οδηγίες και Έντυπα Ενεργειακών Επιθεωρήσεων Κτηρίων, Λεβήτων & Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων και παραμέτρων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου καθώς και των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Δίνονται αναλυτικά τα έντυπα επιθεωρήσεων και επεξηγήσεις για τη συμπλήρωσή τους.
2. Από Ενεργειακούς Επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από την παράγραφο 2 του άρθρου 9 του ν. 3661/08, Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 1 του άρθρου 8 του ν. 3661/2008 & το άρθρο 10 του ν. 3851/2010
3. Κάθε 5 έτη για συνολική εγκατεστημένη ισχύ πάνω από 12 kW σύμφωνα με το άρθρο 17 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – KENAK (ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, ΦΕΚ Β' 407).



Σχήμα 2.1.1. Οι τέσσερις βασικές TOTEE που υποστηρίζουν την υλοποίηση του KENAK

2.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Η επιθεώρηση των εγκαταστάσεων κλιματισμού σκόπιμο είναι να προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου ή τμήματος αυτού, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία συλλογής των αντίστοιχων στοιχείων που απαιτούνται για την αποτύπωση της υφιστάμενης εγκατάστασης κλιματισμού.

2.1.1. Γενικά

Σύμφωνα με την TOTEE 20701-4/2010, η διαδικασία επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης της εγκατάστασης κλιματισμού του κτηρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ανάθεση συμφωνούνται αμοιβαία οι υποχρεώσεις του Επιθεωρητή (όπως συμπλήρωση εντύπου κ.α.) και του ιδιοκτήτη/διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτηρίου,

το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση των αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτηρίου ως κατασκευασθέν κ.α.), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Στον Ενεργειακό Επιθεωρητή παρέχεται η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων προς επιθεώρηση χώρων.



Δεν αποτελεί υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση της προς επιθεώρηση εγκατάστασης κλιματισμού, καθώς και η συλλογή των παραπάνω στοιχείων σε περίπτωση που αυτά δεν υφίστανται ή είναι ελλιπή.

2. Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.) ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτηρίων (www.buildingcert.gr). Ο ίδιος αριθμός Α.Π. θα χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Εντύπου Επιθεώρησης Λέβητα ή Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού, στο προαναφερόμενο Αρχείο.

3. Επιτόπιος έλεγχος του Ενεργειακού Επιθεωρητή στις εγκαταστάσεις του κτηρίου και καταγραφή/επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνεται το τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού (Παράρτημα Δ της TOTEE 20701-4/2010).

4. Επεξεργασία των στοιχείων και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης κλιματισμού. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοια συστήματα εγκαταστάσεων κλιματισμού, όπως καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα και τα οποία βασίζονται σε τυπολογίες εγκαταστάσεων κλιματισμού.

5. Το σύστημα αερισμού, εφόσον υπάρχει, επιθεωρείται με το σύστημα κλιματισμού. Για το λόγο αυτό, στη διαδικασία επιθεώρησης της εγκατάστασης κλιματισμού περιλαμβάνεται και η επιθεώρηση του συστήματος αερισμού και των κλιματιστικών μονάδων που υπάρχουν στο κτήριο ή τμήμα αυτού.

6. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης καταχωρούνται στο Έντυπο Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού (Παράρτημα Δ της TOTEE 20701-4/2010). Στο ίδιο έντυπο, καταχωρούνται επίσης διαπιστώσεις και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την αναβάθμιση της εγκατάστασης κλιματισμού. Οι συστάσεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης λαμβάνοντας υπόψη και τη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών. Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει σε κατάλογο προτεινόμενων συστάσεων, όπως καθορίζονται στην TOTEE 20701-4/2010.

7. Έκδοση του Εντύπου Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού με το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK ή τα εγκεκριμένα λογισμικά από την ΕΥΕΠΕΝ, ηλεκτρονική καταχώρησή του σε ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεώρησης Κτηρίων (www.buildingcert.gr) και παράδοσή του, σφραγισμένο και υπογεγραμμένο, στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου, με μέριμνα του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού συγκεντρώνει τα στοιχεία που απαιτούνται, ώστε να συμπληρώσει όλους τους πίνακες που περιλαμβάνει το Έντυπο Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού (Παράρτημα Δ της TOTEE 20701-4/2010) σύμφωνα με τις αναλυτικές οδηγίες που περιλαμβάνονται στο Κεφ. 5 της TOTEE 20701-4/2010, και στη συνέχεια την ηλεκτρονική τους καταχώρηση.

Η δομή του Κεφ. 5 της TOTEE 20701-4/2010 αντιστοιχεί πλήρως στα περιεχόμενα του τυποποιημένου εντύπου που παρουσιάζεται στο Παράρτημα Δ (Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού), παρέχοντας τις απαραίτητες αναλυτικές οδηγίες και διευκρινήσεις για τα περιεχόμενα και την συμπλήρωση του κάθε πίνακα (σχήμα 2.2).

2.1.6. Πίνακας 3B – Κατανάλωση Ενέργειας – Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος

Η κατανάλωση ενέργειας, αν είναι διαθέσιμη, καταγράφεται συνολικά για το κτίριο και ανά πηγή ενέργειας. Οι κατανάλωσεις πρέπει να είναι μέσες ετήσιες τιμές (τη kWh, lt ή Nm³) και να τεκμηριώνονται από τα τιμολόγια/παραστατικά αγοράς/χρέας των επιμέρους καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας. Προστίθενται ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης να προκύπτει από δεδομένα τουλάχιστον τριετίας (δύο υπό όρους). Όπου απαιτείται ο καταμερισμός των κατανάλωσεων, για παράδειγμα πετρέλαιο θέρμανσης σε μια πολυκατοικία, γίνεται σύμφωνα με την κατανομή δαπανών, ή τα στοιχεία αερομέτρησης, ή θερμομέτρησης. Σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφεται η αντίστοιχη περίοδος από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/06/06).

- Χρήση κτηρίου. Εμφανίζεται η χρήση του κτηρίου, όπως έχει καταγραφεί στον Πίνακα 1α.

Σε περίπτωση που η χρήση του κτηρίου διαφέρει, τότε εισάγεται η συγκεκριμένη χρήση.

- Πηγή ενέργειας. Καταγράφεται η πηγή ενέργειας που κατανάλωνται: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ.
- Τελική χρήση. Καταγράφεται η τελική χρήση της κατανάλωσής της ενέργειας: θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ΖΝΧ, φωτισμό, συσκευές, επάγειονας το αντίστοιχο σύμβολο εκάστου.
- Ετήσια κατανάλωση και Περίοδος. Καταγράφεται η πραγματική μέση ετήσια κατανάλωσή της ενέργειας, για παράδειγμα, ηλεκτρική ενέργεια (kWh), πετρέλαιο θέρμανσης (lt) φυσικό αέριο σε Nm³, σύμφωνα με τα τιμολόγια/παραστατικά αγοράς/χρέας. Αντίστοιχα καταγράφεται η περίοδος από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/06/06).

Το κόστος των διαφορετικών πηγών ενέργειας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς όπως κατά περίπτωση καθορίζεται από τους αρμόδιους φορείς.

Οι εσωτερικοί χώροι πρέπει να πληρούν τις απαιτούμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού, επίπεδα φωτισμού, χρωμάτων, θορύβων ή άλλων ευχάριστων και ποιότητας αέρα. Στόχος μας είναι η επίτευξη των ετήσιων επιπέδων για όλες αυτές τις παραμέτρους, έτσι ώστε ο χρήστης των χώρων αυτών να βρίσκεται σε ένα περιβάλλον που προσφέρει τη κατάλληλη συνθήκες διαβίωσης ή εργασίας, με ορθολογική χρήση ενέργειας.

Η καλή ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος στα κτίρια προσφέρει πλήρη άνεση. Δηλαδή:

- Θερμική άνεση.
- Οπτική άνεση.
- Ακουστική άνεση.

μέσα σε ένα υγιεινό περιβάλλον, δηλαδή με την κατάλληλη ποιότητα εσωτερικού αέρα.

3.α Γενικά Κατασκευαστικά Στοιχεία Κτηρίου

Συνολική επιφάνεια (m²):
 Θερμανόμενη επιφάνεια (m²):
 Ψυχόμενη επιφάνεια (m²):
 Αριθμός ορόφων:
 Συνολικός όγκος (m³):
 Θερμανόμενος όγκος (m³):
 Ψυχόμενος όγκος (m³):
 Ύψος τυπικού ορόφου (m):
 Έκταση κτηρίου:
 Αριθμός θερμαινόμενων χώρων:
 Αριθμός ψυχόμενων χώρων:
 Αριθμός Ηλεκτρικών Χώρων:
 Θερμομόνωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων

3β. Κατανάλωση Ενέργειας – Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος

Χρήση Κτηρίου
 Πηγή Ενέργειας
 Τελική χρήση
 Ετήσια Κατανάλωση

Περίοδος κατανάλωσης
 Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος
 Συνθήκες θερμικής άνεσης
 Συνθήκες οπτικής άνεσης
 Συνθήκες ακουστικής άνεσης

4. Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

4.1 Φωτοβολταϊκά (ΦΒ)

Τύπος
 Έτος εγκατάστασης
 Σύνθεση δαπέδου
 Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας
 Επιφάνεια (m²)
 Ισχύς (kW)
 Προσανατολισμός
 Κλίση
 Γωνία θέσης τυποδίου α (°)
 Συντελεστής ομίχλης
 Κόστος (€/m²)

4.2 Ανεμογεννήτριες ασηπικού περιβάλλοντος

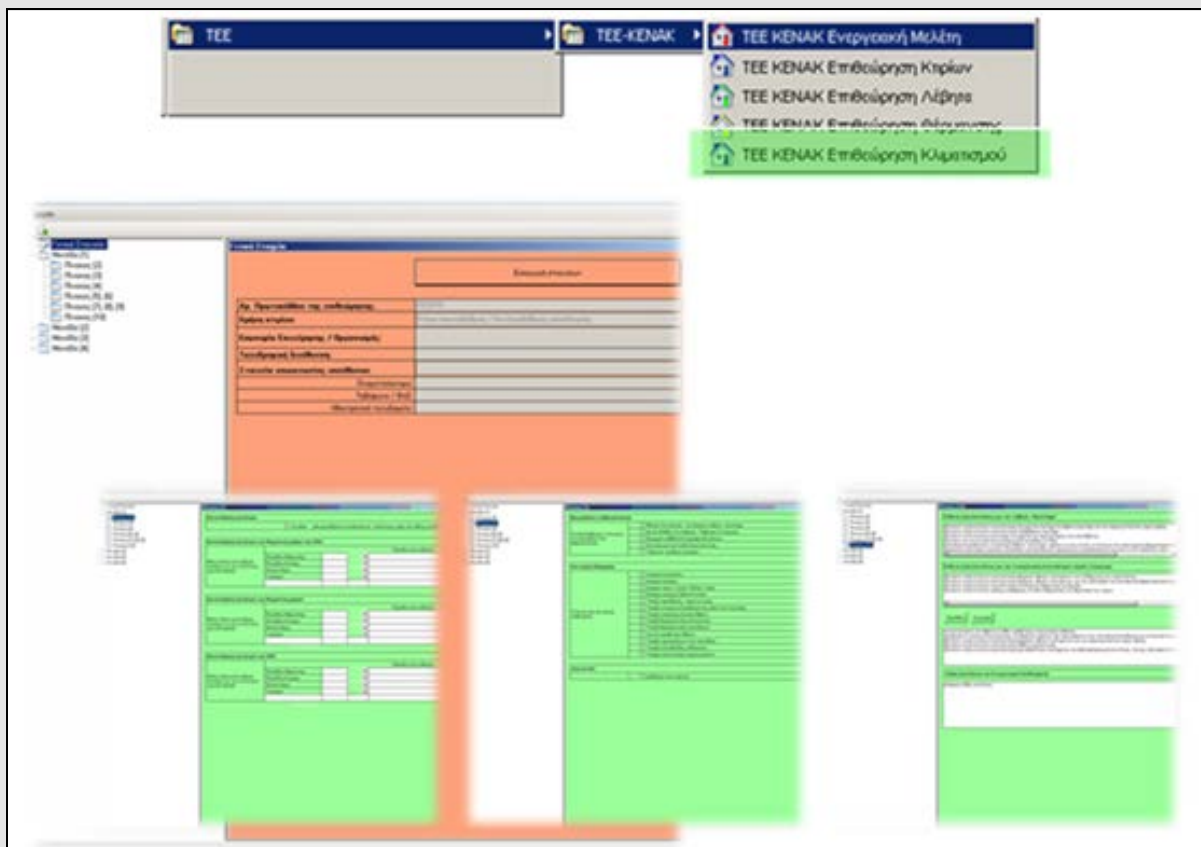
Ισχύς (kW)
 Συντελεστής ισχύος
 Τύπος συστήματος
 Χώρος τοποθέτησης

Σχήμα 2.1.2. Παρουσίαση και επεξήγηση περιεχομένων της σχετική τεχνικής οδηγίας με το τυποποιημένο έντυπο επιθεώρησης.

Στη συνέχεια ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υποβάλλει ηλεκτρονικά όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες χρησιμοποιώντας το λογισμικό TEE-KENAK ή τα εγκεκριμένα λογισμικά από την ΕΥΕΠΕΝ. Τα ηλεκτρονικά έντυπα (σχήμα 2.1.3) ακολουθούν την δομή του τυποποιημένου εντύπου που παρουσιάζεται στο Παράρτημα Δ (Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού) της ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010.



Σε μερικές περιπτώσεις, το ηλεκτρονικό έντυπο μπορεί να διαφέρει σε ορισμένα σημεία από την έντυπη μορφή του, όπως επισημαίνεται στο Κεφ. 5 της ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010. Σε αυτές τις περιπτώσεις, γίνονται οι αντίστοιχες επισημάνσεις οι οποίες αναγνωρίζονται με το σύμβολο .



Σχήμα 2.1.3. Ανασκόπηση της μορφής και δομής του ηλεκτρονικού έντυπου επιθεώρησης.

Για την ηλεκτρονική καταχώρηση του Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής ακολουθεί τα εξής βήματα:

1. Έκδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (Α.Π.). Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής από τη θέση εργασίας του και αφού συνδεθεί ηλεκτρονικά με την διαδικτυακή εφαρμογή www.buildingcert.gr υποβάλλει τα δεδομένα για τα «Γενικά Στοιχεία Κτηρίου» που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 1 (στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού, Παράρτημα Δ της TOTEE 20701-4/2010), χρησιμοποιώντας τον κωδικό πρόσβασης (username / password) που του έχει δοθεί από την ΕΥΕΠΕΝ.

Αναλυτικές οδηγίες για την διαχείριση των γενικών στοιχείων του κτηρίου, αποθήκευσης αρχείων και πλοήγησης της ηλεκτρονικής εφαρμογής, περιλαμβάνονται στο Κεφ. 5.2 της TOTEE 20701-4/2010.

2. Εισαγωγή όλων των απαιτούμενων στοιχείων για κάθε πίνακα που περιλαμβάνεται στο τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού όπως εμφανίζεται στο δέντρο στην αριστερή πλευρά της οθόνης.

Αναλυτικές οδηγίες για την εισαγωγή των διαθέσιμων δεδομένων, περιλαμβάνονται στο Κεφ. 5.2 της TOTEE 20701-4/2010.

3. Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής οριστικοποιεί την επιθεώρηση μέσω της επιλογής "Οριστική Υποβολή Επιθεώρησης" για την οποία αποδίδεται ο αριθμός ασφαλείας (Α.Α.) της επιθεώρησης, ο οποίος εκτυπώνεται στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης που εκδίδεται και επιστρέφει ηλεκτρονικά από το σύστημα στον Ενεργειακό Επιθεωρητή.

Αναλυτικές οδηγίες για την ηλεκτρονική διαχείριση και την οριστική υποβολή της επιθεώρησης, περιλαμβάνονται στο Κεφ. 5.2 της TOTEE 20701-4/2010.



Χωρίς τον Α.Α., το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού δεν είναι έγκυρο.



Σχήμα 2.1.4. Ανασκόπηση διαδικασίας ηλεκτρονικής υποβολής και έκδοσης του ηλεκτρονικού έντυπου επιθεώρησης.

Στο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού που εκδίδεται ηλεκτρονικά από το σύστημα αναγράφονται όλα τα στοιχεία του Ενεργειακού Επιθεωρητή.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού και το παραδίδει στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου.

2.1.2. Όργανα και Μετρήσεις

Κατά την επιθεώρηση ο επιθεωρητής μπορεί να χρησιμοποιεί μετρητικό εξοπλισμό για μετρήσεις ή εξοπλισμό διάγνωσης και επαλήθευση των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών χαρακτηριστικών, εφόσον το θεωρεί απαραίτητο.



Δεν αποτελεί υποχρέωση του Ενεργειακού Επιθεωρητή η διενέργεια μετρήσεων, πέραν αυτών που ενδεικτικά περιέχονται στο Κεφ. 5 της TOTEE 20701-4/2010 και αντίστοιχα στο Παράρτημα Δ (Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού) και μπορεί ο Ενεργειακός Επιθεωρητής να επιλέξει να κάνει, εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις από τον τεχνικό υπεύθυνο ή το κεντρικό σύστημα ελέγχου λειτουργίας της εγκατάστασης.

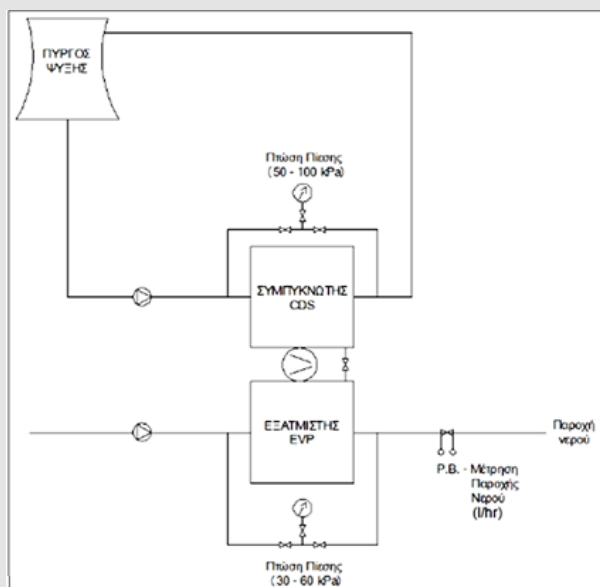
Συγκεκριμένα, καταγράφονται οι εξής ενδεικτικές μετρήσεις:

Ενδεικτικές Μετρήσεις Μονάδας Ψύξης

Προκειμένου να ελεγχθεί η αποδοτική λειτουργία της μονάδας ψύξης μπορούν να μετρηθούν τα ακόλουθα μεγέθη:

- Η πτώση πίεσης του δικτύου (Pa) ψυχρού νερού. Η πτώση πίεσης σε σχέση με την πίεση λειτουργίας συντελεί στη χαμηλή απόδοση ψύξης. Συνήθως η πτώση πίεσης που επιτηρείται από όργανο διακόπτη ροής, θέτει εκτός του ψυκτικού συγκρότημα για λόγους ασφαλείας (κίνδυνος παγώματος εξατμιστή).
- Παροχή ψυκτικού μέσου (l/hr). Η παροχή ψυκτικού μέσου στις μεγάλες ψυκτικές μονάδες ελέγχεται μέσω παροχόμετρου και επιτηρείται / καταγράφεται από το BEMS.
- Εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας της μονάδας ψύξης. Ο χρόνος λειτουργίας μπορεί να καταγραφεί μόνο σε περιπτώσεις που υπάρχει BEMS.

Για παράδειγμα, στο σχήμα 2.1.5 παρουσιάζεται η τυπική διάταξη ενός υδρόψυκτου ψύκτη νερού, με τις ενδεικτικές μετρήσεις για την πτώση πίεσης του νερού (kPa) του συμπυκνωτή και του εξατμιστή.



Σχήμα 2.1.5 Σχηματική διάταξη και μετρήσεις τεχνικών χαρακτηριστικών σε υδρόψυκτο ψύκτη νερού.

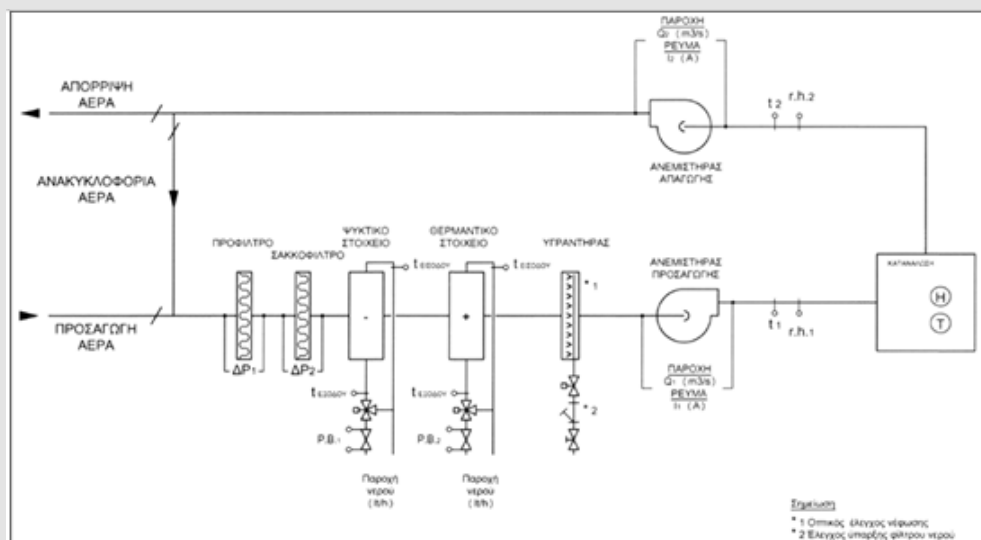
Ενδεικτικές Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών ΚΚΜ και Συστήματος Αερισμού

Καταγράφονται, εάν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις από τον τεχνικό υπεύθυνο και τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) ή/και του συστήματος αερισμού, όπως η ελάχιστη και μέγιστη τιμή για την:

- Πτώση πίεσης στα φίλτρα νωπού αέρα (Pa)
- Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα – σακόφιλτρα (Pa)
- Παροχή του θερμού και ψυχρού στοιχείου νερού (l/hr)

Τα στοιχεία αυτά μπορούν να συμβάλουν στην καλύτερη αξιολόγηση των συνθηκών λειτουργίας και τον προσδιορισμό της απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας (%). Για παράδειγμα, η πτώση πίεσης στα φίλτρα της ΚΚΜ προκαλείται από τη συγκέντρωση σωματιδίων, σκόνη και άλλα που μεταφέρονται από τον αέρα.

Στο σχήμα 2.1.6 παρουσιάζεται η τυπική διάταξη μιας ΚΚΜ, με τις ενδεικτικές μετρήσεις για την πτώση πίεσης των φίλτρων, της θερμοκρασίας λειτουργίας των στοιχείων, και των χαρακτηριστικών λειτουργίας των ανεμιστήρων.



Σχήμα 2.1.6. Σχηματική διάταξη και μετρήσεις τεχνικών χαρακτηριστικών σε κεντρική κλιματιστική μονάδα.

Ο εξοπλισμός και τα όργανα μετρήσεων για τον έλεγχο της εγκατάστασης κλιματισμού παρουσιάζονται αναλυτικά στην ενότητα ΨΚ 3 – Μετρήσεις και Καταγραφή Δεδομένων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις μετρήσεις ή τον υπολογισμό των παραμέτρων που απαιτούνται στους επιμέρους πίνακες στο τυποποιημένο Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού (Παράρτημα Δ της TOTEE 20701-4/2010).

Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού (Παράρτημα Δ της TOTEE 20701-4/2010)	Εκπαιδευτικό Υλικό ΨΚ 2
Πίνακας 2: Γενικά Χαρακτηριστικά	
Εξωτερικές Συνθήκες Σχεδιασμού	
Θερμοκρασία (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Σχετική υγρασία (%)	Υγρόμετρα (Παράγραφος 1.2.3.2)
Πίνακας 7: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Διανομής	
Μετρούμενα Μεγέθη	
Πτώση πίεσης δικτύου (Pa)	Όργανο Μέτρησης Παροχής Νερού (Παράγραφος 1.1.3.3)
Πίνακας 8.1: Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)	
Ψυκτικό μέσο - Παροχή (m³/h)	Ρυθμιστικές βαλβίδες και εξαρτήματα (Παράγραφος 1.2.2.1)
Θερμαντικό μέσο - Παροχή (m³/h)	Ρυθμιστικές βαλβίδες και εξαρτήματα (Παράγραφος 1.2.2.1)
Θερμοκρασία ψυχρού νερού προσαγωγής (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία ψυχρού νερού επιστροφής (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία θερμού νερού προσαγωγής (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία θερμού νερού επιστροφής (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Παροχή Αέρα (m³/h)	Αερόμετρα - παροχόμετρα αέρα (Παράγραφος 1.2.4)
Εναλλάκτης Ανάκτησης	
Ποσοστό ανάκτησης (%)	
Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής στο χώρο (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία αέρα λήψης νωπού (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία αέρα επιστροφής από χώρο (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία αέρα απόρριψης (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)

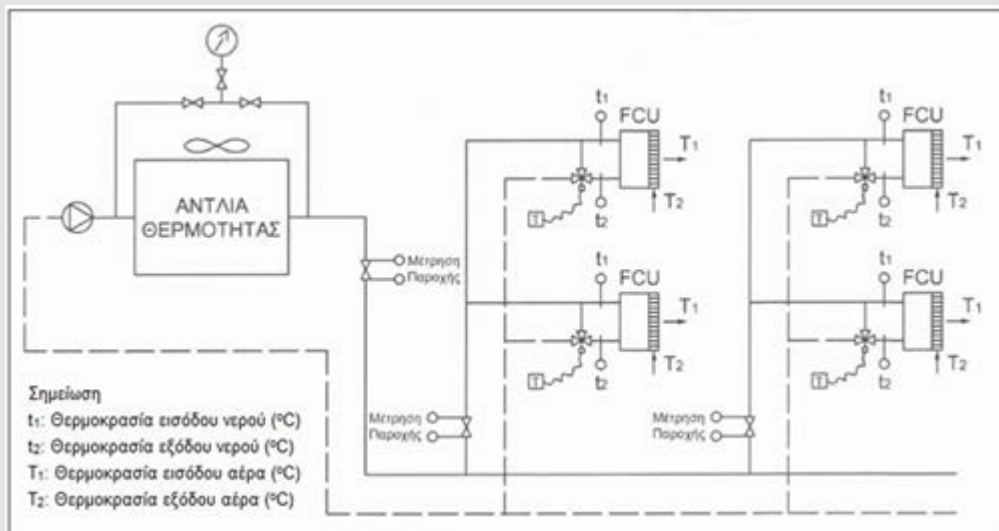
Πίνακας 8.3: Συστήματα Μηχανικού Αερισμού / Εξαερισμού	
Εναλλάκτης Ανάκτησης	
Ποσοστό ανάκτησης (%)	
Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής στο χώρο (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία αέρα λήψης νωπού (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία αέρα επιστροφής από χώρο (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία αέρα απόρριψης (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Πίνακας 8.4: Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών ΚΚΜ και Συστήματος Αερισμού	
Πτώση πίεσης στα φίλτρα αέρα (Pa)	Υπολογισμοί θερμαντικής και ψυκτικής ικανότητας στοιχείων νερού (Παράγραφος 1.2.4.1)
Πίνακας 8.5: Άλλες Τερματικές Μονάδες (TM)	
Ψυκτικό μέσο - Παροχή (m ³ /h)	Ρυθμιστικές βαλβίδες και εξαρτήματα (Παράγραφος 1.2.2.1)
Θερμαντικό μέσο - Παροχή (m ³ /h)	Ρυθμιστικές βαλβίδες και εξαρτήματα (Παράγραφος 1.2.2.1)
Θερμοκρασία ψυχρού νερού προσαγωγής (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία ψυχρού νερού επιστροφής (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία θερμού νερού προσαγωγής (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία θερμού νερού επιστροφής (°C)	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Παροχή Αέρα ταχύτητα 1(m ³ /h)	Αερόμετρα - παροχόμετρα αέρα (Παράγραφος 1.2.4)
Παροχή Αέρα ταχύτητα 2(m ³ /h)	Αερόμετρα - παροχόμετρα αέρα (Παράγραφος 1.2.4)
Παροχή Αέρα ταχύτητα 3(m ³ /h)	Αερόμετρα - παροχόμετρα αέρα (Παράγραφος 1.2.4)
Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (°C) - Χειμώνα	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)
Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (°C) - Καλοκαίρι	Θερμόμετρα (Παράγραφος 1.2.1.1)

2.1.3. Αξιολόγηση Μετρήσεων

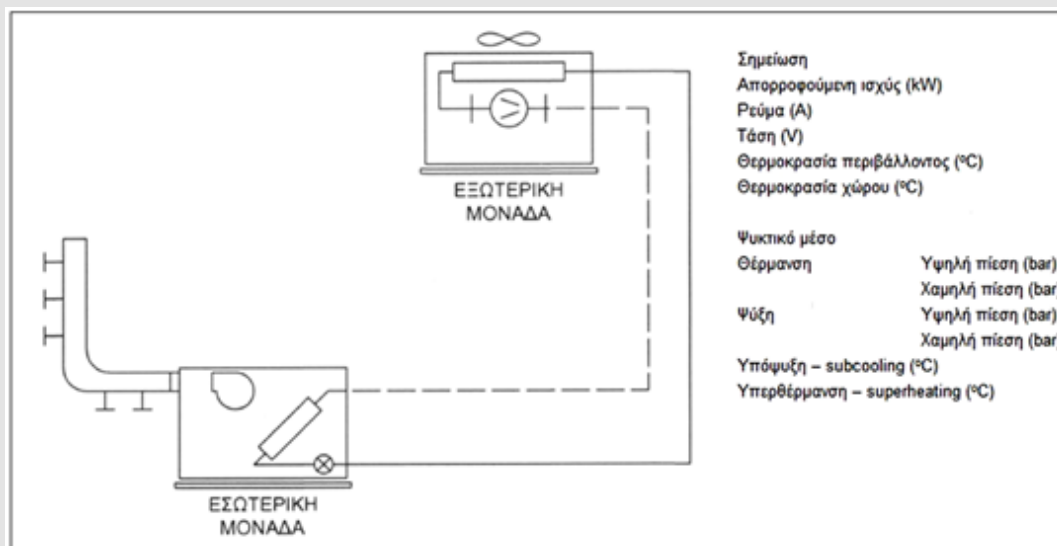
Σύμφωνα με τις ενδεικτικές μετρήσεις που καταγράφει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί να αξιολογηθούν οι συνθήκες λειτουργίας μιας εγκατάστασης σε κτήριο κατοικίας και κτήριο του τριτογενή τομέα, για παράδειγμα, κτήριο γραφείων, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των κτηρίων και της εγκατάστασης κλιματισμού. Στη συνέχεια εξετάζονται δυο αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις κτηρίων:

- **Κτήριο κατοικίας** με κεντρική αντλία θερμότητας, κεντρικό δίκτυο διανομής νερού και μονάδες απόδοσης με τερματικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan coils - FCU), διαιρούμενου τύπου τοπικά κλιματιστικά (split unit > 12kW), και ημικεντρικό μηχανικό αερισμό.
- **Κτήριο γραφείων** με κεντρικό υδρόψυκτο ψύκτη, κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ), κεντρικό δίκτυο διανομής και κεντρικό μηχανικό αερισμό.

Για ένα κτήριο κατοικίας, οι ενδεικτικές μετρήσεις περιλαμβάνουν το στοιχείο νερού FCU (σχήμα 2.1.7), τις θερμοκρασίες προσαγωγής αέρα στο χώρο από τα FCU και το ημικεντρικό σύστημα μηχανικού αερισμού και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εξωτερικής μονάδας του ημικεντρικού συστήματος (σχήμα 2.1.8) και των πιθανών διαρροών από τους αεραγωγούς. Για την αξιολόγηση των μετρήσεων τα αποδεκτά όρια των διαφόρων παραμέτρων έχουν ως εξής:



Σχήμα 2.1.7. Σχηματική διάταξη και μετρήσεις τεχνικών χαρακτηριστικών αντλίας θερμότητας.



Σχήμα 2.1.8. Σχηματική διάταξη και μετρήσεις διαιρούμενης μονάδας.

▪ Στοιχείο νερού FCU

Θερμοκρασία εισόδου ψύξης _____ (°C)
 Διαφορά θερμοκρασίας: (Δt) _____ (°C)
 Θερμοκρασία εισόδου θέρμανσης _____ (°C)
 Διαφορά θερμοκρασίας: (Δt) _____ (°C)

• Προσαγωγή αέρα στο χώρο (FCU)

Καλοκαίρι / Ψύξη _____ (°C)
 Χειμώνα / Θέρμανση _____ (°C)

• Προσαγωγή αέρα στο χώρο (ημικεντρικού)

Καλοκαίρι / Ψύξη _____ (°C)
 Χειμώνα / Θέρμανση _____ (°C)

• **Εξωτερική μονάδα ημικεντρικού**

Απορροφούμενη ισχύς	_____ (kW)
Ρεύμα	_____ (A)
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	_____ (°C)
Υψηλή πίεση ψυκτικού μέσου / Ψύξη	_____ (bar)
Χαμηλή πίεση ψυκτικού μέσου / Ψύξη	_____ (bar)
Υψηλή πίεση ψυκτικού μέσου / Θέρμανση	_____ (bar)
Χαμηλή πίεση ψυκτικού μέσου / Θέρμανση	_____ (bar)
Υπόψυξη (subcooling)	_____ (°C)
Υπερθέρμανση (superheating)	_____ (°C)

▪ **Αξιολόγηση μετρήσεων από την επιθεώρηση διαρροής αεραγωγών.**

Σε μια διαιρούμενη μονάδα ψυκτικής ικανότητας 36000 Btu/h (10,5 kW) με δίκτυο αεραγωγών που επιθεωρήθηκε, η ονομαστική παροχή του αέρα είναι 2040 m³/h και αν έχουμε διαρροή αέρα 3% (61 m³/h) τότε η απώλεια ισχύος (ψυκτική ικανότητα) είναι 5% (1800 Btu/h ή 0,52 kW).

Για ένα **κτήριο γραφείων**, οι ενδεικτικές μετρήσεις περιλαμβάνουν την μονάδα ψύξης (σχήμα 2.1.5) και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ΚΚΜ και του συστήματος αερισμού (σχήμα 2.1.6). Για την αξιολόγηση των μετρήσεων τα αποδεκτά όρια των διαφόρων παραμέτρων έχουν ως εξής:

▪ **Ενδεικτικές Μετρήσεις Μονάδας Ψύξης**

Πτώση πίεσης εξαμιστή	30 έως 60 kPa
Πτώση πίεσης συμπυκνωτή	50 έως 100 kPa

▪ **Ενδεικτικές Μετρήσεις ΚΚΜ**

Πτώση πίεσης φίλτρων ΚΚΜ:

Πρόφιλτρα:	ΔP_1	100 έως 300 Pa
Σακκόφιλτρα:	ΔP_2	250 έως 500 Pa

Ψυκτικό στοιχείο νερού:

Θερμοκρασία εισόδου νερού:	$t_{\text{εισ}}$	4,5°C έως 12°C
Διαφορά θερμοκρασίας:	(Δt)	3°C έως 8°C

Θερμαντικό στοιχείο νερού:

Θερμοκρασία εισόδου νερού:	$t_{\text{εισ}}$	50°C έως 80°C
Διαφορά θερμοκρασίας:	(Δt)	5°C έως 20°C

Ανεμιστήρας προσαγωγής:

Παροχή αέρα:	Q_1	_____ m ³ /h
Ισχύς:	P_1	_____ kW ή (A)
Ειδική ισχύς:		1,5 έως 2,5 kW/m ³ /s

Ανεμιστήρας απόρριψης:

Παροχή αέρα:	Q_2	_____ m ³ /h
--------------	-------	-------------------------

Ισχύς: P_2 _____ kW ή (A)
Ειδική ισχύς: 1,0 έως 1,5 kW/m³/s

Προσαγωγή αέρα στο χώρο:

Καλοκαίρι (ψύξη): μέτρηση θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας

12°C έως 16°C @ 87% RH

Χειμώνας (θέρμανση): μέτρηση θερμοκρασίας

30°C έως 40°C

2.1.4. Έντυπα Επιθεώρησης

Τα έντυπα επιθεώρησης εγκατάστασης κλιματισμού και τα επιμέρους περιεχόμενα, παρουσιάζονται αναλυτικά στο Κεφ. 5 και το Παράρτημα Δ της TOTEE 20701-4/2010, τα οποία περιλαμβάνουν τις εξής βασικές ενότητες:

1. Γενικά Στοιχεία Κτηρίου
2. Γενικά Χαρακτηριστικά Κτηρίου & Εγκατάστασης
3. Υφιστάμενη Κατάσταση Εγκατάστασης (συμπληρώνεται για κάθε σύστημα κλιματισμού)
4. Κατανάλωση Ενέργειας (εάν υπάρχει συμπληρώνεται για κάθε σύστημα κλιματισμού ή σε περίπτωση μη διαθέσιμων αναλυτικών στοιχείων κατανάλωσης ενέργειας, τότε η καταγραφή γίνεται για το σύνολο της εγκατάστασης)
5. Κατανομή Δαπανών (εάν υπάρχει, καταγράφεται για κάθε σύστημα κλιματισμού)
6. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μονάδας Παραγωγής Ψύξης (συμπληρώνονται για κάθε μονάδα ψύξης της εγκατάστασης, καταγράφοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους σύμφωνα με την σήμανση των κατασκευαστών, εάν υπάρχει, τις σχετικές μελέτες ή άλλα διαθέσιμα στοιχεία)
7. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Διανομής (συμπληρώνονται για κάθε σύστημα κλιματισμού καταγράφοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου διανομής (προσαγωγής και επιστροφής) για τον κλιματισμό χώρων για κάθε σύστημα, για παράδειγμα, ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη, που υπάρχει στο κτήριο)
8. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Τερματικών Μονάδων (συμπληρώνονται για κάθε σύστημα κλιματισμού καταγράφοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των τερματικών μονάδων, καθώς και των βοηθητικών μονάδων)
9. Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου (συμπληρώνονται για κάθε σύστημα κλιματισμού καταγράφοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων ελέγχου λειτουργίας της μονάδας παραγωγής, διανομής και απόδοσης των επιμέρους κλάδων της εγκατάστασης)
10. Τελική Διάγνωση (συμπληρώνεται για κάθε σύστημα κλιματισμού η τελική διάγνωση για την συνολική εγκατάσταση, τον εξοπλισμό, της λειτουργίας, της συντήρησης και της συνολικής ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης)
11. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις (επιλέγονται ενδεικτικές συστάσεις για τη μείωση των ψυκτικών και θερμικών φορτίων μέσω του κτιριακού κελύφους, βελτίωση των ψυκτικών μονάδων, του κλιματισμού αέρα, ενεργειακή διαχείρισης, και ενσωμάτωσης ΑΠΕ). Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει σε κατάλογο προτεινόμενων συστάσεων, όπως καθορίζονται στην TOTEE 20701-4/2010.

2.2. ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΚΘΕΣΕΩΝ

Η σύνταξη της σχετικής τεχνικής έκθεσης επιθεώρησης της εγκατάστασης κλιματισμού γίνεται με την συμπλήρωση του τυποποιημένου εντύπου που παρουσιάζεται στο Παράρτημα Δ (Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Κλιματισμού) της TOTEE 20701-4/2010, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία των ελέγχων και των πιθανών μετρήσεων.

Στις επόμενες σελίδες δίδονται δύο παραδείγματα σύνταξης τεχνικής έκθεσης για εγκαταστάσεις κλιματισμού που αφορούν σε:

- **Κτήριο κατοικίας**, με κεντρική αντλία θερμότητας, κεντρικό δίκτυο διανομής νερού με θερματικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (FCUs).
- **Κτήριο γραφείων**, με λέβητα, κεντρικό αερόψυκτο ψύκτη νερού, κεντρικό δίκτυο διανομής νερού, θερματικές μονάδες FCUs, κεντρική μονάδα προκλιματισμού νωπού αέρα με το αντίστοιχο κεντρικό σύστημα αεραγωγών προσαγωγής νωπού αέρα. Κεντρικό σύστημα μηχανικού εξαερισμού. Διαιρούμενου τύπου τοπικά κλιματιστικά απ' ευθείας εκτόνωσης (SPLIT UNITS > 12 kW)

Στο συνημμένο **Παράρτημα** περιλαμβάνονται συμπληρωμένα τα τυποποιημένα Έντυπα Ενεργειακής Επιθεώρησης των δύο ως άνω κτηρίων.

2.2.1. Εγκατάσταση κλιματισμού σε κατοικία

Το ακόλουθο παράδειγμα αναφέρεται σε επιθεώρηση εγκατάστασης κλιματισμού σε κτήριο κατοικίας. Η κατοικία αποτελείται από τέσσερα επίπεδα. Στο ισόγειο του κτηρίου είναι η τραπεζαρία με την κουζίνα. Στον Α όροφο του κτηρίου είναι το καθιστικό με μία κρεβατοκάμαρα. Στον Β όροφο του κτηρίου υπάρχει έτερο καθιστικό με κρεβατοκάμαρα ενώ στον Γ όροφο είναι η κεντρική κρεβατοκάμαρα (σχέδια 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 & 2.2.4).

Το κτήριο έχει προσανατολισμό νότιο και εκατέρωθεν του εφάπτονται γειτονικά κτήρια. Στη νότια όψη φέρει τέντες καθ' όλο το μήκος των βεραντών του.

Ο κλιματισμός της κατοικίας επιτυγχάνεται με την χρήση αντλίας θερμότητας αέρος νερού (σχήμα 2.2.1) και τοπικών κλιματιστικών μονάδων (FCUs) ψευδοροφής (σχήμα 2.2.2).

Οι ανάγκες των χώρων σε νωπό αέρα ικανοποιούνται από φυσικό αερισμό.

Ο κλιματισμός της κατοικίας κατά τους θερινούς μήνες λειτουργεί κατά μέσον όρο 8 ώρες ημερησίως όλη την εβδομάδα. Σε περιόδους καύσωνα η λειτουργία του κλιματισμού ανέρχεται και στις 12 με 14 ώρες ημερησίως.

Η κατοικία χρησιμοποιείται από μία οικογένεια πέντε (5) ατόμων. Οι συσκευές που υπάρχουν είναι αυτές που ευρίσκονται σε μία τυπική οικία όπως φούρνος με μαγειρικές εστίες, καφετιέρα και αποχυμωτής, τρεις τηλεοράσεις με βίντεο, δύο ηλεκτρονικοί υπολογιστές με εκτυπωτή και ένα ηχοσύστημα.

Για τον κλιματισμό η καταναλισκόμενη ενέργεια είναι ηλεκτρική και δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ετήσιας κατανάλωσης.

Από την εγκατάσταση του κλιματισμού δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια συντήρηση στην αντλία θερμότητας ή στις τοπικές κλιματιστικές μονάδες.

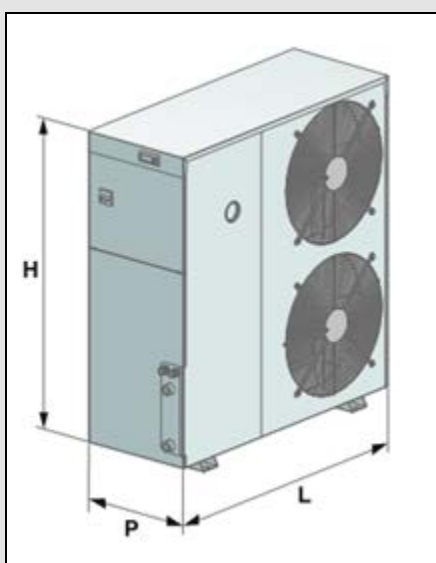
Από την οπτική επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε η γενική εικόνα είναι ικανοποιητική χωρίς να υπάρχει εμφανής φθορά στα μηχανήματα ή στις σωληνώσεις. Δεν παρατηρήθηκε επίσης οποιαδήποτε διαρροή ή συμπυκνώματα νερού σε κάποιο μέρος της εγκατάστασης.

Η γενική κατάσταση του κτηρίου είναι ικανοποιητική με φαινομενικά ικανοποιητική μόνωση στην τοιχοποιία του και στο φέροντα οργανισμό. Η οροφή της κατοικίας φέρει μία τυπική θερμομόνωση που

κρίνεται ως μη ιδιαίτερος ικανοποιητική. Τα κουφώματα της κατοικίας είναι μοντέρνας κατασκευής και φέρουν διπλό υαλοστάσιο με διάκενο ανάμεσα τους.

Η **αντλία θερμότητας** ψυκτικής ισχύος 18,7 kW είναι εγκατεστημένη στο δώμα της κατοικίας και τροφοδοτεί δύο **τοπικές κλιματιστικές μονάδες** (FCUs) ψευδοροφής στο ισόγειο της κατοικίας ισχύος 4,12kW και 2,96kW, δύο τοπικές κλιματιστικές μονάδες ψευδοροφής στον Α όροφο ισχύος 4,12 kW και 2,96 kW, δύο τοπικές κλιματιστικές μονάδες ψευδοροφής στον Β όροφο ισχύος 4,12 kW και 2,96 kW, και μία τοπική κλιματιστική μονάδα ψευδοροφής στον Γ όροφο ισχύος 4,12kW. Η αντλία θερμότητας τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα από τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα της κατοικίας ενώ οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες από του υποπίνακες ορόφου. Η αντλία θερμότητας περιλαμβάνει δοχείο αδρανείας 45 lt καθώς και κυκλοφορητή νερού.

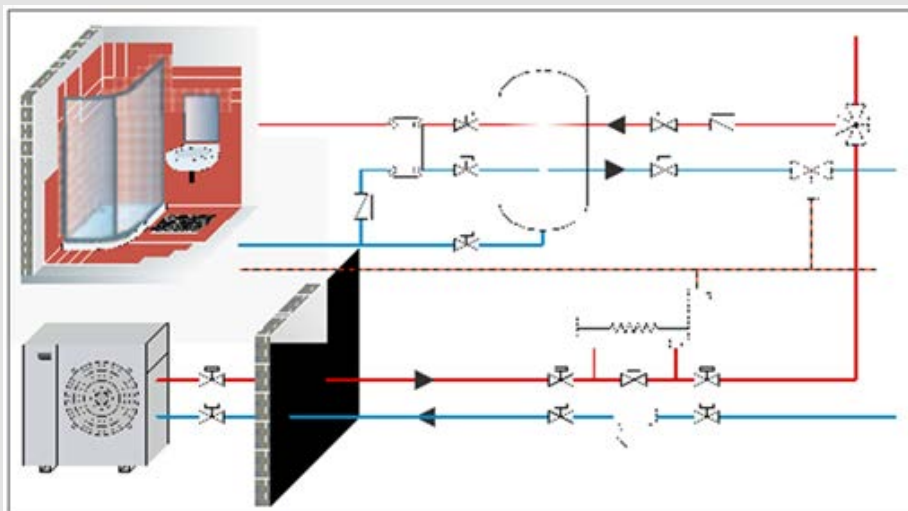
Ο **έλεγχος** του κλιματισμού γίνεται από τοπικούς θερμοστάτες οι οποίοι επενεργούν στις τριόδους ηλεκτροβάνες κάθε τοπικής κλιματιστικής μονάδας.



Σχήμα 2.2.1. Αντλία θερμότητας αέρος νερού.



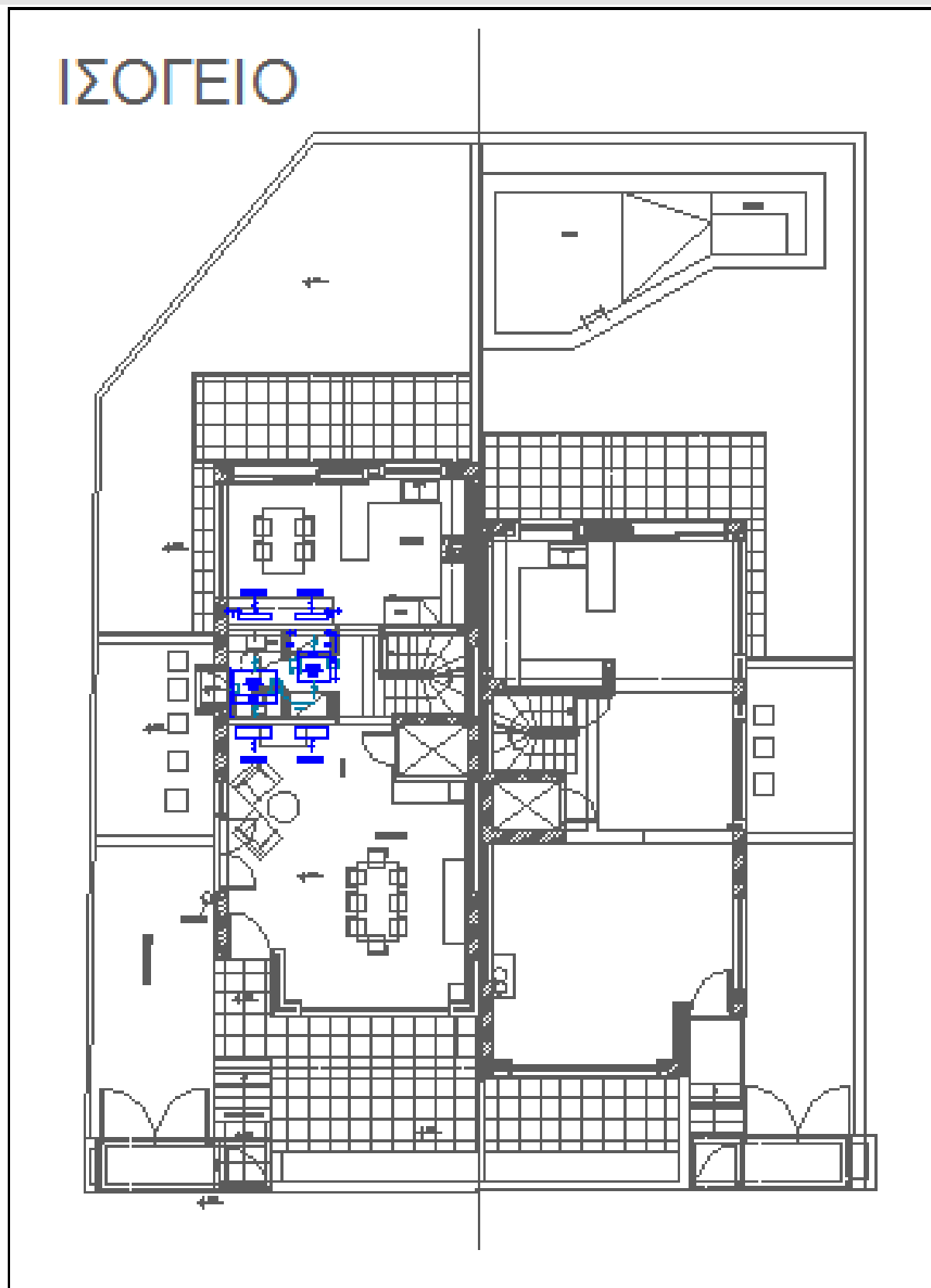
Σχήμα 2.2.2. Τοπική κλιματιστική μονάδα (FCU) ψευδοροφής.



Σχήμα 2.2.3. Σκαρίφημα εγκατάστασης αντλίας θερμότητας.

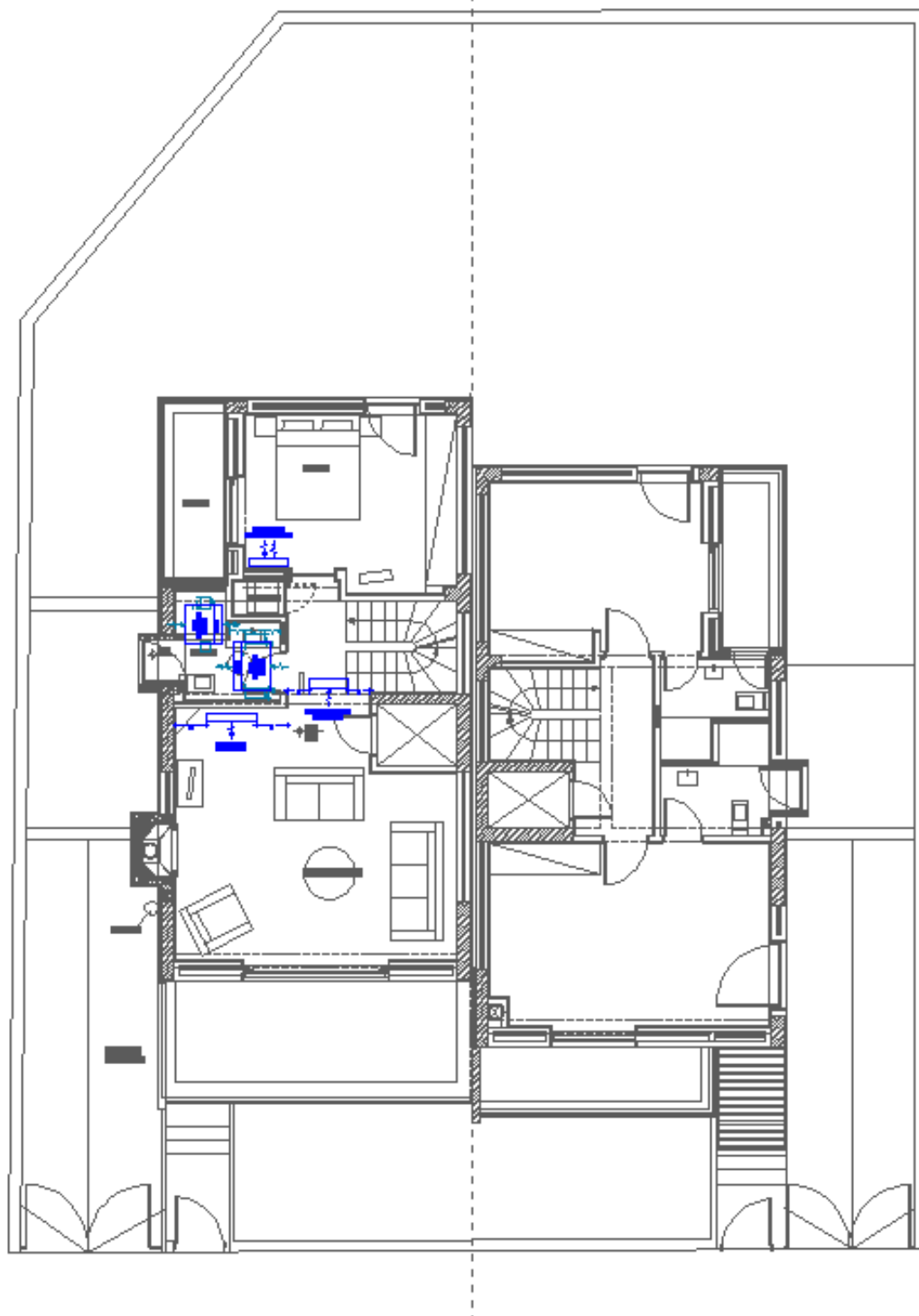


Σχήμα 2.2.4. Ηλεκτρονικός ελεγκτής μονάδος



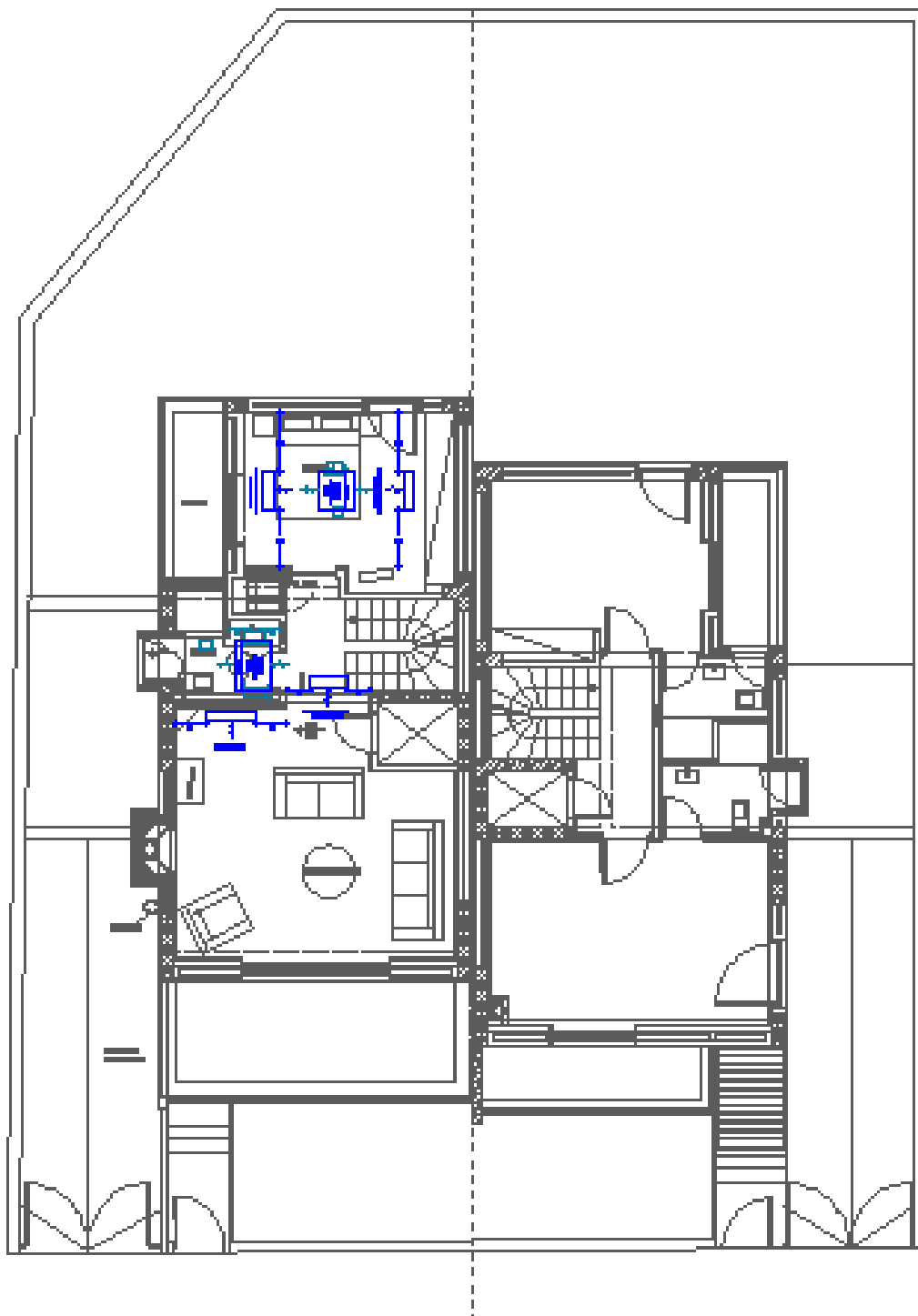
Σχέδιο 2.2.1. Κάτοψη Ισογείου

Α! ΟΡΟΦΟΣ



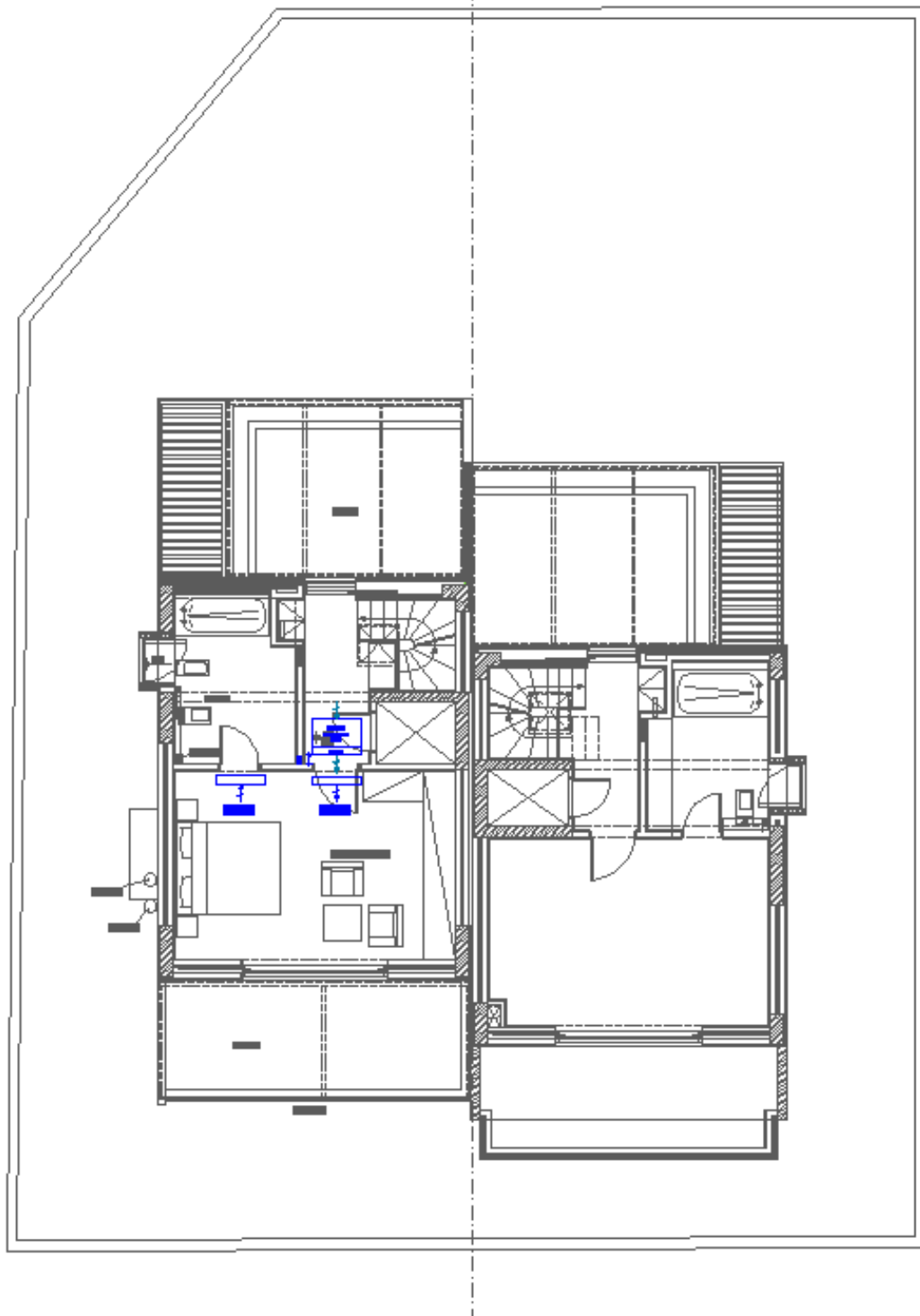
Σχέδιο 2.2.2. Κάτοψη Α Ορόφου

Β! ΟΡΟΦΟΣ



Σχέδιο 2.2.3. Κάτοψη Β Ορόφου

Γ! ΟΡΟΦΟΣ



Σχέδιο 2.2.4. Κάτοψη Γ Ορόφου

2.2.2. Εγκατάσταση κλιματισμού σε κτήριο γραφείων

Το παράδειγμα που παρατίθεται αφορά στην εγκατάσταση κλιματισμού κτηρίου γραφείων στην Αττική. Τα γραφεία καταλαμβάνουν μέρος ενός μεγάλου μεταλλικού κτηρίου. Εκτείνονται σε δύο επίπεδα, ισόγειο και Α΄ όροφο, με εμβαδόν 650,0 m² (50,0 m x 13,0 m) ανά επίπεδο. Τα κατακόρυφα στοιχεία του κελύφους των χώρων των γραφείων είναι κατασκευασμένα με τοίχους ξηράς δόμησης με δύο γυψοσανίδες ανά πλευρά και πλάκες ορυκτοβάμβακα ενδιάμεσα. Στις οροφές των δύο επιπέδων είναι εγκατεστημένες ψευδοροφές.

Σύμφωνα με τη μελέτη, ο κλιματισμός χειμώνα-θέρους επιτυγχάνεται με συνδυασμό λέβητα και ψύκτη νερού. Οι κλιματιζόμενοι χώροι εξυπηρετούνται από FCUs εγκατεστημένα στην ψευδοροφή του χώρου τον οποίον κλιματίζουν. Οι ανάγκες των χώρων σε νωπό αέρα καλύπτονται από τη μονάδα προκλιματισμού νωπού αέρα. Τα FCUs και η μονάδα του νωπού αέρα τροφοδοτούνται με ξεχωριστές αντλίες νερού. Το χειμώνα από το λέβητα με θερμό νερό και τις αντίστοιχες αντλίες θερμού νερού. Το καλοκαίρι από τον ψύκτη και τις αντίστοιχες αντλίες ψυχρού νερού. Το δίκτυο σωληνώσεων προς τα FCU είναι κοινό για το θερμό και το ψυχρό νερό μετά τους αντίστοιχους συλλέκτες. Το ίδιο ισχύει και για το δίκτυο τροφοδότησης με θερμό-ψυχρό νερό της μονάδας νωπού. Η προς ανανέωση ποσότητα αέρα θα απάγεται από ένα fan-section με φυγοκεντρικό ανεμιστήρα εξαερισμού. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μηχανημάτων, σύμφωνα με τη μελέτη, για την υλοποίηση αυτής της εγκατάστασης κλιματισμού, δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ		
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Τεμάχια
1	Κεντρική κλιματιστική μονάδα νωπού αέρα , με προφίλτρα, σακκόφιλτρα, κοινό στοιχείο (θερμαντικό-ψυκτικό), σταγονοσυλλέκτες, ανεμιστήρα προσαγωγής 3.860 m ³ /h, εξωτερικής στατικής πίεσης 15 mm ΥΣ, και υγραντήρα ψεκασμού υγρού, ελαχίστων αποδόσεων ως εξής: 1. Θερμικό φορτίο 32,0 kW για την είσοδο αέρα στο στοιχείο -2°C για νερό 80°C /70°C. 2. Ψυκτικό στοιχείο 12,8 / 27,30 kW (Αισθητό / Ολικό), για την είσοδο αέρα στο στοιχείο 36°C DB/ 24,6°C WB. 3. Υγραντήρα ψεκασμού νερού 16 kg/h/	1
2	Μονάδα ανεμιστήρα (Fan Coil) χωρίς καλύμματα οριζόντιας διάταξης, τύπου ψευδοροφής, ενός στοιχείου (2 σωλήνων), τροφοδοτούμενη με υπόψυκτη νερού 7/12°C, θερμό νερό 80°C/70°C αποδόσεων στην μεσαία ταχύτητα ανεμιστήρα ως κάτωθι για θερμοκρασία χώρου θέρους 26°C/19°C και χειμώνα 20°C: a) Μέγεθος 200 Ψύξη : Αισθητό 4.000 Btu/h/ Συνολικό 5.000 Btu/h Θέρμανση: 1.400 Kcal/h b) Μέγεθος 300 Ψύξη: Αισθητό 6.000 Btu/h/ Συνολικό 7.500 Btu/h Θέρμανση: 2.100 Kcal/h c) Μέγεθος 400 Ψύξη: Αισθητό 8.000 Btu/h/ Συνολικό 10.000 Btu/h Θέρμανση: 2.800 Kcal/h d) Μέγεθος 600 Ψύξη: Αισθητό 11.600 Btu/h/ Συνολικό 15.000 Btu/h Θέρμανση: 4.200 Kcal/h e) Μέγεθος 800 Ψύξη: Αισθητό 15.000 Btu/h/ Συνολικό 20.000 Btu/h Θέρμανση: 5.500 Kcal/h	5 9+1 2 3 8-1
3	Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας εξαερισμού, απόδοσης ως εξής: 1. Απαγωγή αέρα 3.800m ³ /h Ενδεικτικής εξωτερικής στατικής πίεσης 12 mm Υ.Σ.	2. 1

4	Αερόψυκτος ψύκτης νερού, με ψυκτικό μέσο φιλικό προς το περιβάλλον (R134a) καθαρής ψυκτικής απόδοσης 32 RT για νερό 7°C/12°C και για θερμοκρασία περιβάλλοντος 36°C	1
5	Συγκρότημα λέβητα θέρμανσης νερού με καυστήρα πετρελαίου - αερίου θερμαντικής ικανότητας 130.000 kcal/h	1
6	Κλειστό δοχείο διαστολής τύπου μεμβράνης κυκλώματος υποψυκτικό νερού, μέγιστης πίεσεως λειτουργίας 5 bar, καθαρής χωρητικότητας 35 L.	1
7	Κλειστό δοχείο διαστολής τύπου μεμβράνης κυκλώματος νερού λεβήτων, μέγιστης πίεσεως λειτουργίας 5 bar, καθαρής χωρητικότητας 140 L	1
8	Αντλία σε γραμμή ψυχρού νερού μονάδας, απόδοσης ως εξής: 1. Παροχής 5 m ³ /hr 2. Ενδεικτικού μανομετρικού ύψους 22 m ΥΣ	1
9	Αντλία σε γραμμή ψυχρού νερού FCU, απόδοσης ως εξής: 1. Παροχής 17 m ³ /h 2. Ενδεικτικού μανομετρικού ύψους 25 m ΥΣ	1
10	Αντλία σε γραμμή θερμού νερού μονάδας, απόδοσης ως εξής: 1. Παροχής 3,5 m ³ /h 2. Ενδεικτικού μανομετρικού ύψους 12 m ΥΣ	1
11	Αντλία σε γραμμή θερμού νερού FCU, απόδοσης ως εξής: 1. Παροχής 8,5 m ³ /h 2. Ενδεικτικού μανομετρικού ύψους 6 m ΥΣ	1

ΣΤΟΜΙΑ					
	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ		ΑΠΟΡΡΙΨΗ	
		Παροχή (m ³ /h)	Τύπος - τεμάχια Στομίων	Παροχή (m ³ /h)	Τύπος - τεμάχια Στομίων
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΓΡΑΦΕΙΟ Ι 1	80	30x10 -T53 - 1τεμ.	60	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΦΕΙΟ Ι 2	100	30x10 -T53 - 1τεμ.	80	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	80	30x10 -T53 - 1τεμ.	60	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΦΕΙΟ Ι 3	80	30x10 -T53 - 1τεμ.	60	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΦΕΙΟ Ι 4	80	30x10 -T53 - 1τεμ.	60	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΦΕΙΟ Ι 5	80	30x10 -T53 - 1τεμ.	60	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΦΕΙΟ Ι 6	250	30x20 -T53 - 1τεμ.	200	30x20 -T53 - 1τεμ.
	ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΡΙΟ	80	30x10 -T53 - 1τεμ.	60	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ	100	30x10 -T53 - 1τεμ.	80	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΦΕΙΟ Ι 7	100	30x10 -T53 - 1τεμ.	80	30x10 -T53 - 1τεμ.
	CUSTOMER SERVICE	100	30x10 -T53 - 1τεμ.	80	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΠΩΛΗΤΕΣ	700	30x20 -T53 - 2τεμ.	600	30x20 -T53 - 2τεμ.
	ΕΚΘΕΣΗ	200	30x20 -T53 - 1τεμ.	300	30x20 -T53 - 1τεμ.
	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	1100	30x20 -T53 - 5τεμ.	1100	30x20 -T53 - 5τεμ.
Α. ΟΡΟΦΟΣ	ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ	200	30x20 -T53 - 1τεμ.	150	30x20 -T53 - 1τεμ.
	ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ	100	30x10 -T53 - 1τεμ.	80	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΦΕΙΟ Α1	100	30x10 -T53 - 1τεμ.	80	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΦΕΙΟ Α2	100	30x10 -T53 - 1τεμ.	80	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	80	30x10 -T53 - 1τεμ.	60	30x10 -T53 - 1τεμ.
	COMPUTER ROOM	150	30x20 -T53 - 1τεμ.	120	30x10 -T53 - 1τεμ.
	ΣΥΝΟΛΟ	3.860		3450	
	ΚΟΥΖΙΝΑ	...		100	Τοπικός εξαεριστήρας
	W.C.			250	Τοπικός εξαεριστήρας

Η εγκατάσταση κλιματισμού περιλαμβάνει:

Λέβητας: Ο λέβητας για την παραγωγή του θερμού νερού χρησιμοποιεί ως καύσιμο φυσικό αέριο και έχει εγκατασταθεί σε υπόγειο λεβητοστάσιο σε απόσταση περίπου 40 m από το κτήριο γραφείων.



Σχήμα 2.2.5. Λέβητας παραγωγής θερμού νερού

Ψύκτη: Ο αερόψυκτος ψύκτης νερού είναι τοποθετημένος στο ύπαιθρο, κοντά στο λεβητοστάσιο.



Σχήμα 2.2.6. Αερόψυκτος ψύκτης

Fan coils: Για τον κλιματισμό των επιμέρους χώρων έχουν εγκατασταθεί εντός της ψευδοροφής τερματικές μονάδες (FCU). Οι μονάδες αυτές προσάγουν τον κλιματισμένο αέρα στο χώρο μέσω τμήματος μονωμένου αεραγωγού και στομίων. Η επιστροφή του αέρα στα FCU των χώρων του ορόφου γίνεται μέσω στομίου και μονωμένου αεραγωγού.



Σχήμα 2.2.6. Fan Coils Ορόφου

Η επιστροφή του αέρα στα FCU των χώρων του ισογείου γίνεται μέσω στομίου κοντά στην πλευρά αναρρόφησης του FCU, καθώς ο χώρος μεταξύ ψευδοροφής και πλάκας οροφής χρησιμοποιείται ως plenum επιστροφής.



Σχήμα 2.2.7. Fan Coil Ισογείου

Ο έλεγχος λειτουργίας των Fan Coils εξασφαλίζεται από τοπικό για το καθένα επίτοιχο χειριστήριο.



Σχήμα 2.2.8. Χειριστήριο Λειτουργίας Fan Coil

Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ): Για την ανανέωση του αέρα έχει εγκατασταθεί στο χώρο της ψευδοροφής του ορόφου, μία κεντρική μονάδα προκλιματισμού νωπού αέρα η οποία αναρροφά εξωτερικό αέρα μέσω στομίου και αεραγωγού και αφού τον επεξεργασθεί, μέσω δικτύου αεραγωγών

από γαλβανισμένη λαμαρίνα, τμήματα εύκαμπτων κυκλικών αεραγωγών, τοπικά plenums και τα αντίστοιχα στόμια προσαγωγής, προσάγει τον προκλιματισμένο αέρα στα γραφεία και τους διαδρόμους του ισογείου και του ορόφου. Οι αεραγωγοί του δικτύου καθώς και τα Plenums είναι μονωμένα.



Σχήμα 2.2.9. Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα

Μονάδα Εξαερισμού: Για την απαγωγή του προς απόρριψη αέρα από τους κλιματιζόμενους χώρους έχει εγκατασταθεί ένα fan section το οποίο μέσω στομιών επιστροφής, τοπικών plenums και δικτύων αεραγωγών, απάγει από τους χώρους τις προς απόρριψη στο ύπαιθρο ποσότητες αέρα. Οι αεραγωγοί και τα plenums είναι βαμμένα με φελλοπολτό.



Σχήμα 2.2.10. Μονάδα Εξαερισμού



Σχήμα 2.2.11. Δίκτυα Αεραγωγών Νωπού και Αέρα Απόρριψης

Στόμια Αέρα κλιματισμού με καμπύλα πτερύγια:



Σχήμα 2.2.12. (α) Στόμιο κλιματισμού (Προσαγωγής) τριών (3) κατευθύνσεων (β) Στόμιο κλιματισμού (επιστροφής) μιας (1) κατεύθυνσης

Στόμια Αερισμού με καμπύλα πτερύγια:



Σχήμα 2.2.13. (α) Στόμιο κλιματισμού προσαγωγής νωπού αέρα τριών (3) κατευθύνσεων, (β) Στόμιο εξαερισμού μιας (1) κατεύθυνσης

Λεβητοστάσιο-Ψυχροστάσιο: Τα FCUs και η KKM τροφοδοτούνται από δύο διαφορετικά δίκτυα σωληνώσεων. Κάθε ένα απ' αυτά τα δίκτυα τροφοδοτείται με ψυχρό νερό, το καλοκαίρι από τον ψύκτη, μέσω της αντίστοιχης αντλίας ψυχρού νερού, και με θερμό νερό, το χειμώνα από το λέβητα, μέσω της αντίστοιχης αντλίας θερμού νερού. Οι αντλίες, οι συλλέκτες προσαγωγής - επιστροφής, οι βάνες διακοπής, βαλβίδες ρύθμισης παροχής νερού, βάνες αντεπιστροφής κτλ. έχουν εγκατασταθεί στον χώρο του λεβητοστασίου (βλέπε στη συνέχεια διάγραμμα λεβητοστασίου / ψυχροστασίου).



Σχήμα 2.2.14. Δίκτυα σωληνώσεων

Αντλίες Νερού: Οι αντλίες ψυχρού – θερμού νερού είναι εγκατεστημένες στις αντίστοιχες αναχωρήσεις των συλλεκτών προσαγωγής ψυχρού – θερμού νερού προς τα FCUs και τη μονάδα προκλιματισμού του νωπού αέρα.



Σχήμα 2.2.15. Αντλίες νερού

Οι αντλίες ψυχρού αναρροφούν από τον ψύκτη το ψυχρό νερό και το προσάγουν προς τα FCUs και τη μονάδα νωπού αέρα. Το νερό μετά την έξοδο του από τα FCUs και τη μονάδα νωπού αέρα επιστρέφει μέσω δύο γραμμών επιστροφής στο συλλέκτη επιστροφής κρύου νερού, κι' εν συνεχεία εισέρχεται στον ψύκτη για την απόδοση του προς απόρριψη θερμικού φορτίου. Κατόπιν αναρροφάται από τις αντλίες προσαγωγής μέσω του αντίστοιχου συλλέκτη προσαγωγής για την ολοκλήρωση του κύκλου λειτουργίας (βλέπε στη συνέχεια διάγραμμα λεβητοστασίου / ψυχροστασίου).



Σχήμα 2.2.16. Στα δίκτυα ψυχρού / θερμού νερού έχουν εγκατασταθεί καταλλήλου μεγέθους κλειστά δοχεία διαστολής.



Σχήμα 2.2.17. Η πληρότητα των εγκαταστάσεων εξασφαλίζεται από το δίκτυο νερού πόλης μέσω των αντίστοιχων αυτόματων πλήρωσης.

Τοπικοί εξαεριστήρες: Στις κουζίνες και τα λουτρά έχουν εγκατασταθεί τοπικά, ανεμιστήρες για την απόρριψη στο ύπαιθρο των αναγκαίων ποσοτήτων αέρος.



Σχήμα 2.2.18. Τοπικός εξαεριστήρας

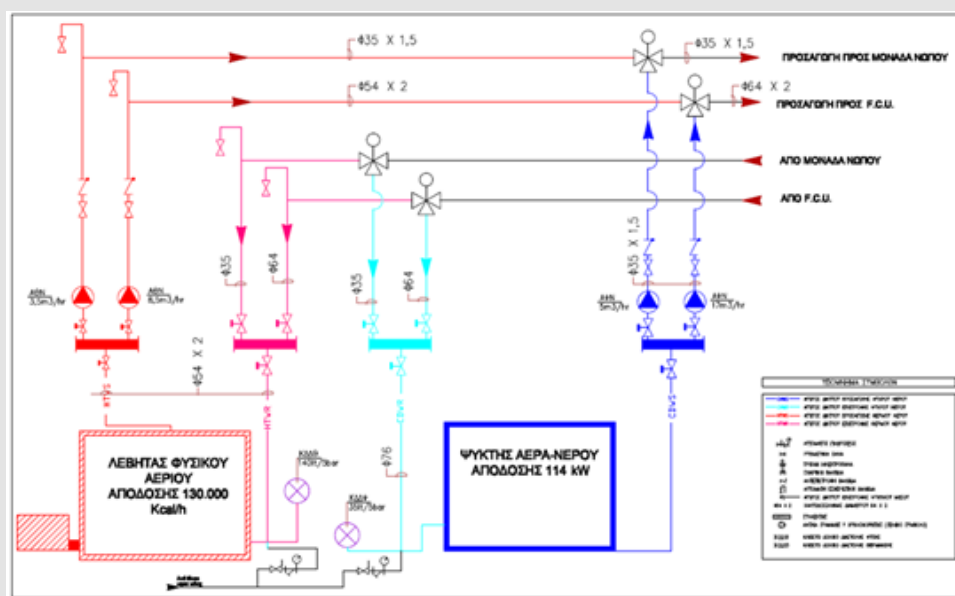
Κλιματιστικά απευθείας εκτόνωσης: Στο χώρο των Η/Υ ο κλιματισμός εξασφαλίζεται μέσω δύο κλιματιστικών μονάδων διαιρούμενου τύπου αερόψυκτων απευθείας εκτόνωσης ψυκτικής απόδοσης 48.000 Btu/h (14,0 kW).



Σχήμα 2.2.19: Εσωτερικό τμήμα, ισταμένου τύπου (νουλάπας)

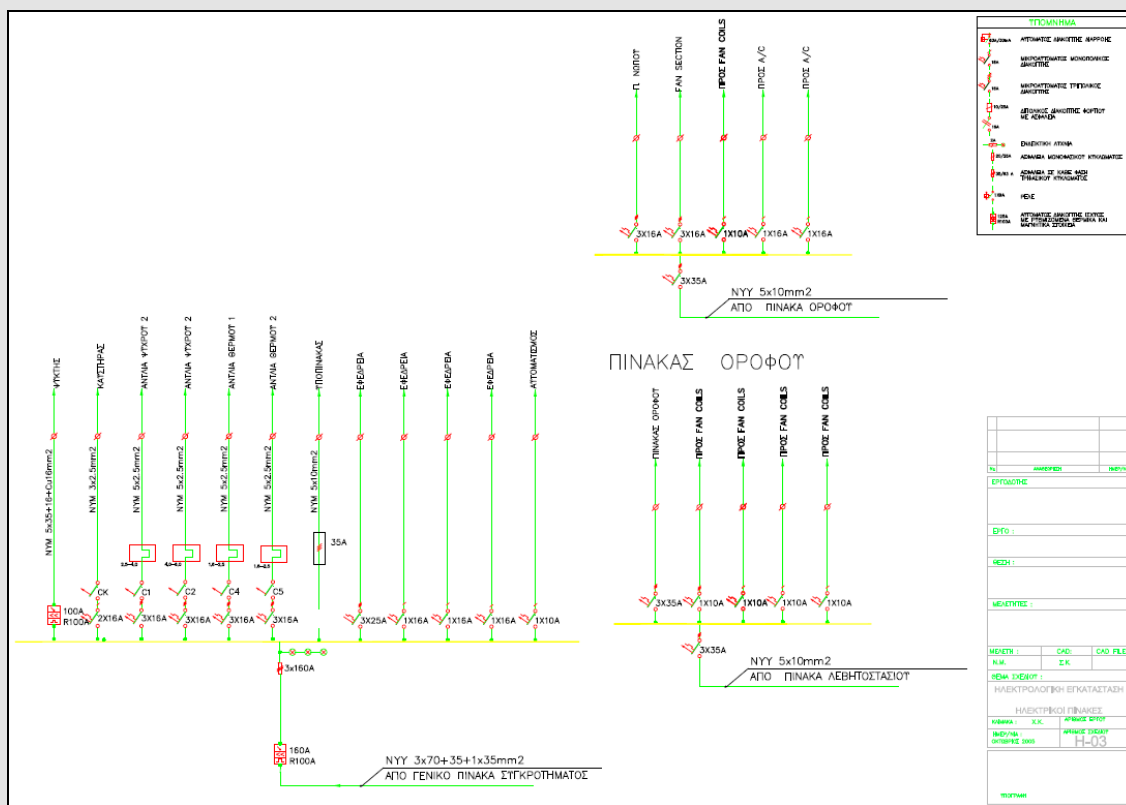


Σχήμα 2.2.20: Μονάδες Συμπύκνωσης



Σχήμα 2.2.21. Διάγραμμα λεβητοστασίου / ψυχροστασίου.

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση που αφορά τον κλιματισμό του κτηρίου έχει ως εξής: Στο χώρο άφιξης της γενικής παροχής (3X160A) στο λεβητοστάσιο, είναι εγκατεστημένος ο Γενικός Πίνακας Κλιματισμού. Ο πίνακας τροφοδοτεί τις καταναλώσεις του συγκεκριμένου χώρου, δηλαδή καυστήρα, ψύκτη και κυκλοφορητές ψυχρού και θερμού νερού. Από το Γενικό Πίνακα Κλιματισμού τροφοδοτείται με μια ανεξάρτητη παροχή (NYY 5X10 mm²) ο υποπίνακας Κλιματισμού που είναι τοποθετημένος στο ισόγειο του κτηρίου. Ο υποπίνακας Κλιματισμού του ισογείου τροφοδοτεί τα Fan Coils του Ισογείου με γραμμές NYM 3X2,5 mm². Τροφοδοτεί επίσης τον υποπίνακα Κλιματισμού του Ορόφου, με μία ανεξάρτητη παροχή NYY 5X 10 mm². Από τον υποπίνακα Κλιματισμού του Ορόφου τροφοδοτούνται τα Fan Coils του ορόφου, η μονάδα προκλιματισμένου αέρα και το Fan Section για τον εξαερισμό. Οι ανεξάρτητες μονάδες διαιρούμενου τύπου, απευθείας εκτόνωσης, του χώρου Η/Υ τροφοδοτούνται από τον Ηλεκτρικό Πίνακα του χώρου αυτού. Τα καλώδια σε όλο το μήκος των διαδρομών τους είναι προστατευμένα. Στο χώρο του λεβητοστασίου έχουν τοποθετηθεί εντός σωλήνα βαρέως τύπου και μεταλλική σχάρα με καπάκι. Τα ορατά τμήματα των καλωδίων από τους θερμοστάτες χώρου στα αντίστοιχα Fan Coils είναι τοποθετημένα εντός καναλιού.

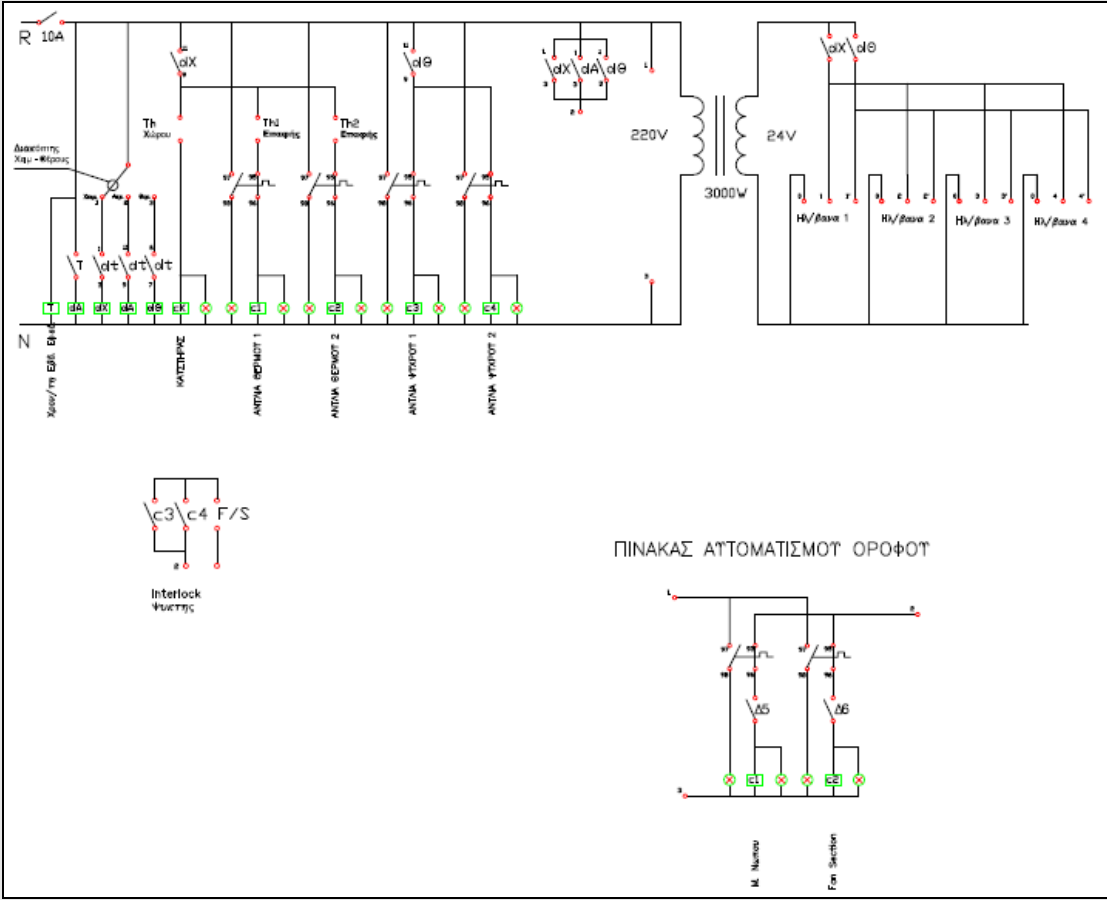


Σχήμα 2.2.22. Πίνακες ηλεκτρολογικής εγκατάστασης κλιματισμού

Ο αυτοματισμός της εγκατάστασης κλιματισμού επιτυγχάνεται όπως φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Μ' ένα μεταγωγικό διακόπτη τεσσάρων θέσεων: 0 – Χειμώνας – Αερισμός – Θέρος, επιλέγεται η επιθυμητή λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού. Με το χρονοδιακόπτη (T) καθορίζεται η ώρα έναρξης και παύσης λειτουργίας της εγκατάστασης σε εβδομαδιαία βάση. Ανάλογα με την εποχή, Χειμώνα - Θέρος, οι ηλεκτροβάνες Νο 1,2,3,4 τίθενται στην κατάλληλη θέση, για την τροφοδοσία της μονάδας νωπού αέρα και των FCUs με ζεστό ή κρύο νερό αντίστοιχα. Με το χρονοδιακόπτη ενεργοποιούνται ανάλογα με την εποχή οι κυκλοφορητές θερμού νερού Νο1 και 2 ή οι

κυκλοφορητές ψυχρού νερού Νο1 και 2. Για την ασφαλή λειτουργία του ψύκτη υπάρχει μία «μανδάλωση» με το διακόπτη ροής F/S. Θα πρέπει να έχουν σπλίσει τουλάχιστον ο ένας από τους αυτόματους C3 – C4 των κυκλοφορητών ψυχρού νερού ώστε μετά την ενεργοποίηση και του διακόπτη F/S να ξεκινήσει ο ψύκτης.

Στην θέση «αερισμός» δίνεται η δυνατότητα θέσης σε λειτουργία της μονάδας νωπού αέρα και του fan section, ώστε να προσάγεται νωπός αέρας στους χώρους κατά την Άνοιξη και το Φθινόπωρο, όταν δεν απαιτείται λειτουργία, σε θέρμανση ή ψύξη, της εγκατάστασης. Η λειτουργία των FCUs του ισογείου και του ορόφου ρυθμίζεται από τα αντίστοιχα τοπικά επίτοιχα χειριστήρια τα οποία διαθέτουν διακόπτη χειμώνα - θέρους, διακόπτη τριών ταχυτήτων και θερμοστάτη χώρου. Η λειτουργία της μονάδας νωπού αέρα εξασφαλίζεται από διακόπτη ON – OFF, που βρίσκεται στον υποπίνακα κλιματισμού του ορόφου.



Σχήμα 2.2.23. Πίνακας αυτοματισμού λεβητοστασίου

Η θερμοκρασία του εξερχόμενου από τη μονάδα αέρα ρυθμίζεται από τρίοδο αναλογική βαλβίδα στην γραμμή νερού, μέσω θερμοστάτη αεραγωγού και διακόπτη χειμώνα - θέρους. Η σχετική υγρασία του εξερχόμενου από τη μονάδα αέρα ρυθμίζεται από υγραστάτη αεραγωγού μέσω δίοδου, ON – OFF βαλβίδας, τοποθετημένης στη γραμμή παροχής νερού προς τον υγραντήρα της μονάδας. Η λειτουργία του fan section του εξαερισμού εξασφαλίζεται από διακόπτη ON-OFF, που βρίσκεται στον υποπίνακα κλιματισμού του ορόφου.

Στο **Παράρτημα**, παρουσιάζεται το **συμπληρωμένο έντυπο** της αντίστοιχης Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού του κτηρίου γραφείων.

2.3. ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ - ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και την ανάλυση των στοιχείων ο Ενεργειακός Επιθεωρητής κάνει **ενδεικτικές (ιεραρχημένες) συστάσεις** για τη μείωση των ψυκτικών και θερμικών φορτίων μέσω του κτιριακού κελύφους, βελτίωση των ψυκτικών μονάδων, του κλιματισμού αέρα, ενεργειακή διαχείρισης, και ενσωμάτωσης ΑΠΕ.

Στην ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 περιλαμβάνονται **ενδεικτικές** συστάσεις / υποδείξεις τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής ως βοήθημα, προκειμένου να συνοψίσει τις διαπιστώσεις και τις υποδείξεις που προέκυψαν από την επιθεώρηση της εγκατάστασης κλιματισμού. Υπενθυμίζεται ότι η σειρά της παρουσίασης των συστάσεων του καταλόγου που περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 είναι ενδεικτική.

Από αυτές, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής, μπορεί να επιλέξει αυτές που θεωρεί κατάλληλες για την υπό επιθεώρηση εγκατάσταση, να προσθέσει άλλες πιθανές συστάσεις / υποδείξεις, και τελικά να τις **ιεραρχήσει** ώστε να συμπεριληφθούν στο Έντυπο Επιθεώρησης.

Οι προτεραιότητες για την βελτίωση των συνθηκών άνεσης το καλοκαίρι και την ορθολογική χρήση ενέργειας για κλιματισμό, εφόσον απαιτείται, είναι:

- Ο περιορισμός των ψυκτικών φορτίων. Η ηλιοπροστασία του εξωτερικού κελύφους και ιδιαίτερα ο σκιασμός των διαφανών επιφανειών του κτηρίου, αποτελεί τη βασικότερη προϋπόθεση για τη μείωση των ψυκτικών φορτίων από τα άμεσα ηλιακά κέρδη.
- Η χρήση φυσικών και υβριδικών τεχνικών και συστημάτων δροσισμού, που βελτιώνουν τις εσωτερικές συνθήκες σε αποδεκτά επίπεδα. Εάν στη συνέχεια απαιτηθεί και κλιματισμός (πχ για την αντιμετώπιση των επιπλέον ψυκτικών φορτίων), οι προαναφερθείσες τεχνικές βελτιώνουν την απόδοση των ενεργητικών (συμβατικών) συστημάτων ψύξης και κλιματισμού, τα οποία θα καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια για τη λειτουργία τους.
- Η επιλογή αποδοτικών ενεργητικών συστημάτων και η ορθολογική λειτουργία τους. Αφού έχουν ληφθεί όλα τα μέτρα μείωσης των ψυκτικών φορτίων, τότε η χρήση κλιματιστικών μονάδων για τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και τον έλεγχο της υγρασίας, θα είναι πιο αποδοτική.



Η εφαρμογή όλων των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνεται πριν την αντικατάσταση τμημάτων του εξοπλισμού ή/και της εγκατάστασης κλιματισμού έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερδιστασιολόγηση των εγκαταστάσεων εάν πρόκειται να υλοποιηθούν μέτρα μείωσης των ψυκτικών φορτίων.

Τα **ψυκτικά φορτία**, δηλαδή το ποσό της θερμότητας που πρέπει να αφαιρεθεί από το χώρο στη μονάδα του χρόνου, εξαρτάται από τα εξωτερικά και εσωτερικά φορτία. Τα **εξωτερικά φορτία** συνήθως αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των ψυκτικών φορτίων. Σε αντίθεση με το χειμώνα, το καλοκαίρι η **ηλιακή ενέργεια** που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους, επιβαρύνει τις εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης, αφού όταν η ηλιακή ακτινοβολία απορροφηθεί από τις εσωτερικές επιφάνειες και τα υλικά που βρίσκονται μέσα στο χώρο, τότε όλα τα σώματα ακτινοβολούν περισσότερη θερμότητα, η οποία αυξάνει την εσωτερική θερμοκρασία του αέρα. Η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους των κτηρίων γίνεται μέσα από τις διαφανείς επιφάνειες του κτιριακού κελύφους (πχ παράθυρα). Επιπλέον, ένα ποσό θερμότητας μεταδίδεται με αγωγή μέσα από τις αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου (πχ τοίχους, οροφή) και συμβάλει στη θερμική δυσaráεσκεια το καλοκαίρι. Τα υπόλοιπα ψυκτικά φορτία προέρχονται από τα **εσωτερικά κέρδη** (πχ η θερμότητα που προέρχεται από διάφορες συσκευές, το φωτισμό και τους ανθρώπους) τα οποία, ανάλογα με τη χρήση του χώρου, μπορεί να είναι τόσο υψηλά, που ακόμα και το χειμώνα ή ενδιάμεσες

εποχές (άνοιξη, φθινόπωρο) να απαιτείται ψύξη ορισμένων χώρων (πχ χώροι με υψηλό αριθμό ηλεκτρονικών συσκευών, υψηλή εγκατεστημένη ισχύ φωτιστικών, μεγάλο αριθμό ατόμων). Επιπλέον, επειδή η θερμική άνεση το καλοκαίρι επηρεάζεται σημαντικά από την υγρασία του αέρα, ο κλιματισμός χρησιμοποιείται επίσης για την αφαίρεση των υδρατμών από τον εσωτερικό αέρα (**αφύγρανση**). Η κυκλοφορία του αέρα κοντά στο ανθρώπινο σώμα, εφόσον διατηρείται στα επιτρεπτά επίπεδα, δημιουργεί ένα ευχάριστο συναίσθημα και επιτρέπει την ανοχή μεγαλύτερων θερμοκρασιών.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010, οι συστάσεις / υποδείξεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή καλύπτουν τη:

- Μείωση των Ψυκτικών Φορτίων Μέσω του Κτιριακού Κελύφους
- Μείωση των Θερμικών Απωλειών Μέσω του Κτιριακού Κελύφους
- Επιλογή του Κατάλληλου Εξοπλισμού, Ρύθμιση και Λειτουργία του Συστήματος Ψύξης/Κλιματισμού του Αέρα, της Ανάκτηση Θερμότητας και της Διανομής του Αέρα
- Σωστή Διαχείριση και Διανομή του Αέρα-Νερού
- Βελτίωση της Απόδοσης των Κλιματιστικών Σωμάτων
- Βελτίωση της Απόδοσης του Συστήματος Κλιματισμού
- Βελτίωση της Εγκατάσταση Κλιματισμού
- Βελτίωση του Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης / Κεντρικών Συστημάτων Ελέγχου
- Ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- Υλοποίηση Άλλων Προτάσεων



Οι συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή για την εγκατάσταση κλιματισμού δεν βασίζονται σε υπολογισμούς.

Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επιλέγει και ιεραρχεί τις κατάλληλες – κατά περίπτωση και κατά την κρίση του - συστάσεις / υποδείξεις από τους αναλυτικούς πίνακες της ενότητας 5.1.11 της ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 ή συμπληρώνει τις δικές του, που τελικά συνοδεύουν το Έντυπο Επιθεώρησης.

Σύμφωνα με τις ενδεικτικές μετρήσεις που κάνει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής μπορεί να προκύψουν συγκεκριμένες προτάσεις που είτε ήδη περιλαμβάνονται στον κατάλογο των ενδεικτικών συστάσεων / υποδείξεων, είτε συμπληρώνονται επιπλέον από τον Ενεργειακό Επιθεωρητή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή απόδοση των κτηρίων». ΕΕΕΚ L.1, 4.1.2003, (2003).
2. Οδηγία 2010/31/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την «Ενεργειακή απόδοση των κτηρίων» (αναδιατύπωση). ΕΕΕΚ L.153, 18.6.2010, (2010).
3. Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».
4. Φ.Ε.Κ. Β' 407 / 9-4-2010, απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων».
5. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού». Υπουργική απόφαση αριθμ. οικ.17178/2010 «Έγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών του Τ.Ε.Ε. για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων», Φ.Ε.Κ. 1387/2-9-2010, έκδοση Β'.
6. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 – Μέρος 1/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων». ΦΕΚ 67/Β/4-2-88, Έκδοση Δ'.
7. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 - Μέρος 2/86 Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων. ΦΕΚ 148/Β/17-3-88, Έκδοση Δ'.
8. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων». ΦΕΚ 177/Β/31-3/88, Έκδοση Γ'.
9. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων». Έκδοση Ε'.
10. Σελλούντος Β.Η. «Θέρμανση - Κλιματισμός, Μελέτη, κατασκευή, εγκαταστάσεις, υλικά, δίκτυα, εξοπλισμός». Εκδόσεις Σέλκα - 4Μ (ISBN 960-8257-05-0), Αθήνα, 2002.
11. Α. Ασημακόπουλου, «Εργαστήριο θερμάνσεως ψύξεως και κλιματισμού». Ίδρυμα Ευγενίδου, 1990.
12. Εγκαταστάσεις Κλιματισμού II Εργαστηριακός οδηγός Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Αθήνα, 2004.
13. Εγκαταστάσεις Κλιματισμού II Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Αθήνα, 2004.
14. Εγκαταστάσεις Ψύξης II Εργαστηριακός οδηγός Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Αθήνα, 2003.
15. Εγκαταστάσεις Ψύξης II Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Αθήνα, 2003.
16. Μανασής Λάμπρος, «Επιθεώρηση λεβήτων και δικτύων κεντρικής θέρμανσης». ISBN 978-960-8257-25-2, ΣΕΛΚΑ-4Μ ΕΠΕ.
17. Μανασής Λάμπρος, «Ενεργειακός υπολογισμός βιοκλιματικών παρεμβάσεων». ISBN 978-960-8257-54-2, ΣΕΛΚΑ-4Μ ΕΠΕ.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

18. ASHRAE Handbook «Fundamentals». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2009.
19. ASHRAE Handbook «HVAC-Systems and Equipment». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2008.

20. ASHRAE Green Guide (3rd edition). The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings. American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2010.
21. ASHRAE Standard 62.1:2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας- ΤΕΕ: www.tee.gr

Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ΥΠΕΚΑ: www.ypeka.gr

Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης ΕΛΟΤ: www.elot.gr

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ: www.cres.gr

Ελληνικό παράρτημα ASHRAE: www.ashrae.gr

Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας- ΙΕΠΒΑ- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: www.energycon.org

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Ακολουθούν τα συμπληρωμένα Έντυπα Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ1: Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού Κατοικίας

1. Γενικά Στοιχεία Κτηρίου	
Χρήση Κτηρίου:	ΚΤΗΡΙΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ
	Τμήμα Κτηρίου ☐ Αριθμός Ιδιοκτησίας:
Όνομα Ιδιοκτήτη:	ΑΝΔΡΕΑΣ ΑΝΔΡΕΟΥ
ΑΦΜ	
ΚΑΕΚ	
Α.Π. Δήλωσης & Κωδικός Ιδιοκτησίας	
Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Δημόσιο ☐ Δημόσιο Ιδιωτικού ενδιαφέροντος ☐ Ιδιωτικό ☒ Ιδιωτικό Δημοσίου ενδιαφέροντος ☐
Ταχυδρομική Διεύθυνση:	ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ 352, ΓΛΥΦΑΔΑ
Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου:	Ιδιοκτήτης ☒ Διαχειριστής ☐ Ενοικιαστής ☐ Τεχνικός υπεύθυνος ☐
Όνοματεπώνυμο:	ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΑΓΝΩΣΤΟΣ
Τηλέφωνο / Fax:	(+30) 555 5555
Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο:	agnostos@tee.gr
Οικοδομική άδεια:	
Πολεοδομικό γραφείο:	ΓΛΥΦΑΔΑΣ
Έτος:	2009
Αριθμός:	2222
Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής:	2010

2. Γενικά Χαρακτηριστικά Κτηρίου & Εγκατάστασης				
Έτος λειτουργίας κτηρίου:	2010			
Ώρες λειτουργίας κτηρίου ανά ημέρα (h):	24	Ημέρες λειτουργίας ανά βδομάδα (h):	7	
Συνολικό εμβαδόν επιφάνειας κτηρίου (m ²):	240	Ύψος κτηρίου (m):	12	
		Συνολικός όγκος κτηρίου V (m ³):	720	
Εμβαδόν θερμαινόμενης επιφάνειας (m ²):	210	Όγκος θερμαινόμενων χώρων (m ³):	630	
Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού				
Θερμοκρασία (°C):	36			
Σχετική Υγρασία (%):	40			
Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης της θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων του κτηρίου:		Ανεπαρκής	Μερικώς μονωμένα	Επαρκής
Οροφή/Δώμα:	☐	☐	☒	
Εξωτερική Τοιχοποιία:	☐	☐	☒	
Φέρον οργανισμός:	☐	☐	☒	
Δάπεδο pilotis:	☐	☐	☐	
Δάπεδο επί εδάφους:	☐	☐	☐	
Δάπεδο επί μη θερμαινόμενου χώρου:	☒	☐	☐	
Κουφώματα:	☐	☒	☐	
Αλλαγή χρήσης:	Μερική ☐ Ολική ☐			
Περιγραφή:				
Αριθμός συστημάτων :	1			

3. Υφιστάμενη Κατάσταση Εγκατάστασης (για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)	
α/α Συστήματος: _____	
Μελέτη κλιματισμού:	☒
Μηχανολογικά σχέδια:	☒
Χρήσεις συστήματος κλιματισμού:	Θέρμανση ☒ Ψύξη ☒ Υγρανση ☐ Αφύγρανση ☐ Αερισμός ☐
Σύντομη περιγραφή:	Κλιματισμός με Αντλία Θερμότητας και Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες (FCU's), Θέρμανση με ενδοδαπέδιο σύστημα
Θερμικές ζώνες	Συνολικός αριθμός: 4 Χρήσεις: Κατοικία 1. Ισόγειο – Τραπεζαρία & Κουζίνα 2. Α Όροφος – Καθιστικό & Υπνοδωμάτιο 3. Β Όροφος – Καθιστικό & Υπνοδωμάτιο 4. Γ Όροφος – Κεντρικό Υπνοδωμάτιο

Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού					
Θερμοκρασία		Σχετική Υγρασία		Αερισμός (Νωπός Αέρας)	
Χειμώνα	Καλοκαίρι	Χειμώνα	Καλοκαίρι	m ³ /άτομο	m ³ /hour
1. <u>21</u> (°C)	1. <u>25</u> (°C)	1. <u>50</u> (%)	1. <u>50</u> (%)	1. _____	1. _____
2. _____ (°C)	2. _____ (°C)	2. _____ (%)	2. _____ (%)	2. _____	2. _____
3. _____ (°C)	3. _____ (°C)	3. _____ (%)	3. _____ (%)	3. _____	3. _____
.. _____ (°C)	.. _____ (°C)	... _____ (%)	... _____ (%)	... _____	... _____

Τύπος:	Μονοζωνικό ☐ Πολυζωνικό ☒			
Έτος εγκατάστασης:	2009	Έτος λειτουργίας:	2010	
Μονάδα παραγωγής ψύξης/θερμότητας:	Ψύκτες ☐ Κεντρικές Α.Θ. ☒ Τοπικές Α.Θ. ☐ VRV ☐ Multi Α.Θ. ☐ Άλλο: _____ ☐ Λέβητας ☐ Ηλιακοί συλλέκτες ☐ Συμπαγωγή ☐ Τηλεθέρμανση ☐			
Ηλιοπροστασία κλιματιζόμενων χώρων				
Τύπος σκιάστρων	Υφιστάμενη Κατάσταση	Σκίαση όψεων		
		Ανατολική	Νότια	Δυτική
Γειτονικά εμπόδια	ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ	☒	☐	☒
Σταθερά οριζόντια		☐	☐	☐
Σταθερά πλευρικά		☐	☐	☐
Εξωτερικές περσίδες		☐	☐	☐
Τέντες		☐	☒	☐
Άλλο εξωτερικό		☐	☐	☐
Εσωτερικά κέρδη & Φορτία Αερισμού κλιματιζόμενων χώρων				
Αριθμός χρηστών	5	Εσωτερικά φορτία ατόμων (kW)		
Συνολική ισχύς συστημάτων φωτισμού σε (kW)	1,46	Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (hours)	8	
Συνολική ισχύς συσκευών σε λειτουργία στους χώρους (kW)	8,6	Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (hours)	2	
Αερισμός από χαραμάδες	_____ ACH _____ (m ³ /hours) (m ³ /hrs.m ²) ανοιγμάτων			
Ανεμιστήρες οροφής	Ποσοστό κάλυψης χώρων (%): _____			

4. Κατανάλωση Ενέργειας (για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και σύστημα, ή συνολικά για όλα τα συστήματα)		
Κατανάλωση καυσίμου:	Συνολική ☒ Ανά χρήση ☐ Ανά σύστημα ☐	
α/α Συστήματος:	1	
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων ☒ Θέρμανση χώρων ☒ Αερισμό ☐ Βοηθητικά συστήματα ☐ Συνολικά για κλιματισμό ☐	
Ετήσια κατανάλωση:		Περίοδο κατανάλωσης
	Ηλεκτρισμός	 (kWh / έτος) -
	Πετρέλαιο Θέρμανσης:	 (lt / έτος) -
	Πετρέλαιο Κίνησης:	 (lt / έτος) -
	Φυσικό Αέριο:	 (Nm ³ / έτος) -
	Υγραέριο:	 (Nm ³ / έτος) -
	Άλλο :	 (.....) -

5. Κατανομή Δαπανών (για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη)	
Σύστημα:	Ωρομέτρησης ☐ Θερμιδομέτρησης ☐ Μέτρησης καυσίμου ☐ BEMS ☐
Περιγραφή:	

6. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μονάδας Παραγωγής Ψύξης (για κάθε μονάδα)		
α/α Μονάδας : _____		
Κεντρική Μονάδα (όχι εφεδρική)		☒
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων	☒
	Θέρμανση χώρων	☒
Τύπος	Ψύκτης ☐ Αερόψυκτος Ψύκτης ☐ Υδρόψυκτος Ψύκτης ☐	
	Ψύκτης απορρόφησης ☐ Ψύκτης προσρόφησης ☐ Πηγή θερμότητας: Ηλιακή ενέργεια ☐ ΣΗΘ ☐ Άλλο: _____ ☐	
	Αντλία θερμότητας ☒ Αέρα-νερού ☒ Νερού-νερού ☐ Γεωθερμική ☐ Υδροθερμική ☐ Θαλασσινού νερού ☐ Πολυδιδαιρούμενο multi ☐ Πολυδιδαιρούμενο απευθείας εκτόνωσης ☐	
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός ☒ Φυσικό αέριο ☐ Προπάνιο ☐ Ηλιακή ενέργεια ☐ Τηλεθέρμανση ☐ Άλλο: _____	
Εταιρεία Κατασκευής:	RHOSS	Έτος Κατασκευής: 2009
Τύπος (Μοντέλο): Σειριακός	THAEY 125 HE	Έτος Εγκατάστασης: 2009
Αριθμός:	RHCYNNOTCH310002	
Ονομαστική Ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη	6.3 (kW)
	Ψυκτική αποδιδόμενη	18,7 (kW) _____ (Btu/h)
	Θερμική αποδιδόμενη	20,3 (kW) _____ (Btu/h)
Ωρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο 8 (hrs)	Χειμερινή περίοδο 8 (hrs)
Απόδοση	Ψυκτική: EER 2,97 για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. 35 (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. 25,6 (°C) Θερμική: COP 3,32 για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. 7 (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. 5,4 (°C)	Ψυκτική: SPF 3.45 για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. 35 (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. 25,6 (°C) Θερμική: SPF _____ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. _____ (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. _____ (°C)
Ψυκτικό ρευστό	Κατηγορημένα Freon: R22 ☐ R12 ☐ R11 ☐	Σε χρήση: R410 ☒ R134A ☐ R407 ☐ Λίθιο-Βρώμιο (Li-Br) ☐

	R407 ☐	Αμμωνία (NH ₃) ☐ Άλλο ☐
Θερμοκρασία ψυκτικού μέσου	Προσαγωγής 55 (°C)	Επιστροφής -15 (°C)
Συμπιεστές	Περιστροφικός ☐ Παλινδρομικός ☐ Κοχλιοειδής (screw) ☐ Φυγοκεντρικός ☐ Σπειροειδής (scroll) ☒ Ερμητικός (κλειστός) ☐ Χ Ημιερμητικός ☐ Μονοβάθμιος ☒ Διβάθμιος ☐ Με ρυθμιστή στροφών ☐ Αριθμός συμπιεστών 1	
Απόρριψη θερμότητας	Τύπος συμπυκνωτή: Πύργος ψύξης Υδρόψυκτος ☐ ή αερόψυκτος ☒ Γεωθερμικός εναλλάκτης ☐ Εναλλάκτης θαλασσινού νερού ☐ Εναλλάκτης καυσαερίων ☐ Άλλο ☐ Ισχύς ανεμιστήρα 2 x 0,24 (kW) Ισχύς κυκλοφορητών 0,57 (kW) Για γεωθερμικό, ή υδροθερμικό, ή θαλασσινού νερού εναλλάκτη: Τύπος εναλλάκτη _____ Μήκος εναλλάκτη _____ (m) ή επιφάνεια κάλυψης _____ (m ²) Διατομή εναλλάκτη _____ (mm) Βάθος τοποθέτησης: _____ (m)	
Ψυκτικό μέσο απόδοσης ψύξης προς τερματικές μονάδες	Νερό ☒ Αέρας ☐ Ψυκτικό ρευστό ☐ Άλλο: _____ ☐ Θερμοκρασία προσαγωγής 7 (°C) Θερμοκρασία επιστροφής 12 (°C)	
Για τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης / θέρμανσης	Κυκλοφορία αέρα (m ³ /h) _____ Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής (°C) _____ Θερμινή: _____ (°C) Χειμερινή: _____ (°C)	
Ενεργειακή Σήμανση :	A ☒ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐	
Φύλλα συντήρησης	☒	
Χωροθέτηση ψυχοστασίου - ψυκτικής μονάδας	Θέση ψυκτικής μονάδα σε	☐ Εσωτερικό χώρο ☒ Εξωτερικό χώρο
	Ευκολία πρόσβασης στο ψυχοστάσιο	☒
	Ευκολία στη συντήρηση – επισκευή μονάδας	☒

6.1 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης Μονάδας (για κάθε μονάδα)		
α/α Μονάδας: _____		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία του συστήματος παραγωγής ψύξης	Φύλλο εκκίνησης κατασκευαστή	☒
	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης μονάδας ψύξης	☒
	Αρχείο Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας	☒
	Κατασκευαστικά Σχέδια Εγκατάστασης	☒
	Τιμολόγια ενέργειας	☒
Οπτική Επιθεώρηση:	Διαρροή ψυκτικού μέσου	☐
	Συμπυκνώματα νερού	☐
	Φθορές και διαβρώσεις επί της μονάδας	☐
	Καθαριότητα της μονάδας	☒
	Θερμομόνωση μονάδας	☒
	Θερμομόνωση σωληνώσεων μεταφοράς ψυκτικού μέσου	☒
	Κραδασμοί και θόρυβοι κατά την λειτουργία της μονάδας	☐
	Θερμοστάτες ελέγχου	☒
	Μανόμετρα ελέγχου	☒
	Πρεσσοστάτες ελέγχου	☒
	Ηλεκτρικός πίνακας αυτοματισμών	☒
	Ηλεκτρικά στοιχεία μονάδας	☒
	Χωροθέτηση μονάδας	☒
	Επαρκής αερισμός ψυχοστασίου	☒

6.2. Τελική Διάγνωση Μονάδας

Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση της μονάδας:

	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση βάσει της ονομαστικής ψυκτικής ισχύος χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Η λειτουργία βάσει της απόδοσης ψύξης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☒
Η συντήρηση βάσει της υπάρχουσας κατάσταση της μονάδας ψύξης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐

7. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Διανομής (ανά χρήση, ή/και θερμοκή ζώνη)

α/α Συστήματος: 1

Τύπος δικτύου :	Ψυκτικό ρευστό ☐ Ψυχρό νερό ☐ Ψυχρό/θερμό νερό ☒ Άλλο ☐			
Είδος αυτονομής	Με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα ☒ Με ανεξάρτητο κυκλοφορητή ☐ Με ανεξάρτητο ψυχοστάσιο ☐ Δεν υπάρχει αυτονομία ☐ Άλλο ☐			
Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου:		Επαρκής	Μέτρια	Ανεπαρκής
	Σωλήνες σε εξωτερικούς χώρους:	☒	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη κλιματιζόμενους χώρους	☒	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους κλιματιζόμενους χώρους	☒	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές	☒	☐	☐
	Άλλος χώρος διέλευσης:	☐	☒	☐
Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου:				Ποσοστό (%)
	Διαρροές στο δίκτυο:		☐	0,5
	Διαβρωμένοι σωλήνες:		☐	
	Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο:		☐	
	Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις:		☐	
	Αποφράξεις στο δίκτυο:		☐	
	Συμπυκνώσεις δικτύου σε εξωτερικούς χώρους		☐	
Άλλο:		☐		
Μέσο απόδοσης θερμικές μονάδες	Νερό ☒ Ψυκτικό ρευστό ☐ Αέρας ☐ Άλλο ☐			
Θερμοκρασία μέσου (°C):	Ψύξη Προσαγωγή 7 Επιστροφή 12		Θέρμανση 45 40	
Εναλλάκτης:	☐	Θερμική απόδοση (%) : _____ Περιγραφή: _____		
Δοχείο αδρανείας:	Ψύξη ☒	Χωρητικότητα (lt): 45 Περιγραφή: Ενσωματωμένο στην μονάδα		
	Θέρμανση ☒	Χωρητικότητα (lt): 45 Περιγραφή: Ενσωματωμένο στην μονάδα		
Ροή μέσου :	Σταθερή ☐ Μεταβλητή ☐			
Κυκλοφορητές-Αντλίες	Τύπος	Αριθμός	Ισχύς (W)	Ενεργειακή Κλάση

	Σταθερών στροφών	2	128	A
	Ρυθμιζόμενων στροφών			
	Ηλεκτρονικό Δρ-σταθερό			
	Ηλεκτρονικό Δρ-μεταβλητό			
	Ηλεκτρονικό Δρ-T			
	Μόνιμου μαγνήτη			
	Άλλο:			
Μετρούμενα μεγέθη				
Πτώση πίεσης δικτύου (Pa)		58,8 kPa (6m water)		
Παροχή ψυκτικού μέσου: (m ³ /s)				
Εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας (hrs)		8		

8. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Τερματικών Μονάδων (ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)	
α/α Συστήματος: _____	
Τύπος:	Κεντρική κλιματιστική μονάδα ΚΚΜ ☐ Μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) Οροφής ☒ Δαπέδου ☐ Κασέτας ☐ Ντουλάπας ☐ Τοίχου ☐ Ενδοδαπέδιο ☒ Ενδοτοίχιο ☐ Τοπικά κλιματιστικά ενιαία (monoblock) ☐ Τοπικά κλιματιστικά διαιρούμενα (split) ☐ Καναλάτα χαμηλού προφίλ ☐ Άλλο: ☐
Αριθμός & Περιγραφή	
Ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil)	Οροφής: 4+3 Περιγραφή: <i>RHOSS YARDY IOP-EV45 & RHOSS YARDY IOP-EV 35.</i> Μη εμφανές: <i>FCU ψευδοροφής ισχύος 4,12kW 4 τεμ. & 2,96kW 3 τεμ.</i> Δαπέδου: _____ Περιγραφή: _____
ΚΚΜ	_____ Περιγραφή: _____
Τοπικά κλιματιστικά:	_____ Περιγραφή: _____

8.1 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)		
α/α ΚΚΜ: _____		
α/α Ζώνης		
Λειτουργίες:	Ψύξη ☐ Θέρμανση ☐ Προθέρμανση ☐ Φίλτρανση ☐ Ύγρανση ☐ Αφύγρανση ☐ Παροχή νωπού αέρα ☐	
Θέση	Εσωτερικά ☐ Εξωτερικά ☐ Μικρή ☐ Μεγάλη ☐ απόσταση από κλιματιζόμενη ζώνη	
Εταιρεία Κατασκευής:	_____	Έτος Κατασκευής:
Τύπος (Μοντέλο):	_____	Έτος Εγκατάστασης:
Σειριακός Αριθμός:	_____	
Ονομαστική Ισχύ:	Ψυκτική αποδιδόμενη	(kW)
	Θερμική αποδιδόμενη	(kW)
Ωρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο _____ (hrs)	Χειμερινή περίοδο _____ (hrs)
Ψυκτικό / Θερμικό μέσο		
Παροχή (m ³ /h)	Ψυκτικού _____ (m ³ /h)	Θερμικού _____ (m ³ /h)
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής _____ (°C)	Προσαγωγής _____ (°C)
	Επιστροφής _____ (°C)	Επιστροφής _____ (°C)

Παροχή αέρα (m³/h)		
Ανακυκλοφορία αέρα (%)	Θερινή περίοδο	Χειμερινή περίοδο
Ρύθμιση ανακυκλοφορίας	Αναλογική ή αφής/σβέσης ☐ Πεταλούδα (damper) ☐ Νωπού βάση αισθητήριου CO ₂ ☐ Νωπού βάση λειτουργίας free cooling ☐	
Τύπος Ανεμιστήρα Προσαγωγής	Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐	Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐
Επιστροφής	Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐	Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐
Ειδική ισχύς ανεμιστήρα (kW.sec/m³)	Προσαγωγής _____	Επιστροφής _____
Συνθήκες αέρα προσαγωγής		
Θερμοκρασία (°C)	Θερινή περίοδο _____	Χειμερινή περίοδο _____
Υγρασία (gr/kg ξ.α.)	Θερινή περίοδο _____	Χειμερινή περίοδο _____
Εναλλάκτης ανάκτησης	Τύπος Πλακοειδής ☐ Τροχός θερμότητας ☐ Τροχός ενθαλπίας ☐ Άλλο: _____ ☐	
Ποσοστό ανάκτησης (%)	Θερμότητας _____ (%)	
Υγρασίας	Υγρασίας _____ (%)	
Σύστημα ύγρανσης	Τύπος Ατμού ☐ Νερού (ψεκασμού) ☐ x Νερού (υγρών επιφανειών) ☐	
Ποσότητα υδρατμών (gr/hr)	_____ (gr/hr)	
Φίλτρα	Προφίλτρα ☐	Αριθμός _____
	Σακόφιλτρα ☐	Αριθμός _____
	Απόλυτα φίλτρα ☐	Αριθμός _____
	Ηλεκτροστατικά φίλτρα ☐	Αριθμός _____
	Χημικά φίλτρα ☐	Αριθμός _____
	Άλλα φίλτρα: ??	Αριθμός _____
Θερμοστάτες λειτουργίας	Παροχής ψυκτικού μέσου ☐ Επιστροφής ψυκτικού μέσου ☐ Παροχής θερμικού μέσου ☐ Επιστροφής θερμικού μέσου ☐ Προσαγωγής ☐ Επιστροφής ☐ Απόρριψης ☐ Νωπού αέρα ☐ Κιβωτίου μίξης ☐ Παροχής αέρα ☐	

8.2 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης ΚΚΜ		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία της ΚΚΜ	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης ΚΚΜ	☐
	Αρχείο Φύλλων Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας ΚΚΜ	☐
Οπτική Επιθεώρηση:	Εύκολη πρόσβαση στην ΚΚΜ	☐
	Επικαθήσεις επί της ΚΚΜ	☐
	Τακτική συντήρηση ΚΚΜ	☐
	Διαβρώσεις επί της ΚΚΜ	☐
	Φθορές στο κέλυφος της ΚΚΜ	☐
	Αεροστεγανότητα κελύφους ΚΚΜ	☐
	Επαρκής θερμομόνωση ΚΚΜ	☐
	Επαρκής θερμομόνωση αγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα	☐
	Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων	☐
	Επαρκής λειτουργία βαλβίδων παροχής / επιστροφής ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Επαρκής λειτουργία βαλβίδων του συστήματος ύγρανσης	☐
	Διαρροή κλιματιζόμενου αέρα ΚΚΜ	☐

	Σωστή λειτουργία ανεμιστήρα	☐
	Σωστή τοποθέτηση στομίων αναρρόφησης νωπού αέρα	☐
	Τακτικός καθαρισμός εναλλάκτη ΚΚΜ	☐
	Σωστή υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο (εξισορρόπηση)	☐
	Επικαθήσεις στα στόμια προσαγωγής κλιματιζόμενου αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους	☐
	Επικαθήσεις στα στόμια απαγωγής κλιματιζόμενου αέρα από τους κλιματιζόμενους χώρους	☐

8.3 Συστήματα Μηχανικού Αερισμού / Εξαερισμού		
α/α Ανεμιστήρα: _____		
Χρήση	Προσαγωγής αέρα ☐	Εκτόνωσης/ Απαγωγής αέρα ☐
Εταιρεία Κατασκευής:	_____	Έτος Κατασκευής: _____
Τύπος (Μοντέλο): Σειριακός	_____	Έτος Εγκατάστασης: _____
Αριθμός:	_____	
Χαρακτηριστικά μεγέθη	Ισχύς (kW)	_____
	Ένταση ρεύματος (A)	_____
	Αριθμός στροφών (rpm)	_____
Ρυθμιστής στροφών	☐	
Συνθήκες λειτουργίας	Πλήρες φορτίο	Μερικό φορτίο
Παροχή αέρα (m ³ /h)	_____	_____
Ειδική κατανάλωση αέρα (kW.sec/m ³)	_____	_____
Πτώση πίεσης αέρα στο δίκτυο (Pa)	_____	_____
Εναλλάκτης ανάκτησης	Τύπος Πλακοειδής ☐ Τροχός θερμότητας ☐ Τροχός ενθαλπίας ☐ Άλλο: _____ ☐	
Ποσοστό ανάκτησης(%)	_____ (%)	
Θερμότητας	_____ (%)	
Υγρασίας	_____ (%)	

8.4 Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών ΚΚΜ και Συστήματος Αερισμού		
Πτώση πίεσης στα φίλτρα νωπού αέρα (Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα προσαγωγής(Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα επιστροφής (Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) προσαγωγής αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) επιστροφής αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) ανεμιστήρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Παροχή ψυκτικού μέσου (m ³ /s)	Ψυχρού: _____	Θερμού: _____
Απόδοση Εναλλάκτη θερμότητας (%)	_____	

8.5 Άλλες Τερματικές Μονάδες (TM) (για κάθε μονάδα)		
Τύπος: _____		
Αριθμός: _____		
α/α Ζώνης		
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων	☐
	Θέρμανση χώρων	☐
Εταιρεία Κατασκευής:	_____	Έτος Κατασκευής: _____
Τύπος (Μοντέλο): Σειριακός	_____	Έτος Εγκατάστασης: _____
Αριθμός:	_____	
Ονομαστική Ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη	_____ (kW)
	_____ για ψύξη	_____ (kW)
	_____ για θέρμανση	_____ (kW)
Ονομαστική Ισχύς:	Ψυκτική αποδιδόμενη	_____ (kW)
	Θερμική αποδιδόμενη	_____ (kW)
	Ηλεκτρική απορροφούμενη από ανεμιστήρες	_____ (kW)
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο _____ (hrs)	Χειμερινή περίοδο _____ (hrs)
Ψυκτικό / Θερμικό μέσο		
Παροχή (m ³ /h)	Ψυκτικού _____ (m ³ /h)	Θερμικού _____ (m ³ /h)
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής _____ (°C)	Προσαγωγής _____ (°C)
	Επιστροφής _____ (°C)	Επιστροφής _____ (°C)
Κυκλοφορία αέρα (m ³ /h)	_____ (m ³ /h) Ταχύτητα _____	
	_____ (m ³ /h) Ταχύτητα _____	
	_____ (m ³ /h) Ταχύτητα _____	
Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (°C)	Θερινή περίοδο _____	Χειμερινή περίοδο _____

8.6 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης TM		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία της TM	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης	☒
	Αρχείο Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας	☐
Οπτική Επιθεώρηση:	Τακτικός καθαρισμός και συντήρηση	☐
	Τακτικός καθαρισμός/αλλαγή φίλτρων (εφόσον υπάρχουν)	☒
	Διαβρώσεις και φθορές στο εξωτερικό κέλυφος	☐
	Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Φθορές στα στοιχεία των εναλλακτών	☐
	Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων	☐
	Σωστή θέση εγκατάστασης	☒
	Εμπόδια γύρω από τις μονάδες	☒
	Επαρκής λειτουργία ανεμιστήρα (εφόσον υπάρχει)	☒

8.7 Βοηθητικές Μονάδες Διανομής Θερμικής και Ψυκτικής Ενέργειας						
α/α Ζώνης						
Τύπος						
Περιγραφή δικτύου διανομής						
Αριθμός						
Ισχύς (kW)						
Συντελεστής βαρύτητας						
Μηνιαίες ώρες λειτουργίας						
Απόδοση δικτύου διανομής (%)						
Θερμικής ενέργειας Ψυκτικής ενέργειας						

9. Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου (για κάθε σύστημα)		
α/α Συστήματος: _____		
Κεντρικό σύστημα ελέγχου – ρύθμισης:	Χρονοδιακόπτης ☐ x Σύστημα αντιστάθμισης ☒ BEMS ☐ Άλλο: _____ ☐	
Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης επιμέρους κλάδων του δικτύου:	Απλός διακόπτης αφής/σβέσης Χρονοδιακόπτης Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός θερμοστάτης χώρου Με αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Άλλο: _____	☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐
Θερμοστάτης σε κάθε θερμική ζώνη	Ηλεκτρομηχανικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Με θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα (έλεγχος ανά δωμάτιο) Με θερμοστάτες στα fan coils (έλεγχος ανά δωμάτιο) Χρονοδιακόπτης Άλλο: _____	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐
Σωστή θέση θερμοστάτη		☒
Σωστή ρύθμιση θερμοστάτη		☒
Ρυθμιστικές βάνες στις TM		☒
Οδηγίες λειτουργίας για τα επιμέρους συστήματα ελέγχου		☒

10. Τελική Διάγνωση				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Ο εξοπλισμός χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Η λειτουργία χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Η συντήρηση χαρακτηρίζεται:	☐	☒	☐	☐
Εκτιμώμενη συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού:	Κακή ☐	Μέτρια ☐	Καλή ☒	Πολύ Καλή ☐

11. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

Ημερομηνία Επιθεώρησης: _____
 Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: _____
 Α.Μ. Επιθεωρητή: _____
 Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης: _____

 Υπογραφή Επιθεωρητή: _____ Σφραγίδα: _____

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ2: Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Εγκατάστασης Κλιματισμού Κτηρίου Γραφείων

1. Γενικά Στοιχεία Κτηρίου	
Χρήση Κτηρίου:	ΚΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ
	Τμήμα Κτηρίου ☒ Αριθμός Ιδιοκτησίας:
Όνομα Ιδιοκτήτη:	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Α.Ε.
ΑΦΜ	
ΚΑΕΚ	
Α.Π. Δήλωσης & Κωδικός Ιδιοκτησίας	
Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Δημόσιο ☐ Δημόσιο Ιδιωτικού ενδιαφέροντος ☐ Ιδιωτικό ☒ Ιδιωτικό Δημοσίου ενδιαφέροντος ☐
Ταχυδρομική Διεύθυνση:	ΑΘΗΝΑ
Στοιχεία επικοινωνίας υπευθύνου:	Ιδιοκτήτης ☐ Διαχειριστής ☐ Ενοικιαστής ☐ Τεχνικός υπεύθυνος ☐
Όνοματεπώνυμο:	ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΑΓΝΩΣΤΟΣ
Τηλέφωνο / Fax:	(+30) 555 5555
Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο:	agnostos@tee.gr
Οικοδομική άδεια:	11111
Πολεοδομικό γραφείο:	ΑΘΗΝΩΝ
Έτος:	2001
Αριθμός:	1111
Έτος ολοκλήρωσης κατασκευής:	2002

2. Γενικά Χαρακτηριστικά Κτηρίου & Εγκατάστασης				
Έτος λειτουργίας κτηρίου:	2002			
Ώρες λειτουργίας κτηρίου ανά ημέρα (h):	10	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα (h):	5	
Συνολικό εμβαδόν επιφάνειας κτηρίου (m ²):	1.300	Ύψος κτηρίου (m):	8	
		Συνολικός όγκος κτηρίου V (m ³):	3.445	
Εμβαδόν θερμαινόμενης επιφάνειας (m ²):	1.200	Όγκος θερμαινόμενων χώρων (m ³):	3.180	
Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού				
Θερμοκρασία (°C):	36			
Σχετική Υγρασία (%):	40			
Διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης της θερμομόνωσης των δομικών στοιχείων του κτηρίου:		Ανεπαρκής	Μερικώς μονωμένα	Επαρκής
Οροφή/Δώμα:	☐	☒	☐	
Εξωτερική Τοιχοποιία:	☐	☐	☒	
Φέρον οργανισμός:	☐	☐	☒	
Δάπεδο pilotis:	☐	☐	☐	
Δάπεδο επί εδάφους:	☐	☐	☒	
Δάπεδο επί μη θερμαινόμενου χώρου:	☐	☐	☐	
Κουφώματα:	☐	☐	☒	
Αλλαγή χρήσης:	Μερική ☐ Ολική ☐			
Αριθμός συστημάτων :	Περιγραφή: 1			

3. Υφιστάμενη Κατάσταση Εγκατάστασης (για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)					
α/α Συστήματος: _____					
Μελέτη κλιματισμού:		☒			
Μηχανολογικά σχέδια:		☒			
Χρήσεις συστήματος κλιματισμού:		Θέρμανση ☒ Ψύξη ☒ Υγρανση ☒ Αφυγρανση ☐ Αερισμός ☒			
Σύντομη περιγραφή:		ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΧΕΙΜΩΝΑ – ΘΕΡΟΥΣ ΜΕ ΛΕΒΗΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ & ΑΕΡΟΨΥΚΤΟ ΨΥΚΤΗ ΝΕΡΟΥ. FAN COIL UNITS, KKM Νωπού, ΑΕΡΙΣΜΟΣ			
Θερμικές ζώνες		Συνολικός αριθμός: 1 Χρήσεις: 1. ΓΡΑΦΕΙΑΚΟΙ ΧΩΡΟΙ 2. ΧΩΡΟΣ Η/Υ 3. _____ ...			
Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού					
Θερμοκρασία		Σχετική Υγρασία		Αερισμός (Νωπός Αέρας)	
Χειμώνα	Καλοκαίρι	Χειμώνα	Καλοκαίρι	m ³ /άτομο/h	m ³ /hour
1. 20 (°C)	1. 26 (°C)	1. 50 (%)	1. 50 (%)	1. 30	1. 3.800
2. 24 (°C)	2. 24 (°C)	2. 50 (%)	2. 50 (%)	2. _____	2. _____
3. _____ (°C)	3. _____ (°C)	3. _____ (%)	3. _____ (%)	3. _____	3. _____
.. _____ (°C)	.. _____ (°C)	... _____ (%)	... _____ (%)	... _____	... _____
Τύπος:		Μονοζωνικό ☒ Πολυζωνικό ☐			
Έτος εγκατάστασης:		2002		Έτος λειτουργίας:	2002
Μονάδα παραγωγής ψύξης/θερμότητας:		Ψύκτες ☒ Κεντρικές Α.Θ. ☐ Τοπικές Α.Θ. ☐ VRV ☐ Multi Α.Θ. ☐ Άλλο: _____ ☐ Λέβητας ☒ Ηλιακοί συλλέκτες ☐ Συμπαράγωγή ☐ Τηλεθέρμανση ☐			
Ηλιοπροστασία κλιματιζόμενων χώρων					
Τύπος σκιάστρων	Υφιστάμενη Κατάσταση	Σκίαση όψεων			
		Ανατολική	Νότια	Δυτική	
Γειτονικά εμπόδια	3 ΟΨΕΙΣ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ	☒	☐	☐	
Σταθερά οριζόντια		☐	☐	☐	
Σταθερά πλευρικά		☐	☐	☐	
Εξωτερικές περσίδες	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	☐	☒	☒	
Τέντες		☐	☐	☐	
Άλλο εξωτερικό		☐	☐	☐	
Εσωτερικά κέρδη & Φορτία Αερισμού κλιματιζόμενων χώρων					
Αριθμός χρηστών	120	Εσωτερικά φορτία ατόμων (kW)		15	
Συνολική ισχύς συστημάτων φωτισμού σε (kW)	16	Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (hours)		10	
Συνολική ισχύς συσκευών σε λειτουργία στους χώρους (kW)	25	Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (hours)		10	
Αερισμός από χαραμάδες	_____ ACH _____ (m ³ /hours) (m ³ /hrs.m ²) ανοιγμάτων				
Ανεμιστήρες οροφής	Ποσοστό κάλυψης χώρων (%): _____				
4. Κατανάλωση Ενέργειας (για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση, ή/και σύστημα, ή συνολικά για όλα τα συστήματα)					
Κατανάλωση καυσίμου:	Συνολική ☐ Ανά χρήση ☒ Ανά σύστημα ☐				
α/α Συστήματος:	1				
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων ☒ Θέρμανση χώρων ☒ Αερισμό ☒ Βοηθητικά συστήματα ☐ Συνολικά για κλιματισμό ☐				

Ετήσια κατανάλωση:			Περίοδο κατανάλωσης
	Ηλεκτρισμός	46.450(kWh/έτος)	Ετήσια
	Πετρέλαιο Θέρμανσης:	 (lt / έτος)	-
	Πετρέλαιο Κίνησης:	 (lt / έτος)	-
	Φυσικό Αέριο:	16.700(Nm ³ /έτος)	Νοέμβριος - Απρίλιος
	Υγραέριο:	 (Nm ³ / έτος)	-
	Άλλο :	 (.....)	-

5. Κατανομή Δαπανών (για κάθε σύστημα, π.χ. ανά χρήση ή/και θερμική ζώνη)	
Σύστημα:	Ωρομέτρησης ☐ Θερμιδομέτρησης ☐ Μέτρησης καυσίμου ☐ BEMS ☐
Περιγραφή:	

6. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μονάδας Παραγωγής Ψύξης (για κάθε μονάδα)		
α/α Μονάδας : 1		
Κεντρική Μονάδα (όχι εφεδρική)		☒
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων	☒
	Θέρμανση χώρων	☐
Τύπος	Ψύκτης ☐ Αερόψυκτος Ψύκτης ☒ Υδρόψυκτος Ψύκτης ☐	
	Ψύκτης απορρόφησης ☐ Ψύκτης προσρόφησης ☐ Πηγή θερμότητας: Ηλιακή ενέργεια ☐ ΣΗΘ ☐ Άλλο: ☐	
	Αντλία θερμότητας ☐ Αέρα-νερού ☐ Νερού-νερού ☐ Γεωθερμική ☐ Υδροθερμική ☐ Θαλασσινού νερού ☐ Πολυδιαιρούμενο multi ☐ Πολυδιαιρούμενο απευθείας εκτόνωσης ☐	
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός ☒ Φυσικό αέριο ☐ Προπάνιο ☐ Ηλιακή ενέργεια ☐ Τηλεθέρμανση ☐ Άλλο: ☐	
Εταιρεία Κατασκευής:	CARRIER	Έτος Κατασκευής: 07/2002
Τύπος (Μοντέλο): Σειριακός Αριθμός:	30RA-120-A0113-PEE 12X241958	Έτος Εγκατάστασης: 10/2002
Ονομαστική Ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη 45,2 (kW) Ψυκτική αποδιδόμενη 114 (kW) 389.310 (Btu/h) Θερμική αποδιδόμενη (kW) (Btu/h)	
Ωρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο 10 (hrs)	Χειμερινή περίοδο - (hrs)
Απόδοση	Ψυκτική: COP 2.53 για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. 36 (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. 24,6 (°C) Θερμική: COP _____ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. _____ (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. _____ (°C) Ψυκτική: SPF _____ για ονομαστικές συνθήκες Εξωτ. Θερμ. ξ.β. _____ (°C) Εξωτ. Θερμ. υ.β. _____ (°C)	
Ψυκτικό ρευστό	Κατηρημένα Freon: R22 ☐ R12 ☐ R11 ☐ R407 ☐	Σε χρήση: R410 ☐ R134A ☐ R407 ☒ Λίθιο-Βρώμιο (Li-Br) ☐ Αμμωνία (NH ₃) ☐ Άλλο ☐
Θερμοκρασία μέσου ψυκτικού	Εξάτμισης 1 (°C) Συμπύκνωσης 48 (°C)	
Συμπιεστές	Περιστροφικός ☐ Παλινδρομικός ☐ Κοχλιοειδής (screw) ☐ Φυγοκεντρικός ☐ Σπειροειδής (scroll) ☒ Ερμητικός (κλειστός) ☐ Χ Ημιερμητικός ☐ Μονοβάθμιος ☒ Διβάθμιος ☐ Με ρυθμιστή στροφών ☐	

	Αριθμός συμπιεστών 4		
Απόρριψη θερμότητας	Τύπος συμπυκνωτή: Πύργος ψύξης Υδρόψυκτος ☐ ή αερόψυκτος ☒		
	Γεωθερμικός εναλλάκτης ☐ Εναλλάκτης θαλασσινού νερού ☐		
	Εναλλάκτης καυσαερίων ☐ Άλλο ☐		
	Ισχύς ανεμιστήρα 2 X 0.9 = 1,8 (kW)		
	Ισχύς κυκλοφορητών 3.7kW = 2.2 kW + 1.5 kW		
	Για γεωθερμικό, ή υδροθερμικό, ή θαλασσινού νερού εναλλάκτη:		
	Τύπος εναλλάκτη _____		
	Μήκος εναλλάκτη _____ (m) ή επιφάνεια κάλυψης _____ (m ²)		
	Διατομή εναλλάκτη _____ (mm)		
	Βάθος τοποθέτησης: _____ (m)		
Ψυκτικό μέσο απόδοσης ψύξης προς τερματικές μονάδες	Νερό ☒ Αέρας ☐ Ψυκτικό ρευστό ☐ Άλλο: _____ ☐		
	Θερμοκρασία προσαγωγής 7 (°C)		
	Θερμοκρασία επιστροφής 12 (°C)		
Για τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης / θέρμανσης	Κυκλοφορία αέρα (m ³ /h) 2000		
	Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής (°C) 10		
	Θερμινή: _____ (°C) Χειμερινή: _____ (°C)		
Ενεργειακή Σήμανση :	A ☐ B ☐ C ☒ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐		
Φύλλα συντήρησης	☒		
Χωροθέτηση ψυχοστασίου - ψυκτικής μονάδας	Θέση ψυκτικής μονάδα σε	Εσωτερικό χώρο	☐
		Εξωτερικό χώρο	☒
	Ευκολία πρόσβασης στο ψυχοστάσιο		☒
	Ευκολία στη συντήρηση – επισκευή μονάδας		☒

6.1 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης Μονάδας (για κάθε μονάδα)		
α/α Μονάδας: 1		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία του συστήματος παραγωγής ψύξης	Φύλλο εκκίνησης κατασκευαστή	☒
	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης μονάδας ψύξης	☒
	Αρχείο Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας	☒
	Κατασκευαστικά Σχέδια Εγκατάστασης	☒
	Τιμολόγια ενέργειας	☐
Οπτική Επιθεώρηση:	Διαρροή ψυκτικού μέσου	☐
	Συμπυκνώματα νερού	☐
	Φθορές και διαβρώσεις επί της μονάδας	☐
	Καθαριότητα της μονάδας	☒
	Θερμομόνωση μονάδας	☒
	Θερμομόνωση σωληνώσεων μεταφοράς ψυκτικού μέσου	☒
	Κραδασμοί και θόρυβοι κατά την λειτουργία της μονάδας	☒
	Θερμοστάτες ελέγχου	☒
	Μανόμετρα ελέγχου	☒
	Πρεσσοστάτες ελέγχου	☒
	Ηλεκτρικός πίνακας αυτοματισμών	☒
	Ηλεκτρικά στοιχεία μονάδας	☒
	Χωροθέτηση μονάδας	☒
	Επαρκής αερισμός ψυχοστασίου	☒

6.2. Τελική Διάγνωση Μονάδας				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση της μονάδας:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή

Η εγκατάσταση βάσει της ονομαστικής ψυκτικής ισχύος χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Η λειτουργία βάσει της απόδοσης ψύξης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Η συντήρηση βάσει της υπάρχουσας κατάσταση της μονάδας ψύξης χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐

7. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Διανομής (ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)				
α/α Συστήματος: 1				
Τύπος δικτύου :	Ψυκτικό ρευστό ☐ Ψυχρό νερό ☐ Ψυχρό/θερμό νερό ☒ Άλλο ☐			
Είδος αυτόνομησης	Με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάνα ☐ Με ανεξάρτητο κυκλοφορητή ☒ Με ανεξάρτητο ψυχοστάσιο ☐ Δεν υπάρχει αυτόνομηση ☒ Άλλο ☐			
Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου:		Επαρκής	Μέτρια	Ανεπαρκής
	Σωλήνες σε εξωτερικούς χώρους:	☒	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη κλιματιζόμενους χώρους	☒	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους κλιματιζόμενους χώρους	☒	☐	☐
	Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοροφές	☒	☐	☐
	Άλλος χώρος διέλευσης:	☐	☒	☐
Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου:				Ποσοστό (%)
	Διαρροές στο δίκτυο:	☒		5
	Διαβρωμένοι σωλήνες:	☐		
	Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο:	☐		
	Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις:	☐		
	Αποφράξεις στο δίκτυο:	☐		
	Συμπυκνώσεις δικτύου σε εξωτερικούς χώρους	☐		
	Άλλο:	☐		
Μέσο απόδοσης προς θερματικές μονάδες	Νερό ☒ Ψυκτικό ρευστό ☐ Αέρας ☐ Άλλο ☐			
Θερμοκρασία μέσου (°C):	Ψύξη Θέρμανση Προσαγωγή <u>7</u> Επιστροφή <u>12</u>			
Εναλλάκτης:	☐	Θερμική απόδοση (%) : _____ Περιγραφή: _____		
Δοχείο αδρανείας:	Ψύξη ☒	Χωρητικότητα (lt): <u>35</u> Περιγραφή: <i>Wilo reflex me mebrani</i>		
	Θέρμανση ☒	Χωρητικότητα 140 (lt): Περιγραφή: <i>Wilo reflex me mebrani</i>		
Ροή μέσου :	Σταθερή ☒ Μεταβλητή ☐			
Κυκλοφορητές-Αντλίες	Τύπος	Αριθμός	Ισχύς (W)	Ενεργειακή Κλάση

	Σταθερών στροφών	1: FCU 2:KKM	1) 2.200 2) 1.500	
	Ρυθμιζόμενων στροφών			
	Ηλεκτρονικό Δρ-σταθερό			
	Ηλεκτρονικό Δρ-μεταβλητό			
	Ηλεκτρονικό Δρ-T			
	Μόνιμου μαγνήτη			
	Άλλο:			
Μετρούμενα μεγέθη				
Πτώση πίεσης δικτύου (Pa)		1)25 kPa 2) 22 kPa		
Παροχή ψυκτικού μέσου: (m ³ /s)		1)0.0047 2) 0.0014		
Εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας (hrs)		10		

8. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Τερματικών Μονάδων (ανά χρήση, ή/και θερμική ζώνη)	
α/α Συστήματος: _____	
Τύπος:	Κεντρική κλιματιστική μονάδα KKM ☒ Μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) Οροφής ☒ Δαπέδου ☐ Κασέτας ☐ Ντουλάπας ☐ Τοίχου ☐ Ενδοδαπέδιο ☐ Ενδοτοίχιο ☐ Τοπικά κλιματιστικά ενιαία (monoblock) ☐ Τοπικά κλιματιστικά διαιρούμενα (split) ☐ Καναλάτα χαμηλού προφίλ ☐ Άλλο: _____ ☐
Αριθμός & Περιγραφή	
Ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil)	Οροφής: 27 Περιγραφή: Μονάδες κρυφού τύπου κατάλληλες για σύνδεση με δίκτυο αεραγωγών Δαπέδου: _____ Περιγραφή: _____
KKM	1 Περιγραφή: Μονάδα νωπού αέρα με στοιχείο νερού και σύστημα ύγρανσης κατάλληλη για σύνδεση με δίκτυο αεραγωγών
Τοπικά κλιματιστικά:	Τεμάχια : 2 Περιγραφή: διαιρούμενου τύπου αερόψυκτων απ' ευθείας εκτόνωσης ψυκτικής απόδοσης 48.000 Btu/hr (14,0 Kw). Οίκος : Nitto Τοποθέτηση: Κατακόρυφη(Τύπου ντουλάπας)

8.1 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (KKM)	
α/α KKM: 1	
α/α Ζώνης	
Λειτουργίες:	Ψύξη ☒ Θέρμανση ☒ Προθέρμανση ☐ Φίλτρωση ☒ Ύγρανση ☒ Αφύγρανση ☐ Παροχή νωπού αέρα ☒
Θέση	Εσωτερικά ☒ Εξωτερικά ☐ Μικρή ☐ Μεγάλη ☒ απόσταση από κλιματιζόμενη ζώνη
Εταιρεία Κατασκευής:	Fyrogenis
Τύπος (Μοντέλο):	MFE 56
Σειριακός Αριθμός:	86171
Ονομαστική Ισχύ:	Ψυκτική αποδιδόμενη 44,32 (kW) Θερμική αποδιδόμενη _____ (kW)
	Έτος Κατασκευής: 2002 Έτος Εγκατάστασης: 2002

Ωρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο <u>10</u> (hrs)	Χειμερινή περίοδο <u>10</u> (hrs)
Ψυκτικό / Θερμικό μέσο		
Παροχή (m³/h)	Ψυκτικού 5 (m ³ /h)	Θερμικού (m ³ /h)
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής <u>7</u> (°C) Επιστροφής <u>12</u> (°C)	Προσαγωγής <u>80</u> (°C) Επιστροφής <u>70</u> (°C)
Παροχή αέρα (m³/h)	3860	
Ανακυκλοφορία αέρα (%)	Θερινή περίοδο 0	Χειμερινή περίοδο 0
Ρύθμιση ανακυκλοφορίας	Αναλογική ή αφής/σβέσης ☐ Πεταλούδα (damper) ☐ Νωπού βάση αισθητηρίου CO ₂ ☐ Νωπού βάση λειτουργίας free cooling ☐	
Τύπος Ανεμιστήρα		
Προσαγωγής	Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☒ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐	Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐
Επιστροφής	Εμπρός κεκλιμένα πτερύγια ☐ Πίσω κεκλιμένα πτερύγια ☐	Ρυθμιστής στροφών (inverter) ☐
Ειδική ισχύς ανεμιστήρα (kW.sec/m³)	Προσαγωγής 1.39	Επιστροφής _____
Συνθήκες αέρα προσαγωγής		
Θερμοκρασία (°C)	Θερινή περίοδο 25 °C Θερινή περίοδο 10	Χειμερινή περίοδο _____ Χειμερινή περίοδο _____
Υγρασία (gr/kg ξ.α.)		
Εναλλάκτης ανάκτησης		
Τύπος	Πλακοειδής ☐ Τροχός θερμότητας ☐ Τροχός ενθαλπίας ☐ Άλλο: _____ ☐	
Ποσοστό ανάκτησης (%)	_____ (%)	
Θερμότητας	_____ (%)	
Υγρασίας	_____ (%)	
Σύστημα ύγρανσης		
Τύπος	Ατμού ☐ Νερού (ψεκασμού) ☒ x Νερού (υγρών επιφανειών) ☐	
Ποσότητα υδρατμών (gr/hr)	16.000 (gr/hr)	
Φίλτρα	Προφίλτρα ☒ Σακόφιλτρα ☐ Απόλυτα φίλτρα ☐ Ηλεκτροστατικά φίλτρα ☐ Χημικά φίλτρα ☐ Άλλα φίλτρα: ☒ G4	Αριθμός 1 Αριθμός _____ Αριθμός _____ Αριθμός _____ Αριθμός _____ Αριθμός 1
Θερμοστάτες λειτουργίας	Παροχής ψυκτικού μέσου ☒ Επιστροφής ψυκτικού μέσου ☐ Παροχής θερμικού μέσου ☒ Επιστροφής θερμικού μέσου ☐ Προσαγωγής ☐ Επιστροφής ☐ Απόρριψης ☐ Νωπού αέρα ☐ Κιβωτίου μίξης ☐ Παροχής αέρα ☐	
8.2 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης ΚΚΜ		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία της ΚΚΜ	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης ΚΚΜ	☒
	Αρχείο Φύλλων Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας ΚΚΜ	☒
Οπτική Επιθεώρηση:	Εύκολη πρόσβαση στην ΚΚΜ	☒
	Επικαθήσεις επί της ΚΚΜ	☐
	Τακτική συντήρηση ΚΚΜ	☒
	Διαβρώσεις επί της ΚΚΜ	☐
	Φθορές στο κέλυφος της ΚΚΜ	☐
	Αεροστεγανότητα κελύφους ΚΚΜ	☐
	Επαρκής θερμομόνωση ΚΚΜ	☒
	Επαρκής θερμομόνωση αγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα	☒
	Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων	☐
	Επαρκής λειτουργία βαλβίδων παροχής / επιστροφής	☒

ψυκτικού/θερμικού μέσου	
Επαρκής λειτουργία βαλβίδων του συστήματος ύγρανσης	☒
Διαρροή κλιματιζόμενου αέρα ΚΚΜ	☐
Σωστή λειτουργία ανεμιστήρα	☒
Σωστή τοποθέτηση στομίων αναρρόφησης νωπού αέρα	☒
Τακτικός καθαρισμός εναλλάκτη ΚΚΜ	☐
Σωστή υδραυλική σύνδεση με το δίκτυο (εξισορρόπηση)	☒
Επικαθήσεις στα στόμια προσαγωγής κλιματιζόμενου αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους	☐
Επικαθήσεις στα στόμια απαγωγής κλιματιζόμενου αέρα από τους κλιματιζόμενους χώρους	☐

8.3 Συστήματα Μηχανικού Αερισμού / Εξαερισμού		
α/α Ανεμιστήρα: _____		
Χρήση	Προσαγωγής αέρα ☐	Εκτόνωσης/ Απαγωγής αέρα ☒
Εταιρεία Κατασκευής:	<i>Fyrogenis</i>	Έτος Κατασκευής: 2002
Τύπος (Μοντέλο): Σειριακός Αριθμός:	FFE 36 86170	Έτος Εγκατάστασης: 2002
Χαρακτηριστικά μεγέθη	Ισχύς (kW)	0,37
	Ένταση ρεύματος (A)	_____
	Αριθμός στροφών (rpm)	633
Ρυθμιστής στροφών	☐	
Συνθήκες λειτουργίας	Πλήρες φορτίο	Μερικό φορτίο
Παροχή αέρα (m ³ /h)	3800	_____
Ειδική κατανάλωση αέρα (kW.sec/m ³)	0.35	_____
Πτώση πίεσης αέρα στο δίκτυο (Pa)	120	_____
Εναλλάκτης ανάκτησης	Τύπος Πλακοειδής ☐ Τροχός θερμότητας ☐ Τροχός ενθαλπίας ☐ Άλλο: _____ ☐	
Ποσοστό ανάκτησης(%)	_____ (%)	
Θερμότητας	_____ (%)	
Υγρασίας	_____ (%)	

8.4 Μετρήσεις Τεχνικών Χαρακτηριστικών ΚΚΜ και Συστήματος Αερισμού		
Πτώση πίεσης στα φίλτρα νωπού αέρα (Pa)	Ελάχιστη: 50	Μέγιστη: _____
Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα προσαγωγής (Pa)	Ελάχιστη: 30	Μέγιστη: _____
Πτώση πίεσης αέρα στα φίλτρα επιστροφής (Pa)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) προσαγωγής αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) επιστροφής αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) νωπού αέρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Ποσοστό ρύθμισης πεταλούδας (Damper) ανεμιστήρα (%)	Ελάχιστη: _____	Μέγιστη: _____
Παροχή ψυκτικού μέσου (m ³ /s)	Ψυχρού: _____	Θερμού: _____
Απόδοση Εναλλάκτη θερμότητας (%)	_____	

8.5A Άλλες Τερματικές Μονάδες (TM) (για κάθε μονάδα)		
Τύπος: Fan Coil Units οριζόντιας τοποθέτησης κρυφού τύπου (εντός της ψευδοσροφής)		
Αριθμός: είκοσι επτά (27)		
α/α Ζώνης		
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων	☒
	Θέρμανση χώρων	☒
Εταιρεία Κατασκευής: Τύπος (Μοντέλο):	<i>Fyrogenis</i> 1. FHF200(5τεμ) 2. FHF 300(10τεμ) 3. FHF 400(2τεμ) 4. FHF 600(3τεμ) 5. FHF 800(7τεμ)	Έτος Κατασκευής:2002 Έτος Εγκατάστασης:2002
Ονομαστική Ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη	1. FHF200: 0,012 kW 2. FHF 300: 0,016 kW 3. FHF 400: 0,022 kW 4. FHF 600: 0,030 kW 5. FHF 800: 0,045 kW
	για ψύξη	(kW)
	για θέρμανση	(kW)
Ονομαστική Ισχύς:	Ψυκτική αποδιδόμενη	1. FHF200: 2,42 kW 2. FHF 300: 3,51 kW 3. FHF 400: 4,97 kW 4. FHF 600: 7,2 kW 5. FHF 800: 8,7 kW
	Θερμική αποδιδόμενη	1. FHF200: 6,67 kW 2. FHF 300: 9,55 kW 3. FHF 400: 13,56 kW 4. FHF 600: 18,40 kW 5. FHF 800: 24,20 kW
	Ηλεκτρική απορροφούμενη από ανεμιστήρες	1. FHF200: 0,012 kW 2. FHF 300: 0,016 kW 3. FHF 400: 0,022 kW 4. FHF 600: 0,030 kW 5. FHF 800: 0,045 kW
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο 10 (hrs)	Χειμερινή περίοδο 10 (hrs)
Ψυκτικό / Θερμικό μέσο Παροχή (m³/h)	Ψυκτικού 1. FHF200: 0.42 m³/h 2. FHF 300: 0,6 m³/h 3. FHF 400: 0,85 m³/h 4. FHF 600: 1,23 m³/h 5. FHF 800: 1,50 m³/h	Θερμικού 1. FHF200: 0.42 m³/h 2. FHF 300: 0,6 m³/h 3. FHF 400: 0,85 m³/h 4. FHF 600: 1,23 m³/h 5. FHF 800: 1,50 m³/h
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής 7 (°C) Επιστροφής 12 (°C)	Προσαγωγής 80 (°C) Επιστροφής 70 (°C)
Κυκλοφορία αέρα (m³/h)	1. FHF200: 370 m³/h 2. FHF 300: 525 m³/h 3. FHF 400: 730 m³/h 4. FHF 600: 1035 m³/h 5. FHF 800: 1375 m³/h	
Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (°C)	Θερινή περίοδο 20	Χειμερινή περίοδο

8.5B Άλλες Τερματικές Μονάδες (TM) (για κάθε μονάδα)		
Τύπος: Διαιρούμενου τύπου αερόψυκτη απ' ευθείας εκτόνωσης ψυκτικής απόδοσης 48.000 Btu/hr (14,0 Kw).		
Αριθμός: Δύο (2)		
α/α Ζώνης		
Τελική Χρήση:	Ψύξη χώρων Ηλεκτρονικού υπολογιστή	☒
	Θέρμανση χώρων	
Εταιρεία Κατασκευής:	<i>Nitto NPN1-48HC1 / NPO 48HC1</i>	Έτος Κατασκευής:2005
Τύπος (Μοντέλο):		Έτος Εγκατάστασης:2005
Ονομαστική Ισχύς:	Ηλεκτρική απορροφούμενη	
	για ψύξη	(kW)
	για θέρμανση	(kW)
Ονομαστική Ισχύς:	Ψυκτική αποδιδόμενη	48.000 Btu/hr (14,0 Kw)
	Θερμική αποδιδόμενη	53.000 Btu/hr (15,5 Kw)
	Ηλεκτρική απορροφούμενη από ανεμιστήρες	
Ώρες λειτουργίας	Θερινή περίοδο 24 (hrs)	Χειμερινή περίοδο 24 (hrs)
Ψυκτικό / Θερμικό μέσο		
Παροχή (m³/h)		
Θερμοκρασία (°C)	Προσαγωγής 7 (°C) Επιστροφής 12 (°C)	Προσαγωγής 80 (°C) Επιστροφής 70 (°C)
Κυκλοφορία αέρα (m³/h)	2000 m ³ /h	
Θερμοκρασία παρεχόμενου αέρα (°C)	Θερινή περίοδο 10	Χειμερινή περίοδο 10

8.6 Διάγνωση Υφιστάμενης Κατάστασης TM		
Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία της TM	Οδηγίες Λειτουργίας & Συντήρησης	☒
	Αρχείο Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας	☒
Οπτική Επιθεώρηση:	Τακτικός καθαρισμός και συντήρηση	☒
	Τακτικός καθαρισμός/αλλαγή φίλτρων (εφόσον υπάρχουν)	☒
	Διαβρώσεις και φθορές στο εξωτερικό κέλυφος	☐
	Διαρροή ψυκτικού/θερμικού μέσου	☐
	Φθορές στα στοιχεία των εναλλακτών	☐
	Κακός σιφωνισμός συμπυκνωμάτων	☒
	Σωστή θέση εγκατάστασης	☒
	Εμπόδια γύρω από τις μονάδες	☒
	Επαρκής λειτουργία ανεμιστήρα (εφόσον υπάρχει)	☐

8.7 Βοηθητικές Μονάδες Διανομής Θερμικής και Ψυκτικής Ενέργειας						
α/α Ζώνης						
Τύπος						
Περιγραφή δικτύου διανομής						
Αριθμός						
Ισχύς (kW)						
Συντελεστής βαρύτητας						
Μηνιαίες ώρες λειτουργίας						
Απόδοση δικτύου διανομής (%)						
	Θερμικής ενέργειας					
	Ψυκτικής ενέργειας					

9. Χαρακτηριστικά Συστημάτων Ελέγχου (για κάθε σύστημα)		
α/α Συστήματος: _____		
Κεντρικό σύστημα ελέγχου – ρύθμισης:	Χρονοδιακόπτης ☐ x Σύστημα αντιστάθμισης ☐ BEMS ☐ Άλλο: _____ ☐	
Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης επιμέρους κλάδων του δικτύου:	Απλός διακόπτης αφής/σβέσης Χρονοδιακόπτης Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός θερμοστάτης χώρου Με αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Άλλο: _____	☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐
Θερμοστάτης σε κάθε θερμική ζώνη	Ηλεκτρομηχανικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ηλεκτρονικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Ψηφιακός κεντρικός θερμοστάτης χώρου Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου Με θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα (έλεγχος ανά δωμάτιο) Με θερμοστάτες στα fan coils (έλεγχος ανά δωμάτιο) Χρονοδιακόπτης Άλλο: _____	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐
Σωστή θέση θερμοστάτη		☒
Σωστή ρύθμιση θερμοστάτη		☒
Ρυθμιστικές βάνες στις TM		☐
Οδηγίες λειτουργίας για τα επιμέρους συστήματα ελέγχου		☒

10. Τελική Διάγνωση				
Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού:				
	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
Η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Ο εξοπλισμός χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Η λειτουργία χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☒	☐
Η συντήρηση χαρακτηρίζεται:	☐	☐	☐	☒
Εκτιμώμενη συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού:	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ Καλή
	☐	☐	☒	☐

11. Διαπιστώσεις / Υποδείξεις
Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης προτείνονται τα εξής : ▪ Η ρύθμιση της λειτουργίας των FCU και της ΚΚΜ νωπού αέρα θα μπορούσε να γίνει μέσω διόδων αναλογικών βαλβίδων στις γραμμές επιστροφής του ψυχρού / θερμού νερού των μονάδων σε συνδυασμό με κατάλληλο θερμοστάτη, και σύγχρονη αντικατάσταση των αντλιών νερού σταθερών στροφών με νέες ρυθμιζόμενων στροφών. ▪ Εγκατάσταση μονάδας free air στο χώρο του ηλεκτρονικού υπολογιστή: Η μονάδα Free air είναι ένα ενιαίο τύπου σύστημα αερισμού, που χρησιμοποιείται για λόγους free-cooling κι αποτελείται από: ▪ Ανεμιστήρα τύπου inverter ▪ Κύκλωμα ελέγχου με ηλεκτρονικό controller για τον έλεγχο λειτουργίας τόσο του ανεμιστήρα της μονάδας (fan speed control) όταν οι συνθήκες θερμοκρασίας επιτρέπουν την ελεύθερη ψύξη όσο και των δύο εγκατεστημένων κλιματιστικών μονάδων του οίκου Nitto όταν οι συνθήκες θερμοκρασίας δεν επιτρέπουν την ελεύθερη ψύξη. ▪ Φίλτρο αέρα ▪ Όλα τ' ανωτέρω εντός μεταλλικού περιβλήματος

Ημερομηνία Επιθεώρησης: _____
Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: _____
Α.Μ. Επιθεωρητή: _____
Αρ. Πρωτοκόλλου Επιθεώρησης: _____

Υπογραφή Επιθεωρητή:

Σφραγίδα: