

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

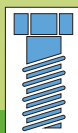
Αντώνιος Ασημακόπουλος

Κωνσταντίνος Διακουμάκος

Νικόλαος Σεκεριάδης

Γ' ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ.

Ειδικότητα: Τεχνικός
Εγκαταστάσεων Ψύξης,
Αερισμού & Κλιματισμού



ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

Γ' ΕΠΑ.Λ.

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

- Ασημακόπουλος Αντώνιος, Τεχνολόγος Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος Bradford Univ., Επίτιμος Σχολικός Σύμβουλος Β/θμιας Εκπ/σης
- Διακουμάκος Κωνσταντίνος, Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΕΜΠ
- Σεκεριάδης Νικόλαος, Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ

- Πάγκαλος Σταύρος, Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ

- Δαλαβάγκας Δημήτριος, Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
- Μπαρούτη Ζωή, Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγήτρια Β/θμιας Εκπ/σης
- Κρυσταλλίδης Ελευθέριος, Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Αστεριάδης Νικόλαος, Φιλολόγος

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- Μαυρογονάτου Γεωργία

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΔΙΑΚΟΥΜΑΚΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ
ΣΕΚΕΡΙΑΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

Γ΄ ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ.
Τομέας Μηχανολογίας

Τεχνικός Εγκαταστάσεων
Ψύξης, Αερισμού & Κλιματισμού

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η δημιουργία ενός πλήρως εξοπλισμένου και οργανωμένου εργαστηρίου για την εκτέλεση ασκήσεων κλιματισμού είναι μία πολύ δαπανηρή και τεχνικά δύσκολη εργασία. Ο εξοπλισμός που απαιτείται για το εργαστήριο κλιματισμού περιλαμβάνει μηχανήματα και όργανα υψηλού κόστους. Πριν γίνουν σοβαρές δαπάνες, είναι λογικό ότι θα πρέπει να προηγηθεί η δημιουργία ενός πρότυπου εργαστηρίου, για να ελεγχθούν οι προδιαγραφές του εξοπλισμού σε συνδυασμό και με τα φύλλα των προς εκτέλεση ασκήσεων.

Η ανομοιομορφία του εξοπλισμού των υπαρχόντων εργαστηρίων δεν επιτρέπει ακόμη τη συγγραφή ενός πλήρους εργαστηριακού βιβλίου που να ισχύει για όλα τα εργαστήρια των ΤΕΕ. Για το λόγο αυτό, το παρόν βιβλίο έχει το χαρακτηρισμό “Οδηγός”. Ο στόχος του είναι να κατευθύνει τον καθηγητή και τους μαθητές ως προς τον τρόπο εκτέλεσης των ασκήσεων και όχι να δώσει γενικής ισχύος οδηγίες, που, όπως είναι φανερό, είναι τεχνικά αδύνατο να δοθούν με την υπάρχουσα εργαστηριακή υποδομή.

Είμαστε αισιόδοξοι ότι δεν θα αργήσουν να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις εκείνες που θα επέτρεπαν τη συγγραφή ενός πλήρους “βιβλίου εργαστηριακών ασκήσεων”. Αυτό αναμένουμε ότι θα επιτευχθεί με τη σταδιακή ανάπτυξη των εργαστηρίων και την απόκτηση από όλα τα εργαστήρια σύγχρονου και σχεδόν ομοιογενούς εξοπλισμού.

Η εμπειρία που αναμένεται ότι θα αποκτηθεί από τους καθηγητές κατά την εκτέλεση των ασκήσεων είναι απαραίτητη για να καταστεί αργότερα δυνατή η βελτίωση και η συμπλήρωση του παρόντος βιβλίου. Επίσης θα βοηθήσει στην ορθότερη τεχνική περιγραφή του απαραίτητου εξοπλισμού, ώστε να μη γίνουν άσκοπες δαπάνες. Ως εκ τούτου, οι τυχόν υποδείξεις των συναδέλφων θα είναι πολύ χρήσιμες για τη βελτίωση του παρόντος οδηγού στις μελλοντικές εκδόσεις του, που ελπίζουμε ότι θα υπάρξουν.

Οι Συγγραφείς

Αντώνης Ασημακόπουλος
Κωνσταντίνος Διακουμάκος
Νίκος Σεκεριάδης

ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

Το παρόν βιβλίο είναι χωρισμένο σε τρία μέρη:

1. Μέρος “Α” - Εργαστηριακές ασκήσεις

Κεφάλαιο 1ο

Περιέχει ασκήσεις σε πλήρη ανάπτυξη και με έτοιμα τα φύλλα εργασίας. Προϋπόθεση φυσικά αποτελεί η ύπαρξη και του κατάλληλου εξοπλισμού στο εργαστήριο.

Κεφάλαιο 2ο

Περιέχει ασκήσεις σε μερική ανάπτυξη (γενικές οδηγίες και κατευθύνσεις). Τα φύλλα εργασίας αυτών των ασκήσεων θα πρέπει να συνταχθούν από τους καθηγητές και τους μαθητές. Αν όλα τα εργαστήρια είχαν ομοιογενή και τυποποιημένο εξοπλισμό, το κεφάλαιο αυτό δεν θα χρειαζόταν. Ο καθηγητής, ανάλογα με τον εξοπλισμό του εργαστηρίου του, μπορεί να χρησιμοποιήσει και ασκήσεις από αυτό το μέρος του βιβλίου.

2. Μέρος “Β” - Ο τεχνικός στην πράξη

Το μέρος Β περιλαμβάνει δύο κεφάλαια τα οποία θα πρέπει να διδαστούν στο χώρο του εργαστηρίου.

Κεφάλαιο 1ο

Η συντήρηση των κλιματιστικών εγκαταστάσεων

Κεφάλαιο 2ο

Προμέτρηση υλικών - Σύνταξη προσφορών

3. Μέρος “Γ” - Το εργαστηριακό περιβάλλον

Το μέρος “Γ” έχει σκοπό:

- Να κατευθύνει τους εκπαιδευτικούς σχετικά με τον τρόπο που θα πρέπει να οργανώσουν σταδιακά το εργαστήριό τους.
- Να ενημερώσει τους μαθητές για το εργαστηριακό περιβάλλον ορισμένων ασκήσεων.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Προσοχή στην ασφάλεια. Το ατύχημα παραμονεύει παντού, ακόμη και σε χώρους που εργάζονται έμπειροι τεχνικοί. Στο χώρο ενός εργαστηρίου μπορεί να συμβούν ατυχήματα, ιδίως μάλιστα αν λάβουμε υπόψη και την έλλειψη πρακτικής πείρας από τη μεριά των μαθητών. Θα πρέπει ο καθηγητής και οι μαθητές να είναι πολύ προσεκτικοί και να μην εκτίθενται σε κανέναν κίνδυνο.

Προτιμήστε να διαθέτετε λιγότερο εξοπλισμό αλλά να λάβετε περισσότερα μέτρα ασφάλειας. Επίσης θα πρέπει να γίνεται βίωμα στους μαθητές ότι η ασφάλεια είναι πάνω από όλα. Κάθε υλική ζημιά αποκαθίσταται, η ζημιά όμως που θα γίνει σε άνθρωπο είναι επώδυνη και μπορεί να μην αποκαθίσταται.

Μερικά από τα στοιχειώδη μέτρα ασφάλειας που πρέπει να λαμβάνονται είναι:

- Να υπάρχουν προφυλακτήρες στα κινούμενα μέρη των μηχανημάτων.
- Να φοράνε οι μαθητές γάντια προστασίας όταν εκτελούνται εργασίες με λαμαρίνες ή με άλλα κοφτερά αντικείμενα.
- Να υπάρχουν τα ειδικά γυαλιά για προστασία των ματιών από γρέζια, σκόνες κλπ.
- Οι φιάλες αερίων (οξυγόνου, προπανίου, ασετιλίνης) να είναι εφοδιασμένες με βαλβίδες προστασίας έναντι φλογεπιστροφής.
- Να γίνεται τακτικός καθαρισμός των δαπέδων των χώρων ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να γλιστρήσει κάποιος.
- Να υπάρχει ρελέ διαφυγής (αντιηλεκτροπληξιακός διακόπτης) στον ηλεκτρικό πίνακα του εργαστηρίου.
- Να υπάρχει καλή γείωση στον ηλεκτρικό πίνακα και όλες οι πρίζες να είναι σούκο με γείωση.
- Να ελέγχεται η αντίσταση της γείωσης τουλάχιστο μία φορά το χρόνο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	5
Δομή του βιβλίου.....	7

ΜΕΡΟΣ Α' • ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

17

Κεφάλαιο 1 • ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΑΣΚΗΣΗ 1η

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.....	20
---	----

ΑΣΚΗΣΗ 2η

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ (SPLIT TYPE)	28
---	----

ΑΣΚΗΣΗ 3η

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ (SPLIT TYPE)	36
---	----

ΑΣΚΗΣΗ 4η

ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	43
--	----

ΑΣΚΗΣΗ 5η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ	54
--	----

ΑΣΚΗΣΗ 6η

Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΨΥΞΗ	65
--	----

ΑΣΚΗΣΗ 7η

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΕΝΟΥ ΣΤΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	72
--	----

ΑΣΚΗΣΗ 8η

ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ

ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ 78

ΑΣΚΗΣΗ 9η

ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ

ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ..... 86

ΑΣΚΗΣΗ 10η

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΕ ΑΕΡΑΓΩΓΟ 91

ΑΣΚΗΣΗ 11η

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΣΤΟΜΙΟ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ 98

ΑΣΚΗΣΗ 12η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗΣ

ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ 104

ΑΣΚΗΣΗ 13η

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ (C.O.P) ΜΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ 112

ΑΣΚΗΣΗ 14η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΓΙΑ ΔΙΑΚΟΠΗ,

ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ΚΑΙ ΔΙΑΡΡΟΗ..... 118

ΑΣΚΗΣΗ 15η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΤΕΤΡΑΟΔΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ

ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ..... 125

ΑΣΚΗΣΗ 16η

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ 134

ΑΣΚΗΣΗ 17η

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ..... 160

ΑΣΚΗΣΗ 18η

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ 169

ΑΣΚΗΣΗ 19η

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΗΣ

ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ 182

ΑΣΚΗΣΗ 20ή

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΜΙΞΗ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 193

ΑΣΚΗΣΗ 21η	
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ ΑΕΡΑ	206

ΑΣΚΗΣΗ 22η	
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	220

ΑΣΚΗΣΗ 23η	
ΕΛΕΓΧΟΣ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ	223

ΑΣΚΗΣΗ 24η	
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ ΤΥΠΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ - ΣΩΛΗΝΩΝ	226

ΑΣΚΗΣΗ 25η	
ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ - ΣΥΝΤΑΞΗ ΠΡΟΣΦΟΡΩΝ.....	230

Κεφάλαιο 2 • ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΑΣΚΗΣΗ 26η	
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΕΝΑ ΔΙΚΤΥΟ FCU.....	243

ΑΣΚΗΣΗ 27η	
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ	
ΑΠΟ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΜΙΑ ΚΚΜ Ή ΜΙΑ ΗΚΜ ΚΑΙ ΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΗΣ	244

ΑΣΚΗΣΗ 28η	
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ.....	245

2. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΑΣΚΗΣΗ 29η	
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ-ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	247

ΑΣΚΗΣΗ 30ή	
ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ	250

ΑΣΚΗΣΗ 31η	
Η ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΚΜ	252

ΑΣΚΗΣΗ 32η	
ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ FCU ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ	254

ΑΣΚΗΣΗ 33η	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ t_s -	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ SHR ΚΑΙ BF ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	256

ΑΣΚΗΣΗ 34η	
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ FCU ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΙΜΑΤΙΣΜΕΝΟ ΑΕΡΑ	257

ΑΣΚΗΣΗ 35η	
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ FCU ΣΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	258

ΑΣΚΗΣΗ 36η	
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΚΚΜ ΣΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	259

3. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

ΑΣΚΗΣΗ 37η	
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ FCU ΣΕ ΔΙΚΤΥΟ	260

ΑΣΚΗΣΗ 38η	
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ, ΠΤΕΡΩΤΗΣ ΚΑΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΣΕ FCU.....	261

ΑΣΚΗΣΗ 39η	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	
ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ	262

ΑΣΚΗΣΗ 40ή	
ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ K , ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ FCU	
ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ.....	263

ΑΣΚΗΣΗ 41η	
ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΣΩ ΟΡΓΑΝΩΝ.....	265

4. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

ΑΣΚΗΣΗ 42η	
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ	268

ΑΣΚΗΣΗ 43η	
ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΒΛΑΒΗΣ ΣΩΛΗΝΑ ΣΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ-ΣΩΛΗΝΩΝ	269

ΑΣΚΗΣΗ 44η	
ΑΝΟΙΓΜΑ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΛΑΚΟΕΙΔΟΥΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ - ΚΛΕΙΣΙΜΟ.....	269

ΑΣΚΗΣΗ 45η	
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	270

ΑΣΚΗΣΗ 46η	
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ ΨΥΞΗΣ	270

ΜΕΡΟΣ Β΄ • Ο ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ**271****Κεφάλαιο 1 • Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

1-1. Η αρχική λειτουργία μίας κλιματιστικής εγκατάστασης	275
1-2. Τι είναι συντήρηση	276
1-3. Τι είναι η προληπτική συντήρηση	277
1-4. Τι είναι η επανορθωτική συντήρηση	278
1-5. Η προληπτική συντήρηση σε σχέση με την εγκατάσταση	278
1-6. Οι εργασίες της προληπτικής συντήρησης	280
1-7. Το αρχικό πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης μίας κεντρικής κλιματιστικής εγκατάστασης	281
1-8. Ο τρόπος που εκτελούνται ορισμένες βασικές εργασίες προληπτικής συντήρησης	287
1-9. Η ευθυγράμμιση αντλίας	299
1-10. Η προληπτική συντήρηση των συστημάτων κλειστού κυκλώματος	302
1-11. Προληπτική συντήρηση αυτόνομων τοπικών μονάδων	302
1-12. Εργασίες επανορθωτικής συντήρησης	304
1-13. Η επισκευή των εναλλακτών κελύφους-σωλήνων	307
1-14. Τήρηση αρχείου - κάρτες μηχανημάτων	308
1-15. Κεντρικό σύστημα ελέγχου κλιματιστικής εγκατάστασης	310
1-16. Κανονισμοί εγκαταστάσεων κλιματισμού και αερισμού	313
Περίληψη - Ανακεφαλαίωση	316
Ερωτήσεις	317
Ασκήσεις	319

Κεφάλαιο 2 • ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ - ΣΥΝΤΑΞΗ ΥΛΙΚΩΝ

2-1. Τι είναι η “προμέτρηση”	323
2-2. Το περιεχόμενο της οριστικής μελέτης	325
2-3. Το περιεχόμενο της προμέτρησης	329
Περίληψη - Ανακεφαλαίωση	334
Ερωτήσεις	335

ΜΕΡΟΣ Γ΄ • Ο ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**337****ΜΕΡΟΣ Δ΄ • ΠΙΝΑΚΕΣ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ****359**

Βιβλιογραφία	369
--------------------	-----

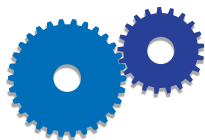
ΜΕΡΟΣ Α΄

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

κεφάλαιο 1

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ
- ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ
- ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ
- ΦΥΛΛΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ



ΑΣΚΗΣΗ 1η

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΕΙ
ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στην αναγνώριση του είδους της μονάδας κλιματισμού που διαθέτει το εργαστήριό τους.
- Να μάθουν να χωρίζουν την εγκατάσταση στα βασικά της τμήματα και να μπορούν να τα κατονομάζουν με τις επίσημες ορολογίες τους.
- Να ασκηθούν στην καταγραφή των επιμέρους εξαρτημάτων μιας μονάδας, συμπληρώνοντας σχετικό ερωτηματολόγιο ή έντυπο.

2. Παραπομπή

Διαβάστε τις παραγράφους (1.3) έως (1.6) του πρώτου κεφαλαίου του σχολικού σας βιβλίου «**Εγκαταστάσεις κλιματισμού II**»

3. Εισαγωγικές πληροφορίες ή αναφορά σε παραγράφους του βιβλίου

Στην αγορά συναντά κανείς μια πολύ μεγάλη ποικιλία κλιματιστικών μονάδων. Ο ειδικός τεχνικός θα πρέπει να είναι σε θέση να επιλέγει τη μονάδα εκείνη που θα εξυπηρετήσει καλύτερα το σκοπό για τον οποίο θα τοποθετηθεί σ' ένα χώρο. Επομένως ο τεχνίτης ψυκτικός θα πρέπει να γνωρίζει όλους τους τύπους των κλιματιστικών μονάδων, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε τύπου καθώς και σε ποιες περιπτώσεις ενδείκνυται η χρήση κάθε τύπου.

Όπως αναφέρεται και στο πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου «**Εγκαταστάσεις κλιματισμού II**», οι κλιματιστικές μονάδες διακρίνονται σε:

- **Κεντρικές** (για όλη την οικοδομή).
- **Ημικεντρικές** (για ένα μεγάλο χώρο ή 5-6 δωμάτια).
- **Μονάδες ενός δωματίου.**

Οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού χωρίζονται σε μονάδες:

- **Απευθείας εκτόνωσης (DX).**
- **Με ψύκτη νερού (chiller) και λέβητα ζεστού νερού.**

Οι μονάδες απευθείας εκτόνωσης διακρίνονται σε:

- **Μονάδες μόνο για ψύξη.**
- **Μονάδες για ψύξη και θέρμανση (αντλίες θερμότητας ή heat pumps).**

Οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού διακρίνονται επίσης σε:

- **Αερόψυκτες.**
- **Υδρόψυκτες.**

Οι αερόψυκτες μονάδες μπορεί να είναι:

- **Αυτοτελείς (monoblock ή package).**
- **Διαιρούμενου τύπου (split type).**

Οι **ημικεντρικές μονάδες** είναι συνήθως απευθείας εκτόνωσης, αερόψυκτες, ψύξης – θέρμανσης (αντλίες θερμότητας) και διακρίνονται σε:

- **Αυτοτελείς (package).**
- **Διαιρούμενου τύπου (split type).**

Επίσης, οι ημικεντρικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες:



Σχήμα 1.1 Κλιματιστική μονάδα τύπου «ντουλάπας»

- Σε μονάδες τύπου «**ντουλάπας**» που προσάγουν τον κλιματισμένο αέρα **απευθείας** στον κλιματιζόμενο χώρο (χωρίς αεραγωγούς).
- Σε μονάδες που συνδέονται σε δίκτυο αεραγωγών (καναλάτες).

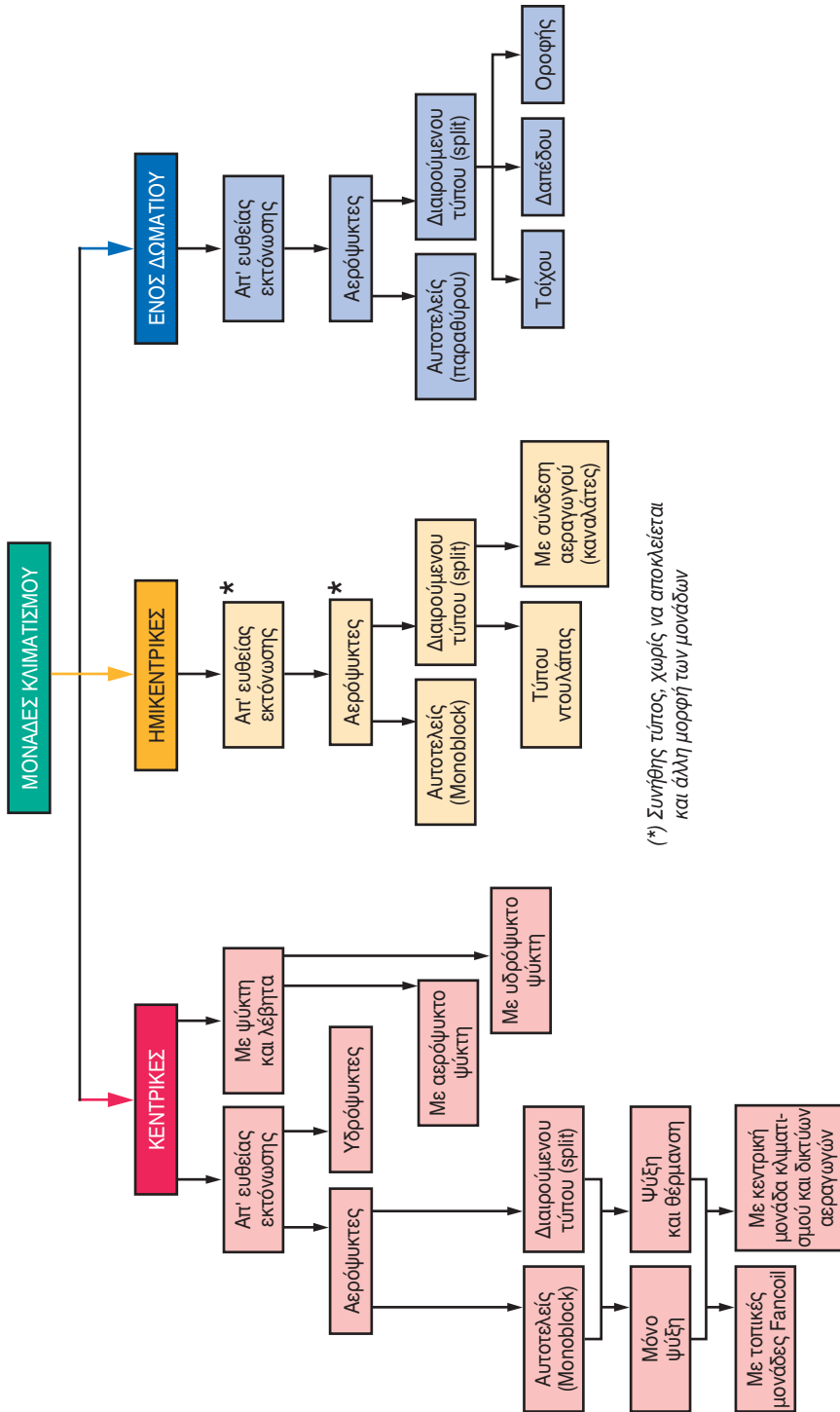
Οι μικρές μονάδες **ενός χώρου (δωματίου)** είναι **απευθείας εκτόνωσης, αερόψυκτες, για ψύξη και θέρμανση** (αντλίες θερμότητας) και διακρίνονται σε δύο τύπους:

- Σε **αυτοτελείς (παραθύρου ή τοίχου)**.
- Σε **διαιρούμενου τύπου (split type)**.

Οι μονάδες διαιρούμενου τύπου, ανάλογα με τη θέση που τοποθετείται το εσωτερικό τους τμήμα, διακρίνονται σε μονάδες:

- **Τοίχου.**
- **Δαπέδου.**
- **Οροφής.**

Στο διάγραμμα του σχήματος (1.2) που ακολουθεί, φαίνονται σχεδόν όλοι οι συνήθεις τύποι των μονάδων κλιματισμού που κυκλοφορούν στο εμπόριο.



Σχήμα 1.2 Διάγραμμα με τις συνηθέστερες κατηγορίες ή τύπους μονάδων κλιματισμού

4. Όργανα - Εργαλεία - Υλικά

- (1) Εγκατεστημένη και σε λειτουργία μονάδα κλιματισμού για ψύξη και θέρμανση (αντλία θερμότητας) ή άλλη μονάδα κλιματισμού για όλο το χρόνο.
- (2) Κατσαβίδια (κοινά και σταυρωτά).
- (3) Χαρτί – μολύβι.

8. Πορεία εργασίας

Α΄ ΦΑΣΗ

- (1) Περιεργαστείτε με προσοχή την κλιματιστική μονάδα ως συνολική εγκατάσταση και μετά εξετάστε κάθε τμήμα της χωριστά. Κατόπιν απαντήστε στο ερωτηματολόγιο που ακολουθεί:
- (2) Η κλιματιστική μονάδα του εργαστηρίου σας είναι **κεντρική, ημικεντρική ή δωματίου**;

A. ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ:

- α. Η μονάδα είναι **απ' ευθείας εκτόνωσης** για ψύξη και θέρμανση (αντλία θερμότητας) ή με ψύκτη και λέβητα ζεστού νερού;
- β. Η μονάδα είναι **αερόψυκτη ή υδρόψυκτη**;
- γ. Είναι **αυτοτελής (monoblock) ή διαιρούμενου τύπου (split)**;
- δ. Είναι μόνο για **θερινό κλιματισμό** (μόνο ψύξη) ή για **ψύξη και θέρμανση** (αντλία θερμότητας);
- ε. Τροφοδοτεί με κρύο ή ζεστό νερό **τοπικές μονάδες** κλιματισμού (fan coils) ή τροφοδοτεί **κεντρική μονάδα** κλιματισμού που ψύχει ή θερμαίνει αέρα (ανάλογα με την εποχή);

B. ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ:

- α. Η μονάδα είναι **απευθείας εκτόνωσης**;
- β. Η μονάδα είναι **αερόψυκτη ή υδρόψυκτη**;
- γ. Είναι **αυτοτελής (monoblock) ή διαιρούμενου τύπου**;
- δ. Είναι τύπου «**ντουλάπας**» ή με σύνδεση σε αεραγωγό (καναλάτη);

Γ. ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΔΩΜΑΤΙΟΥ:

- α. Περιγράψτε τον τύπο της μονάδας;
- β. Η μονάδα είναι **απευθείας εκτόνωσης ή άλλου τύπου**;
- γ. Η μονάδα είναι **αερόψυκτη ή υδρόψυκτη**;

δ. Είναι **αυτοτελής** (monoblock) ή **διαιρούμενου τύπου**;

ε. Είναι τοίχου, δαπέδου ή οροφής;

(3) Με βάση το διάγραμμα του σχήματος (1.2), δημιουργήστε ένα δικό σας διάγραμμα που να ανταποκρίνεται μόνο στην κλιματιστική μονάδα του εργαστηρίου σας.

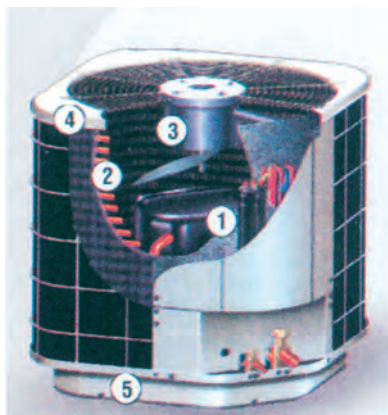
(4) Επισκεφθείτε την κλιματιστική μονάδα γνωστού σας προσώπου και περιγράψτε την με τον τρόπο που αναπτύχθηκε πιο πάνω.

Β' ΦΑΣΗ

(περίπτωση ημικεντρικής μονάδας, αντλίας θερμότητας διαιρούμενου τύπου)

(1) Αφαιρέστε το μεταλλικό περίβλημα της εξωτερικής μονάδας.

(2) Αρχίζοντας από το συμπιεστή και ακολουθώντας τον τυπικό κύκλο ψύξης με συμπίεση, καταγράψτε σε ένα χαρτί (όσο πιο λεπτομερώς μπορείτε) όλα τα εξαρτήματα που μπορείτε να αναγνωρίσετε και τα οποία περιλαμβάνονται στην εξωτερική μονάδα, π.χ. το εξάρτημα με αριθμό (1) (βλέπε σχ.1.3) είναι συμπιεστής, κλειστού τύπου, για R22, τριφασικός 380/50Hz, κατασκευής INTERTHERM, μοντέλο κλπ.



Σχήμα 1.3 Το εξωτερικό τμήμα ημικεντρικής, αερόψυκτης μονάδας κλιματισμού διαιρούμενου τύπου (split).

(3) Αφού τελειώσετε με την καταγραφή όλων των γνωστών σας εξαρτημάτων, ρωτήστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου για περιπτώσεις **αγνώστων** σε σας εξαρτημάτων (μηχανικών, ηλεκτρολογικών ή ηλεκτρονικών).

- (4) Βεβαιωθείτε ότι όλα τα εξαρτήματα που περιεργαστήκατε ή τα ανοίξατε είναι στη θέση τους, όπως ακριβώς τα βρήκατε.
- (5) Επανατοποθετήστε το μεταλλικό περίβλημα της εξωτερικής μονάδας αφήνοντάς την στην κατάσταση που τη βρήκατε.



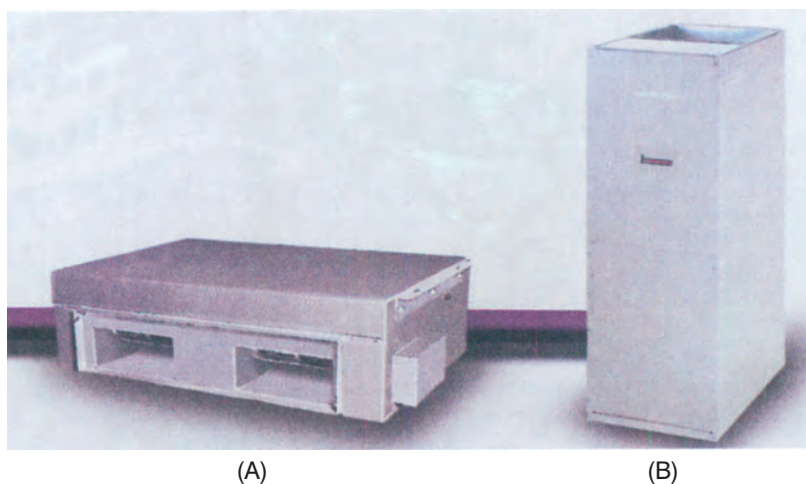
ΠΡΟΣΟΧΗ

Εάν κατά την καταγραφή των διαφόρων εξαρτημάτων διαπιστώσετε κάποιο κατεστραμμένο εξάρτημα ή εσείς προξενήσατε κάποια ζημιά σε εξάρτημα της μονάδας, θα πρέπει να αναφερθεί αμέσως στον υπεύθυνο του εργαστηρίου.

Γ΄ ΦΑΣΗ

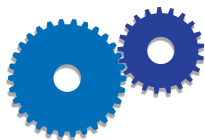
(καταγραφή των εξαρτημάτων της εσωτερικής μονάδας)

- (1) Αφαιρέστε τα μεταλλικά καλύμματα πρόσβασης στο εσωτερικό τμήμα της μονάδας (όσα αφαιρούνται).
- (2) Φυλάξτε τα καλύμματα και τις βίδες σε σημείο που να μην εμποδίζουν την πρόσβασή σας στο εσωτερικό της μονάδας (οπτική πρόσβαση και πρόσβαση ελέγχου των εξαρτημάτων).



Σχήμα 1.4 Το εσωτερικό τμήμα ημικεντρικής κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τυπου: (Α) Τύπος ψευδοροφής (χαμηλού προφίλ), (Β) Συνήθης μορφή εσωτερικής μονάδας για σύνδεση αεραγωγών (καναλάτη)

- (3) Ακολουθώντας το σύνδεσμο του σωλήνα του υγρού ψυκτικού, προσπαθήστε να καταγράψετε με κάθε λεπτομέρεια όλα τα γνωστά σας εξαρτήματα που θα συναντήσετε, π.χ. θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, (σταθερής υπερθέρμανσης), με εξωτερικό εξισωτή, για R_{22} , κολλητών άκρων, κατασκευής Danfoss, μοντέλο....., ψυκτικής ικανότητας..... κλπ.
- (4) Αφού καταγράψετε όλα τα εξαρτήματα που γνωρίζετε, ρωτήστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου σας και για τυχόν **άγνωστα** σε σας εξαρτήματα.
- (5) Αν κατά τον έλεγχο αναγνώρισης των εξαρτημάτων της εσωτερικής μονάδας, αφαιρέσετε εξαρτήματα ή καπάκια εξαρτημάτων, επανατοποθετήστε τα και αφήστε τη μονάδα όπως ακριβώς τη βρήκατε.
- (6) Επανατοποθετήστε τα αφαιρεθέντα μεταλλικά καλύμματα της εσωτερικής μονάδας και αφήστε την στην κατάσταση που την παραλάβατε.
- (7) Παραδώστε τα εργαλεία στο εργαλειοδοτήριο του εργαστηρίου, αφού πρώτα τα καθαρίσετε.



ΑΣΚΗΣΗ 2η

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ (SPLIT TYPE)

Παρατήρηση

Οι ασκήσεις που ακολουθούν (2-7) αναφέρονται σε ημικεντρική μονάδα κλιματισμού διαιρούμενου τύπου με αντλία θερμότητας (heat pump) καινούργια ή με το ψυκτικό ρευστό συγκεντρωμένο στο εξωτερικό τμήμα της.

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στην **επιλογή** της σωστής θέσης για την τοποθέτηση του **εσωτερικού τμήματος** μιας ημικεντρικής μονάδας κλιματισμού διαιρούμενου τύπου.
- Να μάθουν να εφαρμόζουν τους κανόνες μιας καλής εγκατάστασης μονάδας διαιρούμενου τύπου.
- Να ασκηθούν οι μαθητές στη σωστή τοποθέτηση και στερέωση του εσωτερικού τμήματος ημικεντρικής μονάδας διαιρούμενου τύπου.

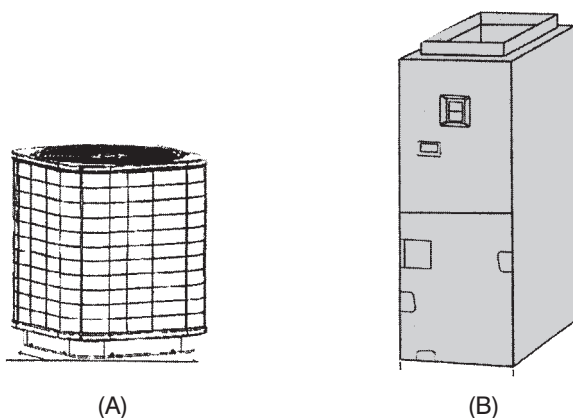
2. Εισαγωγικές πληροφορίες ή αναφορά σε παραγράφους του βιβλίου

Οι μονάδες κλιματισμού που συναντούμε συνήθως στα εργαστήρια των ΤΕΕ είναι ημικεντρικές, απευθείας εκτόνωσης, για **ψύξη και θέρμανση (αντλίες θερμότητας)**, αερόψυκτες και **διαιρούμενου τύπου (SPLIT)**.

Οι μονάδες διαιρούμενου τύπου αποτελούνται από δύο τμήματα:

- **Το εσωτερικό τμήμα**, που τοποθετείται πάντα στο εσωτερικό της οικοδομής ή και μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο και το οποίο επεξεργάζεται τον αέρα (τον ψύχει, τον θερμαίνει, τον καθαρίζει, τον υγραίνει κλπ.) και τον στέλνει στον κλιματιζόμενο χώρο με τα επιθυμητά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά.
- **Το εξωτερικό τμήμα**, που τοποθετείται πάντα στο εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου που περιλαμβάνει το συμπιεστή και το συμπυκνωτή της μονάδας καθώς και όλα τα εξαρτήματα αυτοματισμού για

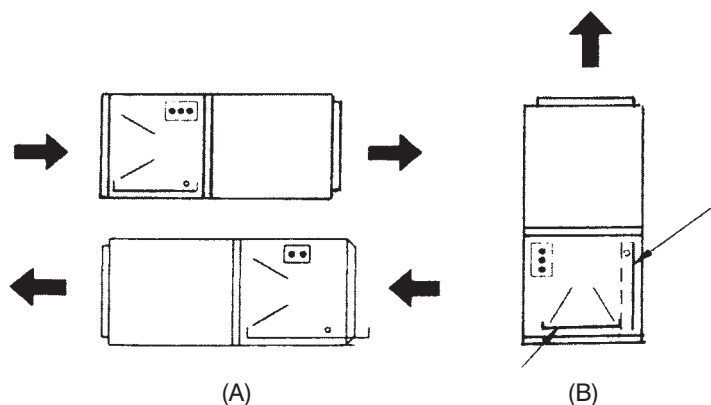
τον έλεγχο και προστασία της μονάδας, εκτός από το θερμοστάτη χώρου. **Στις αντλίες θερμότητας** (για θέρμανση-ψύξη), στο εξωτερικό τμήμα της μονάδας είναι εγκατεστημένη και η **τετράοδη βαλβίδα αναστροφής του κύκλου λειτουργίας** μέσω της οποίας η μονάδα μετατρέπεται άλλοτε σε μονάδα ψύξης (καλοκαιρινή λειτουργία) και άλλοτε σε μονάδα θέρμανσης (χειμερινή λειτουργία), ανάλογα με την εποχή και τη δική μας επιλογή.



Σχήμα 2.1 Ημικεντρική μονάδα διαιρούμενου τύπου (split type): (Α) Εξωτερικό τμήμα, (Β) Εσωτερικό τμήμα

Η προτίμηση αυτού του τύπου κλιματιστικών μονάδων για τις ασκήσεις κλιματισμού στο εργαστήριο δεν είναι τυχαία. Το είδος αυτό των μονάδων είναι πολύ διαδεδομένο στις εφαρμογές κλιματισμού επαγγελματικού τύπου αλλά και σε περιπτώσεις κλιματισμού διαμερισμάτων. Οι μονάδες αυτές παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα, μερικά από τα οποία αναφέρονται πιο κάτω:

- Είναι απλές στην κατασκευή τους.
- Εγκαθίστανται εύκολα.
- Υπάρχει ποικιλία μοντέλων **των εσωτερικών τμημάτων** τους (τμήμα επεξεργασίας του αέρα). Το γεγονός αυτό διευκολύνει την τοποθέτησή τους σε ψευδοροφές, σε δάπεδα, σε υπόγεια, σε τοίχους (σε οριζόντια ή κατακόρυφη θέση) ή όπου αλλού υπάρχει διαθέσιμος χώρος.
- Μπορούν να ελέγχουν σχεδόν όλα τα στοιχεία του κλιματιζόμενου αέρα (θερμοκρασία, υγρασία, καθαρότητα του αέρα, εισαγωγή νωπού αέρα κλπ).
- Μπορούν να κλιματίζουν το χώρο καλοκαίρι και χειμώνα.



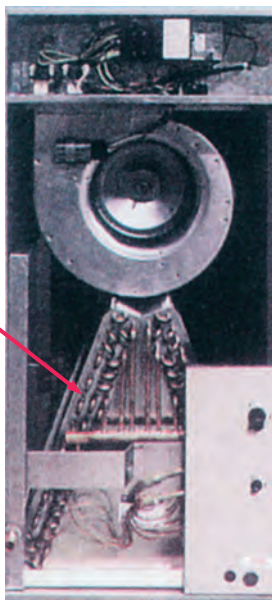
Σχήμα 2.2 Τρεις συνηθισμένες θέσεις τοποθέτησης του εσωτερικού τμήματος μονάδας κλιματισμού διαιρούμενου τύπου (σε κατακόρυφη και οριζόντια θέση). (Α) Οριζόντια θέση, (Β) Κατακόρυφη θέση

Το εσωτερικό τμήμα των διαιρούμενων μονάδων ονομάζεται και «**τμήμα επεξεργασίας**» του κλιματιζόμενου αέρα, διότι εκεί διαμορφώνεται η επιθυμητή κατάσταση του αέρα (κλιματίζεται) και στη συνέχεια διοχετεύεται στο χώρο που θέλουμε να κλιματίσουμε μέσω αεραγωγών ή χωρίς αεραγωγούς.

Το εσωτερικό τμήμα των κλιματιστικών μονάδων διαιρούμενου τύπου περιλαμβάνει:

- **Το κιβώτιο ανάμιξης** του αέρα επιστροφής και του νωπού αέρα (εξωτερικού ή φρέσκου αέρα).
- **Το φίλτρο** του αέρα.
- **Το στοιχείο** (σερπαντίνα) κλιματισμού του αέρα, το οποίο ψύχει ή θερμαίνει τον αέρα, ανάλογα με την εποχή.
- **Το συλλέκτη συμπυκνωμάτων** (σκαφάκι), όπου συλλέγεται το νερό των συμπυκνωμάτων, όταν η μονάδα λειτουργεί στην ψύξη.
- **Τον ανεμιστήρα**, μέσω του οποίου αναρροφάται ο αέρας και στέλνεται στους χώρους που κλιματίζονται, αφού περάσει πρώτα από το στοιχείο ψύξης – θέρμανσης.
- **Τον ηλεκτρικό – ηλεκτρονικό πίνακα** ελέγχου της μονάδας.

Στοιχείο
ψύξης-θέρμανσης



Σχήμα 2.3 Εσωτερικό τμήμα ημικεντρικής κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου στην οποία φαίνεται το στοιχείο ψύξης-θέρμανσης τύπου “Α”

Όλα τα παραπάνω εξαρτήματα καλύπτονται από μεταλλικό περίβλημα συγκεκριμένων προδιαγραφών. Το μεταλλικό περίβλημα είναι κατάλληλα διαμορφωμένο, ώστε να στερεώνονται σ’ αυτό καλά όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη λειτουργία της μονάδας. Στο μεταλλικό περίβλημα υπάρχουν θυρίδες από τις οποίες μπορεί κάποιος να έχει πρόσβαση στο εσωτερικό της μονάδας, για έλεγχο και συντήρηση (service).

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Υλικά

- (1) Ημικεντρική μονάδα κλιματισμού διαιρούμενου τύπου ψύξης – θέρμανσης (αντλίας θερμότητας), για σύνδεση με αεραγωγό (καναλάτη)
- (2) Μέσο μετακίνησης και ανύψωσης της εσωτερικής μονάδας (κλαρκ, μηχανισμός ανύψωσης της εσωτερικής μονάδας για την τοποθέτηση και τη στερέωσή της στην προβλεπόμενη θέση)
- (3) Υλικά στερέωσης (ανάλογα με τη θέση που θα τοποθετηθεί), σιδηρογωνιές 50 x 50 mm ή ντίζες ανάρτησης από την οροφή της αίθουσας, διαμέτρου 10-12 mm.
- (4) Σε περίπτωση τοποθέτησης της μονάδας **στο δάπεδο**, θα απαιτηθούν σιδηρογωνιές 50 x 50 mm για την κατασκευή βάσης τοποθέτησης της μονάδας ύψους τουλάχιστον 500 mm από το δάπεδο.

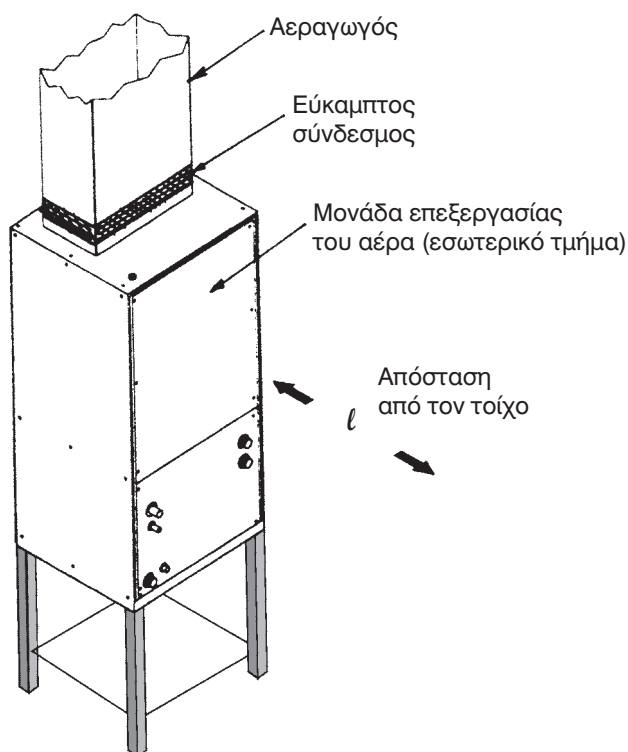
- (5) Ηλεκτροδράπανο, σειρά από τρυπάνια μετάλλων και διαμαντοτρύπανα, βύσματα (ούπατ).
- (6) Σιδηροπρίονο.
- (7) Ηλεκτροσυγκόλληση, υλικά ηλεκτροσυγκόλλησης.
- (8) Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- (9) Σειρά από πολύγωνα κλειδιά.
- (10) Κατσαβίδια κοινά και σταυρωτά (Phillips).
- (11) Αλφάδι.

5. Πορεία εργασίας

- (1) Παραλάβετε το εσωτερικό τμήμα της κλιματιστικής μονάδας και εξετάστε το προσεκτικά για τυχόν χτυπήματα ή βλάβες που μπορεί να προκλήθηκαν κατά τη μεταφορά του από τον προμηθευτή.
- (2) Εξετάστε το χώρο που θα κλιματίσει η μονάδα και συνεργαστείτε με τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου για την καλύτερη επιλογή της θέσης του εσωτερικού τμήματος της μονάδας (τμήμα επεξεργασίας του αέρα). Δικαιολογήστε τη θέση που επιλέξατε.
- (3) Αποφασίστε αν η μονάδα θα τοποθετηθεί στο δάπεδο, στον τοίχο ή στην οροφή της αίθουσας (ορατή ή μέσα σε ψευδοροφή).

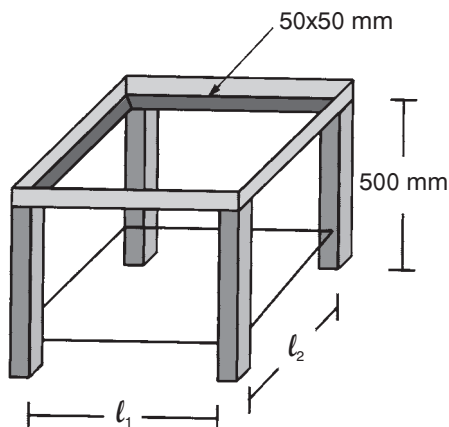
Τοποθέτηση μονάδας στο δάπεδο

- (4) Μετρήστε προσεχτικά τις διαστάσεις της μονάδας και αφήστε αρκετό χώρο γύρω της, ώστε να υπάρχει πρόσβαση από τους μαθητές στα εξαρτήματα που βρίσκονται στη μονάδα, για μετρήσεις και συντήρηση (service).



Σχήμα 2.4 Τοποθέτηση του εσωτερικού τμήματος μονάδας διαιρούμενου τύπου σε κατακόρυφη θέση

- (5) Ετοιμάστε μεταλλική βάση από σιδηρογωνιές 50 x 50 mm στις διαστάσεις της βάσης της μονάδας, ύψους 500 mm περίπου.
- (6) Τοποθετήστε τη μεταλλική βάση στη θέση που αποφασίσατε να τοποθετηθεί η μονάδα. Στερεώστε την στο δάπεδο, αφού πρώτα τοποθετήσετε στα τέσσερα σημεία επαφής της με το δάπεδο **λαστιχένια παρεμβάσματα** για την απορρόφηση των κραδασμών. Αν η μονάδα τοποθετηθεί μπροστά από τοίχο, αφήστε μια απόσταση 40-50 cm από τον τοίχο για σύνδεση των σωληνώσεων και service.



Σχήμα 2.5 Μεταλλική βάση τοποθέτησης του εσωτερικού τμήματος κλιματιστικής μονάδας.

- (7) Σηκώστε με προσοχή το εσωτερικό τμήμα της μονάδας και τοποθετήστε το στη μεταλλική βάση που κατασκευάσατε, ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή (αν υπάρχουν).



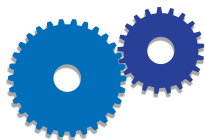
ΠΡΟΣΟΧΗ

Αν το βάρος του εσωτερικού τμήματος της μονάδας είναι μεγάλο και πέρα από τα όρια της δυνατότητας μετακίνησής του από τους μαθητές, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ανυψωτικός μηχανισμός.

- (8) Ελέγξτε αν η μονάδα «**κάθισε**» καλά πάνω στη βάση και η πρόσβαση στις σωληνώσεις ψυκτικού ρευστού και συμπυκνωμάτων είναι ικανοποιητική.
- (9) Ελέγξτε με ένα αλφάδι την οριζόντια και κατακόρυφη θέση του εσωτερικού τμήματος της μονάδας που εγκαταστήσατε.
- (10) Δοκιμάστε την ελεύθερη ροή συμπυκνωμάτων, ρίχνοντας στο συλλέκτη συμπυκνωμάτων (σκαφάκι) λίγο νερό. Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου για έλεγχο της εργασίας και παραδώστε τα εργαλεία στον υπεύθυνο όπως τα παραλάβατε (καθαρά και έτοιμα για μια νέα χρήση).

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Τι εννοούμε με τον όρο «αντλία θερμότητας»;
2. Ποιο είναι το χαρακτηριστικό εξάρτημα των αντλιών θερμότητας και σε ποιο τμήμα της κλιματιστικής μονάδας βρίσκεται;
3. Ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζουν οι ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού διαιρούμενου τύπου;
4. Ποια είναι τα κύρια εξαρτήματα που περιλαμβάνονται στο εσωτερικό τμήμα των διαιρούμενων μονάδων κλιματισμού;
5. Πώς δοκιμάζεται η ελεύθερη ροή των συμπυκνωμάτων στις ημικεντρικές μονάδες διαιρούμενου τύπου;



ΑΣΚΗΣΗ 3η

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ (SPLIT TYPE)

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στην επιλογή **της σωστής θέσης** για την τοποθέτηση του **εξωτερικού τμήματος** ημικεντρικής μονάδας διαιρούμενου τύπου.
- Να εφαρμόζουν σωστά τις **οδηγίες εγκατάστασης** του κατασκευαστή της μονάδας και ειδικά το μέρος εκείνο των οδηγιών που αφορούν το εξωτερικό τμήμα της μονάδας.
- Να ασκηθούν οι μαθητές στη σωστή τοποθέτηση και στερέωση του εξωτερικού τμήματος της μονάδας.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες ή αναφορά σε παραγράφους του βιβλίου

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη άσκηση, οι διαιρούμενες μονάδες αποτελούνται από **το εσωτερικό τους τμήμα**, που λέγεται και **τμήμα επεξεργασίας του αέρα** και από **το εξωτερικό τμήμα τους**, που τοποθετείται στο εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου. Όταν η μονάδα είναι κατασκευασμένη μόνο για ψύξη, τότε το εξωτερικό της τμήμα αποτελεί μόνιμα το **τμήμα συμπίκνωσης**. Το τμήμα αυτό περιλαμβάνει, εκτός των άλλων εξαρτημάτων, και δύο από τα κυριότερα εξαρτήματα της κλιματιστικής μονάδας: **Το συμπιεστή και το συμπυκνωτή**.

Στις περιπτώσεις όμως που η μονάδα έχει κατασκευαστεί για **ψύξη και θέρμανση** (αντλία θερμότητας), το εξωτερικό τμήμα της το καλοκαίρι γίνεται συμπυκνωτής, ενώ το χειμώνα εξατμιστής. Γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγουμε να ονομάζουμε το εξωτερικό τμήμα των διαιρούμενων μονάδων **συμπυκνωτικό τμήμα**, όπως λανθασμένα συνηθίζεται να λέγεται από πολλούς τεχνίτες ψυκτικούς.



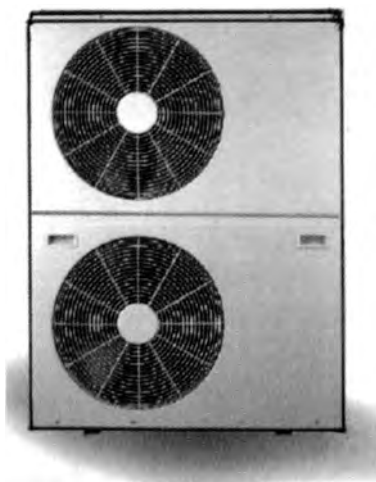
Σχήμα 3.1 Το εξωτερικό τμήμα κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου με κατακόρυφη ροή του αέρα (από κάτω προς τα άνω).

Το εξωτερικό τμήμα των διαιρούμενων ημικεντρικών μονάδων κλιματισμού, συνήθως, περιλαμβάνει:

- **Το συμπιεστή.**
- **Το στοιχείο συμπύκνωσης ή εξάτμισης** (ανάλογα με το αν η μονάδα λειτουργεί στην ψύξη ή στη θέρμανση).
- **Την τετράοδη βαλβίδα αναστροφής** του κύκλου λειτουργίας (στις περιπτώσεις αντλιών θερμότητας).
- **Τον ανεμιστήρα.**
- **Το ηλεκτρικό – ηλεκτρονικό τμήμα ελέγχου** και προστασίας.

Το εξωτερικό τμήμα των διαιρούμενων μονάδων μπορεί να συναντηθεί σε δύο τύπους:

- Με κατακόρυφη ροή αέρα (Σχήμα 3-1).
- Με οριζόντια ροή αέρα (Σχήμα 3-2).



Σχήμα 3.2 Εξωτερικό τμήμα διαιρούμενης μονάδας οριζόντιας ροής αέρα

Η επιλογή της θέσης που θα τοποθετηθεί το εξωτερικό τμήμα μιας διαιρούμενης μονάδας κλιματισμού είναι πολύ μεγάλης σημασίας για τη ζωή και την απόδοσή της. Γι' αυτό ο τεχνίτης – εγκαταστάτης της μονάδας πρέπει να έχει υπόψη του τα ακόλουθα:

- Η θέση που θα επιλεγεί να είναι **η πλησιέστερη δυνατή** προς το εσωτερικό τμήμα της κλιματιστικής μονάδας.
- Προτιμήστε την τοποθέτηση του εξωτερικού τμήματος της **μονάδας στο ίδιο επίπεδο** με το εσωτερικό, εφόσον υπάρχει τέτοια δυνατότητα.
- Επιλέξτε τέτοια θέση ώστε να εξασφαλίζεται η ελεύθερη κίνηση της **απαιτούμενης ποσότητας αέρα** για τη λειτουργία του εξωτερικού τμήματος της μονάδας (συμβουλευτείτε τις οδηγίες εγκατάστασης του κατασκευαστή).
- Εφόσον υπάρχει δυνατότητα, τοποθετήστε το εξωτερικό τμήμα της κλιματιστικής μονάδας σε θέση που **να μην εκτίθεται στον ήλιο**.
- Βεβαιωθείτε ότι η επιφάνεια που θα τοποθετηθεί το εξωτερικό τμήμα της μονάδας μπορεί να **«αντέξει»** το βάρος και τους κραδασμούς του.
- Βεβαιωθείτε ότι η παρουσία του εξωτερικού τμήματος της μονάδας **δεν ενοχλεί τους γείτονες** (με τον προκαλούμενο θόρυβο).
- Εξασφαλίστε **ικανοποιητικό χώρο** γύρω από το εξωτερικό τμήμα της μονάδας για συντήρηση, λήψη μετρήσεων και επισκευές.

3. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Υλικά

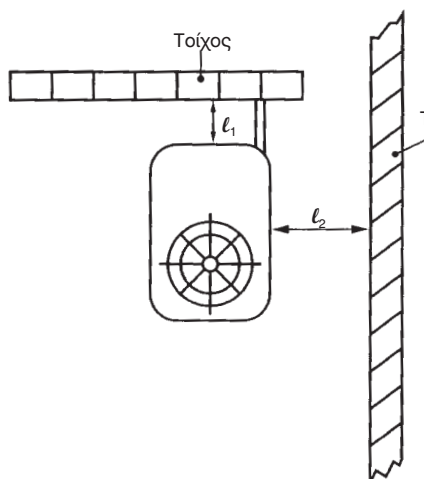
- (1) Ημικεντρική μονάδα κλιματισμού διαιρούμενου τύπου, ψύξης- θέρμανσης.
- (2) Μέσο μετακίνησης και ανύψωσης του εξωτερικού τμήματος της κλιματιστικής μονάδας (το βάρος του είναι αρκετά μεγάλο και δύσκολα μετακινείται από τους μαθητές).
- (3) Σιδηρογωνιές 50 x 50 mm (αν το εξωτερικό τμήμα της μονάδας κρεμαστεί σε τοίχο).
- (4) Ηλεκτροδράπανο, σειρά από τρυπάνια μετάλλων και διαμαντοτρύπανα, βύσματα (ούπατ).
- (5) Ηλεκτροσυγκόλληση, υλικά ηλεκτροσυγκόλλησης.
- (6) Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- (7) Σειρά από πολύγωνα κλειδιά.
- (8) Κατσαβίδια κοινά και σταυρωτά (Phillips).
- (9) Αλφάδι.

8. Πορεία εργασίας

- (1) Παραλάβετε το **εξωτερικό τμήμα** της κλιματιστικής μονάδας και εξετάστε το προσεχτικά για ζημιές, που μπορεί να έχουν προκληθεί από προηγούμενους μαθητές ή κατά τη μεταφορά του στο εργαστήριο.
- (2) Εξετάστε διάφορες θέσεις στις οποίες θα μπορούσε να τοποθετηθεί **το εξωτερικό τμήμα** της κλιματιστικής μονάδας και επιλέξτε την καλύτερη, σύμφωνα με τα κριτήρια που αναφέρθηκαν στις εισαγωγικές πληροφορίες αυτής της άσκησης.
- (3) Προετοιμάστε τη θέση που θα τοποθετηθεί το εξωτερικό τμήμα της μονάδας (ψηλότερα, χαμηλότερα ή στο ίδιο επίπεδο με το εσωτερικό τμήμα). Αν τοποθετηθεί στο έδαφος (ίδιο περίπου επίπεδο με το εσωτερικό τμήμα της μονάδας), κατασκευάστε δύο μέρες νωρίτερα μια βάση από μπετόν σε διαστάσεις λίγο μεγαλύτερες από τις διαστάσεις της βάσης του εξωτερικού τμήματος της μονάδας και ύψους 15 περίπου εκατοστών.

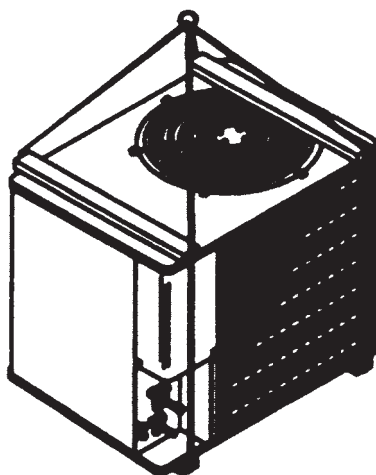
**ΠΡΟΣΟΧΗ**

- Θα πρέπει να προβλεφθεί χώρος γύρω από τη βάση για την εύκολη και ασφαλή πρόσβαση των μαθητών, για τη σύνδεση των σωληνώσεων, το service και τη λήψη μετρήσεων.
- Τηρήστε τις απαιτούμενες, κατά τον κατασκευαστή, αποστάσεις από τοίχους γύρω από το εξωτερικό τμήμα της μονάδας καθώς και από υπερκείμενη οροφή.



Σχήμα 3.3 Κατά την τοποθέτηση του εξωτερικού τμήματος της μονάδας διαιρούμενου τύπου πρέπει να τηρούνται οι προβλεπόμενες από τον κατασκευαστή αποστάσεις από τους τοίχους

- (4) Σηκώστε με προσοχή το εξωτερικό τμήμα της μονάδας από τα σημεία ανάρτησης που έχουν προβλεφθεί από τον κατασκευαστή και τοποθετήστε το στη βάση που κατασκευάσατε.
- (5) Ελέγξτε αν τα τέσσερα σημεία στήριξης της μονάδας (ποδαράκια) ακουμπούν ομοιόμορφα στην τσιμεντένια βάση.

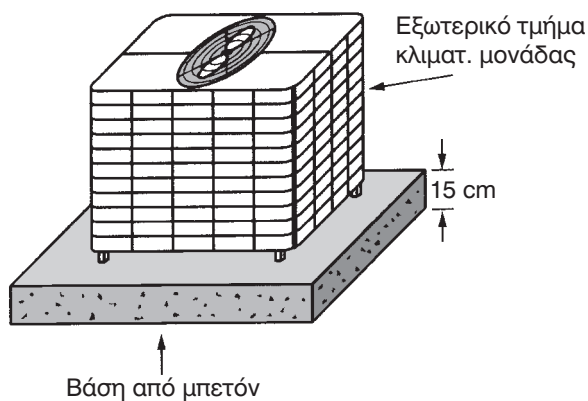


Σχήμα 3.4 Η ανύψωση του εξωτερικού τμήματος κλιματιστικής μονάδας πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή

- (6) Αλφαδιάστε το εξωτερικό τμήμα της κλιματιστικής μονάδας και αφαιρέστε τα εξαρτήματα ανάρτησης που χρησιμοποιήθηκαν για τη μετακίνηση και την ανύψωση της μονάδας.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Αν ο κατασκευαστής της μονάδας προβλέπει τη στερέωσή της στο μπετόν με βίδες, η διαδικασία εγκατάστασής της θα πρέπει να προβλέπει διάνοιξη οπών στο μπετόν με ηλεκτροδράπανο και διαμαντοτρύπανο.



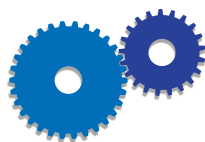
Σχήμα 3.5 Το εξωτερικό τμήμα κλιματιστικής μονάδας τοποθετημένο πάνω σε βάση από μπετόν

- (7) Ελέγξτε το σύνολο της εργασίας σας και σημειώστε τυχόν παραλείψεις, σφάλματα ή άστοχες ενέργειές σας κατά την τοποθέτηση του εξωτερικού τμήματος της μονάδας κλιματισμού. Έτσι, σε περίπτωση πραγματικής εγκατάστασης παρόμοιας μονάδας κλιματισμού, τα λάθη και οι παραλείψεις δεν θα επαναληφθούν.
- (8) Παραδώστε τα εργαλεία στον υπεύθυνο του εργαστηρίου καθαρά και έτοιμα να ξαναχρησιμοποιηθούν.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια κύρια εξαρτήματα περιλαμβάνονται στο εξωτερικό τμήμα των διαιρούμενων ημικεντρικών μονάδων κλιματισμού θέρμανσης-ψύξης;
2. Σε ποιες μορφές συναντάται το εξωτερικό τμήμα στις ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού;
3. Με ποια κριτήρια θα πρέπει να επιλέγεται η θέση τοποθέτησης του εξωτερικού τμήματος των μονάδων κλιματισμού διαιρούμενου τύπου;



ΑΣΚΗΣΗ 4η

ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στη σωστή **επιλογή** των σωληνών σύνδεσης του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος ημικεντρικής κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου.
- Να μάθουν τη διαδικασία προετοιμασίας των σωληνώσεων σύνδεσης της μονάδας (μέτρηση του μήκους, κόψιμο, κολλήσεις κλπ.).
- Να ασκηθούν επίσης στη **μόνωση** και τη **στερέωση** των σωληνώσεων σύνδεσης των δύο τμημάτων της κλιματιστικής μονάδας.
- Να ασκηθούν στη διαδικασία αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος μίας μονάδας κλιματισμού.

3. Εισαγωγικές πληροφορίες ή αναφορά σε παραγράφους του βιβλίου

Ο χαλκοσωλήνας είναι το πιο συνηθισμένο είδος σωλήνα που χρησιμοποιείται στον κλιματισμό και στην ψύξη. **Οι χαλκοσωλήνες που προορίζονται για εγκαταστάσεις ψύξης και κλιματισμού,** αφού απαλλαγούν από ακαθαρσίες και υγρασία, κλείνονται αεροστεγώς στα δύο τους άκρα και ταπώνονται. Έτσι διατηρούνται καθαροί και απαλλαγμένοι από υγρασία μέχρι να χρησιμοποιηθούν.

Οι χαλκοσωλήνες ψύξης και κλιματισμού συναντώνται στο εμπόριο σε δύο μορφές:

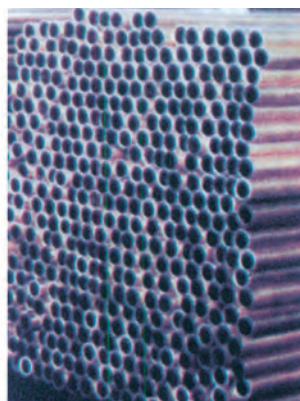
- Σε **κουλούρες** (μαλακός χαλκοσωλήνας).
- Σε **ευθύγραμμα κομμάτια** (σκληρός χαλκοσωλήνας).

Οι μαλακοί χαλκοσωλήνες πωλούνται σε κουλούρες των 50 Kg και κατασκευάζονται πάντα από **ανοπτημένο, καθαρό και αποξειδωμένο χαλκό** (99% Cu). Παράγονται σε τυποποιημένες εξωτερικές διαμέτρους των **12, 15, 16, 18 και 22 χιλιοστών**. Οι μαλακοί χαλκοσωλήνες **αμερικάνικης προέλευσης** κυκλοφορούν στο εμπόριο στις παρακάτω εξωτερικές διαμέτρους σε in (ίντσες) 1/4", 5/16", 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 7/8".

Σε εγκαταστάσεις κλιματισμού που απαιτούνται μεγαλύτερες διάμετροι από τις αναφερόμενες πιο πάνω χρησιμοποιούνται συνήθως σκληροί χαλκοσωλήνες (σε ευθύγραμμα κομμάτια) σε τυποποιημένες διαμέτρους, ίδιες με εκείνες των μαλακών χαλκοσωλήνων.



(A)



(B)

Σχήμα 4.1 Χαλκοσωλήνες ελληνικής κατασκευής: (A) Χαλκοσωλήνας σε κουλούρα, (B) Χαλκοσωλήνας σε ευθύγραμμα κομμάτια.

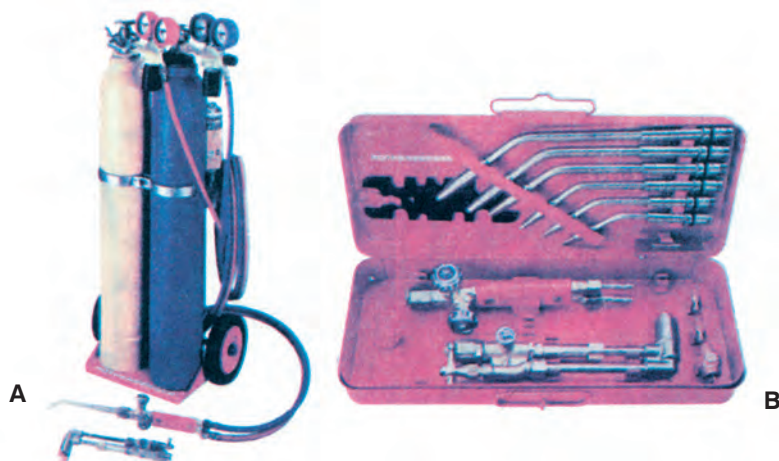
Οι σκληροί χαλκοσωλήνες πωλούνται στο εμπόριο σε μήκος **3m** ή **4m**. Οι παραγόμενοι στην Ελλάδα χαλκοσωλήνες (μαλακοί και σκληροί), από την άποψη της τυποποίησης, πληρούν τις αμερικάνικες προδιαγραφές (AMSTMB-88) και τις διεθνείς (ISO-R74).

Όσα έχουν διδαχθεί οι μαθητές στη **Β΄ τάξη του Α΄ κύκλου** της φοίτησής τους στα ΤΕΕ περί **εργασιών με χαλκοσωλήνες** ισχύουν και στην περίπτωση της άσκησης που ακολουθεί. Δηλαδή:

- Οι διαδικασίες **ξετυλίγματος** του μαλακού χαλκοσωλήνα.
- Το **κόψιμο** των χαλκοσωλήνων.
- Η **κάμψη** τους με ελατήρια ή κουρμπαδόρο.
- Η **εκτόνωση** και η **εκχείλωσή** τους.

Επίσης, θα πρέπει να θυμηθούν τη σωστή διαδικασία **συγκόλλησης των χαλκοσωλήνων** (μαλακών και σκληρών) και να ασκηθούν στο χειρισμό των συσκευών συγκόλλησης (προπανίου και οξυγόνου-ασετιλίνης). Στις εγκαταστάσεις κλιματισμού ημικεντρικών μονάδων διαιρούμενου τύπου, γίνονται συνήθως σκληρές συγκολλήσεις γιατί παρουσιάζουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από τις μαλακές και αντέχουν σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες και πιέσεις. Γι' αυτό και σε αυτή την άσκηση οι συγκολλήσεις που

θα γίνουν θα είναι σκληρές (χαλκοκόλληση ή ασημοκόλληση). Οι σκληρές συγκολλήσεις απαιτούν θερμοκρασίες από **700 °C** (ασημοκολλήσεις) έως **730 °C** (φωσφορούχος χαλκοκόλληση).



Σχήμα 4.2 (Α) Συσκευή (Ο-Α) σε ειδικό καρότσι μεταφοράς, (Β) Κασετίνα συσκευής (Ο-Α) με όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα

Επομένως για την πραγματοποίηση τέτοιων συγκολλήσεων απαιτείται συσκευή **Οξυγόνου-Ασετιλίνης (Ο-Α)**.

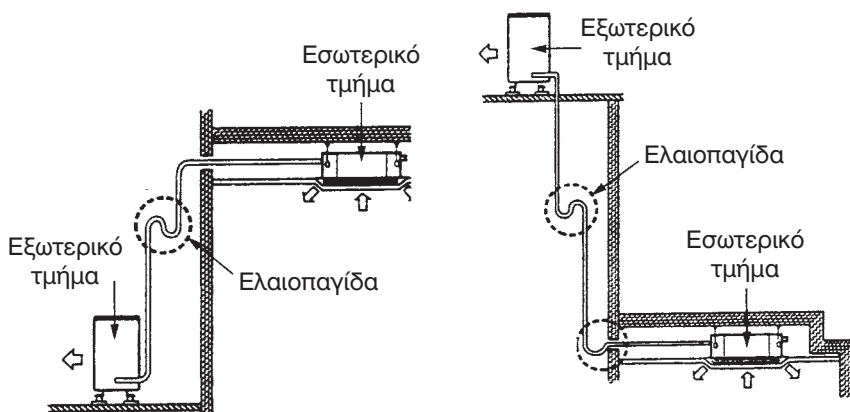


ΠΡΟΣΟΧΗ

- Πριν από τη χρήση της συσκευής (Ο-Α), γνωρίστε λεπτομερώς το χειρισμό της συσκευής και τις ενέργειες που θα κάνετε σε περίπτωση κινδύνου (διαρροής, αναρρόφησης κλπ.).
- Πάρτε όλα τα **μέτρα προφύλαξης** που προβλέπονται για τη δική σας ασφάλεια και την ασφάλεια των ατόμων που βρίσκονται γύρω σας. **Δηλαδή:**
- Φορέστε **γυαλιά** συγκολλητή, **γάντια** κλπ.προφυλακτικά μέσα.
- Ελέγξτε για παρουσία **λαδιών, γράσων** ή εύφλεκτων υλικών στη συσκευή (Ο-Α) ή γύρω απ' αυτή.
- Ελέγξτε τους **σωλήνες** (Ο-Α) για τυχόν διαρροές.
- Ελέγξτε την κανονική λειτουργία των **εκτονωτών**.
- Ελέγξτε αν τα **κλειδιά των κλειστρων** της συσκευής (Ο-Α) είναι στη θέση τους.

Η σύνδεση του εσωτερικού τμήματος με το εξωτερικό τμήμα μιας ημικεντρικής μονάδας κλιματισμού διαιρούμενου τύπου γίνεται με δύο σωλήνες **οι διάμετροι των οποίων είναι ανάλογες της ψυκτικής ικανότητας της μονάδας (kw)**. Ο σωλήνας με τη μικρότερη διάμετρο είναι ο **σωλήνας του ψυκτικού υγρού** (κατάθλιψης), ενώ ο σωλήνας με τη μεγαλύτερη διάμετρο είναι ο **σωλήνας του ψυκτικού αερίου** (αναρρόφησης).

Αν το εξωτερικό τμήμα (που περιλαμβάνει και το συμπιεστή) είναι τοποθετημένο πάνω από το επίπεδο του εσωτερικού τμήματος, τότε, σε κάθε 6m υψομετρικής διαφοράς, θα πρέπει να κατασκευάζεται μία **ελαιοπαγίδα** τύπου “U”, για να διευκολύνεται έτσι η επιστροφή του ψυκτελαίου στο συμπιεστή.



Σχήμα 4.3 Για κάθε υψομετρική διαφορά 6m μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος της κλιματιστικής μονάδας θα πρέπει να τοποθετείται ελαιοπαγίδα

Στις περιπτώσεις υψομετρικής διαφοράς, μεταξύ των δύο τμημάτων της κλιματιστικής μονάδας, μικρότερης των 6m, δεν απαιτείται ελαιοπαγίδα, **εκτός αν οι οδηγίες εγκατάστασης του κατασκευαστή είναι διαφορετικές**.

Η σύνδεση των δύο τμημάτων της μονάδας κλιματισμού (εσωτερικού και εξωτερικού) μπορεί να γίνει:

- Με μαλακό χαλκοσωλήνα και χαλκοκόλληση στα σημεία σύνδεσης.
- Με μαλακό χαλκοσωλήνα και ρακόρ σύνδεσης στα άκρα.
- Με σκληρό χαλκοσωλήνα και χαλκοκόλληση στα σημεία σύνδεσης.
- Με σκληρό χαλκοσωλήνα και ρακόρ σύνδεσης στα άκρα.
- Με σωλήνες ταχείας σύνδεσης-αποσύνδεσης.

Στην καθημερινή πρακτική οι τεχνίτες ψυκτικοί προτιμούν τη σύνδεση με μαλακό χαλκοσωλήνα και χαλκοκόλληση στα σημεία σύνδεσης γιατί η εργασία γίνεται εύκολα, σύντομα και με χαμηλό κόστος. Στη συνέχεια θα αναπτυχθεί ο πλέον αντιπροσωπευτικός τρόπος σύνδεσης εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος κλιματιστικών μονάδων διαιρούμενου τύπου, που είναι η σύνδεση με μαλακό χαλκοσωλήνα και χαλκοκόλληση στο σημείο σύνδεσης.

4. Απαιτούμενα εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

- (1) Συσκευή O-A σε πλήρη λειτουργία (μικρή φορητή).
- (2) Φωσφορούχος χαλκοκόλληση (π.χ. L-CuP6).
- (3) Αποξειδωτική πάστα (π.χ. F-SH1) κατάλληλη για χαλκοκολλήσεις.
- (4) Χαλκοσωλήνας μαλακός διαμέτρου ανάλογης με την ισχύ της μονάδας.
- (5) Μονωτικοί σωλήνες διαμέτρου ανάλογης με εκείνης του χαλκοσωλήνα που θα μονώσουν.
- (6) Κόφτης χαλκοσωλήνων, ξύστρα γρεζιών.
- (7) Τρυπάνι με τα σχετικά εξαρτήματα για τη διάνοιξη τρύπας σε τοίχο, οροφή ή δάπεδο.
- (8) Καμπικά εργαλεία (κουρμπαδόροι).
- (9) Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- (10) Ρυθμιζόμενα κλειδιά (γαλλικά).
- (11) Μετροταινία, μαρκαδόρος, μολύβι, χαρτί.

5. Πορεία εργασίας (με μαλακό χαλκοσωλήνα και κολλητή σύνδεση)

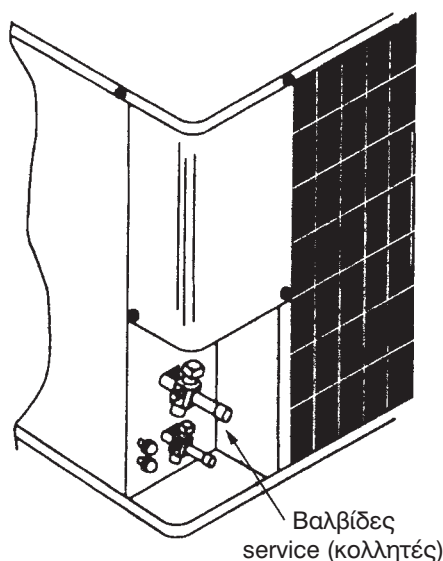
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Το εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα της μονάδας έχουν ήδη τοποθετηθεί και στερεωθεί στη θέση τους σε προηγούμενες ασκήσεις.
- Οι βαλβίδες service της εξωτερικής μονάδας έχουν κολλητή υποδοχή σύνδεσης των σωλήνων.

- (1) Μελετήστε με προσοχή τη διαδρομή που θα ακολουθήσουν οι σωληνώσεις, εξετάζοντας εναλλακτικές διαδρομές. **Η διαδρομή των σωλήνων του ψυκτικού ρευστού θα πρέπει να είναι η μικρότερη δυνατή αλλά**

και η ευκολότερη σε περάσματα από τοίχους, οροφή κλπ. οικοδομικά εμπόδια.

- (2) Ξεκινώντας από το εσωτερικό τμήμα της μονάδας, σχεδιάστε πρόχειρα (σε σκίτσο) τη διαδρομή των δύο σωλήνων (αναρρόφησης-κατάθλιψης) και σημειώστε τις αλλαγές στην κατεύθυνση των σωλήνων (γωνίες) μέχρι να φθάσουν στο εξωτερικό τμήμα της μονάδας.
- (3) Μετρήστε προσεκτικά το μήκος της διαδρομής των σωλήνων (από το εσωτερικό τμήμα μέχρι το εξωτερικό). Βεβαιωθείτε ότι μετρήσατε σωστά το μήκος των σωλήνων. Προσθέστε στο μήκος της διαδρομής των σωλήνων και 15 περίπου εκατοστά για κάθε κάμψη (αλλαγή κατεύθυνσης) και 15-20 cm για τη διαμόρφωση των άκρων που θα συγκολληθούν.



Σχήμα 4.4 Εξωτερικό τμήμα διαιρούμενης κλιματιστικής μονάδας με κολλητές βαλβίδες service

- (4) Με οδηγό τις αναμονές σύνδεσης των σωλήνων στις βαλβίδες service της εξωτερικής μονάδας, επιλέξτε τη διάμετρο των σωλήνων που θα χρησιμοποιήσετε για τη σύνδεση των δύο τμημάτων της μονάδας.
- (5) Ξετυλίξτε, με τη σωστή διαδικασία, από τις κουλούρες των χαλκοσωλήνων το **μήκος που απαιτεί η διαδρομή**. Μετρήστε προσεκτικά το απαιτούμενο μήκος με μετροταινία. Το ολικό μήκος κάθε σωλήνα θα είναι:

$$L_{\text{ολικό}} = L_{\text{διαδρομής}} + L_{\text{κάμψεων}} + L_{\text{σύνδεσης}}$$

- (6) Χρησιμοποιώντας έναν κόφτη χαλκοσωλήνων, **κόψτε** το χαλκοσωλήνα αναρρόφησης και κατάθλιψης στο σωστό μήκος. Ταπώστε το υπόλοιπο κομμάτι του χαλκοσωλήνα (της κουλούρας) με τις ειδικές τάπες που φέρουν τα δύο άκρα της κουλούρας από το εργοστάσιο παραγωγής του σωλήνα.
- (7) **Τοποθετήστε** λίγη ταινία στα άκρα των σωλήνων που θα χρησιμοποιήσετε, ώστε να εμποδιστεί η είσοδος κάθε ξένου σωματιδίου στο εσωτερικό των σωλήνων (σκόνη κλπ.).



Σχήμα 4.5 Η μόνωση των σωλήνων ψυκτικού

- (8) Μονώστε το σωλήνα της αναρρόφησης με τους ειδικούς μονωτικούς σωλήνες.
- (9) **Ξετρυπήστε** με τρυπάνι (ποτηροτρύπανο) τα σημεία (τοίχους, οροφή κλπ.) από τα οποία θα περάσουν οι σωλήνες. Φροντίστε ώστε το άνοιγμα της τρύπας να είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να περάσουν άνετα οι σωλήνες ψυκτικού ρευστού με τη μόνωση, ο σωλήνας συμπτυκνωμάτων και τα καλώδια ελέγχου.
- (10) Διαμορφώστε κάθε σωλήνα ψυκτικού χωριστά, έτσι ώστε να σχηματιστεί η ακριβής διαδρομή κάθε σωλήνα από το εσωτερικό έως το εξωτερικό τμήμα της κλιματιστικής μονάδας. Πραγματοποιήστε τις απαιτούμενες κάμψεις με το χέρι ή με κουρμπαδόρο.



Σχήμα 4.6 Η διαμόρφωση του δικτύου των σωλήνων ψυκτικού με τα χέρια (χωρίς κουρμπαδόρο). Η ακτίνα κάμψης σ' αυτές τις περιπτώσεις δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 100 mm

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Αν η διαδρομή των σωληνώσεων είναι μεγάλη και με πολλές κάμψεις (αλλαγές κατεύθυνσης), μπορείτε να χωρίσετε το δίκτυο των σωληνώσεων σε δύο ή περισσότερα τμήματα και μετά να τα ενώσετε επιτόπου με εκτόνωση και σκληρή συγκόλληση.

- (11) Τυλίξτε με ειδική ταινία προστασίας το κομμάτι του σωλήνα που φέρει μόνωση **armaflex** (αναρρόφησης) και που θα εκτεθεί στο περιβάλλον (κυρίως στον ήλιο).
- (12) Δέστε τους δύο σωλήνες (αναρρόφησης-κατάθλιψης) μαζί με τα καλώδια εντολών που προβλέπονται από τον κατασκευαστή της μονάδας (βλέπε σχετικές οδηγίες του κατασκευαστή).
- (13) Αρχίστε τώρα να «**περνάτε**» τη σωλήνωση προσεκτικά από τις τρύπες που ανοίξατε σε τοίχους, δάπεδα κλπ.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Σ' αυτή τη φάση εργασίας χρειάζονται δύο ή τρεις μαθητές για τη μεταφορά και το πέρασμα των σωλήνων από τις τρύπες. Ο πρώτος κρατά την αρχή της σωλήνωσης και καθοδηγεί τη διαδικασία στο πέρασμα των σωλήνων. Ο δεύτερος βρίσκεται σε κάθε τρύπα από την οποία θα περάσει η σωλήνωση και βοηθάει (σπρώχνει) στο πέρασμα της σωλήνωσης από τις τρύπες. Ο τελευταίος κρατάει το τέλος της σωλήνωσης και βοηθάει (σπρώχνει) στη μετακίνηση της σωλήνωσης μέσα από τις τρύπες, μέχρι να φθάσουν οι σωλήνες στο εξωτερικό τμήμα της μονάδας.

- (14) Αφού τελειώσει το πέρασμα των σωλήνων **προετοιμάστε** τα άκρα τους για να κολληθούν με τις αντίστοιχες υποδοχές του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος της μονάδας. Συνήθως τα σημεία συγκόλλησης, που βρίσκονται στο εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα της κλιματικής μονάδας, έχουν εκτονωθεί στο εργοστάσιο κατασκευής τους και είναι έτοιμα για συγκόλληση.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η προετοιμασία περιλαμβάνει:

- Κάθετο κόψιμο των χαλκοσωλήνων με το σωληνοκόφτη.

- Καθάρισμα των άκρων από τα γρέζια με ξύστρα καθαρισμού.
- Καθάρισμα των άκρων που θα συγκολληθούν.
- Τοποθέτηση πάστας καθαρισμού για χαλκοκόλληση.

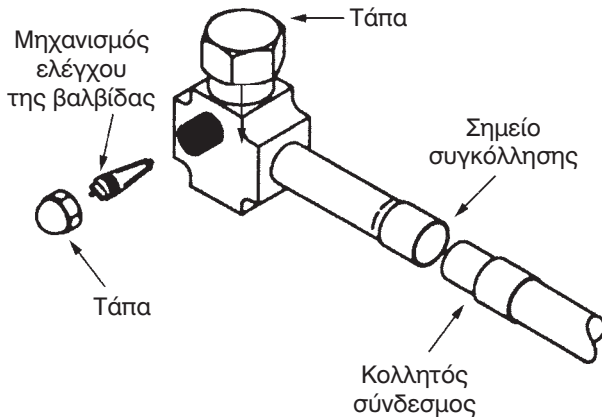
(15) Κολλήστε πρώτα τα άκρα των σωλήνων στο εσωτερικό τμήμα της μονάδας ακολουθώντας τη διαδικασία χαλκοκόλλησης που μάθατε στη Β' τάξη του Α' κύκλου.

(16) Στερεώστε τους σωλήνες και τα καλώδια εντολών στον τοίχο ή σε άλλα πρόσφορα σημεία της οικοδομής, ώστε να μην πάλλονται από τους κραδασμούς που προκαλεί η μονάδα όταν λειτουργεί.



ΠΡΟΣΟΧΗ

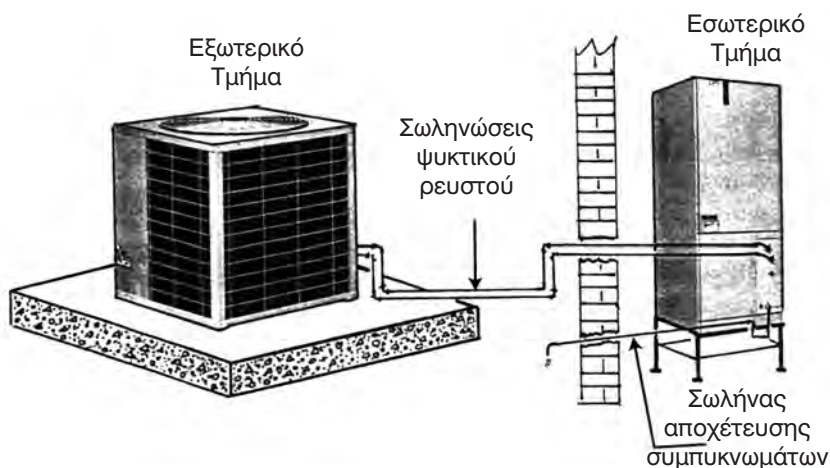
Πριν αρχίσετε την κόλληση των σωλήνων στις βαλβίδες service, που βρίσκονται στο εξωτερικό τμήμα της μονάδας, **αφαιρέστε τον εσωτερικό μηχανισμό ελέγχου των βαλβίδων**, ώστε να μην καταστραφεί από υπερθέρμανση. Αν δεν υπάρχει η δυνατότητα να αφαιρεθεί ο εσωτερικός μηχανισμός της βαλβίδας, τοποθετήστε πάνω στη βαλβίδα, στην οποία κολλάτε, ένα βρεγμένο πανί και κατευθύνετε τη φλόγα έξω από τα όρια της βαλβίδας.



Σχήμα 4.7 (Α) Αφαιρέστε το μηχανισμό της βαλβίδας service πριν αρχίσετε τη συγκόλληση

(17) Κολλήστε με προσοχή τους σωλήνες αναρρόφησης και κατάθλιψης στις υποδοχές των βαλβίδων service που βρίσκονται στο εξωτερικό τμήμα της μονάδας.

- (18) Ελέγξτε προσεκτικά τα σημεία συγκόλλησης και καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου να ελέγξει την εργασία σας.

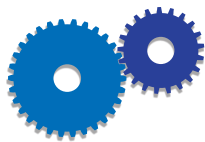


Σχήμα 4.8 Η σύνδεση των δύο τμημάτων κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου.

- (19) Συζητήστε με τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου τις δυσκολίες που συναντήσατε σε όλες τις φάσεις της εργασίας σας και σημειώστε τις παρατηρήσεις του.
- (20) Παραδώστε τα εργαλεία και τα υπόλοιπα υλικά στην αποθήκη του εργαστηρίου σας, έτοιμα για την επόμενη χρήση.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Ποια είδη χαλκοσωλήνων χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κλιματιστικών μονάδων;
2. Σε ποιες θερμοκρασίες πραγματοποιούνται οι μαλακές συγκολλήσεις και σε ποιες οι σκληρές;
3. Ποια προφυλακτικά μέτρα πρέπει να παίρνουμε κατά τη χρήση της συσκευής (O-A);
4. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η διάμετρος των σωληνώσεων μίας μονάδας κλιματισμού διαιρούμενου τύπου;
5. Γιατί στις περιπτώσεις που η υψομετρική διαφορά μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής μονάδας είναι μεγαλύτερη των 6m πρέπει να τοποθετείται ελαιοπαγίδα;
6. Γιατί οι σωλήνες των κλιματιστικών μονάδων πρέπει να μονώνονται και να τυλίγονται με ειδική ταινία;
7. Ποια μέτρα πρέπει να παίρνονται κατά τη συγκόλληση των σωλήνων στις βαλβίδες service των μονάδων κλιματισμού;



ΑΣΚΗΣΗ 5η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στη διαδικασία ελέγχου της στεγανότητας των σωλήνων ψυκτικού ρευστού, που συνδέουν το εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα μίας κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου (split).
- Να ασκηθούν στον εντοπισμό υπάρχουσας διαρροής και την επιδιόρθωσή της.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Είναι γνωστό ότι το ψυκτικό κύκλωμα (οι σωλήνες που συνδέουν το εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα) των μονάδων κλιματισμού απευθείας εκτόνωσης πρέπει να είναι στεγανό. Αν το ψυκτικό κύκλωμα δεν είναι απόλυτα στεγανό, λόγω της πίεσης που επικρατεί στο εσωτερικό των σωλήνων, θα δημιουργηθούν απώλειες ψυκτικού ρευστού (στη περίπτωση μας R_{22}). Συνέπεια μιας διαρροής ψυκτικού ρευστού από έλλειψη στεγανότητας του δικτύου είναι να βρεθεί κάποια στιγμή η κλιματιστική μονάδα χωρίς ψυκτικό ρευστό ή με πολύ μικρή ποσότητα. Η έλλειψη ικανοποιητικής ποσότητας ψυκτικού ρευστού στη μονάδα δημιουργεί:

- Χαμηλή απόδοση της μονάδας.
- Συνεχή λειτουργία της μονάδας χωρίς αποτέλεσμα (ψύξης ή θέρμανσης).
- Υπερθέρμανση του συμπιεστή (κυρίως αν ψύχεται από το ψυκτικό αέριο της αναρρόφησης).
- Αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (λόγω της συνεχούς λειτουργίας της μονάδας).
- Συνεχές STOP-START (σταμάτημα-ξεκίνημα) της μονάδας από ενεργοποίηση του πρεσσοστάτη (πιεζοστάτη) χαμηλής πίεσης. **Προσοχή**, εδώ ο πρεσσοστάτης χαμηλής πίεσης παίζει το ρόλο ασφαλιστικού

μέσου και όχι ελέγχου της θερμοκρασίας χώρου, όπως συμβαίνει στις εγκαταστάσεις ψύξης.

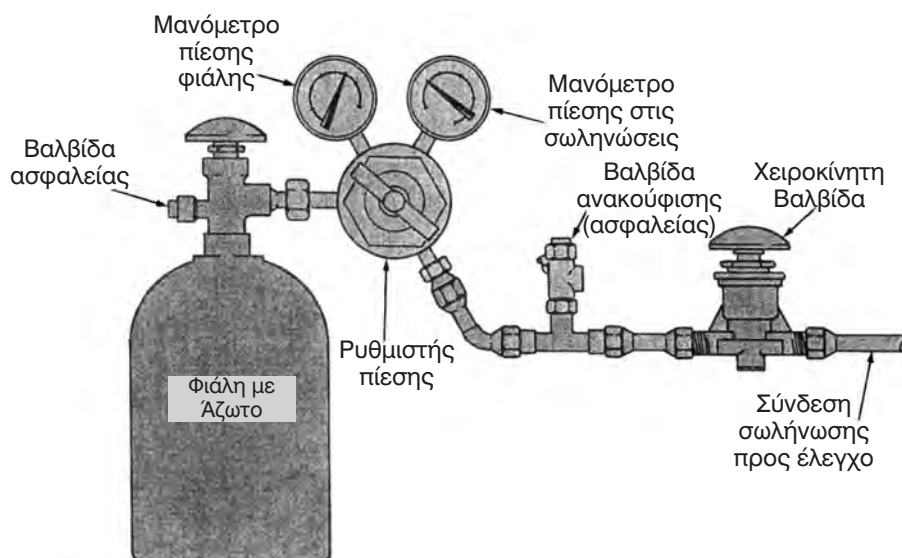
- **Αυξημένη συμμετοχή στην καταστροφή του στρώματος του όζοντος.**

Γι' αυτό, σε κάθε περίπτωση νέας εγκατάστασης κλιματιστικής μονάδας, επιβάλλεται ένας σχολαστικός έλεγχος στεγανότητας των σωληνώσεων πριν από τη δημιουργία κενού.

Ο έλεγχος στεγανότητας των σωληνώσεων ψυκτικού μπορεί να γίνει:

- Με άζωτο (απαλλαγμένο από υγρασία).
- Με ψυκτικό ρευστό ίδιο με εκείνο που λειτουργεί η μονάδα (στην περίπτωση μας με R₂₂).

Η διαδικασία ελέγχου της στεγανότητας των σωληνώσεων με **άζωτο** απαιτεί ειδική συσκευή και μεγάλη προσοχή στη διαδικασία χειρισμού της. Το άζωτο όμως δεν συμβάλλει στην **καταστροφή του όζοντος ή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου**. Γι' αυτό και μετά τη χρήση του μπορεί να ελευθερωθεί στο περιβάλλον.



Σχήμα 5.1 Συσκευή ελέγχου στεγανότητας σωληνώσεων ψυκτικού με άζωτο

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Για τον έλεγχο στεγανότητας των σωληνώσεων κλιματιστικής μονάδας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και **διοξείδιο του άνθρακα** αντί του αζώτου.

Η πίεση που επικρατεί μέσα στη φιάλη του αζώτου είναι περίπου **140 bar**, ενώ σε φιάλες διοξειδίου του άνθρακα η πίεση είναι περίπου **55 bar**. Γι' αυτό και στις δύο περιπτώσεις η συσκευή ελέγχου της στεγανότητας θα πρέπει να είναι εφοδιασμένη με **ρυθμιστή πίεσης, μανόμετρα και βαλβίδες ασφαλείας (ανακούφισης)**. Η πίεση δοκιμής στην οποία θα πρέπει να ρυθμισθεί η συσκευή αζώτου δεν θα πρέπει να ξεπερνά σε καμία περίπτωση την πίεση συμπίκνωσης για το ψυκτικό ρευστό της μονάδας. **Για την περίπτωση του R_{22} δεν πρέπει η πίεση δοκιμής να ξεπερνά τα 15-16 bar**. Γενικά θα λέγαμε ότι μία πίεση 10-12 bar θεωρείται ικανοποιητική για τον έλεγχο της στεγανότητας.



ΠΡΟΣΟΧΗ

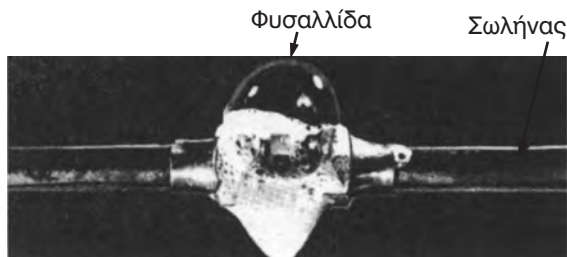
Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείτε άζωτο ή διοξείδιο του άνθρακα για έλεγχο στεγανότητας των σωληνώσεων, ποτέ μην ξεπερνάτε τα όρια πίεσης που αναφέρονται πιο πάνω. **Υπάρχει κίνδυνος να εκραγεί το δίκτυο των σωληνώσεων και να προκληθούν ατυχήματα και ζημιές στο χώρο του εργαστηρίου.**



ΠΡΟΣΟΧΗ

Ποτέ μη χρησιμοποιείτε οξυγόνο ή ασετιλίνη για δοκιμή στεγανότητας των σωληνώσεων. Το οξυγόνο μπορεί να προκαλέσει έκρηξη αν συναντήσει λάδι (ψυκτέλαιο) ή γράσο σε κάποιο σημείο της εγκατάστασης. Επίσης, η ασετιλίνη μπορεί να εκραγεί όταν η πίεση ξεπεράσει τα 1-2 bar (100-200 Kpa).

Ο εντοπισμός του σημείου (ή σημείων) διαρροής με τη χρήση αζώτου γίνεται συνήθως με τη μέθοδο του σαπουνοδιαλύματος. Η μέθοδος αυτή συνίσταται στο σχηματισμό φυσαλίδων στα σημεία διαρροής (Σχήμα 5-2).



Σχήμα 5.2 Ανίχνευση διαρροών με σαπουνοδιάλυμα σε σωλήνα που έχει συνδεθεί με παροχή αζώτου

Η μέθοδος ελέγχου της στεγανότητας των σωληνώσεων στις εγκαταστάσεις κλιματισμού με άζωτο δίνει πολύ καλά αποτελέσματα ελέγχου, είναι μικρού κόστους και δεν καταστρέφει το όζον (είναι οικολογικό ρευστό).

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, ο έλεγχος στεγανότητας των σωληνώσεων κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου μπορεί να γίνει και με ψυκτικό ρευστό ίδιο μ' εκείνο με το οποίο λειτουργεί η μονάδα π.χ. R_{22} .

Βέβαια η μέθοδος ελέγχου στεγανότητας με ψυκτικό ρευστό της κατηγορίας των χλωροφθορανθράκων (cfc's), όπως είναι το R_{22} , παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα, όπως:

- Το πρεσάρισμα των σωληνώσεων με R_{22} απαιτεί μία υπολογίσιμη ποσότητα ψυκτικού ρευστού (ανάλογη με το μήκος των σωληνώσεων).
- Μετά τον έλεγχο στεγανότητας, το ψυκτικό ρευστό πρέπει να συγκεντρωθεί πάλι σε φιάλη ψυκτικού, είτε διαπιστωθεί διαρροή είτε όχι, διότι:
 - α) Δεν επιτρέπεται να ελευθερωθεί στο περιβάλλον (καταστρέφει το όζον),
 - β) Είναι ακριβό στην αγορά του.
 - γ) Οι σωληνώσεις κατά την εγκατάστασή τους περιέχουν αέρα και υγρασία. Επομένως, το ψυκτικό ρευστό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για το πρεσάρισμα των σωλήνων δεν είναι καθαρό για να φορτίσουμε τη μονάδα. Θα πρέπει να φυλαχτεί σε χωριστή φιάλη και να χρησιμοποιείται μόνο για πρεσάρισμα νέων εγκαταστάσεων.
- Η όλη διαδικασία ελέγχου της στεγανότητας των σωληνώσεων με R_{22} διαρκεί περισσότερο χρόνο και κοστίζει περισσότερο από τη διαδικασία ελέγχου με άζωτο.

Οι μέθοδοι διαπίστωσης διαρροής σε σωληνώσεις με R_{22} είναι γνωστές από ανάλογες ασκήσεις του Α΄ κύκλου (Β΄ τάξη). Οι συνηθέστερες μέθοδοι είναι:

- Με λυχνία Halide (χειλάιντ).
- Με ηλεκτρονικό ανιχνευτή.
- Και βέβαια με σαπουνοδιάλυμα (υγρό σαπούνι).



Σχήμα 5.3 Ηλεκτρονικός ανιχνευτής διαρροών για χλωροφθοράνθρακες (cfc's).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Μερικοί τεχνίτες ψυκτικοί πρεσάρουν το δίκτυο σωληνώσεων με μικρή ποσότητα R_{22} και κατόπιν προσθέτουν άζωτο για να αυξήσουν την πίεση δοκιμής. Η παρουσία του R_{22} στις σωληνώσεις δίνει τη δυνατότητα στις συσκευές ανίχνευσης διαρροών, όπως η λυχνία Halide ή ο ηλεκτρονικός ανιχνευτής, να λειτουργήσουν. Αφού τελειώσει ο έλεγχος διαρροών, το μείγμα αζώτου/ R_{22} ελευθερώνεται στο περιβάλλον γιατί η ποσότητα του R_{22} είναι σχετικά μικρή.

A. ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΑΖΩΤΟ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η σωλήνωση ψυκτικού ρευστού έχει ήδη κατασκευαστεί και τα δύο τμήματα (εσωτερικό και εξωτερικό) της μονάδας κλιματισμού έχουν συνδεθεί (κοληθεί ή συνδεθεί με ρακόρ) σε προηγούμενη άσκηση.

3. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

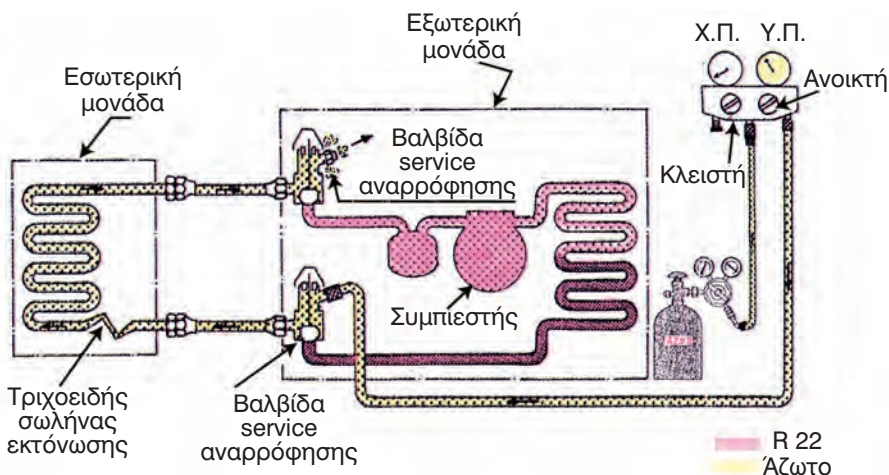
- (1) Ημικεντρική μονάδα κλιματισμού διαιρούμενου τύπου, στην οποία έχει κατασκευαστεί και συνδεθεί το δίκτυο των σωληνώσεων.
- (2) Συσκευή ελέγχου στεγανότητας με **φιάλη αζώτου**, που συνοδεύεται με όλα τα εξαρτήματα ελέγχου και ασφαλείας (βλέπε Σχήμα 5-1)
- (3) Κάσα μανομέτρων και εύκαμπτοι σωλήνες 1/4".
- (4) Σειρά από εξάγωνα κλειδιά Allen.
- (5) Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων service.
- (6) Σειρά από κατσαβίδια κοινά .
- (7) Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- (8) Σαπουνοδιάλυμα (νερό και υγρό σαπούνι).
- (9) Πινελάκι για την επάλειψη των πιθανών σημείων διαρροής με σαπουνοδιάλυμα.

4. Πορεία εργασίας (με χρήση αζώτου)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η πορεία εργασίας που αναπτύσσεται πιο κάτω προϋποθέτει βαλβίδες service αναρρόφησης και κατάθλιψης με υποδοχή σύνδεσης κάσας μανομέτρων.

- (1) Βεβαιωθείτε ότι οι βαλβίδες service που βρίσκονται στο εξωτερικό τμήμα της κλιματιστικής μονάδας είναι κλειστές (τέρμα δεξιά). Επίσης βεβαιωθείτε ότι η βαλβίδα ελέγχου της φιάλης του αζώτου είναι κλειστή και ο ρυθμιστής πίεσης στην πίσω θέση (τέρμα αριστερά).
- (2) Συνδέστε τη μεσαία υποδοχή της κάσας μανομέτρων στη συσκευή με τη φιάλη αζώτου και σφίξτε το ρακόρ καλά.



Σχήμα 5.4 Διαδικασία ελέγχου στεγανότητας κλιματιστικής μονάδας με άζωτο

- (3) Συνδέστε την υποδοχή της υψηλής πίεσης της κάσας μανομέτρων, με τη βαλβίδα service της κατάθλιψης (Σχήμα 5-4). Σφίξτε καλά το ρακόρ.
- (4) **Ανοίξτε** τη βάνα της υψηλής πίεσης της κάσας μανομέτρων και **κλείστε** καλά τη βάνα της χαμηλής πίεσης.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Τοποθετήστε τη φιάλη αζώτου σε όρθια θέση, ώστε το άζωτο που θα εισέλθει στις σωληνώσεις **να είναι πάντα σε αέρια κατάσταση**.

- (5) Ανοίξτε προοδευτικά τη βάνα της φιάλης αζώτου. Με τη βοήθεια του ρυθμιστή πίεσης, αυξήστε σιγά-σιγά την πίεση στη γραμμή τροφοδότησης με άζωτο, μέχρι η ένδειξη στο μανόμετρο να φτάσει τα **10 bar**. **Όταν η πίεση φτάσει τα 10 bar, κλείστε καλά τη βάνα της φιάλης του αζώτου.**
- (6) Μ' ένα πινελάκι επαλείψτε με σαπουνοδιάλυμα όλες τις συνδέσεις των σωληνώσεων (κολλητές και βιδωτές).
- (7) **Αν σε κάποιο σημείο παρατηρήσετε φυσαλίδες, υπάρχει διαρροή και επομένως θα πρέπει να διορθωθεί.**
- (8) Αφού διορθώσετε τη διαρροή, θα πρέπει να επαναλάβετε τη διαδικασία ελέγχου με άζωτο. Όταν διαπιστώσετε ότι το δίκτυο των σωληνώ-

σεων είναι απόλυτα στεγανό (δεν υπάρχει διαρροή), αφήστε το άζωτο που βρίσκεται στις σωληνώσεις να ελευθερωθεί στο περιβάλλον, ξεβιδώνοντας (λασκάροντας) το ρακόρ σύνδεσης των μανομέτρων στη βαλβίδα service της μονάδας.

- (9) Αφαιρέστε την κάσα μανομέτρων και ετοιμαστείτε για τις επόμενες φάσεις της εγκατάστασης (δημιουργία κενού, φόρτιση με ψυκτικό ρευστό).
- (10) Παραδώστε τις συσκευές και τα εργαλεία στην αποθήκη του εργαστηρίου και καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου να αξιολογήσει την εργασία σας.

B. ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ (με ψυκτικό ρευστό R_{22})

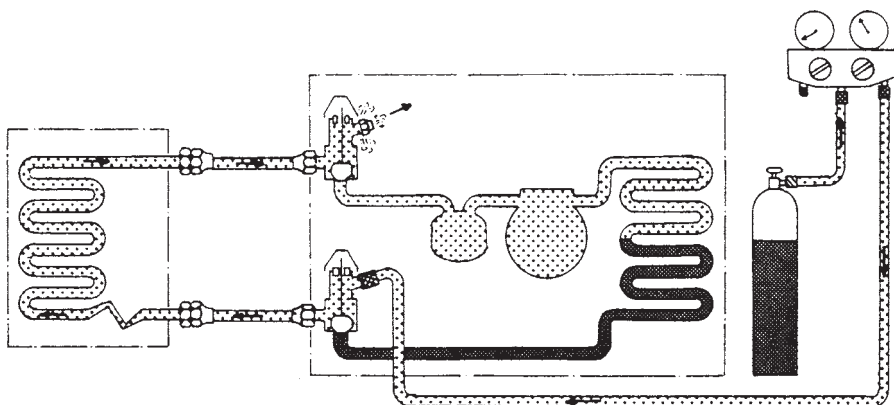
5. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

- (1) Ημικεντρική μονάδα κλιματισμού εγκατεστημένη (δισαιρούμενου τύπου), η οποία φέρει βαλβίδες service με υποδοχή σύνδεσης της κάσας των μανομέτρων.
- (2) Φιάλη με ψυκτικό ρευστό ίδιο με εκείνο που λειτουργεί η μονάδα. Στην περίπτωση μας R_{22} .
- (3) Κάσα μανομέτρων και εύκαμπτοι σωλήνες (λάστιχα) σύνδεσης των μανομέτρων.
- (4) Λυχνία Halide (χειλάιντ) ή ηλεκτρονικό ανιχνευτή.
- (5) Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων service.
- (6) Εξάγωνο κλειδιά Allen.
- (7) Κατσαβίδια.
- (8) Γερμανικά κλειδιά.

6. Πορεία εργασίας

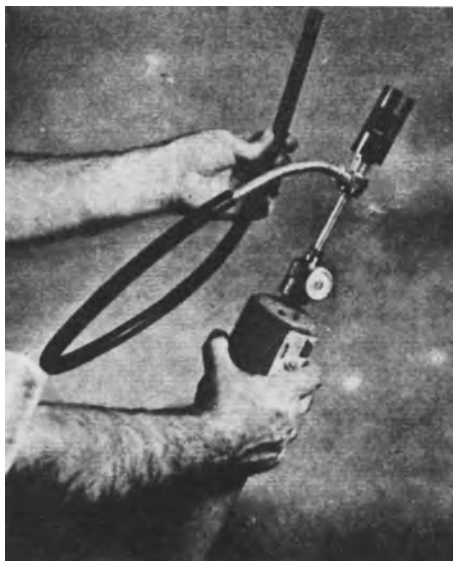
- (1) Συνδέστε το μεσαίο σύνδεσμο της κάσας των μανομέτρων στη φιάλη με ψυκτικό R_{22} .
- (2) Συνδέστε το μαστό της υψηλής πίεσης της κάσας των μανομέτρων με τη βαλβίδα service της κατάθλιψης (υγρού) της μονάδας.
- (3) Κλείστε καλά τις βάνες υψηλής και χαμηλής πίεσης της κάσας των μανομέτρων
- (4) Ανοίξτε τη βαλβίδα ελέγχου της φιάλης του R_{22} και κατόπιν τη βάνα

υψηλής πίεσης της κάσας των μανομέτρων.



Σχήμα 5.5 Διαδικασία ελέγχου στεγανότητας διαιρούμενης κλιματιστικής μονάδας με ψυκτικό R_{22} .

- (5) Όταν γεμίσουν οι σωληνώσεις με ψυκτικό, κλείστε τη βάνα υψηλής πίεσης της κάσας των μανομέτρων και τη βαλβίδα της φιάλης του R_{22} .
- (6) Αρχίστε τη διαδικασία ελέγχου στεγανότητας των σωληνώσεων και των σημείων σύνδεσής τους με λυχνία Halide, ακολουθώντας τη διαδικασία που μάθατε στη Β΄ τάξη του Α΄ κύκλου, δηλαδή:
 - α) Ανάψτε τον καυστήρα (μπεκ) της λυχνίας Halide και ρυθμίστε τη φλόγα σ' ένα μέτριο μέγεθος.
 - β) Πλησιάστε το άκρο του ανιχνευτικού σωλήνα της λυχνίας Halide σε όλα τα πιθανά σημεία διαρροής (κολλήσεις, ρακόρ κλπ.).
 - γ) Ελέγχετε σε κάθε μετακίνηση του σωλήνα ανίχνευσης **το χρώμα της φλόγας**. Όταν το χρώμα της φλόγας αλλάξει σε **βαθύ πράσινο** υπάρχει μικρή διαρροή. Όταν το χρώμα της φλόγας γίνεται **ζωηρό μπλε** η διαρροή είναι μεγάλη. Στις περιπτώσεις πολύ μεγάλων διαρροών ή χώρων κορεσμένων από ψυκτικό cfc's (R_{12} , R_{22} κλπ.), το χρώμα της φλόγας γίνεται **βιολετί**.



Σχήμα 5.6 Λυχνία Halide για την ανίχνευση διαρροών χλωροφθορανθράκων (cfc's)



ΠΡΟΣΟΧΗ

Κατά την ανίχνευση διαρροών με λυχνία Halide, η συσκευή πρέπει πάντα να βρίσκεται σε όρθια θέση.

- (7) Αν διαπιστώσετε διαρροή, θα πρέπει να αφαιρεθεί το ψυκτικό ρευστό R_{22} από τις σωληνώσεις και να επισκευαστεί το σημείο διαρροής, ώστε να πετύχετε απόλυτη στεγανότητα. Μετά την επισκευή, θα πρέπει να πρεσαριστεί πάλι το δίκτυο των σωληνώσεων με R_{22} και να γίνει πάλι ανίχνευση διαρροών με τη διαδικασία που αναπτύχθηκε πιο πάνω.



ΠΡΟΣΟΧΗ

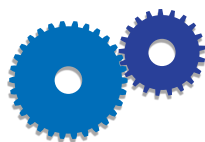
Παρά το γεγονός ότι το R_{22} είναι ασφαλές ψυκτικό ρευστό (δεν είναι τοξικό, δεν εκρήγνυται κλπ.), όταν καίγεται δίνει αέρια υψηλής τοξικότητας. Γι' αυτό, η ανίχνευση διαρροών σε κλειστούς χώρους θα πρέπει να είναι σύνητομη. Επίσης θα πρέπει να αποφεύγονται κολλήσεις με φλόγα σε χώρους κορεσμένους από R_{22} .

- (8) Αφού τελειώσει ο έλεγχος στεγανότητας των σωληνώσεων με R_{22} , αποσυνδέστε την κάσα των μανομέτρων από τη φιάλη του R_{22} και από τη βαλβίδα service της μονάδας. Η μονάδα είναι έτοιμη για την αφαίρεση του αέρα και της υγρασίας (δημιουργία κενού).
- (9) Τοποθετήστε τα καπάκια των βαλβίδων service και μαζέψτε όλα τα όργανα και τις συσκευές που χρησιμοποιήσατε.
- (10) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου για παρατηρήσεις και εκτίμηση της εργασίας σας.
- (11) Παραδώστε στην αποθήκη του εργαστηρίου συσκευές και εργαλεία καθαρά και έτοιμα για νέα χρήση.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες είναι οι επιπτώσεις της έλλειψης ικανοποιητικής ποσότητας ψυκτικού ρευστού στις κλιματιστικές μονάδες;
2. Με ποιους τρόπους μπορούμε να κάνουμε έλεγχο στεγανότητας των σωληνώσεων μίας μονάδας κλιματισμού;
3. Ποια είναι συνήθως η πίεση στις φιάλες αζώτου και ποια στις φιάλες διοξειδίου του άνθρακα;
4. Σχεδιάστε πρόχειρα τη συσκευή ελέγχου στεγανότητας των σωληνώσεων με άζωτο και τοποθετήστε όλα τα απαραίτητα όργανα και εξαρτήματα για την ασφαλή διαδικασία του ελέγχου των σωληνώσεων.
5. Ποια είναι η μέγιστη πίεση δοκιμής των σωληνώσεων εγκατάστασης κλιματισμού που λειτουργούν με R_{22} .
6. Γιατί **δεν πρέπει ποτέ** να γίνεται δοκιμή στεγανότητας σωληνώσεων εγκατάστασης μονάδων κλιματισμού με **οξυγόνο ή ασετιλίνη**;
7. Γιατί θα πρέπει να αποφεύγονται οι κολλήσεις σε χώρους που έχει προηγηθεί διαρροή R_{22} ;



ΑΣΚΗΣΗ 6η

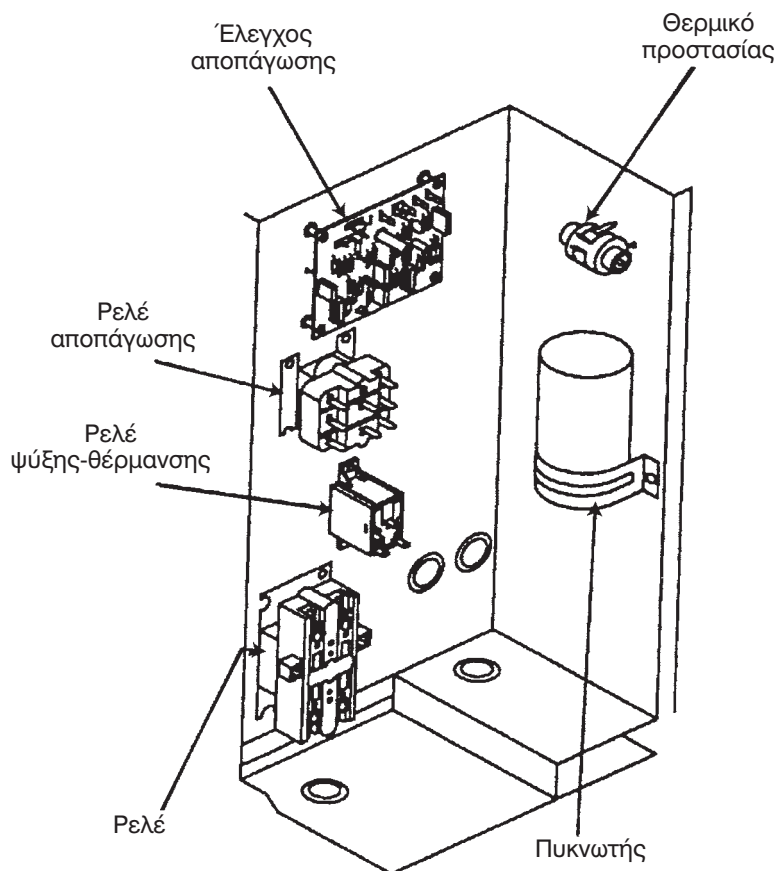
Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΨΥΞΗ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στην ανάγνωση ηλεκτρολογικού σχεδίου, σχετικού με την ηλεκτρική σύνδεση ημικεντρικών μονάδων κλιματισμού.
- Να μάθουν να συνδεσμολογούν το ηλεκτρικό μέρος των διαιρούμενων ημικεντρικών μονάδων κλιματισμού, σύμφωνα με το σχέδιο και τις οδηγίες του κατασκευαστή.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Οι ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού διαιρούμενου τύπου είναι εφοδιασμένες από το εργοστάσιο κατασκευής τους με όλα τα **ηλεκτρικά εξαρτήματα** που απαιτούνται για τη λειτουργία τους καθώς και με τα εξαρτήματα **αυτομάτου ελέγχου και προστασίας τους**.



Σχήμα 6.1 Το ηλεκτρικό τμήμα του εξωτερικού τμήματος ημικεντρικής μονάδας κλιματισμού διαιρούμενου τύπου με τα εξαρτήματα αυτοματισμού

Έτσι μετά την εγκατάσταση του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματός τους, είναι έτοιμες να συνδεθούν με την ηλεκτρική παροχή και να λειτουργήσουν. Για τη λειτουργία και τον έλεγχο των μονάδων αυτού του τύπου απαιτούνται τρεις ηλεκτρικές γραμμές:

- **Η γραμμή ηλεκτρικής παροχής** (μονοφασική ή τριφασική).
- **Η γραμμή ηλεκτρικής σύνδεσης του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος της μονάδας.**
- **Η γραμμή χαμηλής τάσης** (συνήθως 24 V).

Η γραμμή ηλεκτρικής παροχής ξεκινάει από τον ηλεκτρικό πίνακα του κλιματιζόμενου χώρου και καταλήγει (μέσω του αυτόματου διακόπτη) στους ακροδέκτες του συμπιεστή που βρίσκεται στο εξωτερικό τμήμα της

μονάδας. Στον ηλεκτρικό πίνακα η γραμμή ελέγχεται από διακόπτη (μονοφασικό ή τριφασικό) και ασφαρίζεται από ασφάλειες ανάλογες προς τη διατομή των αγωγών της γραμμής παροχής. Οι διαδικασίες εγκατάστασης, ελέγχου και ασφάλισης ηλεκτρικών παροχών αναφέρονται στους **ελληνικούς κανονισμούς εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων**, οι οποίοι θα πρέπει να τηρούνται αυστηρά.



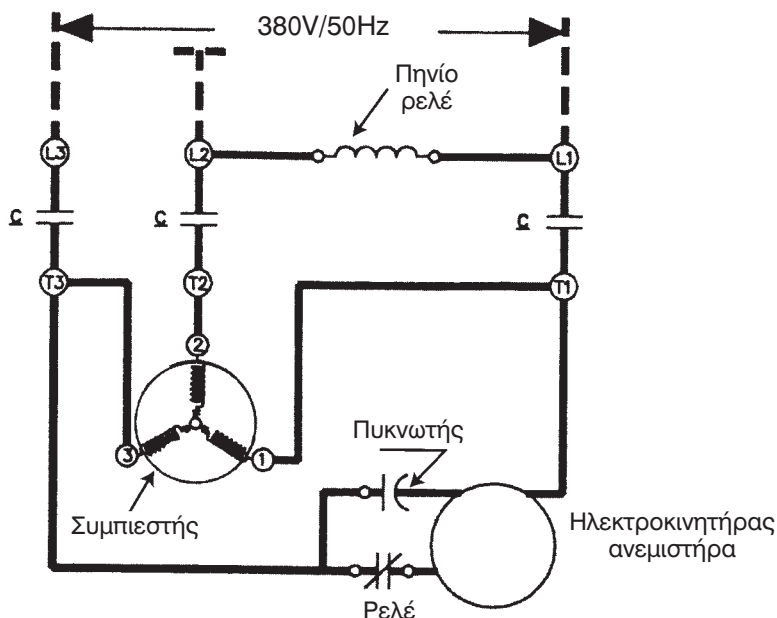
ΠΡΟΣΟΧΗ

Η εγκατάσταση ηλεκτρικών παροχών προς οποιαδήποτε κατανάλωση (μονοφασική ή τριφασική) πρέπει να γίνεται αποκλειστικά και μόνο από αδειούχο ηλεκτρολόγο και όχι από τον τεχνίτη ψυκτικό που κάνει την εγκατάσταση της μονάδας κλιματισμού.

Η διατομή των αγωγών της γραμμής παροχής εξαρτάται από την ισχύ της μονάδας. Η επιλογή της διατομής αναφέρεται σε σχετικούς πίνακες των κανονισμών εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Βέβαια στις περιπτώσεις που η απόσταση μεταξύ του εξωτερικού τμήματος της μονάδας και του ηλεκτρικού πίνακα είναι πολύ μεγάλη, καλό θα είναι να επιλέγεται η αμέσως μεγαλύτερη διατομή αγωγών από εκείνη που δίνει **ο πίνακας επιλογής διατομής καλωδίων**, ώστε να περιορίζεται η υπερβολική πτώση τάσης της γραμμής και τα αρνητικά αποτελέσματα αυτού του φαινομένου.

Όλες οι ηλεκτρικές γραμμές (παροχής, αυτοματισμών κλπ.) 220V ή 380 V θα πρέπει να συνοδεύονται από αγωγό γείωσης, ο οποίος πρέπει να συνδέεται καλά στις θέσεις που προβλέπονται από τον κατασκευαστή.

Η γραμμή χαμηλής τάσης είναι συνήθως 24 V και εξυπηρετεί τις λειτουργίες του θερμοστάτη χώρου. Ο θερμοστάτης τοποθετείται σε αντιπροσωπευτικό σημείο του κλιματιζόμενου χώρου και σε ύψος περίπου **1,8m** από το δάπεδο. Συνδέεται με το εσωτερικό και το εξωτερικό τμήμα της κλιματιστικής μονάδας, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, όπως φαίνεται και στο σχήμα (6.2). Βέβαια κάθε κατασκευαστής κλιματιστικής μονάδας έχει τους δικούς του συμβολισμούς ακροδεκτών, γι' αυτό σε κάθε περίπτωση εγκατάστασης κλιματιστικής μονάδας, θα πρέπει να συμβουλευόμαστε τις οδηγίες και τα ηλεκτρικά διαγράμματα που συνοδεύουν τη μονάδα.



Σχήμα 6.2 Τυπική ηλεκτρική σύνδεση τριφασικής κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου.

Η γραμμή ηλεκτρικής σύνδεσης του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος της μονάδας είναι συνήθως μονοφασική και ακολουθεί τις περισσότερες φορές τις σωληνώσεις του ψυκτικού ρευστού.

Ο αριθμός των αγωγών της γραμμής και η διατομή τους δίνονται σε σχετικό διάγραμμα του κατασκευαστή της μονάδας, το οποίο θα πρέπει να ακολουθείται πιστά, ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες καταστάσεις και αστοχίες στη λειτουργία της μονάδας.

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσσκευές - Υλικά

- (1) Ημικεντρική κλιματιστική μονάδα, διαιρούμενου τύπου, εγκατεστημένη.
- (2) Καλώδια παροχής με διατομή αγωγών ανάλογη προς την ισχύ της μονάδας και τις οδηγίες του κατασκευαστή (συνήθως 5 αγωγοί των mm^2).
- (3) Καλώδια σύνδεσης της εσωτερικής και εξωτερικής μονάδας (συνήθως $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$).
- (4) Καλώδιο σύνδεσης του θερμοστάτη σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή.

- (5) Τριφασικός ηλεκτρικός πίνακας με τριφασικό διακόπτη ελέγχου και ασφάλειες ανάλογες της διατομής των αγωγών που προστατεύουν.
- (6) Ηλεκτρικό τρυπάνι.
- (7) Κολάρα στήριξης (ρόκα) με άνοιγμα ανάλογο των καλωδίων που θα στηρίξουν (βιδωτά ή καρφωτά, ανάλογα με το βάρος των καλωδίων).
- (8) Πλαστικά βύσματα (ούπατ).
- (9) Πλαστικά κορδόνια για να δεθούν τα καλώδια πάνω στους σωλήνες.
- (10) Κόφτης καλωδίων.
- (11) Πένσα ηλεκτρολόγου.
- (12) Εκδορέας καλωδίων (γδάρτης).
- (13) Μυτοτσίμπιδο.
- (14) Κατσαβίδια.
- (15) Μετροταινία.

5. Πορεία εργασίας

- (1) **Κατεβάστε το γενικό διακόπτη** του ηλεκτρικού πίνακα και τοποθετήστε ταμπέλα με την ένδειξη ότι δεν πρέπει να τεθεί ο διακόπτης σε θέση «ON».
- (2) **Αφαιρέστε τις γενικές ασφάλειες** του πίνακα και φυλάξτε τις σε θέση που να ελέγχεται μόνο από τον υπεύθυνο εκπαιδευτικό του εργαστηρίου.
- (3) **Ειδοποιήστε αδειούχο ηλεκτρολόγο** να κατασκευάσει και να συνδέσει τη γραμμή παροχής (από πίνακα μέχρι την εξωτερική μονάδα).
- (4) Μετρήστε και κόψτε το από την κουλούρα το απαιτούμενο μήκος καλωδίων για τη σύνδεση του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος της μονάδας.
- (5) Συνδέστε ηλεκτρολογικά το εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα της μονάδας (μονοφασική γραμμή), σύμφωνα με τις οδηγίες και τα σχέδια του κατασκευαστή.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Στην καθημερινή πρακτική οι εγκαταστάτες ψυκτικοί στερεώνουν (δένουν) το καλώδιο σύνδεσης εσωτερικής και εξωτερικής μονάδας καθώς και το καλώδιο χαμηλής τάσης (θερμοστάτη) πάνω στις σωληνώσεις του ψυκτικού ρευστού.

- (6) Εγκαταστήστε το θερμοστάτη χώρου σε αντιπροσωπευτικό σημείο του κλιματιζόμενου χώρου και σε ύψος 1,8m περίπου από το δάπεδο, ακολουθώντας πάντα τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- (7) Με ειδικό καλώδιο χαμηλής τάσης που περιλαμβάνει τον απαιτούμενο αριθμό αγωγών (με χρώματα) συνδέστε τους ακροδέκτες του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος της κλιματιστικής μονάδας.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Αν κατά τη κατασκευή των γραμμών παροχής- ελέγχου και χαμηλής τάσης (θερμοστάτη)- χρησιμοποιηθούν ηλεκτρικοί σωλήνες, **δεν πρέπει ποτέ να περαστούν μαζί στον ίδιο σωλήνα καλώδια με τάση 380 V ή 220 V και καλώδια χαμηλής τάσης.**

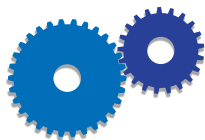
Αυτό απαγορεύεται αυστηρά από τους κανονισμούς εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.

- (8) Ελέγξτε για μια ακόμη φορά προσεκτικά τη συνδεσμολογία της μονάδας σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Επίσης ελέγξτε αν έχει συνδεθεί η γείωση σε όλα τα προβλεπόμενα σημεία.
- (9) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου να ελέγξει την ορθότητα των συνδεσμολογιών σας και τον τρόπο που στερεώσατε τα καλώδια.
- (10) Αν όλα είναι καλά, κλείστε τα καπάκια των σημείων σύνδεσης στο εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα της μονάδας, μαζέψτε και παραδώστε στην αποθήκη του εργαστηρίου τα όργανα, εργαλεία και υπόλοιπα υλικά που έχετε χρεωθεί.
- (11) Γυρίστε τον τριφασικό διακόπτη που ελέγχει τη γραμμή της παροχής της εξωτερικής μονάδας και κάθε άλλο διακόπτη παροχής προς τη μονάδα στη θέση «**OFF**» (κλειστός).
- (12) Ρυθμίστε το θερμοστάτη στη θέση «**OFF**», ώστε να μην μπορεί να λειτουργήσει η μονάδα χωρίς τη δική μας θέληση.
- (13) Τοποθετήστε τις ασφάλειες στο γενικό πίνακα και γυρίστε το γενικό διακόπτη στη θέση «**ON**», ώστε να τροφοδοτηθούν με τάση άλλες καταναλώσεις που συνδέονται στον ίδιο πίνακα.
- (14) Η μονάδα είναι έτοιμη για αρχική εκκίνηση και λειτουργία.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες είναι συνήθως οι ηλεκτρικές γραμμές που απαιτούνται για τη λειτουργία των ημικεντρικών μονάδων κλιματισμού διαιρούμενου τύπου (split);
2. Ποιες προφυλακτικές ενέργειες πρέπει να κάνετε πριν αρχίσετε να εργάζεστε σε ηλεκτρικές γραμμές και ηλεκτρικούς πίνακες;
3. Με ποια κριτήρια επιλέγουμε τη θέση και το ύψος που θα τοποθετηθεί ο **θερμοστάτης χώρου**;
4. Γιατί πρέπει να ελέγχεται με επιμέλεια **η γείωση** όλων των μεταλλικών τμημάτων των κλιματιστικών μονάδων;
5. Με τη βοήθεια των οδηγιών του κατασκευαστή και του εκπαιδευτικού του εργαστηρίου, προσπαθήστε να αναγνωρίσετε όλα τα ηλεκτρικά εξαρτήματα που περιλαμβάνονται στην εσωτερική και εξωτερική μονάδα.
6. Με τη βοήθεια ενός βιβλίου Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων, ελέγξτε αν **οι ασφάλειες των γραμμών** που τροφοδοτούν την κλιματιστική μονάδα είναι οι προβλεπόμενες από τους κανονισμούς για τη διατομή των αγωγών.



ΑΣΚΗΣΗ 7η

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΕΝΟΥ ΣΤΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στις μεθόδους αφαίρεσης του αέρα και της υγρασίας από τις σωληνώσεις ημικεντρικών μονάδων κλιματισμού διαιρούμενου τύπου.
- Να ασκηθούν στο χειρισμό των βαλβίδων service των μονάδων κλιματισμού κατά τις διάφορες φάσεις της δημιουργίας κενού.
- Να μάθουν τα χαρακτηριστικά και το χειρισμό της αντλίας κενού.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Όταν συναρμολογηθεί η κλιματιστική μονάδα (συνδεθούν τα δύο τμήματά της με τις σωληνώσεις αναρρόφησης και κατάθλιψης) και ετοιμαστεί να λειτουργήσει, δύο μόνο υλικά επιτρέπεται να κυκλοφορούν στο ψυκτικό κύκλωμα. Τα υλικά αυτά είναι το ψυκτέλαιο και το ψυκτικό ρευστό. Κάθε άλλο ρευστό στο κύκλωμα είναι απολύτως ανεπιθύμητο. Πολύ περισσότερο **δεν επιτρέπεται να υπάρχει στο ψυκτικό κύκλωμα αέρας ο οποίος συνοδεύεται πάντα με υγρασία.**

Η παρουσία υγρασίας στο ψυκτικό κύκλωμα μπορεί να δημιουργήσει:

- Διαβρώσεις σε μεταλλικά εξαρτήματα της μονάδας κλιματισμού (π.χ. κομβία μπιέλας, κύλινδρος κλπ.).
- Παγοφραγμούς στα εκτονωτικά μέσα των μονάδων, όταν η θερμοκρασία εξάτμισης τύχει να πέσει κάτω από 0°C.

Όπως είναι γνωστό, η παρουσία του ατμοσφαιρικού αέρα στο ψυκτικό κύκλωμα, καθώς και κάθε άλλου υλικού (υγρασία κλπ.) αυξάνει **σοβαρά την πίεση κατάθλιψης**. Η ανεπιθύμητη αυτή αύξηση της πίεσης δημιουργεί:

- Άσκοπη καταπόνηση του συμπιεστή και πρόωρες φθορές.
- Αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (αντιοικονομική λειτουργία).

Για όλους τους παραπάνω λόγους, πριν από τη φόρτιση της κλιματιστικής μονάδας με ψυκτικό ρευστό (R_{22}), θα πρέπει οπωσδήποτε να πραγματοποιηθεί ικανοποιητικό κενό.

Βέβαια, θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι, επειδή το R_{22} μπορεί να δεσμεύσει στη μάζα του σχετικά μεγάλες ποσότητες υγρασίας, σπάνια δημιουργεί φαινόμενα παγοφραγμών. Γι' αυτό στην καθημερινή πρακτική όταν το μήκος των σωληνώσεων είναι σχετικά μικρό, η αφαίρεση του ατμοσφαιρικού αέρα που περιέχουν οι σωληνώσεις γίνεται με τη διοχέτευση και εξαέρωση ψυκτικού ρευστού R_{22} στις σωληνώσεις της μονάδας, το οποίο «σαρώνει» το εσωτερικό των σωληνώσεων και απομακρύνει τον ατμοσφαιρικό αέρα. Ωστόσο, παραμένει στο ψυκτικό κύκλωμα κάποια ποσότητα αέρα και υγρασίας που μπορεί να προκαλέσει τις αρνητικές επιπτώσεις που αναφέρθηκαν πιο πάνω, σε μικρότερο βέβαια βαθμό. Επίσης, **επειδή το R_{22} περιέχει και χλώριο**, η εξαέρωσή του στις σωληνώσεις και στη συνέχεια η απελευθέρωσή του στο περιβάλλον, **έχει αρνητικές επιπτώσεις στο στρώμα του όζοντος**. Για όλους τους παραπάνω λόγους, **επιβάλλεται η δημιουργία κενού** στις σωληνώσεις με τη βοήθεια αντλίας κενού.



Σχήμα 7.1 Συνηθισμένος τύπος αντλίας κενού

Η πορεία εργασίας που ακολουθείται σ' αυτή την άσκηση για την αφαίρεση του αέρα και της υγρασίας από τις σωληνώσεις ψυκτικού ρευστού, βασίζεται στη χρήση αντλίας κενού.

3. Απαιτούμενα εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

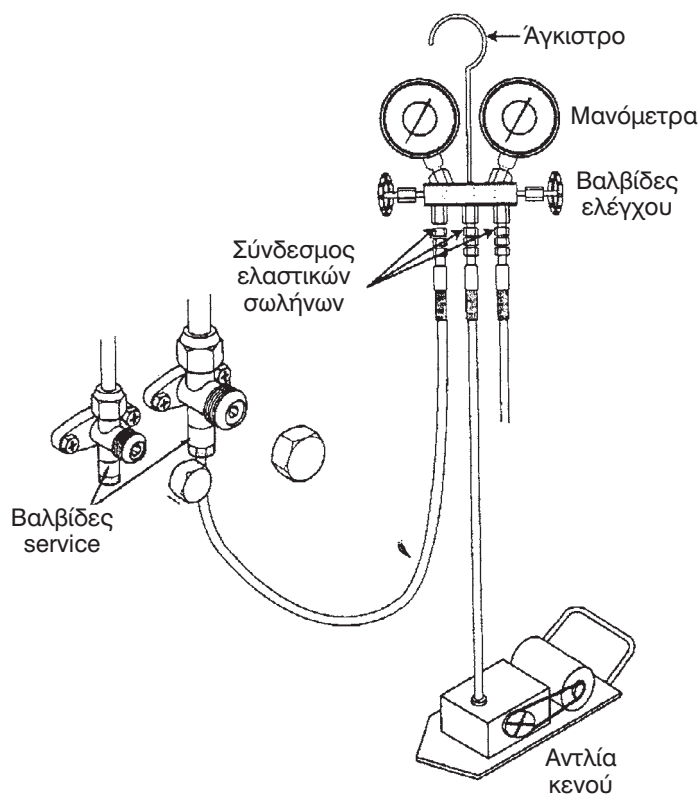
- (1) Ημικεντρική μονάδα κλιματισμού διαιρούμενου τύπου, στην οποία έχουν τοποθετηθεί οι σωληνώσεις.
- (2) Αντλία κενού.
- (3) Μπαλαντέζα με ρευματοδότη (πρίζα) τύπου «σούκο».
- (4) Κάσα μανομέτρων με τους ελαστικούς σωλήνες σύνδεσής της.
- (5) Καστάνια χειρισμού βαλβίδων service.
- (6) Σειρά από εξάγωνα κλειδιά (allen).
- (7) Κατσαβίδια (κοινά και σταυρωτά).
- (8) Κλειδιά γερμανικά (σειρά).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η διαδικασία δημιουργίας κενού, που αναπτύσσεται πιο κάτω, προϋποθέτει βαλβίδες service με υποδοχή σύνδεσης της κάσας μανομέτρων και στις δύο βαλβίδες service της κλιματιστικής μονάδας (αναρρόφησης-κατάθλιψης).

4. Πορεία εργασίας

- (1) Αφαιρέστε τα καπάκια των βαλβίδων service της μονάδας.
- (2) Ελέγξτε αν οι βαλβίδες είναι κλειστές (τέρμα δεξιά).
- (3) Συνδέστε τη μεσαία υποδοχή της κάσας των μανομέτρων με την αντλία κενού.
- (4) Συνδέστε τους ελαστικούς σωλήνες (λάστιχα) χαμηλής και υψηλής πίεσης της κάσας των μανομέτρων με τις αντίστοιχες βαλβίδες service της μονάδας.



Σχήμα 7.2 Η σύνδεση της αντλίας κενού με την κάσα τωνμανομέτρων και με τις αντίστοιχες βαλβίδες service της μονάδας

- (5) Ανοίξτε τις βάνες χαμηλής και υψηλής πίεσης της κάσας μανομέτρων (τέρμα αριστερά).
- (6) Λειτουργήστε την αντλία κενού και παρακολουθήστε την ένδειξη του μανομέτρου χαμηλής πίεσης. Εξακολουθήστε να λειτουργείτε την αντλία κενού μέχρι που το μανόμετρο χαμηλής πίεσης να δείξει **760 mm Hg ή 0 kPa**. Σ' αυτή την ένδειξη οι σωληνώσεις και το εσωτερικό τμήμα της μονάδας κλιματισμού έχουν εκκενωθεί ικανοποιητικά και επομένως μπορείτε να φορτίσετε τη μονάδα με ψυκτικό ρευστό (R_{22}).
- (7) Κλείστε τις βάνες χαμηλής και υψηλής πίεσης της κάσας μανομέτρων (τέρμα δεξιά) και παρακολουθήστε τις ενδείξεις των μανομέτρων. Η αρχική ένδειξη του κενού πρέπει να διατηρηθεί και μετά το σταμάτημα της αντλίας κενού.

- (8) Λασκάρετε το ρακόρ που συνδέει την αντλία κενού με την κάσα των μανομέτρων, ώστε να δημιουργηθεί εξίσωση των πιέσεων (ατμοσφαιρική αποκατάσταση).
- (9) Σταματήστε την αντλία κενού, αποσυνδέστε την από την κάσα των μανομέτρων και τοποθετήστε το καπάκι στην υποδοχή σύνδεσής της με την κάσα των μανομέτρων.

ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ R₂₂

Θερμοκρ.	Απόλυτη πίεση	Ειδικός όγκος		Ειδική πυκνότητα		Ειδική ενθαλπία			Ειδική εντροπία	
°C	bar	Υγρού m³/kg	Ατμού m³/kg	Υγρού kg/m³	Ατμού kg/m³	Υγρού kJ/kg	Λανθ. kJ/kg	Ατμού kJ/kg	Υγρού kJ/kgK	Ατμού kJ/kgK
-5	4.2135	0.76831	55.3394	1.30155	0.01807	194.176	209.320	403.496	0.97670	1.75928
-4	4.3564	0.77028	53.5682	1.29823	0.01867	195.335	208.540	403.876	0.98297	1.75775
-3	4.5070	0.77226	51.8853	1.29490	0.01928	196.497	207.755	404.252	0.98924	1.75624
-2	4.6594	0.77427	50.2274	1.29154	0.01991	197.662	206.963	404.625	0.99150	1.75475
-1	4.8157	0.77629	48.6517	1.28817	0.02055	198.829	206.165	404.994	0.99575	1.75326
0	4.9759	0.77834	47.1354	1.28479	0.02122	200.000	205.361	405.361	1.00000	1.75179
1	5.1401	0.78041	45.6757	1.28139	0.02189	201.174	204.550	405.724	1.00424	1.75034
2	5.3083	0.78249	44.2702	1.27787	0.02259	202.351	203.733	406.084	1.00848	1.74889
3	5.4806	0.78460	42.9166	1.27453	0.02330	203.530	202.910	406.440	1.01271	1.74746
4	5.6571	0.78673	41.6124	1.27108	0.02403	204.713	202.080	406.793	1.01694	1.74604
5	5.8378	0.78889	40.3566	1.26760	0.02478	205.899	201.243	407.143	1.02116	1.74463
6	6.0228	0.79107	39.1441	1.26412	0.02555	207.089	200.400	407.489	1.02537	1.74324
7	6.2122	0.79327	37.9759	1.26061	0.02633	208.281	199.550	407.831	1.02958	1.74185
8	6.4059	0.79549	36.8493	1.25708	0.02714	209.477	198.693	408.169	1.03379	1.74047
9	6.6042	0.79775	35.7624	1.25353	0.02796	210.675	197.829	408.504	1.03799	1.73911
10	6.8070	0.80002	34.7136	1.24997	0.02881	211.877	196.958	408.835	1.04218	1.73775
11	7.0144	0.80232	33.7013	1.24638	0.02967	213.083	196.079	409.162	1.04637	1.73640
12	7.2265	0.80465	32.7239	1.24277	0.03056	214.291	195.194	409.485	1.05056	1.73506
13	7.4433	0.80701	31.7801	1.23915	0.03147	215.503	194.301	409.804	1.05474	1.73373
14	7.6650	0.80939	30.8683	1.23550	0.03240	216.719	193.400	410.119	1.05892	1.73241
15	7.8915	0.81180	29.9874	1.23183	0.03335	217.937	192.492	410.430	1.06309	1.73109
16	8.1229	0.81424	29.1361	1.22813	0.03432	219.160	191.577	410.736	1.06726	1.72978
17	8.3593	0.81671	28.3131	1.22442	0.03532	220.385	190.653	411.038	1.07142	1.72848
18	8.6008	0.81922	27.5173	1.22068	0.03634	221.615	189.721	411.335	1.07559	1.72719
19	8.8475	0.82175	26.7477	1.21692	0.03739	222.848	188.782	411.629	1.07974	1.72590
20	9.0993	0.82431	26.0032	1.21313	0.03846	224.084	187.834	411.918	1.08390	1.72462
21	9.3564	0.82691	25.2829	1.20932	0.03955	225.324	186.877	412.202	1.08805	1.72334
22	9.6189	0.82954	24.5857	1.20548	0.04067	226.568	185.913	412.481	1.09220	1.72206
23	9.8867	0.83221	23.9107	1.20162	0.04182	227.816	184.939	412.755	1.09634	1.72080
24	10.160	0.83491	23.2572	1.19773	0.04300	229.068	183.967	413.025	1.10048	1.71953
25	10.439	0.83765	22.6242	1.19382	0.04420	230.324	182.985	413.289	1.10462	1.71827
26	10.723	0.84043	22.0111	1.18987	0.04543	231.583	181.995	413.548	1.10876	1.71701
27	11.014	0.84324	21.4169	1.18590	0.04669	232.847	180.995	413.802	1.11290	1.71576
28	11.309	0.84610	20.8411	1.18190	0.04798	234.115	179.935	414.050	1.11703	1.71450
29	11.611	0.84899	20.2829	1.17787	0.04930	235.387	178.905	414.293	1.12116	1.71325
30	11.919	0.85193	19.7417	1.17381	0.05065	236.664	177.867	414.530	1.12530	1.71200
31	12.232	0.85491	19.2168	1.16971	0.05204	237.944	176.817	414.762	1.12943	1.71075
32	12.552	0.85793	18.7076	1.16559	0.05345	239.230	175.758	414.987	1.13355	1.70950
33	12.878	0.86101	18.2135	1.16143	0.05490	240.520	174.687	415.207	1.13768	1.70826
34	13.210	0.86412	17.7341	1.15724	0.05639	241.814	173.605	415.420	1.14181	1.70701
35	13.548	0.86729	17.2686	1.15301	0.05791	243.114	172.514	415.627	1.14594	1.70576
36	13.892	0.87051	16.8188	1.14875	0.05946	244.418	171.410	415.828	1.15007	1.70450
37	14.243	0.87378	16.3778	1.14445	0.06106	245.727	170.294	416.021	1.15420	1.70325
38	14.601	0.87710	15.9517	1.14012	0.06269	247.041	169.167	416.208	1.15833	1.70199
39	14.965	0.88048	15.5375	1.13574	0.06436	248.361	168.027	416.388	1.16246	1.70073
40	15.335	0.88392	15.1351	1.13133	0.06607	249.686	166.875	416.561	1.16659	1.69946
41	15.712	0.88741	14.7439	1.12687	0.06782	251.016	165.710	416.726	1.17073	1.69819
42	16.096	0.89097	14.3636	1.12237	0.06962	252.352	164.531	416.883	1.17486	1.69692
43	16.487	0.89459	13.9938	1.11783	0.07146	253.694	163.339	417.033	1.17899	1.69564
44	16.885	0.89828	13.6341	1.11324	0.07335	255.042	162.133	417.174	1.18315	1.69436
45	17.290	0.90203	13.2841	1.10861	0.07528	256.396	160.912	417.308	1.18730	1.69305
46	17.702	0.90586	12.9436	1.10392	0.07726	257.756	159.678	417.432	1.19145	1.69175
47	18.121	0.90976	12.6122	1.09919	0.07929	259.123	158.425	417.548	1.19570	1.69043
48	18.548	0.91374	12.2895	1.09441	0.08137	260.497	157.158	417.655	1.19977	1.68911
49	18.982	0.91779	11.9753	1.08957	0.08351	261.877	155.875	417.752	1.20393	1.68777

* 1 bar = 1.02 kg/cm² ή 14,5 Lb/in²

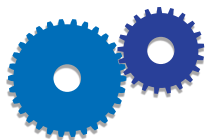
Σχήμα 7.3

- (10) Οι σωληνώσεις σύνδεσης και το εσωτερικό τμήμα της κλιματιστικής μονάδας βρίσκονται τώρα υπό κενό, ενώ το εξωτερικό τμήμα της περιέχει ικανοποιητική ποσότητα ψυκτικού ρευστού για τις περισσότερες περιπτώσεις εγκατάστασής της.
- (11) Αφήστε τη μονάδα υπό κενό, με την κάσα των μανομέτρων συνδεδεμένη στις βαλβίδες service της μονάδας, μέχρι να αρχίσει η διαδικασία φόρτισής της με ψυκτικό ρευστό (R_{22}).
- (12) Μαζέψτε όλα τα όργανα, συσκευές και εργαλεία που χρησιμοποιήσατε, καθαρίστε τα και παραδώστε τα στην αποθήκη του εργαστηρίου.
- (13) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου να ελέγξει τις διαδικασίες που ακολουθήσατε και να διατυπώσει τις παρατηρήσεις του.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Γιατί πρέπει να δημιουργείται ικανοποιητικό κενό στις σωληνώσεις των μονάδων κλιματισμού;
2. Ποιου μεγέθους κενό θεωρείται ικανοποιητικό στις εγκαταστάσεις κλιματισμού;
3. Ποια είδη αντλιών κενού γνωρίζετε;
4. Δώστε προδιαγραφές για την αγορά μίας αντλίας κενού, κατάλληλης για εγκαταστάσεις μονάδων κλιματισμού.
5. Περιγράψτε βήμα-βήμα τη διαδικασία δημιουργίας κενού σε σωληνώσεις κλιματιστικής μονάδας.



ΑΣΚΗΣΗ 8η

ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να μάθουν οι μαθητές τη διαδικασία συμπλήρωσης ψυκτικού ρευστού σε καινούργια ημικεντρική μονάδα κλιματισμού διαιρούμενου τύπου.
- Να ασκηθούν στον έλεγχο ικανοποιητικής φόρτισης της μονάδας με ψυκτικό ρευστό.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Οι καινούργιες μονάδες κλιματισμού διαιρούμενου τύπου, όταν φεύγουν από το εργοστάσιο κατασκευής τους, **περιέχουν και την απαραίτητη ποσότητα ψυκτικού (R_{22})**. Το βάρος του ψυκτικού ρευστού, το οποίο περιέχει η μονάδα από το εργοστάσιο κατασκευής της, βρίσκεται υπό πίεση στο εξωτερικό τμήμα της μονάδας (εκεί που υπάρχουν και οι βαλβίδες service). Είναι δε ανάλογο με την **ισχύ** της μονάδας και με το επιτρεπόμενο **μήκος σωληνώσεων** σύνδεσης των δύο τμημάτων της. Στις περιπτώσεις που το μήκος των σωληνώσεων είναι σχετικά μικρό, δεν απαιτείται σχεδόν καμιά προσθήκη ψυκτικού ρευστού. Απλώς, μετά τη δημιουργία κενού στις σωληνώσεις και στο εσωτερικό τμήμα της μονάδας, ανοίγονται οι βαλβίδες service (τέρμα αριστερά) και το ψυκτικό κύκλωμα γεμίζει από το αναγκαίο ψυκτικό ρευστό. Όμως, όταν το μήκος των σωληνώσεων σύνδεσης του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος της κλιματιστικής μονάδας είναι μεγάλο (χωρίς όμως και να ξεπερνάει τα όρια του μήκους που ορίζει ο κατασκευαστής), θα πρέπει να προστεθεί ψυκτικό ρευστό, **το βάρος του οποίου είναι ανάλογο της διαμέτρου και του μήκους των σωληνώσεων**. Σ' αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να ακολουθούμε τις οδηγίες του κατασκευαστή. Συνήθως οι κατασκευαστές των κλιματιστικών μονάδων δίνουν έναν πίνακα πρόσθετης φόρτισης με ψυκτικό ρευστό, όπως φαίνεται στον πίνακα (8.1) που ακολουθεί.

Πίνακας 8.1

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα υγρού σε (in)	Πρόσθετο βάρος ψυκτικού ρευστού R ₂₂ σε g/m
1/4	20
*3/8	55
1/2	105
5/8	175

Ο πίνακας (8.1) μας δίνει ενδεικτική τιμές. Μόνο ο κατασκευαστής δίνει με ακρίβεια το πρόσθετο βάρος R₂₂ που απαιτείται για κάθε (m) σωλήνα που προστίθεται κατά την εγκατάσταση της κλιματιστικής μονάδας. Έτσι, αν κατά την εγκατάσταση μιας κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου ο σωλήνας του υγρού (κατάθλιψης) έχει εξωτερική διάμετρο **3/8" (9.5 mm)** και το πρόσθετο μήκος της γραμμής υγρού είναι **10 m**, το ψυκτικό ρευστό που πρέπει να προστεθεί θα είναι:

$$Q = 10 \text{ m} \times 55 \text{ g/m} = 550 \text{ g}$$

Στην καθημερινή πρακτική, οι τεχνίτες ψυκτικοί χρησιμοποιούν διάφορους τρόπους για να διαπιστώσουν αν η ποσότητα του ψυκτικού ρευστού που περιέχεται στην κλιματιστική μονάδα είναι ικανοποιητική. Ένας τέτοιος πρακτικός τρόπος ελέγχου ικανοποιητικής φόρτισης είναι και η **μέτρηση της πίεσης αναρρόφησης**, όταν η μονάδα λειτουργεί κανονικά. **Η μονάδα θεωρείται ικανοποιητικά φορτισμένη με R₂₂, όταν η πίεση αναρρόφησης είναι μεταξύ 4.5 και 5.5 bar.** Όμως η μέθοδος αυτή δεν εξασφαλίζει πάντα σωστά αποτελέσματα.

Αν η μονάδα **δεν είναι ικανοποιητικά φορτισμένη** (λιγότερο ψυκτικό ρευστό από το απαιτούμενο), μπορεί να παρουσιάσει:

- Μειωμένη ψυκτική ή θερμαντική ικανότητα.
- Υπερθέρμανση του συμπιεστή (ιδιαίτερα στους συμπιεστές που ψύχονται με το ψυκτικό αέριο της αναρρόφησης).
- Αδικοιολόγητα συχνές διακοπές της λειτουργίας της μονάδας από πρεσσοστάτη χαμηλής πίεσης.
- Αντιοικονομική λειτουργία της μονάδας.

Εξάλλου, **μία υπερβολικά μεγάλη ποσότητα ψυκτικού** στο ψυκτικό κύκλωμα της κλιματιστικής μονάδας μπορεί να προκαλέσει:

- Μεγάλες πιέσεις κατάθλιψης.
- Μειωμένη απόδοση του συμπιεστή.
- Αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Αδικοιολόγητη καταπόνηση του συμπιεστή.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, όταν η κλιματιστική μονάδα τεθεί σε δοκιμαστική λειτουργία, θα πρέπει να γίνει ένας προσεκτικός **έλεγχος ικανοποιητικής φόρτισης**. Δηλαδή να διαπιστωθεί αν η ποσότητα του ψυκτικού ρευστού που περιέχεται στη μονάδα είναι μέσα στα όρια που προβλέπονται από τον κατασκευαστή.

3. Απαιτούμενα εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η μονάδα έχει εγκατασταθεί, το εσωτερικό της τμήμα καθώς και οι σωληνώσεις που προστέθηκαν κατά την εγκατάσταση βρίσκονται υπό κενό.

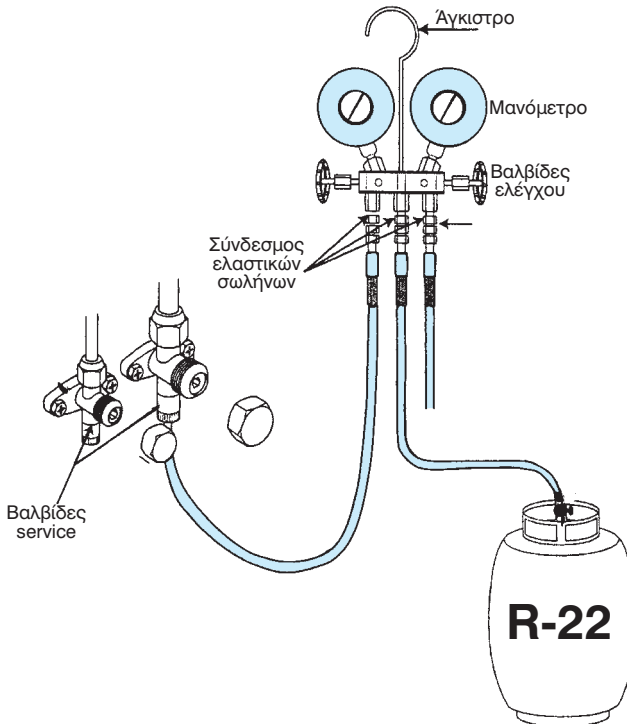
- (1) Ημικεντρική κλιματιστική μονάδα διαιρούμενου τύπου.
- (2) Κάσα μανομέτρων.
- (3) Φιάλη με ψυκτικό ρευστό. Στην περίπτωσή μας R₂₂.
- (4) Κατσαβίδια.
- (5) Σειρά από γερμανικά κλειδιά.
- (6) Καστάνια χειρισμού των βαλβίδων service.
- (7) Εξάγωνα κλειδιά Allen.

4. Πορεία εργασίας (Με λειτουργία σε ψύξη και έλεγχο της υπερθέρμανσης)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Στην προηγούμενη άσκηση είχε δημιουργηθεί ικανοποιητικό κενό στο εσωτερικό τμήμα της μονάδας και στις σωληνώσεις σύνδεσης του εσωτερικού και εξωτερικού τμήματος. Επίσης η κάσα των μανομέτρων είναι συνδεδεμένη στις βαλβίδες service της μονάδας και έτοιμη να δεχτεί τη σύνδεση της φιάλης ψυκτικού ρευστού. Οι βάνες της κάσας μανομέτρων είναι κλειστές (τέρμα δεξιά).

- (1) Τοποθετήστε τις βαλβίδες service της μονάδας σε ενδιάμεση θέση. Το ψυκτικό ρευστό που υπήρχε στο εξωτερικό τμήμα της μονάδας από το εργοστάσιο κατασκευής της θα πάει στις σωληνώσεις και στο εσωτερικό τμήμα της μονάδας, όπου επικρατούσε μέχρι τώρα κενό.



Σχήμα 8.1 Διαδικασία φόρτισης κλιματιστικής μονάδας

- (2) Εφόσον η μονάδα έχει συνδεθεί ηλεκτρολογικά (παροχή, ηλεκτρική σύνδεση εξωτερικού-εσωτερικού τμήματος, θερμοστάτης κλπ.) σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και σύμφωνα με τον **Κανονισμό Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων** που ισχύει στην Ελλάδα, **βάλτε τη μονάδα σε λειτουργία στον κύκλο της ψύξης.**
- (3) Λειτουργήστε τη μονάδα για 15-20 λεπτά της ώρας παρακολουθώντας τις ενδείξεις των μανομέτρων χαμηλής και υψηλής πίεσης (είναι εγκατεστημένα από προηγούμενη άσκηση).
- (4) Σημειώστε σε χαρτί την ένδειξη του μανομέτρου χαμηλής πίεσης.
- (5) Προσθέστε πίεση ενός 1 bar στη μετρούμενη πίεση αναρρόφησης για να έχετε περίπου την απόλυτη πίεση. Είναι αναγκαίο να έχετε την **από-**

Λυτη πίεση, γιατί τα στοιχεία των πινάκων πιέσεων – θερμοκρασιών των ψυκτικών ρευστών δίνονται σε απόλυτες πιέσεις.

- (6) Από έναν πίνακα **πιέσεων - θερμοκρασιών (R_{22})** σαν αυτόν του σχήματος (8.2) βρείτε τη θερμοκρασία κορεσμού που αντιστοιχεί στη μετρούμενη πίεση αναρρόφησης. Σημειώστε την στο ίδιο χαρτί με την αντίστοιχη πίεση.

ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ R_{22}

Θερμοκρασία °C	Απόλυτη πίεση bar	Ειδικός όγκος		Ειδική πυκνότητα		Ειδική ενθαλπία			Ειδική εντροπία	
		Υγρού m ³ /kg	Ατμού m ³ /kg	Υγρού kg/m ³	Ατμού kg/m ³	Υγρού kJ/kg	Λανθ. kJ/kg	Ατμού kJ/kg	Υγρού kJ/kgK	Ατμού kJ/kgK
-5	4.2135	0.76831	55.3394	1.30155	0.01807	194.176	209.320	403.496	0.97870	1.75928
-4	4.3584	0.77028	53.5682	1.29823	0.01867	195.335	208.540	403.876	0.98297	1.75775
-3	4.5070	0.77226	51.8653	1.29490	0.01928	196.497	207.755	404.252	0.98724	1.75624
-2	4.6594	0.77427	50.2274	1.29154	0.01991	197.662	206.963	404.625	0.99150	1.75475
-1	4.8157	0.77629	48.6517	1.28817	0.02055	198.829	206.165	404.994	0.99575	1.75326
0	4.9759	0.77834	47.1354	1.28479	0.02122	200.000	205.361	405.361	1.00000	1.75179
1	5.1401	0.78041	45.6757	1.28139	0.02189	201.174	204.550	405.724	1.00424	1.75034
2	5.3083	0.78249	44.2702	1.27797	0.02259	202.351	203.733	406.084	1.00848	1.74889
3	5.4806	0.78460	42.9166	1.27453	0.02330	203.530	202.910	406.440	1.01271	1.74746
4	5.6571	0.78673	41.6124	1.27108	0.02403	204.713	202.080	406.793	1.01694	1.74604
5	5.8378	0.78889	40.3556	1.26760	0.02478	205.899	201.243	407.143	1.02116	1.74463
6	6.0228	0.79107	39.1441	1.26412	0.02555	207.086	200.400	407.489	1.02537	1.74324
7	6.2122	0.79327	37.9759	1.26061	0.02633	208.281	199.550	407.831	1.02958	1.74185
8	6.4059	0.79549	36.8493	1.25708	0.02714	209.477	198.693	408.169	1.03379	1.74047
9	6.6042	0.79775	35.7624	1.25353	0.02796	210.675	197.828	408.504	1.03799	1.73911
10	6.8070	0.80002	34.7136	1.24997	0.02881	211.877	196.958	408.835	1.04218	1.73775
11	7.0144	0.80232	33.7013	1.24638	0.02967	213.083	196.079	409.162	1.04637	1.73640
12	7.2265	0.80465	32.7239	1.24277	0.03056	214.291	195.194	409.485	1.05056	1.73506
13	7.4433	0.80701	31.7801	1.23915	0.03147	215.503	194.301	409.804	1.05474	1.73373
14	7.6650	0.80939	30.8683	1.23550	0.03240	216.719	193.400	410.119	1.05892	1.73241
15	7.8915	0.81180	29.9874	1.23183	0.03335	217.937	192.492	410.430	1.06309	1.73109
16	8.1229	0.81424	29.1361	1.22813	0.03432	219.160	191.577	410.736	1.06726	1.72978
17	8.3593	0.81671	28.3131	1.22442	0.03532	220.385	190.653	411.038	1.07142	1.72848
18	8.6008	0.81922	27.5173	1.22068	0.03634	221.615	189.721	411.336	1.07559	1.72719
19	8.8475	0.82175	26.7477	1.21692	0.03739	222.848	188.782	411.629	1.07974	1.72590
20	9.0993	0.82431	26.0032	1.21313	0.03846	224.084	187.834	411.918	1.08390	1.72462
21	9.3564	0.82691	25.2829	1.20932	0.03955	225.324	186.877	412.202	1.08805	1.72334
22	9.6189	0.82954	24.5857	1.20548	0.04067	226.568	185.913	412.481	1.09220	1.72206
23	9.8867	0.83221	23.9107	1.20162	0.04182	227.816	184.939	412.755	1.09634	1.72080
24	10.160	0.83491	23.2572	1.19773	0.04300	229.068	183.957	413.025	1.10048	1.71953
25	10.439	0.83765	22.6242	1.19382	0.04420	230.324	182.965	413.289	1.10462	1.71827
26	10.723	0.84043	22.0111	1.18987	0.04543	231.583	181.955	413.548	1.10876	1.71701
27	11.014	0.84324	21.4169	1.18590	0.04669	232.847	180.955	413.802	1.11290	1.71576
28	11.309	0.84610	20.8411	1.18190	0.04798	234.115	179.935	414.050	1.11703	1.71450
29	11.611	0.84909	20.2829	1.17787	0.04930	235.387	178.906	414.293	1.12116	1.71325
30	11.919	0.85193	19.7417	1.17381	0.05065	236.664	177.867	414.530	1.12530	1.71200
31	12.232	0.85491	19.2168	1.16971	0.05204	237.944	176.817	414.762	1.12943	1.71075
32	12.552	0.85793	18.7076	1.16559	0.05345	239.230	175.758	414.987	1.13355	1.70950
33	12.878	0.86101	18.2135	1.16143	0.05490	240.520	174.687	415.207	1.13768	1.70826
34	13.210	0.86412	17.7341	1.15724	0.05639	241.814	173.606	415.420	1.14181	1.70701
35	13.548	0.86729	17.2686	1.15301	0.05791	243.114	172.514	415.627	1.14594	1.70576
36	13.892	0.87051	16.8168	1.14875	0.05946	244.418	171.410	415.828	1.15007	1.70450
37	14.243	0.87378	16.3779	1.14445	0.06106	245.727	170.294	416.021	1.15420	1.70325
38	14.601	0.87710	15.9517	1.14012	0.06269	247.041	169.167	416.208	1.15833	1.70199
39	14.965	0.88048	15.5375	1.13574	0.06436	248.361	168.027	416.388	1.16246	1.70073
40	15.335	0.88392	15.1351	1.13133	0.06607	249.686	166.875	416.561	1.16659	1.69946
41	15.712	0.88741	14.7439	1.12687	0.06782	251.016	165.710	416.726	1.17073	1.69819
42	16.096	0.89097	14.3636	1.12237	0.06962	252.352	164.531	416.883	1.17486	1.69692
43	16.487	0.89459	13.9938	1.11783	0.07146	253.694	163.339	417.033	1.17890	1.69564
44	16.885	0.89826	13.6341	1.11324	0.07335	255.042	162.133	417.174	1.18315	1.69435
45	17.290	0.90203	13.2841	1.10861	0.07528	256.396	160.912	417.308	1.18730	1.69305
46	17.702	0.90586	12.9435	1.10392	0.07726	257.756	159.676	417.432	1.19145	1.69175
47	18.121	0.90976	12.6122	1.09919	0.07929	259.123	158.425	417.548	1.19570	1.69043
48	18.548	0.91374	12.2895	1.09441	0.08137	260.497	157.158	417.655	1.19997	1.68911
49	18.982	0.91779	11.9753	1.08957	0.08351	261.877	155.875	417.752	1.20393	1.68777

* bar = 1.02 kg/cm² ή 14.5 Lb/in²

- (7) Μετρήστε με ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία που επικρατεί στο σωλήνα αναρρόφησης κοντά στη βαλβίδα service της αναρρόφησης. Σημειώστε την ένδειξη του θερμομέτρου.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Προτιμήστε ένα θερμόμετρο με τριχοειδή σωλήνα και βολβό ή ένα ηλεκτρονικό θερμόμετρο. Για καλύτερα αποτελέσματα, καθαρίστε καλά το σωλήνα, τοποθετήστε το βολβό του θερμομέτρου έτσι ώστε να έχει καλή θερμική επαφή με το σωλήνα και στερεώστε το καλά με μια μονωτική ταινία.

- (8) Αφαιρέστε τώρα τη θερμοκρασία κορεσμού που αντιστοιχεί στην απόλυτη πίεση ($P_{\text{απολ}} = P_{\text{μην.}} + 1 \text{ bar}$) της παραγράφου (5), από τη θερμοκρασία του σωλήνα αναρρόφησης (παράγραφος 7). **Η διαφορά των δύο θερμοκρασιών είναι η υπερθέρμανση στην οποία εργάζεται η μονάδα τη στιγμή που έγιναν οι μετρήσεις.**

- Όταν η υπερθέρμανση στην οποία λειτουργεί η μονάδα είναι **8 έως 10 K (ή °C)**, θεωρούμε ότι η μονάδα μας είναι ικανοποιητικά φορτισμένη.
- Αν η υπερθέρμανση ξεπερνά τους 10 K (°C), η μονάδα χρειάζεται περισσότερο ψυκτικό ρευστό, μέχρι η υπερθέρμανση να πέσει στους 8-10 K (°C).
- Αν η υπερθέρμανση είναι κάτω των 5 K (°C), θα πρέπει να αφαιρεθεί ψυκτικό από τη μονάδα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Μερικοί τεχνίτες ψυκτικοί υπολογίζουν την υπερθέρμανση της μονάδας με τη **μέθοδο των δύο θερμομέτρων**, γνωστή και από τον Α' κύκλο σπουδών. Όμως η μέθοδος αυτή δεν δίνει ακριβή αποτελέσματα και γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται.

- (9) Ανάλογα με το αποτέλεσμα των μετρήσεών σας (αν η υπερθέρμανση είναι κανονική, μεγάλη ή μικρή), ενεργήστε για προσθήκη ή αφαίρεση ψυκτικού ρευστού, ώστε η υπερθέρμανση να διαμορφωθεί στα όρια των **7-10 K (°C)**.

(10) Αν χρειασθεί προσθήκη ψυκτικού ρευστού:

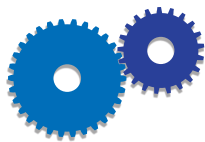
- A. **Συνδέστε** τη φιάλη με το R₂₂ στη μεσαία υποδοχή σύνδεσης της κάσας των μανομέτρων.
- B. **Ανοίξτε** τη βάνα της φιάλης ψυκτικού και **εξαερώστε** τη γραμμή σύνδεσης της φιάλης με την κάσα μανομέτρων.
- Γ. Με τη μονάδα σε λειτουργία, ανοίξτε (στρίψτε αριστερά) τη βάνα χαμηλής πλευράς της κάσας των μανομέτρων και αφήστε το ψυκτικό ρευστό να αναρροφηθεί από τη μονάδα. Παρακολουθήστε την ένδειξη στα μανόμετρα.
- Δ. Όταν η υπερθέρμανση διαμορφωθεί στους **7-10 K (°C)**, κλείστε τη βάνα της φιάλης του ψυκτικού ρευστού και αφήστε τη μονάδα σε λειτουργία για 15 ακόμη λεπτά. Αν όλα λειτουργούν κανονικά, αφαιρέστε τη φιάλη ψυκτικού από την κάσα μανομέτρων.
- E. Ανοίξτε τέρμα τις βαλβίδες service (τέρμα αριστερά) και τοποθετήστε τα καπάκια τους.
- Στ. Αφαιρέστε την κάσα μανομέτρων με τη σωστή διαδικασία.

(11) Αν χρειαστεί αφαίρεση μικρής ποσότητας ψυκτικού ρευστού:

- A. Με τη μονάδα σε λειτουργία και την κάσα των μανομέτρων συνδεδεμένη, ρυθμίστε τη βαλβίδα service της αναρρόφησης σε ενδιάμεση θέση.
 - B. Ανοίξτε ελαφρά τη βάνα χαμηλής πίεσης της κάσας μανομέτρων και αφήστε να διαφύγει από τη μεσαία υποδοχή της κάσας των μανομέτρων μικρή (και ελεγχόμενη) ποσότητα ψυκτικού.
 - Γ. Αφήστε τη μονάδα να λειτουργήσει για 10 λεπτά και ελέγξτε πάλι την υπερθέρμανση, με τη διαδικασία που αναπτύχθηκε στις παραγράφους 4 έως και 8 αυτής της άσκησης. Αν η υπερθέρμανση εξακολουθεί να είναι πολύ μικρή, αφαιρέστε ακόμη μία φορά ψυκτικό, αφήνοντας πάντα τη μονάδα να λειτουργεί 10 με 15 λεπτά, κάθε φορά που αφαιρείτε ψυκτικό.
 - Δ. Όταν πετύχετε τη σωστή υπερθέρμανση, κλείστε τις βάνες της κάσας των μανομέτρων (τέρμα δεξιά), ανοίξτε τις βαλβίδες service της μονάδας (τέρμα αριστερά), τοποθετήστε τα καπάκια τους και αφαιρέστε την κάσα των μανομέτρων.
- (12) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου να ελέγξει τα αποτελέσματα της άσκησης και να σημειώσει τις παρατηρήσεις του.
- (13) Σταματήστε τη μονάδα και παραδώστε όργανα, εργαλεία και συσκευές στην αποθήκη του εργαστηρίου.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Πώς διαπιστώνετε ότι μια κλιματιστική μονάδα με R22 είναι ικανοποιητικά φορτισμένη;
2. Ποιες είναι οι επιπτώσεις στη λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας από την έλλειψη ικανοποιητικής ποσότητας ψυκτικού ρευστού;
3. Ποιες είναι οι επιπτώσεις στη λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας από την παρουσία υπερβολικής ποσότητας ψυκτικού στη μονάδα;
4. Με ποιες μεθόδους μπορούμε να ελέγξουμε την ικανοποιητική φόρτιση μιας μονάδας κλιματισμού;
5. Αναπτύξτε τη διαδικασία προσθήκης (συμπλήρωσης) ψυκτικού ρευστού σε κλιματιστική μονάδα.



ΑΣΚΗΣΗ 9η

ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να διδαχθούν οι μαθητές τη σωστή διαδικασία εκκίνησης μίας κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου.
- Να ασκηθούν στους τρόπους ελέγχου καλής λειτουργίας μονάδας διαιρούμενου τύπου για ψύξη και θέρμανση.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Η αρχική εκκίνηση μίας κλιματιστικής μονάδας για θέρμανση και ψύξη, διαιρούμενου τύπου, είναι πράξη πολύ μεγάλης σπουδαιότητας. Γι' αυτό θα πρέπει να γίνεται πάντα με την επίβλεψη του εκπαιδευτικού του εργαστηρίου και **σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή**.

Επειδή κάθε μοντέλο κλιματιστικής μονάδας μπορεί να έχει και διαφορετικά εξαρτήματα και διαδικασία εκκίνησης, η άσκηση αυτή περιλαμβάνει μόνο γενικές οδηγίες εκκίνησης. Λεπτομέρειες για τη διαδικασία εκκίνησης της μονάδας του εργαστηρίου σας θα πρέπει να αναζητούνται από τα φυλλάδια του κατασκευαστή, που συνοδεύουν την κλιματιστική μονάδα. Ως γενικοί κανόνες, που πρέπει να τηρούνται πριν από κάθε εκκίνηση μονάδας κλιματισμού, μπορούν να θεωρηθούν οι ακόλουθοι:

- Να ελέγχεται η **τάση λειτουργίας** της μονάδας.
- Να ελέγχεται η **γείωση** των διαφόρων τμημάτων της μονάδας.
- Να ελέγχεται η **σωστή συνδεσμολογία** των παροχών (μονοφασικών και τριφασικών) και του θερμοστάτη.
- Να ελέγχεται η **ελεύθερη ροή του αέρα** στο εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα της μονάδας.
- Να ελέγχεται ο **χώρος** γύρω από το εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα της μονάδας για ύπαρξη αντικειμένων που μπορεί να αναρροφηθούν από τον ανεμιστήρα και να μπλοκάρουν τη ροή του αέρα.

3. Απαιτούμενα εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

- (1) Κλιματιστική μονάδα ψύξης-θέρμανσης, διαιρούμενου τύπου, εγκατεστημένη.
- (2) Βολτόμετρο 0-500 V.
- (3) Αμπερόμετρο.
- (4) Κατσαβίδια.
- (5) Κάσα μανομέτρων.
- (6) Χαρτί-μολύβι.

4. Πορεία εργασίας (για ψύξη)

- (1) Βάλτε τον επιλογέα του θερμοστάτη στη θέση **«Cool»** (ψύξη).
- (2) Θέστε το ρυθμιστή της θερμοκρασίας του θερμοστάτη στην **υψηλότερη θερμοκρασία**.
- (3) Τροφοδοτήστε τη μονάδα με ηλεκτρική τάση ανεβάζοντας το διακόπτη ελέγχου που βρίσκεται στον ηλεκτρικό πίνακα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Σε μερικούς τύπους μονάδων κλιματισμού ημικεντρικού τύπου, μετά την τροφοδότησή τους με ηλεκτρική τάση, θα πρέπει να βάλετε τον επιλογέα του ανεμιστήρα του εσωτερικού τμήματος (τμήμα επεξεργασίας του αέρα) στη θέση **«on»** και μετά το ξεκίνημά του στη θέση **«auto»** (αυτόματος). Συμβουλευτείτε τις σχετικές οδηγίες του κατασκευαστή.

- (4) Σιγά-σιγά μειώστε τη θερμοκρασία στον επιλογέα θερμοκρασίας του θερμοστάτη. Σε κάποιο σημείο θα ακούσετε το χαρακτηριστικό **«κλικ»** μέσα στο θερμοστάτη. Αυτό σημαίνει ότι έκλεισαν οι επαφές του θερμοστάτη, ο αυτόματος διακόπτης ελέγχου κλείνει και η μονάδα εκκινεί.
- (5) Λίγα λεπτά μετά την εκκίνηση, ελέγξτε αν η μονάδα τροφοδοτεί τον κλιματιζόμενο χώρο με κρύο αέρα (αν παράγεται ψύξη).



ΠΡΟΣΟΧΗ

Μη λειτουργείτε τη μονάδα στην ψύξη περισσότερο από 15 λεπτά, αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μικρότερη των 15 °C.

- (6) Συνδέστε την κάσα μανομέτρων στις βαλβίδες service της μονάδας και μετρήστε τις πιέσεις (αναρρόφησης-κατάθλιψης). **Σημειώστε τις πιέσεις σε φύλλο χαρτιού.**
- (7) Μετρήστε την τάση και την ένταση λειτουργίας της μονάδας και συγκρίνετε την τιμή τους με εκείνες που αναγράφονται στο ταμπελάκι της μονάδας.
- (8) Αφού διαπιστώσετε ότι όλα λειτουργούν κανονικά, ρυθμίστε το θερμοστάτη στους 26-27 °C και αφήστε τη μονάδα να λειτουργήσει μέχρι να σταματήσει από εντολή του θερμοστάτη (μέχρι η θερμοκρασία του χώρου να φτάσει τη θερμοκρασία που έχετε επιλέξει στο θερμοστάτη).
- (9) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου για έλεγχο του αποτελέσματος.
- (10) Σταματήστε τη μονάδα, θέτοντας το γενικό διακόπτη ελέγχου στη θέση «off».

Πορεία εργασίας (για θέρμανση)

- (1) Βάλτε τον επιλογέα του θερμοστάτη στη θέση «**Heat**» (θέρμανση).
- (2) Θέστε το ρυθμιστή της θερμοκρασίας του θερμοστάτη στη **χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία**.
- (3) Τροφοδοτήστε τη μονάδα με ηλεκτρική τάση βάζοντας το γενικό διακόπτη ελέγχου στη θέση «**on**».
- (4) Σιγά-σιγά αυξήστε τη θερμοκρασία στον επιλογέα θερμοκρασίας του θερμοστάτη, μέχρι να ακούσετε το χαρακτηριστικό «**κλικ**» του θερμοστάτη και ο αυτόματος διακόπτης ελέγχου κλείσει. Η μονάδα θα αρχίσει να λειτουργεί στη θέρμανση.
- (5) Αφήστε να λειτουργήσει η μονάδα για λίγο και ελέγξτε αν ο χώρος τροφοδοτείται με **θερμό αέρα**.
- (6) Ρυθμίστε το θερμοστάτη στους 20-22 °C και αφήστε τη μονάδα να λειτουργήσει μέχρι να σταματήσει από εντολή του θερμοστάτη χώρου.
- (7) Μετρήστε την πίεση αναρρόφησης και κατάθλιψης στη μονάδα. Σημειώστε τις πιέσεις σε φύλλο χαρτιού και συγκρίνετε τις πιέσεις στη θέρμανση με εκείνες στην ψύξη.
- (8) Μετρήστε την τάση και την ένταση λειτουργίας της μονάδας. Συγκρί-

νετε την ένταση λειτουργίας της μονάδας στη θέρμανση με εκείνη στην ψύξη.

- (9) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου για έλεγχο του αποτελέσματος.
- (10) Αφού διαπιστώσετε ότι η μονάδα λειτουργεί ικανοποιητικά και στην ψύξη και στη θέρμανση, βάλτε το θερμοστάτη στη θέση «**off**» και κατόπιν το διακόπτη ελέγχου επίσης στη θέση «**off**».
- (11) Παραδώστε τα εργαλεία και τις συσκευές στην αποθήκη του εργαστηρίου και αφήστε τη μονάδα έτοιμη για μία νέα εκκίνηση και λειτουργία.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

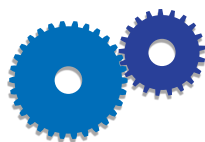
1. Αναφέρετε τους γενικούς κανόνες που πρέπει να τηρούνται πριν από κάθε εκκίνηση μονάδας κλιματισμού.
2. Κατά τη δοκιμαστική λειτουργία της μονάδας παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα φαινόμενα:
 - P_k : Μεγαλύτερη της κανονικής για την επικρατούσα θερμοκρασία περιβάλλοντος.
 - $P_{αν}$: Λίγο μεγαλύτερης της κανονικής.
 - $S_{υπεθερμ.}$: Πολύ μικρή

Τι νομίζετε ότι συμβαίνει και ποιες ενέργειες πρέπει να κάνετε;

3. Κατά τη δοκιμαστική λειτουργία της μονάδας καταγράφηκαν τα ακόλουθα:
 - P_k : Πολύ μεγάλη για την επικρατούσα θερμοκρασία περιβάλλοντος.
 - $P_{αν}$: Πολύ μικρή
 - $S_{υπεθερμ.}$: Πολύ μικρή
 - Η μονάδα σταματά και ξεκινά από πρεσσοστάτη χαμηλής, χωρίς να ικανοποιείται η θερμοκρασία χώρου.

Ποιες είναι οι πιθανές αιτίες των φαινομένων;

4. Ποιους ελέγχους πρέπει να κάνετε αν η μονάδα δεν εκκινεί βάζοντας το διακόπτη στη θέση START (εκκίνηση);
5. Σε ποιες ενέργειες θα προβείτε αν η θερμοκρασία του αέρα που εξέρχεται από τη μονάδα είναι υπερβολικά μεγάλη (π.χ. 25 °C αντί 16 ή 17 °C);



ΑΣΚΗΣΗ 10η

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΕ ΑΕΡΑΓΩΓΟ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στη μέτρηση της ταχύτητας του αέρα σε αεραγωγούς.
- Να ασκηθούν επίσης στον υπολογισμό της μάζας του αέρα που περνά μέσα από αεραγωγό κλιματιστικής μονάδας.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

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

Στο 4^ο κεφάλαιο του σχολικού σας βιβλίου «ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II» αναλύονται όλα τα στοιχεία ροής του αέρα, καθώς και τα επιτρεπόμενα όρια ταχύτητας και θορύβου σε αεραγωγούς και κλιματιζόμενους χώρους. Στον πίνακα (10.1) που ακολουθεί 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 10.1 Συνιστώμενη ταχύτητα αέρα στους αεραγωγούς διαφόρων χώρων σε m/s

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

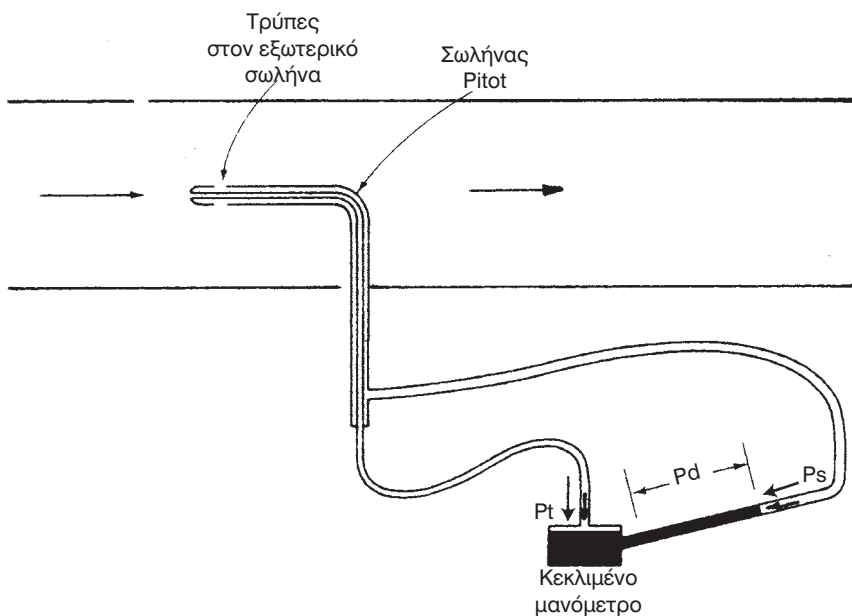
Η μέτρηση της ταχύτητας του αέρα σ' έναν αεραγωγό γίνεται με ειδικά όργανα που λέγονται **ταχύμετρα αέρα ή ανεμόμετρα**. Δύο τέτοια όργανα απευθείας μέτρησης της ταχύτητας του αέρα φαίνονται στο σχήμα (10.1).



Σχήμα 10.1 Σύγχρονο ψηφιακό πολύμετρο για τη μέτρηση των στοιχείων του αέρα.

Μία άλλη έμμεση μέθοδος μέτρησης της ταχύτητας του αέρα σε αεραγωγούς είναι η μέθοδος του σωλήνα **pitot**. Ο σωλήνας pitot είναι μία κατασκευή που συνδυάζει την ταυτόχρονη μέτρηση της **στατικής και ολικής**

πίεσης. Οι επικρατούσες πιέσεις (στατική και ολική) μεταφέρονται με ελαστικούς σωλήνες σ' ένα **κεκλιμένο μανόμετρο** υδραργύρου (Σχήμα 10-2) στο οποίο παίρνουμε τη διαφορά των δύο πιέσεων. Η πίεση που μας δείχνει το μανόμετρο είναι η **δυναμική πίεση** ή πίεση ταχύτητας της μάζας του αέρα.



Σχήμα 10.2 Διαδικασία μέτρησης της δυναμικής πίεσης σε αεραγωγό με κεκλιμένο μανόμετρο και σωλήνα pitot.

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

$$V = \sqrt{\frac{P_d}{0,6}} \quad (10-1)$$

Όπου: V: Η ταχύτητα του αέρα σε m/s.

P_d : Η μετρηθείσα δυναμική πίεση σε Pa.

Π.Χ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Κατά τη μέτρηση της ολικής (P_t) και στατικής πίεσης (P_s) σε αεραγωγό κλιματιστικής μονάδας σημειώθηκαν οι εξής ενδείξεις:

$P_t + 35 \text{ Pa}$ και $P_s = 10 \text{ Pa}$. Να βρεθεί 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:

$$P_d = 35 - 20 = 15 \text{ Pa}$$

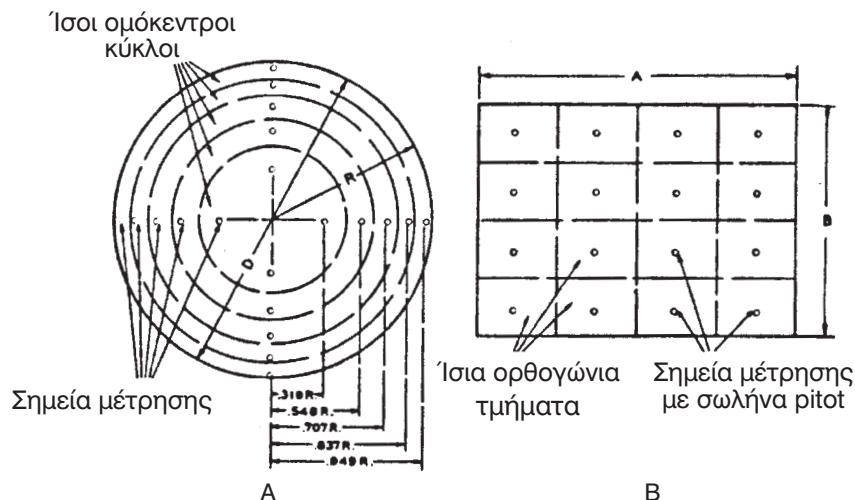
Από τη σχέση (10.1) έχουμε:

$$V = \sqrt{\frac{P_d}{0,6}} = \sqrt{\frac{15}{0,6}} = \sqrt{25} = 5 \text{ m/s}.$$

Στο σχήμα (10.2) φαίνεται η μέτρηση της δυναμικής πίεσης (P_d) 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. Στο σχήμα (10-3) βλέπουμε έναν τέτοιο τρόπο καθορισμού των σημείων μέτρησης.^(*)

^(*) Στο βιβλίο της θεωρίας, σελ. 443, σχήμα (9-8), φαίνεται ένας άλλος τρόπος καθορισμού των σημείων (όπως προτείνεται από το εγχειρίδιο της ASHRAE). Αυτός, ως προς τα αποτελέσματα, είναι ακριβέστερος αλλά παρουσιάζει μεγαλύτερη δυσκολία στην εφαρμογή του.



Σχήμα 10.3 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 υπολογίσουμε τη μέση ταχύτητα του αέρα στον αεραγωγό, καθώς και τη κάθετη προς τον αέρα διατομή του αεραγωγού, είναι εύκολο να υπολογίσουμε το διερχόμενο όγκο ή τη μάζα του αέρα, εφαρμόζοντας την ακόλουθη σχέση:

$$Q = A \times V \quad (10.2)$$

Όπου: Q: Ο διερχόμενος όγκος 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

3. Απαιτούμενα όργανα - Εργαλεία - Υλικά

- (1) Κλιματιστική μονάδα συνδεδεμένη σε δίκτυο αεραγωγών.
- (2) Ταχύμετρο αέρα κατάλληλο για μετρήσεις μέσα σε αεραγωγό.
- (3) Ηλεκτροδράπανο για τη διάνοιξη των αναγκαιών οπών στον αεραγωγό, από τις οποίες θα εισέλθει το όργανο (ή το αισθητήριό του) για τη μέτρηση της ταχύτητας του αέρα.
- (4) Μετροταινία.
- (5) Χαρτί – μολύβι.

4. Πορεία εργασίας

- (1) Μετρήστε τις διαστάσεις του αεραγωγού (μήκος – πλάτος).
- (2) Υπολογίστε τη διατομή του αεραγωγού σε (m^2).
- (3) Χωρίστε τη διατομή του αεραγωγού σε νοητά τετράγωνα, πλευράς 15 cm ή μικρότερα.
- (4) Βάλτε σε λειτουργία τη μονάδα ώστε να αναπτυχθεί ροή αέρα στον αεραγωγό.
- (5) Μετρήστε στο κέντρο των νοερών τετραγώνων της διατομής του αεραγωγού την ταχύτητα του αέρα και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

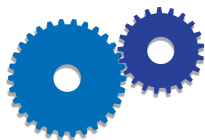
Πίνακας 10.2

Αριθμός Μετρήσεων	1	2	3	4						5	6	7
	Πλευρά (A)	Πλευρά (B)	Διατομή (m^2)	Μετρήσεις ταχύτητας						Μέση ταχύτητα (m/s)	3x5 (Q)	Παρατηρήσεις
				1	2	3	4	5	Κ.λπ.			
1.												
2.												

- (6) Επαναλάβετε τις μετρήσεις σας για ακόμη μία φορά και συμπληρώστε τον πίνακα (10.2).
- (7) Αν οι μετρήσεις και τις δύο φορές είναι πολύ κοντά η μία στην άλλη, έχετε μετρήσει σωστά και η μέση ταχύτητα που χρειάζεστε είναι η αντιπροσωπευτικότερη δυνατή.
- (8) Υπολογίστε τον όγκο του διερχόμενου αέρα σε m^3/s και σε L/s , εφαρμόζοντας τη σχέση (10.2).
- (9) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου για έλεγχο των αποτελεσμάτων σας.
- (10) Αν όλα είναι καλά, σταματήστε τη λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας και μαζέψτε τα όργανα και εργαλεία που χρησιμοποιήσατε.
- (11) Παραδώστε τα όργανα και τα εργαλεία στον υπεύθυνο του εργαστηρίου έτοιμα για μία νέα χρήση.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Με ποιες μεθόδους μπορούμε να μετρήσουμε την ταχύτητα του αέρα σε αεραγωγό;
2. Τι είναι το κεκλιμένο μανόμετρο και πώς συνδέεται για τη μέτρηση της στατικής πίεσης (P_s); Σχεδιάστε πρόχειρα τη σύνδεση του μανομέτρου.
3. Τι είναι ο σωλήνας pitot και ποιο στοιχείο του αέρα μπορούμε να μετρήσουμε;
4. Σχεδιάστε τη διατομή ενός αεραγωγού 500 x 300 mm και δείξτε τη διαδικασία μέτρησης της ταχύτητας του αέρα σ' αυτόν.
5. Υπολογίστε τη μάζα του διερχόμενου αέρα σε L/s, αν οι διαστάσεις του αεραγωγού είναι 500 x 300 mm και η ένδειξη της συσκευής pitot είναι 20 Pa.



ΑΣΚΗΣΗ 11η

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΣΤΟΜΙΟ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

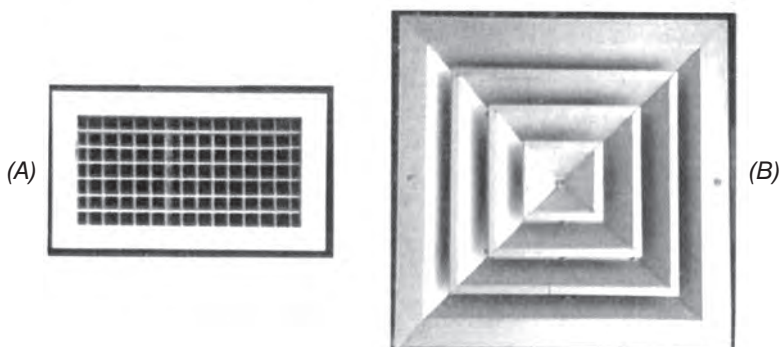
- Να ασκηθούν οι μαθητές στη μέτρηση της ταχύτητας και της ποσότητας του αέρα στα στόμια προσαγωγής.
- Να ασκηθούν στη ρύθμιση των πτερυγίων των στομίων (οριζόντια και κάθετα).
- Να μάθουν να ρυθμίζουν τη θέση του διαφράγματος των στομίων, ώστε να προσάγεται στο χώρο η σωστή ποσότητα κλιματισμένου αέρα.

2. Παραπομπή

Διαβάστε προσεχτικά το κεφάλαιο 5 του σχολικού σας βιβλίου «ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II».

3. Εισαγωγικές πληροφορίες

Για την ομοιόμορφη κατανομή του κλιματισμένου αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο χρησιμοποιούνται τα **στόμια προσαγωγής**. Τα στόμια προσαγωγής, που συνήθως χρησιμοποιούνται στα ελληνικά κτίρια, 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.



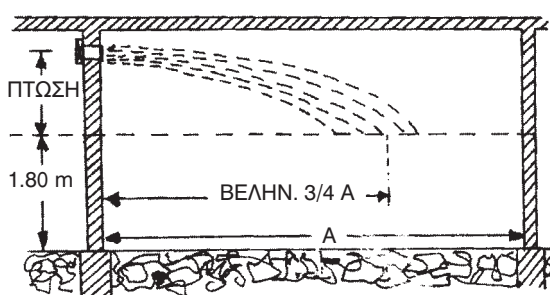
Σχήμα 11.1 Στόμια προσαγωγής: (Α) Τοίχου, (Β) Οροφής

Με τα στόμια προσαγωγής ελέγχεται αφενός η ποσότητα του κλιματιζόμενου 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 (ντάμπερ κάθετα και οριζόντια πτερύγια). Γι' αυτό, κατά τη δοκιμαστική 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 **βεληνεκούς** του στομίου τοίχου (ή της ακτίνας διάχυσης στα κυκλικά στόμια).
- Μέτρηση και ρύθμιση της **πτώσης** του στομίου.



(A)



(B)

Σχήμα 11.2 (A) Οι έννοιες «βεληνεκές» και «πτώση» στα στόμια τοίχου, (B) Ψηφιακό θερμοανεμόμετρο.

Η ταχύτητα του αέρα που εξέρχεται από τα στόμια προσαγωγής διαμορφώνει και τη στάθμη του θορύβου. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα, αυξά-

νεται και η στάθμη θορύβου. Γι' αυτό και οι επιτρεπόμενες ταχύτητες του προσαγόμενου αέρα στα στόμια δίνονται από ειδικούς πίνακες, τους οποίους θα πρέπει να συμβουλευόμαστε κατά την επιλογή των στομίων. Ένας τέτοιος πίνακας είναι και ο (11.1) που ακολουθεί:

Πίνακας 11.1 Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες αέρα στα στόμια προσαγωγής

Είδος χώρου	Επιτρεπόμενη ταχύτητα αέρα m/s
Στούντιο ραδιοφωνίας- Tv	2,5
Βιβλιοθήκες	2,5
Γραφεία	3,75
Κατοικίες	3,75
Νοσοκομεία-Ξενοδοχεία	3,75
Δημόσια κτίρια	5
Θέατρα	5
Εστιατόρια	5
Τράπεζες	5
Σχολεία	5
Εργοστάσια	7,5
Γυμναστήρια	7,5
Κουζίνες	7,5
Μεγάλα καταστήματα	7,5

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 αλλάξουμε 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 (π.χ. 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 βρούμε τον όγκο του αέρα που προσάγεται στο χώρο από το στόμιο, εκτός από τη μέση ταχύτητα του αέρα, θα πρέπει να έχουμε και την **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 δίνουν την ελεύθερη επιφάνειά τους, παίρνουμε 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	ταχύτητα m/s	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
ASGC022	220×220	310	παροχή L/s	46	62	77	93	108	124	139	155
			Απώλειες πίεσης Pa	2	4	6	8	11	14	18	22
			βεληγκεές 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
ASGC023	330×220	465	παροχή L/s	70	93	116	139	163	186	209	232
			Απώλειες πίεσης Pa	2	4	6	9	12	15	19	23
			βεληγκεές 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
ASGI024	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
			βεληγκεές 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
ASGI025	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
			βεληγκεές 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
ASGI026	660×220	929	παροχή L/s	139	186	232	279	325	372	418	465
			Απώλειες πίεσης Pa	3	5	7	10	13	16	20	24
			βεληγκεές 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
ASGQ027	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
			βεληγκεές 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
ASGQ028	880×220	1239	παροχή L/s	186	248	310	372	434	495	557	619
			Απώλειες πίεσης Pa	2	4	7	9	12	15	19	23
			βεληγκεές 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 11.3 Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών στομιών τοίχου, στον οποίο δίνεται και η ελεύθερη επιφάνεια κάθε στομίου

Η παροχή του στομίου τοίχου δίνεται από τη σχέση:

$$Q = A \times V \quad (11.1)$$

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.

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Υλικά

- (1) Μονάδα κλιματισμού καναλάτη, συνδεδεμένη σε αεραγωγό με στόμια τοίχου, που φέρουν οριζόντια και κάθετα πτερύγια κατεύθυνσης καθώς και ρυθμιστικό διάφραγμα αέρα (ντάμπερ).
- (2) Ταχύμετρο αέρα (ή ανεμόμετρο ή βελόμετρο).
- (3) Μετροταινία.
- (4) Χαρτί – μολύβι.
- (5) Κατσαβίδια (κοινά, σταυρωτά).

5. Πορεία εργασίας (σε στόμια τοίχου)

- (1) Μετρήστε τις εσωτερικές διαστάσεις του στομίου και σημειώστε τις σε φύλλο χαρτιού.
- (2) Υπολογίστε την εσωτερική διατομή του στομίου σε m^2 .
- (3) Από τους πίνακες των κατασκευαστών βρείτε την ελεύθερη επιφάνεια του στομίου σε m^2 . Αν δεν υπάρχουν πίνακες, πάρτε το 65%-70% της επιφάνειας που δίνουν οι εσωτερικές διαστάσεις του στομίου.
- (4) Θέστε το ρυθμιστικό διάφραγμα (ντάμπερ) όλων των στομιών της μονάδας σε τελείως ανοιχτή θέση και τα πτερύγια κατεύθυνσης στις 0° .
- (5) Λειτουργήστε τη μονάδα και μετρήστε τη ταχύτητα του αέρα στην έξοδο του στομίου και σε όσο περισσότερα σημεία της κάθετης διατομής του μπορείτε.



ΠΡΟΣΟΧΗ

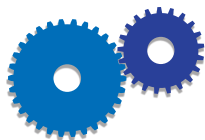
Συμπληρώστε το παρακάτω πίνακα με τα στοιχεία που μετρήσατε. Βεβαιωθείτε ότι γνωρίζετε καλά το χειρισμό του ταχύμετρου αέρα πριν αρχίσετε οποιαδήποτε χρήση του (μέτρηση ταχύτητας).

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

- (6) Υπολογίστε τη μέση ταχύτητα στην έξοδο του στομίου σε m/s.
- (7) Εφαρμόζοντας τη σχέση $\mathbf{Q} = \mathbf{A} \times \mathbf{V}$, υπολογίστε την παροχή του στομίου σε m³/s ή L/s.
- (8) Θέστε το ρυθμιστικό διάφραγμα του στομίου σε διάφορες θέσεις (τουλάχιστον τρεις) και υπολογίστε τη μέση ταχύτητα και την παροχή σε κάθε θέση του διαφράγματος.

Ρύθμιση διαφράγματος	Μέση ταχύτητα στο στόμιο (m/s)	Παροχή του στομίου (m ³ /s)
1η		
2η		
3η		
4η		

- (9) Υπολογίστε το **βεληνεκές** του στομίου για τις διαστάσεις της αίθουσας που είναι τοποθετημένο, σε τρεις τουλάχιστον θέσεις των οριζόντιων πτερυγίων (0°, 22° και 45°) και σημειώστε σε ποια θέση των πτερυγίων του στομίου έχετε το σωστότερο βεληνεκές για τις διαστάσεις της αίθουσας.
- (10) Ακολουθήστε την ίδια διαδικασία και στα άλλα στόμια της μονάδας, με στόχο πάντα την ομοιόμορφη κατανομή του κλιματισμένου αέρα και την επίτευξη της απαιτούμενης άνεσης στο χώρο.
- (11) Σταματήστε την κλιματιστική μονάδα και παραδώστε στον υπεύθυνο του εργαστηρίου όλα τα όργανα και τα εργαλεία που είχατε δανειστεί στην κατάσταση που τα παραλάβατε.
- (12) Σχολιάστε με τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου τις δυσκολίες και τα φαινόμενα που συναντήσατε κατά τις διάφορες φάσεις της άσκησης.



ΑΣΚΗΣΗ 12η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗΣ ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στη μέτρηση των ηλεκτρικών στοιχείων λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας (τάση, ένταση).
- Να μάθουν να ελέγχουν τις πιέσεις κανονικής λειτουργίας της μονάδας.
- Να ελέγχουν τη θερμοκρασία του αέρα στην είσοδο και έξοδο του από την κλιματιστική μονάδα: α) στον εξατμιστή και β) στο συμπυκνωτή.
- Να ελέγχουν την ψυκτική ικανότητα των μονάδων κλιματισμού.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Μετά την εγκατάσταση μιας ημικεντρικής κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου (SPLIT) γίνεται ένας προσεχτικός οπτικός έλεγχος όλων των τμημάτων της μονάδας για ξεχασμένα υλικά, εργαλεία ή υλικά συσκευασίας γύρω από το εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα (εξατμιστή και συμπυκνωτή). Κατόπιν θέτουμε σε λειτουργία τη μονάδα, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Αφού λειτουργήσει η μονάδα για 15 έως 20 λεπτά της ώρας, θα πρέπει να μετρήσουμε και να καταγράψουμε όλα τα στοιχεία λειτουργίας της και μετά να τα συγκρίνουμε με τα **διεθνώς αποδεκτά πρότυπα (standards) για αερόψυκτες μονάδες με ψυκτικό ρευστό R₂₂ και θερμοκρασία περιβάλλοντος 35°C**.

Βέβαια για έναν τέτοιο έλεγχο καλό είναι να συμβουλευόμαστε τα τεχνικά εγχειρίδια του κατασκευαστή της μονάδας. Όμως, αν δεν έχουμε στη διάθεσή μας τέτοιο πληροφοριακό υλικό, μπορούμε, στις περιπτώσεις καινούργιων μονάδων, να χρησιμοποιούμε τον πίνακα (12.1) που ακολουθεί και να γίνεται σύγκριση των μετρούμενων στοιχείων με εκείνα του πίνακα (12.1).

Πίνακας 12.1

Α' ΣΤΗΛΗ		Β' ΣΤΗΛΗ
ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		ΚΑΝΟΝΙΚΗ (ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ) ΕΝΔΕΙΞΗ (Standard)
Ηλεκτρολογικά	Τάση (V)	Ονομαστική τάση $\pm 10\%$
	Ένταση (A)	Κάτω του 115% της ονομαστικής
Πιέσεις ψυκτικού ρευστού	Πίεση κατάθλιψης (bar)	Πίεση συμπίκνωσης που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος συν 15°C $T_{\text{περ.}} + 15^{\circ}\text{C}$
	Πίεση αναρρόφησης (bar)	Πίεση εξάτμισης που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του ψυχόμενου αέρα μείον 12°C $T_{\text{αερ. προσ.}} - 12^{\circ}\text{C}$
Εξωτερικό τμήμα (συμπυκνωτής)	Όγκος ή μάζα του αέρα (L/s)	0,3 - 0,35 m ³ /s, ανά HP του συμπιεστή
	Διαφορά θερμοκρασίας ($T_{\text{εξερχ.}} - T_{\text{εισερχ. αέρα}}$)	9 έως 11 K (°C)
Εσωτερικό τμήμα (εξατμιστής)	Όγκος ή μάζα ψυχόμενου αέρα (L/s)	0,13 - 0,15 m ³ /s, ανά HP του συμπιεστή
	Διαφορά θερμοκρασίας ($T_{\text{εισερχ.}} + T_{\text{εξερχ. αέρα}}$)	9 έως 11 K (°C)
Μέγεθος υπερθέρμανσης (K) ή °C		5 έως 10 K (°C)

Τα στοιχεία του πίνακα (12.1) ισχύουν με τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Το μήκος των σωληνώσεων να μην ξεπερνάει τα 5 m.
- Η διαφορά ύψους μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής μονάδας είναι 0 m.
- Η θερμοκρασία περιβάλλοντος να είναι 35 °C.
- Η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου είναι $T_{db} = 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{wb} = 19,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η λεπτομερής διαδικασία μέτρησης των παραπάνω στοιχείων των μονάδων κλιματισμού έχει αναφερθεί σε προηγούμενες ασκήσεις αυτού του βιβλίου. Γι' αυτό σ' αυτή την άσκηση απλώς θα αναφέρεται η πράξη και όχι η αναλυτική διαδικασία της. Για παράδειγμα, λέμε **«μετρήστε την ηλεκτρική τάση παροχής της μονάδας»**, χωρίς να αναφέρεται το «πώς» ή η διαδικασία μέτρησής της.

3. Όργανα - Εργαλεία - Υλικά

- (1) Βολτόμετρο.
- (2) Αμπερόμετρο τύπου «τσιμπίδα» (αμπεροτσιμπίδα) 0-30 A, με τρεις κλίμακες.
- (3) Κάσα μανομέτρων πλήρης.
- (4) Ταχύμετρο αέρα ή θερμοανεμόμετρο.
- (5) Θερμόμετρα με κλίμακες -20 °C έως +50 °C και κατάλληλα για μέτρηση θερμοκρασίας πάνω σε σωλήνες (με βολβό και τριχοειδή σωλήνα).
- (6) Μετροταινία.
- (7) Χαρτί-μολύβι.

4. Πορεία εργασίας



ΠΡΟΣΟΧΗ

- Πάρτε όλα τα προβλεπόμενα μέτρα ασφαλείας που επιβάλλονται, όταν μετράτε ηλεκτρολογικά μεγέθη (τάση, ένταση κλπ.).
- Βεβαιωθείτε ότι γνωρίζετε καλά τη χρήση των οργάνων που θα χρησιμο-

ποιήσετε (βολτόμετρο, αμπερόμετρο, ταχύμετρα αέρα κλπ.) για τη δική σας ασφάλεια και την ασφάλεια των οργάνων.

- (1) Λειτουργήστε τη μονάδα για 15-20 λεπτά της ώρας στην ψύξη.
- (2) Συνδέστε με προσοχή το βολτόμετρο στους ακροδέκτες του συμπιεστή και σημειώστε τη μετρούμενη ένδειξη (τάση). $V = \dots\dots\dots (V)$.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Το βολτόμετρο συνδέεται πάντα παράλληλα προς την πηγή ή την κατανάλωση.

- (3) Χρησιμοποιώντας την «αμπεροτσιμπίδα» (αμπερόμετρο), μετρήστε με προσοχή την ένταση της γραμμής παροχής του συμπιεστή.

$$I = \dots\dots\dots (A).$$

A. Μετρήσεις στο εξωτερικό τμήμα της μονάδας (συμπυκνωτικό τμήμα).

- (4) Μετρήστε μ' ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία περιβάλλοντος κοντά στο συμπυκνωτή. $T_{\text{περ.}} = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}.$

- (5) Στη μετρηθείσα θερμοκρασία περιβάλλοντος προσθέστε $15 ^\circ\text{C}$, για να βρείτε τη θερμοκρασία συμπύκνωσης: $T_{\text{συμπ.}} = T_{\text{περ.}} + 15 = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}.$

$$T_{\text{συμπ.}} = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}.$$

- (6) Με τη βοήθεια ενός πίνακα αντιστοιχίας θερμοκρασιών-πιέσεων του R_{22} , βρείτε την απόλυτη πίεση συμπύκνωσης που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία συμπύκνωσης. $P_{\text{συμπ.}} = \dots\dots\dots (\text{bar}).$

Πίνακας 12.2 Θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά R₂₂

Θερμοκρ.	Απόλυτη πίεση	Ειδικός όγκος		Ειδική πυκνότητα		Ειδική ενθαλπία			Ειδική εντροπία	
°C	bar	Υγρού m³/kg	Ατμού m³/kg	Υγρού kg/m³	Ατμού kg/m³	Υγρού kJ/kg	Λανθ. kJ/kg	Ατμού kJ/kg	Υγρού kJ/kgK	Ατμού kJ/kgK
-5	4.2135	0.76831	55.3394	1.30155	0.01807	194.176	209.320	403.496	0.97870	1.75628
-4	4.3584	0.77028	53.5682	1.29823	0.01867	195.335	208.540	403.876	0.98297	1.75775
-3	4.5070	0.77226	51.8653	1.29490	0.01928	196.497	207.755	404.252	0.98724	1.75624
-2	4.6594	0.77427	50.2274	1.29154	0.01991	197.662	206.963	404.625	0.99150	1.75475
-1	4.8157	0.77629	48.6517	1.28817	0.02055	198.829	206.165	404.994	0.99575	1.75326
0	4.9759	0.77834	47.1354	1.28479	0.02122	200.000	205.361	405.361	1.00000	1.75179
1	5.1401	0.78041	45.6757	1.28139	0.02189	201.174	204.550	405.724	1.00424	1.75034
2	5.3083	0.78249	44.2702	1.27797	0.02259	202.351	203.733	406.084	1.00848	1.74889
3	5.4806	0.78460	42.9166	1.27453	0.02330	203.530	202.910	406.440	1.01271	1.74746
4	5.6571	0.78673	41.6124	1.27108	0.02403	204.713	202.080	406.793	1.01694	1.74604
5	5.8378	0.78889	40.3556	1.26760	0.02478	205.899	201.243	407.143	1.02116	1.74463
6	6.0228	0.79107	39.1441	1.26412	0.02555	207.089	200.400	407.489	1.02537	1.74324
7	6.2122	0.79327	37.9759	1.26061	0.02633	208.281	199.550	407.831	1.02958	1.74185
8	6.4059	0.79549	36.8493	1.25708	0.02714	209.477	198.693	408.169	1.03379	1.74047
9	6.6042	0.79775	35.7624	1.25353	0.02796	210.675	197.829	408.504	1.03799	1.73911
10	6.8070	0.80002	34.7136	1.24997	0.02881	211.877	196.958	408.835	1.04218	1.73775
11	7.0144	0.80232	33.7013	1.24638	0.02967	213.083	196.079	409.162	1.04637	1.73640
12	7.2265	0.80465	32.7239	1.24277	0.03056	214.291	195.194	409.485	1.05056	1.73506
13	7.4433	0.80701	31.7801	1.23915	0.03147	215.503	194.301	409.804	1.05474	1.73373
14	7.6650	0.80939	30.8683	1.23550	0.03240	216.719	193.400	410.119	1.05892	1.73241
15	7.8915	0.81180	29.9874	1.23183	0.03335	217.937	192.492	410.430	1.06309	1.73109
16	8.1229	0.81424	29.1361	1.22813	0.03432	219.160	191.577	410.736	1.06726	1.72978
17	8.3593	0.81671	28.3131	1.22442	0.03532	220.385	190.653	411.038	1.07142	1.72848
18	8.6008	0.81922	27.5173	1.22068	0.03634	221.615	189.721	411.336	1.07559	1.72719
19	8.8475	0.82175	26.7477	1.21692	0.03739	222.848	188.782	411.629	1.07974	1.72590
20	9.0993	0.82431	26.0032	1.21313	0.03846	224.084	187.834	411.918	1.08390	1.72462
21	9.3564	0.82681	25.2829	1.20932	0.03955	225.324	186.877	412.202	1.08805	1.72334
22	9.6189	0.82934	24.5857	1.20548	0.04067	226.566	185.913	412.481	1.09220	1.72206
23	9.8867	0.83221	23.9107	1.20162	0.04182	227.816	184.939	412.755	1.09634	1.72080
24	10.160	0.83491	23.2572	1.19773	0.04300	229.068	183.957	413.025	1.10048	1.71953
25	10.439	0.83765	22.6242	1.19382	0.04420	230.324	182.965	413.289	1.10462	1.71827
26	10.723	0.84043	22.0111	1.18987	0.04543	231.583	181.965	413.548	1.10876	1.71701
27	11.014	0.84324	21.4169	1.18590	0.04669	232.847	180.955	413.802	1.11290	1.71576
28	11.309	0.84610	20.8411	1.18190	0.04798	234.115	179.935	414.050	1.11703	1.71450
29	11.611	0.84899	20.2829	1.17787	0.04930	235.387	178.906	414.293	1.12116	1.71325
30	11.919	0.85193	19.7417	1.17381	0.05065	236.664	177.867	414.530	1.12530	1.71200
31	12.232	0.85491	19.2168	1.16971	0.05204	237.944	176.817	414.762	1.12943	1.71075
32	12.552	0.85793	18.7076	1.16559	0.05345	239.230	175.758	414.987	1.13355	1.70950
33	12.878	0.86101	18.2135	1.16143	0.05489	240.520	174.687	415.207	1.13768	1.70826
34	13.210	0.86412	17.7341	1.15724	0.05639	241.814	173.605	415.420	1.14181	1.70701
35	13.548	0.86729	17.2686	1.15301	0.05791	243.114	172.514	415.627	1.14594	1.70576
36	13.892	0.87051	16.8168	1.14875	0.05946	244.418	171.410	415.828	1.15007	1.70450
37	14.243	0.87378	16.3779	1.14445	0.06106	245.727	170.294	416.021	1.15420	1.70325
38	14.601	0.87710	15.9517	1.14012	0.06269	247.041	169.167	416.208	1.15833	1.70199
39	14.965	0.88048	15.5375	1.13574	0.06436	248.361	168.027	416.388	1.16246	1.70073
40	15.335	0.88392	15.1351	1.13133	0.06607	249.686	166.875	416.561	1.16659	1.69946
41	15.712	0.88741	14.7439	1.12687	0.06782	251.016	165.710	416.728	1.17073	1.69819
42	16.096	0.89097	14.3636	1.12237	0.06962	252.352	164.531	416.883	1.17488	1.69692
43	16.487	0.89459	13.9938	1.11783	0.07146	253.694	163.339	417.033	1.17900	1.69564
44	16.885	0.89828	13.6341	1.11324	0.07335	255.042	162.133	417.174	1.18315	1.69435
45	17.290	0.90203	13.2841	1.10861	0.07528	256.398	160.912	417.308	1.18730	1.69305
46	17.702	0.90586	12.9436	1.10392	0.07726	257.756	159.676	417.432	1.19145	1.69175
47	18.121	0.90976	12.6122	1.09919	0.07929	259.123	158.425	417.548	1.19559	1.69043
48	18.548	0.91374	12.2895	1.09441	0.08137	260.497	157.158	417.655	1.19977	1.68911
49	18.982	0.91779	11.9753	1.08957	0.08351	261.877	155.875	417.752	1.20393	1.68777

* 1 bar = 100 kPa = 14,5 psi

(7) Από την απόλυτη πίεση συμπύκνωσης που βρήκατε στην παράγραφο (5), αφαιρέστε 1 bar για να έχετε περίπου τη μανομετρική (πραγματική) πίεση συμπύκνωσης.

$$P_{\text{μν}} = \dots \text{bar.}$$

(8) Μετρήστε τώρα τη μανομετρική πίεση κατάθλιψης που επικρατεί στη μονάδα, με το μανόμετρο υψηλής πίεσης της κάσας μανομέτρων.

$$P_{\text{μν}} = \dots \text{bar.}$$

- (9) Συγκρίνετε την πραγματική (μανομετρική) πίεση συμπίκνωσης που μετρά το μανόμετρο υψηλής με την πραγματική (μανομετρική) πίεση που βρήκατε από τον πίνακα (12.2). **Όσο πιο κοντά είναι οι δύο αυτές πιέσεις (η μετρούμενη και η υπολογισθείσα από τον πίνακα), τόσο πιο φυσιολογική θεωρείται η λειτουργία της μονάδας.**
- (10) Μετρήστε την ταχύτητα (V) του αέρα που εξέρχεται από το συμπυκνωτή και υπολογίστε τον όγκο του αέρα που περνά μέσα από το συμπυκνωτή της μονάδας, εφαρμόζοντας τη γνωστή σας σχέση: $Q = A \times V$. Όπου (V) η ταχύτητα σε m/s και (A) η επιφάνεια εξόδου του αέρα από το συμπυκνωτή:

$$Q = A \times V = \dots\dots\dots \text{m}^3/\text{s} \text{ ή } \text{L/s}.$$
- (11) Από τα στοιχεία (τεχνικά χαρακτηριστικά) του συμπιεστή βρείτε την ονομαστική του ισχύ σε (HP).

$$P_{\text{συμπ.}} = \dots\dots\dots \text{HP}.$$
- (12) Υπολογίστε τον όγκο του αέρα που προβλέπεται από τον πίνακα για την ιπποδύναμη του συμπιεστή. $Q = \text{HP} \times 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\text{HP} \times Q = \dots\dots\dots \text{m}^3/\text{s} \text{ ή } \text{L/s}.$$
- (13) Συγκρίνετε τον όγκο του αέρα που υπολογίσατε εσείς στην παράγραφο (5) και εκείνον που προβλέπεται από τον πίνακα (12.1) για την ιπποδύναμη του συμπιεστή. **Όσο πιο κοντά είναι τα δύο αποτελέσματα, τόσο πιο φυσιολογική και σωστή είναι η λειτουργία της μονάδας.**
- (14) Μετρήστε ταυτόχρονα τη θερμοκρασία του αέρα στην είσοδο του συμπυκνωτή ($T_{\text{εισ.}}$) και τη θερμοκρασία στην έξοδο του συμπυκνωτή ($T_{\text{εξ.}}$). Βρείτε τη διαφορά των δύο θερμοκρασιών.

$$\Delta T = T_{\text{εξ.}} - T_{\text{εισ.}} \dots\dots\dots \text{K ή } ^\circ\text{C}.$$

Όταν η λειτουργία της μονάδας είναι σε φυσιολογικά πλαίσια, η (ΔT) πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 9 έως 11 K ($^\circ\text{C}$).

B. Μετρήσεις στο εσωτερικό τμήμα της μονάδας (εξατμιστής).

- (1) Μετρήστε μ' ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία του αέρα που βγαίνει απ' τη μονάδα.

$$T_{\text{εξερχ.}} = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}.$$
- (2) Αφαιρέστε $12 ^\circ\text{C}$ από τη μετρηθείσα θερμοκρασία του κλιματιζόμενου αέρα, για να βρείτε περίπου τη θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού μέσα στις σωληνώσεις του εξατμιστή.

$$T_{\text{εξατμ.}} = T_{\text{αερ.}} - 12 = \dots\dots\dots T_{\text{εξατμ.}} = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}.$$
- (3) Από τον πίνακα (12.2) βρείτε την απόλυτη πίεση εξάτμισης ($P_{\text{εξατμ.}}$) η

οποία αντιστοιχεί στη θερμοκρασία που υπολογίσατε στην παράγραφο (2)

$$P_{\text{εξάτμ.}} = \dots\dots \text{bar.}$$

- (4) Από την απόλυτη πίεση, που βρήκατε στην παράγραφο (3), αφαιρέστε 1 bar για να έχετε περίπου τη μανομετρική πίεση της εξάτμισης.

$$P_{\text{μαν.}} = \dots\dots \text{bar.}$$

- (5) Μετρήστε τώρα με το μανόμετρο χαμηλής της κάσας μανομέτρων, τη μανομετρική πίεση αναρρόφησης (ή εξάτμισης).

$$P_{\text{μαν.}} = \dots\dots \text{bar.}$$

- (6) Συγκρίνετε τη μανομετρική πίεση εξάτμισης που μετράει το μανόμετρο χαμηλής με εκείνη που υπολογίσατε από τον πίνακα (12.2). **Όσο πιο κοντά είναι οι δύο αυτές πιέσεις (η μετρούμενη και η υπολογισθείσα από τον πίνακα), τόσο πιο φυσιολογική και σωστή είναι η λειτουργία της μονάδας.**

- (7) Υπολογίστε τον όγκο του κλιματιζόμενου (ψυχόμενου) αέρα από τη σχέση $Q = A \times V$, αφού πρώτα μετρήσετε την ταχύτητα (V) του εξερχόμενου αέρα και τη διατομή (A) της εξόδου του κλιματιζόμενου αέρα.

$$Q = \dots\dots \text{m}^3/\text{s} \text{ ή } \text{L}/\text{s.}$$

- (8) Υπολογίστε τον όγκο του κλιματιζόμενου αέρα που προβλέπει ο πίνακας (12.1) για την ιπποδύναμη του συμπιεστή της μονάδας.

$Q = \text{HP} \times 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ και $\text{HP} \times Q = \dots\dots \text{m}^3/\text{s} \text{ ή } \text{L}/\text{s}$. Συγκρίνετε τον όγκο του αέρα που υπολογίσατε από τις μετρήσεις σας στην παράγραφο (7) και τον όγκο που προκύπτει από τον πίνακα (12.1) για την ιπποδύναμη της μονάδας σας. **Όσο πιο κοντά είναι τα δύο αυτά αποτελέσματα, τόσο πιο ικανοποιητικά (αποδοτικά) λειτουργεί η μονάδα.**

- (9) Μετρήστε ταυτόχρονα τη θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα ($T_{\text{εισ.}}$) και του εξερχόμενου (κλιματισμένου) αέρα ($T_{\text{εξερχ.}}$) και υπολογίστε τη διαφορά.

$$\Delta T = T_{\text{εισερχ.}} - T_{\text{εξερχ.}} = \dots\dots \text{K (}^\circ\text{C)}.$$

Όταν η μονάδα λειτουργεί κανονικά, η μετρούμενη (ΔT) θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 9-11 K ή ($^\circ\text{C}$), όπως φαίνεται και από τον πίνακα (12.1).

- (10) Υπολογίστε την ικανότητα της μονάδας σε **αισθητή ψύξη** (όταν δεν υπάρχει αφύγρανση), χρησιμοποιώντας τη γνωστή σας σχέση:

$$q_s = 1,2 \times Q \times \Delta T.$$

Όπου q_s : Η ικανότητα (ισχύς) της μονάδας σε αισθητή ψύξη (W).

Q: Ο όγκος του αέρα που περνά από το στοιχείο ψύξης (L/s).

ΔT : Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Όταν δεν υπάρχει αφύγρανση, η q_T ισούται με την q_s ($q_T = q_s$).

- (11) Αν υπάρχει αφύγρανση, τότε η $q_s = q_T \times \text{SHR}$ (βλέπε κεφάλαιο 2 του βιβλίου «Εγκαταστάσεις κλιματισμού II»). Αν το SHR δεν είναι γνωστό, το παίρνουμε περίπου 15-20%. Για να βρούμε την ονομαστική ψυκτική ισχύ (ολική) εφαρμόζουμε τη σχέση:

$$q_T = q_s / \text{SHR}$$

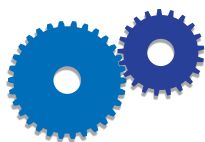
- (12) Συγκρίνετε την ικανότητα της μονάδας σε αισθητή ψύξη (αυτή που δίνει ο κατασκευαστής) με εκείνη που υπολογίσατε εσείς χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$q_s = 1,2 \times Q \times \Delta T$$

Όσο πιο κοντά είναι η ονομαστική και η υπολογισθείσα ισχύς, τόσο ικανοποιητικά λειτουργεί η μονάδα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Η ικανότητα της μονάδας σε αισθητή ψύξη μπορεί να υπολογιστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια από τον ψυχομετρικό χάρτη, αφού πρώτα μετρηθούν μ' ένα ψυχρόμετρο τα ψυχομετρικά στοιχεία του εισερχόμενου και εξερχόμενου (ψυχόμενου) αέρα. (βλέπε κεφάλαιο 2 του βιβλίου «Εγκαταστάσεις Κλιματισμού II»).
 - Για να έχουμε αξιόπιστα αποτελέσματα, θα πρέπει οι μετρήσεις μας και οι υπολογισμοί μας να γίνονται με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.
- (13) Μετρήστε την υπερθέρμανση στον εξατμιστή με τη μέθοδο θερμομέτρου-μανομέτρου ή με τη μέθοδο των δύο θερμομέτρων. **Η υπερθέρμανση πρέπει να κυμαίνεται από 5 έως 10 °C, όπως μας δίνει ο πίνακας (12.1).** Αν η τιμή της υπερθέρμανσης δεν είναι μέσα στα παραπάνω όρια, θα πρέπει να γίνουν σχετικές ρυθμίσεις στην εκτονωτική βαλβίδα (αν η βαλβίδα είναι θερμοστατική) ώστε η υπερθέρμανση να διαμορφωθεί στους 5 έως 10 °C.
- (14) Αφού τελειώσετε την άσκηση, παραδώστε τα όργανα, εργαλεία και τις συσκευές που χρησιμοποιήσατε στην αποθήκη του εργαστηρίου.
- (15) Σχολιάστε με τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου τις δυσκολίες που συναντήσατε στις διάφορες φάσεις της άσκησης και σχολιάστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων και των υπολογισμών σας (συμπτώσεις, διαφορές από τον πίνακα 12-1).



ΑΣΚΗΣΗ 13η

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ (C.O.P) ΜΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να κατανοήσουν οι μαθητές την πρακτική σημασία του (C.O.P) στη λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων.
- Να μάθουν να διακρίνουν τη διαφορά των μονάδων κλιματισμού της αγοράς, όσον αφορά το κόστος λειτουργίας τους.
- Να ασκηθούν στη μέτρηση των στοιχείων που απαιτούνται για τον υπολογισμό του (C.O.P) των μονάδων κλιματισμού.

2. Παραπομπή

βιβλιογραφία: Τεχνολογία ψυκτικών εγκαταστάσεων II.

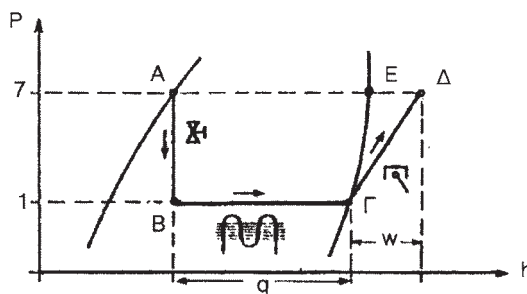
3. Εισαγωγικές πληροφορίες

Στο μάθημα «Τεχνολογία ψυκτικών εγκαταστάσεων II», έχει διδαχθεί το φαινόμενο ψύξης με συμπίεση ατμών πάνω στο διάγραμμα P-h (διάγραμμα Mollier). Έχουν μελετηθεί οι διάφορες φάσεις λειτουργίας ψυκτικής μηχανής και τα θερμοδυναμικά στοιχεία κάθε φάσης. Εκεί έχει δοθεί και ο σχετικός ορισμός του θεωρητικού συντελεστή συμπεριφοράς των ψυκτικών μηχανών (C.O.P).

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

$$C.O.P = \frac{q}{W}$$

C.O.P - Καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα (q) / Ενέργεια συμπίεσης (W).



Το μέγεθος του C.O.P μίας μονάδας ψύξης (επομένως και κλιματιστικής μονάδας) είναι πολύ σπουδαίο στοιχείο για να εκτιμήσουμε την ποιότητά της, αλλά και το πόσο οικονομικά λειτουργεί. Όσο πιο μεγάλος είναι ο C.O.P, τόσο πιο οικονομικά λειτουργεί η μονάδα μας και αντίστροφα. Γενικά θα λέγαμε ότι ένας C.O.P μεταξύ 2,5 και 5 είναι από τους πιο συνηθισμένους στις κλιματιστικές μονάδες της αγοράς. Όταν ο C.O.P τείνει προς τη μονάδα (1), σημαίνει ότι η ψυκτική ισχύς που παίρνουμε ισούται σχεδόν με την εισερχόμενη ηλεκτρική ισχύ, δηλαδή την ισχύ που καταναλώνουμε. Επομένως η λειτουργία μίας τέτοιας μονάδας κλιματισμού είναι ασύμφορη.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ 220/240 VOLTS -1 PHASE							
MODEL	Ψυκτική ικανότητα		Εισερχόμενη ισχύς μοτέρ WATTS	EER BTU/WH	C.O.P. (W/W)	Ηλεκτρολογικά στοιχεία	
	BTU/H	(WATTS)				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

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

Σχήμα 13.2 Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών κλιματιστικής μονάδας στην οποία φαίνεται και ο COP.

Γι' αυτό ο C.O.P θα πρέπει να μπορεί να ελέγχεται εύκολα και σχετικά γρήγορα από τους τεχνικούς. Το μέγεθος του C.O.P μπορεί να υπολογιστεί από τη χάραξη του διαγράμματος P-h, αφού μετρηθούν τα στοιχεία που μας είναι απαραίτητα (πιέσεις και θερμοκρασίες που επικρατούν στα σημεία που αρχίζει και τελειώνει κάθε φάση του κύκλου ψύξης). Όμως στην καθημερινή πρακτική το μέγεθος του C.O.P υπολογίζεται με αρκετή ακρίβεια από την ακόλουθη σχέση:

$$\text{C.O.P} = q_c / P \quad (13.1)$$

Όπου: C.O.P: 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).

Π.Χ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Η ονομαστική ψυκτική ισχύς μίας μονάδας κλιματισμού είναι 17 KW (από τα στοιχεία του κατασκευαστή). Αν η εισερχόμενη ηλεκτρική ισχύς που προκύπτει από τις μετρήσεις είναι 3,5 KW, να βρεθεί ο C.O.P.

Λύση:

$$\text{C.O.P} = q_c / P = 17\text{KW} / 3,5 \text{ KW} = 4,86.$$

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 δίνεται από τη σχέση:

$$P = V \times I \times \text{συνφ} \quad (13.2)$$

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 - 0,9 ανάλογα με την ποιότητα και τις συνθήκες λειτουργίας των ηλεκτροκινητήρων του συμπιεστή και των ανεμιστήρων της μονάδας.

Π.Χ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

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

Λύση:

Εφαρμόζοντας τη σχέση (13.2) έχουμε:

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

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

$$P = 1,73 \times V_{\pi} \times I_{\phi} \times \text{συνφ} \quad (13.3)$$

Όπου: P: Η ηλεκτρική ισχύς (W).

V_{π} : Η τάση μεταξύ δύο φάσεων (πολική τάση) 380 V + 10%

I_{ϕ} : Η ένταση ανά φάση (A).

συνφ: Από 0,8 - 0,9

Π.Χ. 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)
- συνφ = 0,8.

Να βρεθεί η εισερχόμενη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας.

Λύση:

Εφαρμόζοντας τη σχέση (13.3) έχουμε:

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

4. Όργανα - Εργαλεία - Υλικά



ΠΡΟΣΟΧΗ

- Πάρτε όλα τα μέτρα ασφαλείας που επιβάλλονται όταν μετράμε ηλεκτρολογικά μεγέθη (τάση, ένταση κλπ.).
- Βεβαιωθείτε ότι γνωρίζετε καλά τη χρήση των οργάνων που θα χρησιμοποιήσετε, για τη δική σας ασφάλεια και την ασφάλεια των οργάνων.

(1) Αφαιρέστε το κάλυμμα του χώρου σύνδεσης της ηλεκτρικής παροχής της μονάδας και εντοπίστε τα σημεία στα οποία θα πάρετε τις ηλεκτρικές μετρήσεις.

(2) Λειτουργήστε τη μονάδα για 15-20 λεπτά της ώρας και μετρήστε την τάση στους ακροδέκτες σύνδεσης.

$$V = \dots\dots\dots V.$$

- **Φάση και ουδέτερο** για μονοφασική μονάδα.
- **Μεταξύ φάσεων** για περίπτωση τριφασικής μονάδας.

(3) Χρησιμοποιώντας την αμπεροτσιμπίδα, μετρήστε με προσοχή την ένταση στη μία μόνο φάση.

$$I = \dots\dots\dots A.$$



Σχήμα 13.3 Μέτρηση της έντασης με αμπεροτσιμπίδα σε μονοφασική γραμμή μονάδας κλιματισμού

(4) Υπολογίστε την εισερχόμενη στη μονάδα ηλεκτρική ισχύ, χρησιμοποιώντας τη σχέση (13.2) ή (13.3) ανάλογα με το αν η μονάδα είναι μονοφασική ή τριφασική.

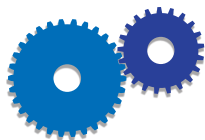
$$P = \dots\dots\dots W \text{ ή } KW.$$

- (5) Καταγράψτε από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας την ψυκτική ικανότητά της. $q_e = \dots\dots\dots \text{W ή KW}.$
- (6) Από τη σχέση $\text{C.O.P} = q_e/P = \dots\dots\dots$ **C.O.P** =
- (7) Σχολιάστε το μέγεθος του C.O.P που βρήκατε (είναι μικρό, πολύ μεγάλο, κανονικό, αποδεκτό κλπ)
- (8) Σταματήστε τη λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας και παραδώστε στον υπεύθυνο του εργαστηρίου τα εργαλεία, όργανα και συσκευές που έχετε χρεωθεί στην κατάσταση που τα παραλάβατε.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς (COP) μονάδας κλιματισμού και ποιοι παράγοντες διαμορφώνουν το μέγεθός του;
2. Υπολογίστε τον COP κλιματιστικής μονάδας για την οποία δίνονται τα ακόλουθα στοιχεία:
 - Ψυκτική ικανότητα της μονάδας: 18 KW.
 - Μετρηθείσα τάση τροφοδότησης: 380 V/3Φ.
 - Μετρηθείσα ένταση κάθε φάσης: 8 A.
 - Συντελεστής ισχύος της μονάδας: 0,85.
3. Ποια είναι η συνήθης τιμή του COP στις μονάδες κλιματισμού και τι σημαίνει για έναν τεχνικό όταν ο COP τείνει προς τη μονάδα;
4. Πώς συνδέεται το βολτόμετρο και πώς το αμπερόμετρο σ' ένα ηλεκτρικό κύκλωμα; Δείξτε μ' ένα σκίτσο τον τρόπο σύνδεσής τους.
5. Τι επίπτωση προκαλεί μια αύξηση της τιμής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στην τιμή του COP κλιματιστικής μονάδας;



ΑΣΚΗΣΗ 14η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΓΙΑ ΔΙΑΚΟΠΗ,
ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ΚΑΙ ΔΙΑΡΡΟΗ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στον έλεγχο των ηλεκτροκινητήρων των συμπιεστών μονάδων κλιματισμού, **για διακοπή** σε κάποιο από τα τυλίγματα τους.
- Να μάθουν να ελέγχουν τους ηλεκτροκινητήρες των συμπιεστών για **βραχυκύκλωμα**.
- Να ασκηθούν οι μαθητές στον έλεγχο των ηλεκτροκινητήρων των συμπιεστών για **διαρροή**.

2. Παραπομπή

Στοιχεία ηλεκτροτεχνίας Α΄ τάξης, κεφάλαιο 8. Ηλεκτρολογία – Αυτοματισμοί Β΄ τάξης, Α΄ κύκλου.

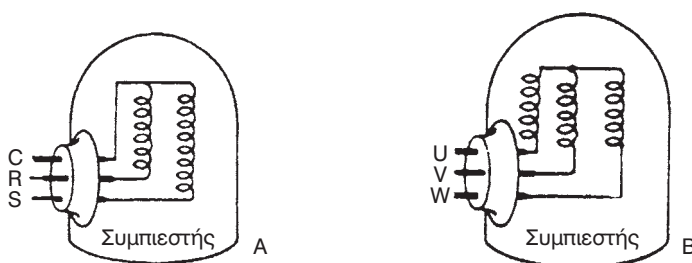
3. Εισαγωγικές πληροφορίες

Οι συμπιεστές των μονάδων κλιματισμού (κλειστού, ημίκλειστου ή ανοιχτού τύπου) κινούνται από **ηλεκτροκινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος**. Οι κινητήρες αυτοί μπορεί να είναι μονοφασικοί ή τριφασικοί. Οι μονοφασικοί ηλεκτροκινητήρες λειτουργούν με ονομαστική τάση 220V/50HZ.

Οι ηλεκτροκινητήρες των συμπιεστών επιδέχονται συνήθως μία αύξομείωση της ονομαστικής τους τάσης, που μπορεί να είναι της τάξης του $\pm 10\%$, ανάλογα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Οι μονοφασικοί ηλεκτροκινητήρες των συμπιεστών αποτελούνται από το **κύριο** τύλιγμα που καταλήγει στον ακροδέκτη (R) και από το **βοηθητικό** που καταλήγει στον ακροδέκτη (S). Ο ακροδέκτης (C) είναι το κοινό σημείο των δυο τυλιγμάτων.

Το κύριο τύλιγμα παραμένει υπό τάση καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του συμπιεστή, ενώ το βοηθητικό τύλιγμα παραμένει υπό τάση μόνο λίγα δευτερόλεπτα κατά την εκκίνηση και μετά βγαίνει εκτός λειτουργίας με τη βοήθεια του εκκινήτη (ρελέ εκκίνησης). Γι' αυτό λέγεται και τύλιγμα εκκίνησης.



Σχήμα 14.1 Τα τυλίγματα των ηλεκτροκινητήρων των συμπιεστών: (Α) Τυλίγματα μονοφασικού ηλεκτροκινητήρα, (Β) Τυλίγματα τριφασικού ηλεκτροκινητήρα

Η ηλεκτρική αντίσταση του βοηθητικού τυλίγματος είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίσταση του κύριου τυλίγματος.

Οι τριφασικοί ηλεκτροκινητήρες αποτελούνται από τρία ίδια τυλίγματα που καταλήγουν στους ακροδέκτες U.V.W. (στους Αμερικάνικους T_1 , T_2 , T_3). Αφού τα τυλίγματα είναι ίδια και η αντίσταση που παρουσιάζουν είναι ίδια.

Την αντίσταση των τυλιγμάτων των ηλεκτροκινητήρων τη μετράμε με ειδικά όργανα που λέγονται **Ωμόμετρα**.



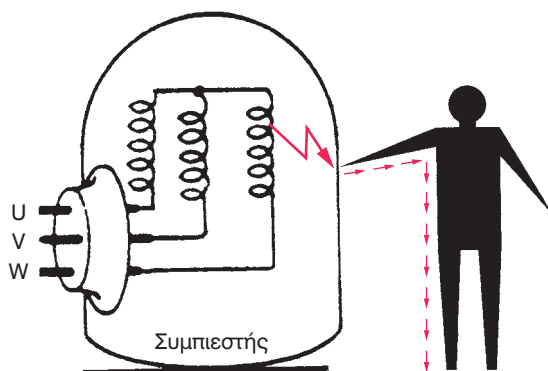
ΠΡΟΣΟΧΗ

Όταν κάνουμε μετρήσεις με Ωμόμετρο δεν επιτρέπεται να βρίσκεται υπό τάση το κύκλωμα που μετράμε. Υπάρχει κίνδυνος καταστροφής του Ωμόμετρου.

Τα τυλίγματα των ηλεκτροκινητήρων αποτελούνται από χάλκινα σύρματα τα οποία έχουν μονωθεί με ειδικό βερνίκι και ψηθεί σε υψηλές θερμοκρασίες. Όταν όμως η θερμοκρασία στα τυλίγματα υπερβεί ορισμένα όρια, το μονωτικό βερνίκι καταστρέφεται. Έτσι, τα χάλκινα σύρματα βρίσκονται σε πολλά σημεία χωρίς μόνωση, έρχονται σε επαφή μεταξύ τους και **δημιουργείται βραχυκύκλωμα**.

Μετά από μία τέτοια κατάσταση τα τυλίγματα καίγονται και ο κινητήρας του συμπιεστή τίθεται εκτός λειτουργίας.

Στους μονοφασικούς ηλεκτροκινητήρες των συμπιεστών καίγεται συνήθως μόνο το βοηθητικό τύλιγμα (τύλιγμα εκκίνησης) και σπανιότερα καίγεται συγχρόνως και το κύριο.



Σχήμα 14.2 Ηλεκτροπληξία λόγω διαρροής ηλεκτρικού ρεύματος προς το μεταλλικό τμήμα του ηλεκτροκινητήρα

Τα τυλίγματα των ηλεκτροκινητήρων μονώνονται και ως προς το μεταλλικό μέρος των ηλεκτροκινητήρων με ειδικό μονωτικό χαρτί (πετσόχαρτο). Όμως, όταν η ποιότητα των μονωτικών υλικών δεν είναι ικανοποιητική, μπορεί να δημιουργηθεί **διαρροή ηλεκτρικού ρεύματος** προς το μεταλλικό σώμα του ηλεκτροκινητήρα, η οποία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να γίνει και επικίνδυνη για τη ζωή των ανθρώπων που έρχονται σε επαφή με την κλιματιστική μονάδα. **Γι' αυτό όλα τα μεταλλικά τμήματα των μονάδων κλιματισμού πρέπει να γειώνονται.**

Στη συνέχεια αυτής της άσκησης θα γίνει έλεγχος ενός τριφασικού ηλεκτροκινητήρα συμπιεστή κλειστού τύπου για:

- Διακοπή τυλίγματος.
- Βραχυκύκλωμα.
- Διαρροή προς το μεταλλικό σώμα του συμπιεστή.

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Υλικά

- (1) Κλιματιστική μονάδα με τριφασικό συμπιεστή σε πλήρη λειτουργία.
- (2) Ωμόμετρο ή ηλεκτρικό πολύμετρο,
- (3) Μεγκώμετρο (megger)
- (4) Κατσαβίδια (κοινά-σταυρωτά)
- (5) Μολύβι-χαρτί.

5. Πορεία εργασίας

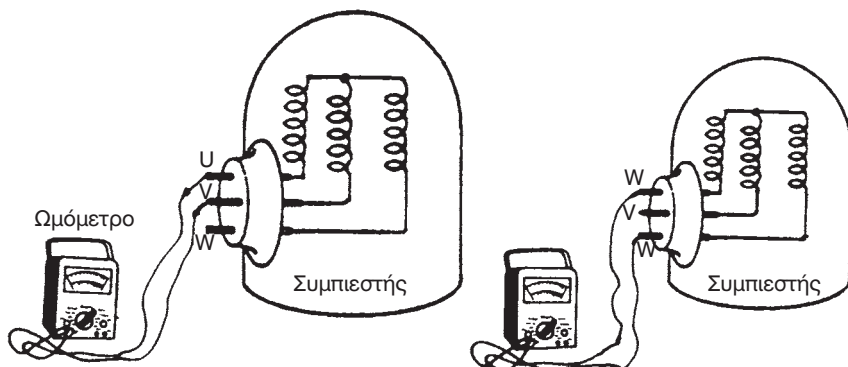
Α. ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ

- (1) Κατεβάστε το διακόπτη ελέγχου της γραμμής παροχής ρεύματος προς την κλιματιστική μονάδα που βρίσκεται συνήθως στον ηλεκτρικό πίνακα του κλιματιζόμενου χώρου.
- (2) Αφαιρέστε και τις τρεις ασφάλειες και φυλάξτε τες σε ασφαλή θέση.
- (3) Τοποθετήστε στον ηλεκτρικό πίνακα της μονάδας ταμπέλα κινδύνου που να απαγορεύει τη χρήση του κλιματιστικού (Σχήμα 14-3).



Σχήμα 14.3 Ταμπελάκι προειδοποίησης ότι γίνονται εργασίες στη γραμμή που ελέγχει ο διακόπτης

- (4) Ενώστε τους δύο ακροδέκτες του ωμομέτρου και ρυθμίστε το δείκτη (βελόνη) του οργάνου να δείχνει 0 Ω (τέρμα δεξιά).
- (5) Συνδέστε τους ακροδέκτες του ωμομέτρου σε δύο ακροδέκτες του τριφασικού ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή (π.χ. U και V). Σημειώστε την ένδειξηΩ.



Σχήμα 14.4 Έλεγχος τριφασικού ηλεκτροκινητήρα για διακοπή

- (6) Κρατήστε τον ένα ακροδέκτη του ωμομέτρου σταθερό (π.χ. στον ακροδέκτη U) και τοποθετήστε τον άλλον στον τρίτο ακροδέκτη του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή (Σχήμα 14-4β). Σημειώστε την ένδειξη του ωμομέτρου..... Ω .
- (7) Αν το μέγεθος της αντίστασης που έδειξε το ωμόμετρο και στις δύο μετρήσεις είναι **ίδιες ακριβώς**, τα τυλίγματα του τριφασικού ηλεκτροκινητήρα δεν παρουσιάζουν διακοπή.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Το μέγεθος της αντίστασης που θα μετρηθεί από το ωμόμετρο εξαρτάται από την ιπποδύναμη του ηλεκτροκινητήρα.

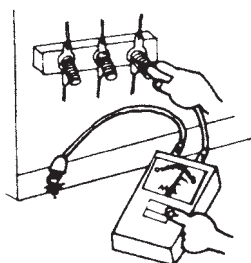
- (8) Αν σε μία μόνο από τις μετρήσεις η ένδειξη στο ωμόμετρο είναι **άπειρο** (∞), δηλαδή αν δεν μετακινηθεί η βελόνη του ωμομέτρου καθόλου, σημαίνει ότι το τύλιγμα που αντιστοιχεί στον τρίτο ακροδέκτη είναι κομμένο.
- (9) Αν και στις δύο μετρήσεις μεταξύ των ακροδεκτών του ηλεκτροκινητήρα η ένδειξη του ωμομέτρου είναι **άπειρο** (∞), σημαίνει ότι δύο τουλάχιστον από τα τυλίγματα του ηλεκτροκινητήρα παρουσιάζουν διακοπή και κατά πάσα πιθανότητα και το τρίτο.

B. ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ

- (1) Επαναλάβετε τις πράξεις 1, 2, 3, και 4 της παραγράφου (Α).
- (2) Μετρήστε την αντίσταση μεταξύ δύο ακροδεκτών του τριφασικού ηλεκτροκινητήρα και σημειώστε την ένδειξη του ωμομέτρου Ω .
- (3) Μετρήστε την αντίσταση μεταξύ ενός από τους ακροδέκτες της προηγούμενης μέτρησης και του τρίτου ακροδέκτη του τριφασικού ηλεκτροκινητήρα. Σημειώστε την ένδειξη του ωμομέτρου Ω .
- (4) Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο (Α) αυτής της άσκησης, αν τα τυλίγματα του ηλεκτροκινητήρα είναι εντάξει, το ωμόμετρο και στις δύο μετρήσεις θα μας δείξει το ίδιο μέγεθος αντίστασης.
- (5) Αν σε μία από τις μετρήσεις η αντίσταση του τυλίγματος είναι μικρότερη (συνήθως η μισή από την κανονική), το τύλιγμα στο οποίο παρουσιάζεται μειωμένη τιμή αντίστασης είναι βραχυκυκλωμένο.
- (6) Αν και στις δύο μετρήσεις το ωμόμετρο δείξει μηδέν (0 Ω), όλα τα τυλίγματα του ηλεκτροκινητήρα είναι βραχυκυκλωμένα.

Γ. ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΔΙΑΡΡΟΗ

- (1) Ελέγξτε την καλή λειτουργία του μεγκώμετρου (megger). (έλεγχο μπαταρίας, μηδενισμό του δείκτη κλπ.).
- (2) Συνδέστε καλά τον ένα ακροδέκτη του μεγκώμετρου στη μεταλλική επιφάνεια του συμπιεστή ή σε άλλο μεταλλικό σημείο της μονάδας κλιματισμού και τον άλλο ακροδέκτη σε έναν από τους ακροδέκτες του ηλεκτροκινητήρα (π.χ. στον U).



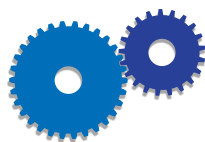
Σχήμα 14.5 Το μεγκώμετρο πρέπει να δείξει αντίσταση πάνω από $0,4 \text{ M}\Omega$ (μεγκώμ) για συσκευές 380V και πάνω από $0,25 \text{ M}\Omega$ για 220V .

- (3) Πιέστε τον ειδικό διακόπτη του μεγκώμετρου για να λειτουργήσει και διαβάστε προσεκτικά την ένδειξη του μεγκώμετρου. Η αντίσταση που πρέπει να δείξει το μεγκώμετρο πρέπει να είναι πάνω από **$0,4 \text{ M}\Omega$ για τάση 380V και πάνω από $0,25 \text{ M}\Omega$ για 220V** .
- (4) Μικρότερες αντιστάσεις από τις αναφερόμενες πιο πάνω δείχνουν μονώσεις κακής ποιότητας και πιθανή μελλοντική διαρροή ηλεκτρικού ρεύματος προς τα μεταλλικά τμήματα της μονάδας.
- (5) Αν βέβαια το μεγκώμετρο δείξει **μηδέν** ή πολύ μικρότερη αντίσταση, τότε υπάρχει αγωγή επαφή κάποιου τυλίγματος προς το μεταλλικό τμήμα του συμπιεστή και επομένως αν ο ηλεκτροκινητήρας τροφοδοτηθεί με τάση, θα υπάρξει διαρροή προς τα μεταλλικά τμήματα της μονάδας. Σ' αυτή την περίπτωση η μονάδα δεν πρέπει να τροφοδοτηθεί με τάση μέχρι να αποκατασταθεί η βλάβη.
- (6) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου να ελέγξει τα αποτελέσματα της εργασίας σας και να σχολιάσετε την όλη διαδικασία των μετρήσεών σας.
- (7) Παραδώστε τα όργανα, εργαλεία και τις συσκευές στην αποθήκη του εργαστηρίου.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σημειώστε τον τύπο του συμπιεστή που ελέγξατε
2. Διαβάστε από το βιβλίο «Στοιχεία Ηλεκτροτεχνίας» της Α΄ τάξης του Α΄ κύκλου το κεφάλαιο 8 και ειδικά τις παραγράφους που αναφέρονται στους ηλεκτροκινητήρες Ε.Ρ.
3. Δείξτε σε σκίτσο την εσωτερική σύνδεση του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή που ελέγχετε (αστέρας ή τρίγωνο)
4. Σχεδιάστε πρόχειρα την εσωτερική δομή μονοφασικού ηλεκτροκινητήρα και δείξτε την περιέλιξη εκκίνησης και την περιέλιξη λειτουργίας.
5. Τι θα συμβεί αν το βοηθητικό τύλιγμα (τύλιγμα εκκίνησης) μονοφασικού ηλεκτροκινητήρα παραμείνει στο κύκλωμα (υπό τάση) πέραν του καθορισμένου χρόνου;
6. Τι θα συμβεί αν το βοηθητικό τύλιγμα μονοφασικού ηλεκτροκινητήρα παρουσιάζει διακοπή;
7. Δείξτε μ' ένα πρόχειρο σχέδιο την εσωτερική δομή τριφασικού ηλεκτροκινητήρα σε σύνδεση αστέρα και σε σύνδεση τριγώνου. Τοποθετήστε τα καθιερωμένα γράμματα που χαρακτηρίζουν τα άκρα των τυλιγμάτων.
8. Ποια είναι συνήθως η **ανοχή** στην ονομαστική τάση των ηλεκτροκινητήρων των συμπιεστών;
9. Τι εννοούμε με τον όρο **βραχυκύκλωμα**; Σχεδιάστε ένα στοιχειώδες ηλεκτρικό κύκλωμα και δείξτε την έννοια του βραχυκυκλώματος.
10. Γιατί πρέπει υποχρεωτικά όλα τα μεταλλικά μέρη μίας μονάδας κλιματισμού να γειώνονται;
11. Τι πρέπει να προσέχουμε όταν πρόκειται να μετρήσουμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με **ωμόμετρο**;
12. Τι πρέπει να δείχνει το ωμόμετρο στις περιπτώσεις **διακοπής** και τι στις περιπτώσεις **βραχυκυκλώματος**;
13. Ποια είναι η ελάχιστη αντίσταση που πρέπει να μας δείξει το Meger (Μεγκόμετρο) κατά τον έλεγχο μόνωσης μονάδων κλιματισμού σε τάση λειτουργίας 220V και σε 380V;
14. Ποια προβλήματα μπορεί να προκύψουν σε κλιματιστική μονάδα που παρουσιάζει διαρροή και δεν είναι επαρκώς γειωμένη;



ΑΣΚΗΣΗ 15η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΤΕΤΡΑΟΔΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στον έλεγχο καλής λειτουργίας της ειδικής βαλβίδας αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας σε αντλία θερμότητας (θέρμανσης-ψύξης).
- Να κατανοήσουν τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας και τα πλεονεκτήματά τους.
- Να μάθουν να εντοπίζουν τις βλάβες που παρουσιάζονται στις βαλβίδες αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας και να τις διορθώνουν.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Οι αντλίες θερμότητας είναι κλιματιστικές μονάδες που έχουν τη δυνατότητα να αντιστρέφουν τον κύκλο λειτουργίας τους και να παρέχουν στον κλιματιζόμενο χώρο άλλοτε **ψύξη και άλλοτε θέρμανση**. Η αντιστροφή του κύκλου λειτουργίας μίας μονάδας κλιματισμού γίνεται με μία ειδικής κατασκευής ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα που λέγεται **τετράοδη βαλβίδα αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας**. Λέγεται τετράοδη γιατί ο εσωτερικός μηχανισμός της συνδέεται εξωτερικά με τέσσερις σωλήνες εκ των οποίων οι δύο συνδέονται μόνιμα με την αναρρόφηση και την κατάθλιψη του συμπίεστη και οι άλλες δύο με τα στοιχεία (συμπυκνωτή και εξατμιστή).

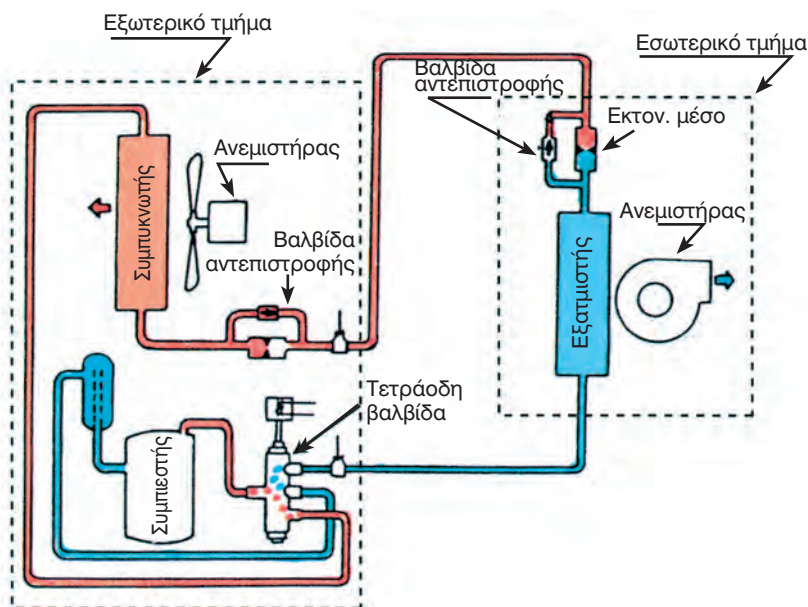


Σχήμα 15.1 Συνήθης εξωτερική μορφή τετράοδης βαλβίδας αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας

Από τη θερμοδυναμική είναι γνωστό σε όλους μας ότι η θερμότητα ρέει από σώματα υψηλότερων θερμοκρασιών σε σώματα χαμηλότερων θερμοκρασιών (Β' Θερμοδυναμικό αξίωμα). Το σύστημα όμως της αντλίας θερμότητας δημιουργεί τις αναγκαίες προϋποθέσεις ώστε να μεταφέρει τη θερμότητα αντίθετα από τη φυσική της ροή. Δηλαδή να αντλεί θερμότητα από μια χαμηλότερη στάθμη θερμοκρασίας προς μία στάθμη υψηλότερη. Στην περίπτωση μας αντλεί θερμότητα από τον αέρα του περιβάλλοντος, που το χειμώνα η θερμοκρασία του είναι χαμηλή, προς το θερμαινόμενο χώρο στον οποίο επικρατεί θερμοκρασία μεγαλύτερη από εκείνη του εξωτερικού περιβάλλοντος. Δηλαδή οι αντλίες θερμότητας, κατά τη λειτουργία τους στη θέρμανση, δεν μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική, αλλά **αντλούν** θερμότητα από τον αέρα του περιβάλλοντος και τη μεταφέρουν στον κλιματιζόμενο (θερμαινόμενο) χώρο. Γι' αυτό και πήραν το όνομα **αντλίες θερμότητας (heat pumps)**.

Οι αντλίες θερμότητας αποτελούνται από τα ίδια ακριβώς κύρια εξαρτήματα από τα οποία αποτελούνται οι μονάδες κλιματισμού που δίνουν **μόνο ψύξη**, εκτός από την παρουσία της **τετράοδης βαλβίδας αντιστρο-**

φής του κύκλου λειτουργίας που υπάρχει μόνο στις αντλίες θερμότητας. Βέβαια το σύστημα συμπληρώνεται με δεύτερη εκτονωτική βαλβίδα, βαλβίδες αντεπιστροφής (check valves) και άλλα βοηθητικά εξαρτήματα για τον έλεγχο της λειτουργίας των αντλιών θερμότητας (Σχήμα 15.2).

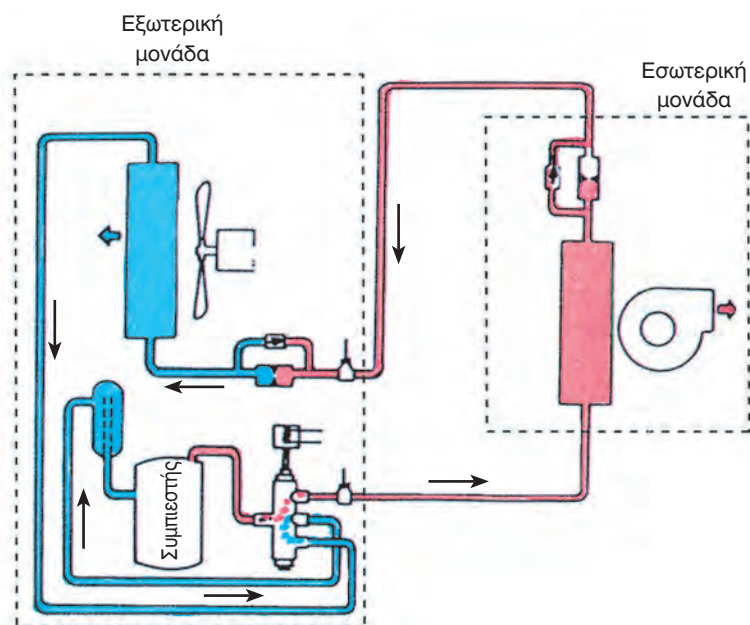


Σχήμα 15.2 Σχηματική παράσταση αντλίας θερμότητας με όλα τα εξαρτήματα που την απαρτίζουν, όπως λειτουργεί στον κύκλο ψύξης

Όπως φαίνεται και στο (σχ.15-2) το ψυκτικό αέριο από την κατάθλιψη του συμπιεστή οδηγείται στην τετράοδη βαλβίδα αντιστροφής και από εκεί στο εξωτερικό στοιχείο (συμπυκνωτή) της μονάδας. Μετά το συμπυκνωτή το ψυκτικό υγρό φτάνει στην εκτονωτική βαλβίδα και περνάει υποχρεωτικά μέσα από αυτήν, γιατί στην παράλληλη δίοδο υπάρχει βαλβίδα αντεπιστροφής (check valve) που δεν επιτρέπει το πέρασμα του ψυκτικού υγρού προς την κατεύθυνση της ροής του. Έτσι το ψυκτικό υγρό εκτονώνεται και κατόπιν εξατμίζεται στον εξατμιστή (εσωτερικό στοιχείο) αφαιρώντας θερμότητα από τον αέρα που κινείται μέσα απ' αυτόν με τη βοήθεια του ανεμιστήρα. Ο ψυχόμενος αέρας οδηγείται στη συνέχεια στον κλιματιζόμενο (ψυχόμενο) χώρο. Κατόπιν το ψυκτικό αέριο οδηγείται στην αναρρόφηση του συμπιεστή, αφού πρώτα περάσει από την τετράοδη βαλβίδα αντιστροφής.

Στον κύκλο λειτουργίας της ψύξης το ηλεκτρομαγνητικό τμήμα της τετράοδης βαλβίδας (το πηνίο) είναι συνήθως απενεργοποιημένο (δεν τρο-

φοδοτείται με τάση). Αντίθετα, όταν ο θερμοστάτης ή ο ειδικός διακόπτης «ψύξη-θέρμανση» τεθεί στη θέση «θέρμανση», το πηνίο τροφοδοτείται με τάση, ενεργοποιείται και αλλάζει η θέση του εμβόλου που βρίσκεται στο εσωτερικό της βαλβίδας. Έτσι, η κατεύθυνση ροής του ψυκτικού ρευστού αντιστρέφεται και ο εξατμιστής γίνεται συμπυκνωτής (εσωτερικό στοιχείο), ενώ ο μέχρι τώρα συμπυκνωτής γίνεται εξατμιστής (εξωτερικό στοιχείο). Η τάση λειτουργίας των τετράοδων βαλβίδων αντιστροφής μπορεί να είναι 220 V, ή και 24 V.



Σχήμα 15.3 Σχηματική παράσταση αντλίας θερμότητας, όπως λειτουργεί στον κύκλο θέρμανσης

Όλη η διαδικασία που ακολουθείται κατά τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας στον κύκλο της θέρμανσης είναι ακριβώς αντίστροφη από εκείνη του κύκλου της ψύξης (Σχήμα 15-3). Έτσι το εσωτερικό στοιχείο της μονάδας γίνεται συμπυκνωτής του οποίου η μεταλλική επιφάνεια έχει υψηλή θερμοκρασία. Με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα αναγκάζουμε συγκεκριμένη ποσότητα αέρα να έλθει σε επαφή με τις θερμές επιφάνειες του εσωτερικού στοιχείου (συμπυκνωτή), να θερμανθεί και κατόπιν να οδηγηθεί στο θερμαινόμενο χώρο. Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας ως μέσου θέρμανσης θεωρείται πολύ οικονομική μια και υπολογίζεται ότι το κόστος

θέρμανσης ενός χώρου με αντλία θερμότητας **είναι περίπου το 1/3 του κόστους** θέρμανσης με πετρέλαιο. Οι αντλίες θερμότητας, ανάλογα με την πηγή από την οποία αντλούν τη θερμότητα και με το ρευστό που τη διοχετεύουν, διακρίνονται σε αντλίες θερμότητας:

- **Αέρα – αέρα**
- **Αέρα – νερού**
- **Νερού – νερού**
- **Νερού – αέρα**
- **Εδάφους – αέρα**
- **Εδάφους – νερού**

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι αντλιών θερμότητας είναι οι **αέρα – αέρα** και **αέρα – νερού**.

4. Όργανα - Εργαλεία - Συσκευές

- (1) Αντλία θερμότητας σε πλήρη λειτουργία.
- (2) Ηλεκτρικό πολύμετρο ή Ωμόμετρο και βολτόμετρο.
- (3) Θερμόμετρα βολβού ή ηλεκτρονικά $-20^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$.
- (4) Κατσαβίδια (κοινά και σταυρωτά).

5. Πορεία εργασίας

A. Έλεγχος της κατάστασης του πηνίου

- Βεβαιωθείτε ότι η κλιματιστική μονάδα δεν βρίσκεται υπό τάση.
- Τοποθετήστε στο διακόπτη της μονάδας ένδειξη προειδοποίησης ώστε να μη βρεθείτε υπό τάση από τυχαίο χειρισμό του διακόπτη από κάποιον άλλο.

- (1) Αποσυνδέστε τους ακροδέκτες του ηλεκτρομαγνήτη της τετράοδης βαλβίδας (φάση, ουδέτερο και γείωση).
- (2) Συνδέστε τους δύο ακροδέκτες του ωμομέτρου στα δύο άκρα του πηνίου της τετράοδης βαλβίδας. Σημειώστε την ένδειξη του ωμομέτρου.

.....Ω.

- (3) Αν το ωμόμετρο δείξει **κάποια αντίσταση** (από 1000-1500 Ω, ανάλογα με τα κατασκευαστικά του στοιχεία), το πηνίο είναι εντάξει και επομένως θα πρέπει να λειτουργεί κανονικά όταν τροφοδοτηθεί με τάση.

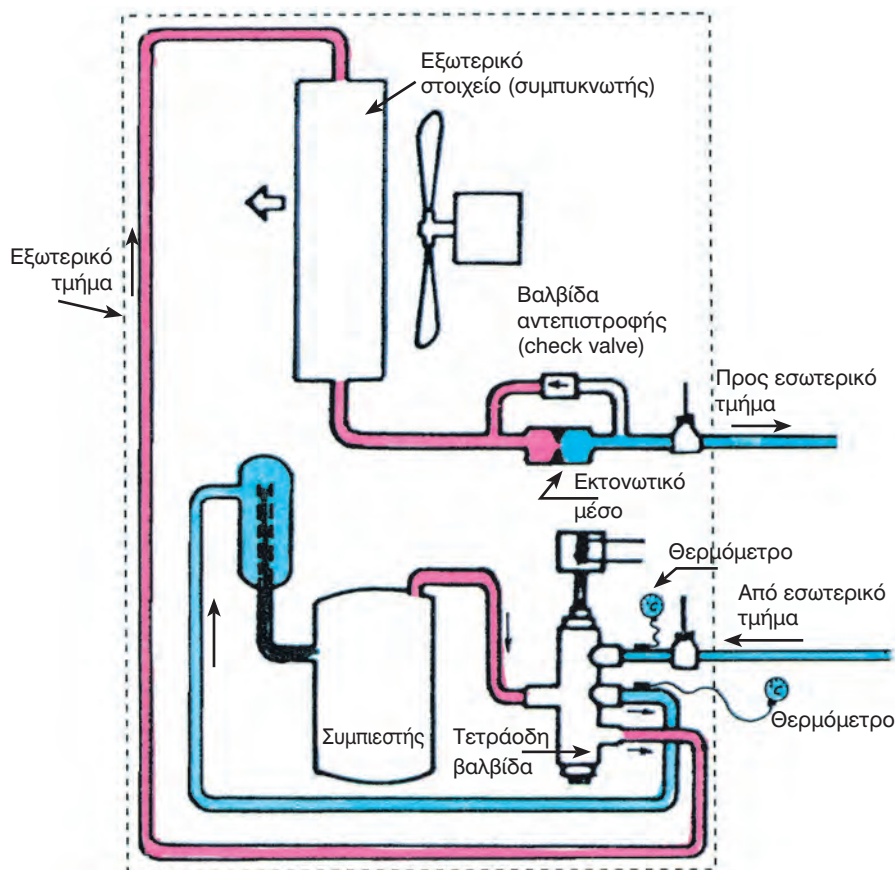
- (4) Αν η ένδειξη του ωμομέτρου είναι **άπειρο** (∞), σημαίνει ότι το πηνίο είναι κομμένο ή έχει καεί και επομένως πρέπει να αντικατασταθεί με άλλο ίδιων χαρακτηριστικών.
- (5) Αν η ένδειξη του ωμομέτρου είναι **μηδενική** (0), το πηνίο είναι βραχυκυκλωμένο. Και σ' αυτή τη περίπτωση το πηνίο πρέπει να αντικατασταθεί.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Μερικοί τεχνίτες ψυκτικοί δοκιμάζουν την κατάσταση του πηνίου τροφοδοτώντας το με την ανάλογη τάση απ' ευθείας στους ακροδέκτες του και δοκιμάζουν αν το πηνίο γίνεται ηλεκτρομαγνήτης με την τοποθέτηση ενός κατσαβιδιού πάνω στο πηνίο. Αν το κατσαβίδι μαγνητίζεται το πηνίο λειτουργεί. Η ενέργεια αυτή δεν είναι σωστή γιατί σε περίπτωση που το πηνίο παρουσιάζει βραχυκύκλωμα ή διαρροή προς το μεταλλικό σώμα της βαλβίδας, μπορεί να προκληθεί ζημιά στην ηλεκτρική γραμμή της τετράοδης βαλβίδας ή ακόμη και ηλεκτροπληξία στον τεχνίτη.

Β. Έλεγχος της τετράοδης βαλβίδας αντιστροφής για εσωτερική διαρροή

- (1) Λειτουργήστε την κλιματιστική μονάδα στον **κύκλο ψύξης** για 10 λεπτά τουλάχιστον.
- (2) Μετρήστε ταυτόχρονα με δύο θερμομέτρα τη θερμοκρασία της μεσαίας υποδοχής σύνδεσης της τετράοδης βαλβίδας και της υποδοχής σύνδεσης του εσωτερικού στοιχείου (εξατμιστή). Σημειώστε τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο σημείων (Σχήμα 15-4). °C.



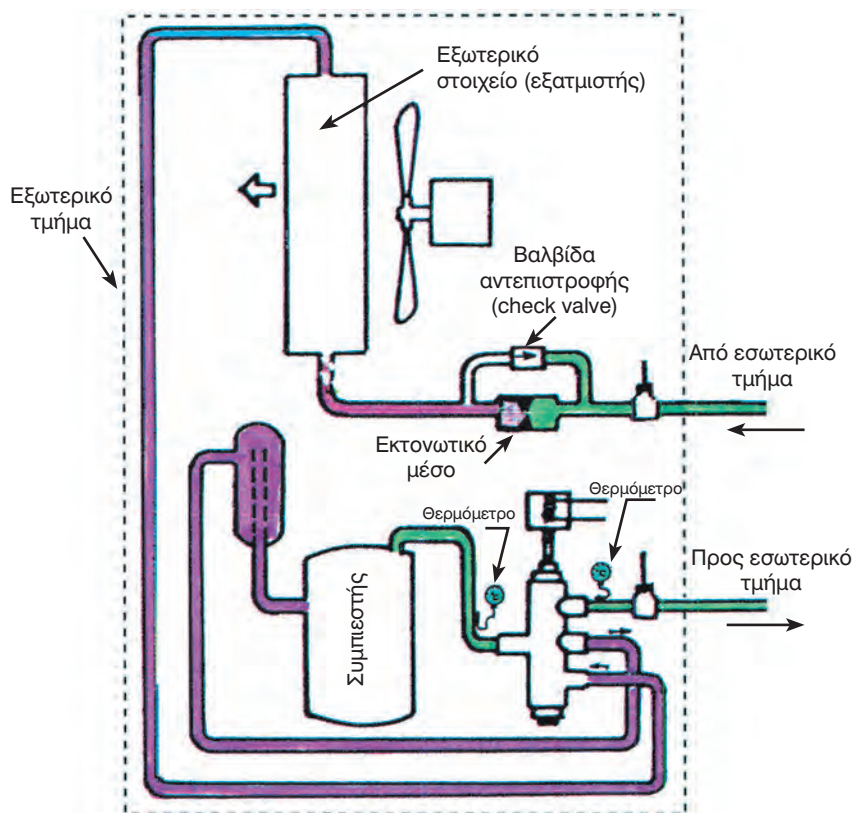
Σχήμα 15.4 Έλεγχος της τετράοδης βαλβίδας για διαρροή στον κύκλο της ψύξης

- (3) Αν η διαφορά των δύο θερμομέτρων **δεν ξεπερνά τους 3 °C**, η βαλβίδα λειτουργεί κανονικά.
- (4) Αν η διαφορά είναι μεγάλη, σημαίνει ότι το έμβολο (βάκτρο) της τετράοδης βαλβίδας δεν απομονώνει ικανοποιητικά τις εσωτερικές διόδους κατάθλιψης και αναρρόφησης με αποτέλεσμα να διαρρέει ψυκτικό αέριο υψηλής θερμοκρασίας προς το αέριο επιστροφής (αναρρόφησης) και έτσι να αυξάνεται η θερμοκρασία του αερίου της επιστροφής προς το συμπιεστή (Σχήμα 15-4). Σ' αυτή την περίπτωση η τετράοδη βαλβίδα θα πρέπει να αντικατασταθεί.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Ανάλογη διαδικασία θα μπορούσε να ακολουθηθεί και για τον έλεγχο της τετράοδης βαλβίδας για διαρροή ψυκτικού στον κύκλο της θέρμανσης. Και

σ' αυτή την περίπτωση η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της σύνδεσης της κατάθλιψης του συμπιεστή και της σύνδεσης του σωλήνα του συμπυκνωτή (εσωτερικού στοιχείου) δεν πρέπει να ξεπερνά τους 3°C .

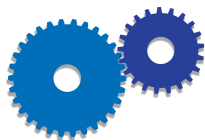


Σχήμα 15.5 Έλεγχος της τετράοδης βαλβίδας στον κύκλο της θέρμανσης

- (5) Σταματήστε τη λειτουργία της μονάδας και αποσυνδέστε τα θερμόμετρα από τους σωλήνες τετράοδης βαλβίδας.
- (6) Τοποθετήστε τα θερμόμετρα στις θέκες τους και παραδώστε τα μαζί με τα υπόλοιπα όργανα και εργαλεία στον υπεύθυνο του εργαστηρίου.
- (7) Συζητήστε με τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου τις δυσκολίες που συναντήσατε στην εκτέλεση των μετρήσεων και σχολιάστε τα φαινόμενα και τα αποτελέσματα.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Δώστε τον ορισμό της αντλίας θερμότητας.
2. Ποιος είναι ο ρόλος της τετράοδης βαλβίδας στις αντλίες θερμότητας;
3. Δείξτε με πρόχειρο σχέδιο τη δομή και τη σύνδεση μίας τετράοδης βαλβίδας στο κύκλωμα αντλίας θερμότητας, όταν λειτουργεί στον κύκλο της θέρμανσης.
4. Ποιος ο σκοπός των βαλβίδων αντεπιστροφής (check valves) στον κύκλωμα των αντλιών θερμότητας;
5. Αναπτύξτε τη διαδικασία ελέγχου του πηνίου της τετράοδης βαλβίδας για βλάβη.
6. Αναπτύξτε τη διαδικασία ελέγχου του εσωτερικού μηχανισμού της τετράοδης βαλβίδας αντιστροφής για διαρροή.
7. Γιατί τα τελευταία χρόνια προτιμούνται οι αντλίες θερμότητας για τη θέρμανση (ιδίως επαγγελματικών χώρων);
8. Ποιοι τύποι αντλιών θερμότητας συναντώνται συχνότερα στην ελληνική αγορά και γιατί;
9. Ποια φαινόμενα θα παρατηρηθούν στην αντλία θερμότητας κατά τη λειτουργία της στον κύκλο της θέρμανσης, αν υπάρχει εσωτερική διαρροή στο μηχανικό μέρος της τετράοδης βαλβίδας;



ΑΣΚΗΣΗ 16η

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να γνωρίσουν οι μαθητές από κοντά τα στοιχεία των κλιματιστικών μονάδων (ΚΜ) να αναγνωρίζουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, όπως π.χ. τις σειρές του στοιχείου, τα κυκλώματα, το σύστημα ροής (διασταυρούμενη ή αντιρροή) κ.λπ.
- Να προετοιμαστούν οι μαθητές για την επόμενη άσκηση με την οποία θα μάθουν να δίνουν ολοκληρωμένες τεχνικές περιγραφές στοιχείων στους κατασκευαστές (π.χ. για περιπτώσεις αντικατάστασης παλαιών στοιχείων).
- Να αντιληφθούν τη σημασία που έχουν τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των στοιχείων, και ιδίως τα κυκλώματα, στην όλη λειτουργία του δικτύου των σωληνώσεων.
- Να αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις που χρειάζονται πάνω στα στοιχεία ώστε να μην κάνουν σφάλματα που θα μπορούσαν να ανατρέψουν την ομαλή λειτουργία μίας εγκατάστασης.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

■ Η χρονική διάρκεια της άσκησης

Η άσκηση αυτή κατά πάσα πιθανότητα θα απαιτήσει **δύο 5ωρα μαθήματα** εργαστηρίου.

Η ιδιορρυθμία αυτής της άσκησης είναι ότι περιλαμβάνει στοιχεία θεωρίας τα οποία θα πρέπει να διδαχτούν μέσα στο χώρο του εργαστηρίου και ενώ οι μαθητές θα έχουν μπροστά τους και θα βλέπουν τα στοιχεία. Στο πρώτο μάθημα θα γίνει η θεωρητική ανάπτυξη και παράλληλα με αυτήν θα συμπληρώνεται η στήλη (1) του φύλλου (16.1). Στο δεύτερο μάθημα θα γίνουν τα υπόλοιπα που προβλέπονται.

■ Η σημασία των στοιχείων για τις εγκαταστάσεις κλιματισμού

Στο βιβλίο “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II”, παράγραφος (7.8), αναπτύξαμε συνοπτικά τα στοιχεία των ΚΜ. Όπως είχαμε εκεί αναφέρει, θα ασχοληθούμε περισσότερο αναλυτικά με τα στοιχεία στις εργαστηριακές ασκήσεις.

Αυτό που οφείλει να γνωρίζει ο κάθε ψυκτικός που έχει επεκτείνει τη δραστηριότητά του και στο χώρο του κλιματισμού είναι ότι το βασικότερο εξάρτημα της κάθε κλιματιστικής μονάδας είναι το στοιχείο. Δεν νοείται τεχνικός που να ασχολείται σοβαρά με τον κλιματισμό, ο οποίος να μη γνωρίζει άριστα την κατασκευή και τη λειτουργία του στοιχείου καθώς και τον περίπλοκο τρόπο της λειτουργικής συμπεριφοράς του.

Τα περισσότερα προβλήματα σε κλιματιστικές εγκαταστάσεις οφείλονται στην άγνοια της συμπεριφοράς του στοιχείου. Το στοιχείο είναι η επέκταση του δικτύου των σωληνώσεων. Το ίδιο είναι ένα μικρό δίκτυο από σωληνώσεις και αποτελεί τμήμα του δικτύου που διανέμει το νερό στην εγκατάσταση κλιματισμού. Η εσφαλμένη επιλογή των στοιχείων ισοδυναμεί με εσφαλμένη μελέτη ή κατασκευή του δικτύου των σωληνώσεων.

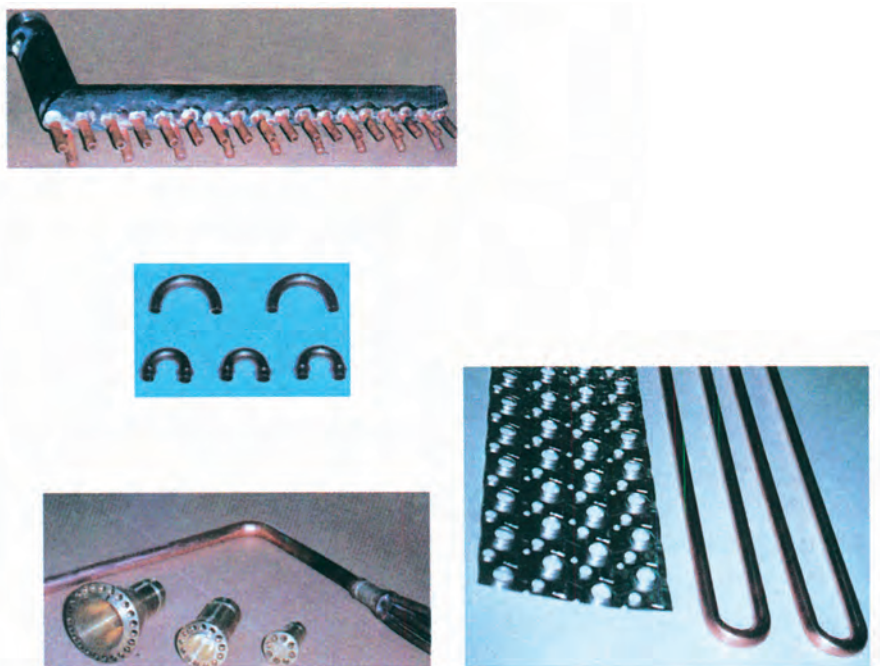
■ Η συμπλήρωση του φύλλου 16.2 κατά την ανάπτυξη της θεωρίας

Ο κάθε μαθητής παίρνει από ένα αντίγραφο από το φύλλο εργασίας (16.2) που είναι στο τέλος της άσκησης. Το κάθε φύλλο έχει δύο στήλες για τη διαστασιολόγηση δύο διαφορετικών στοιχείων. Η συμπλήρωση θα γίνει ως εξής:

- Η πρώτη στήλη προορίζεται να συμπληρώνεται παράλληλα με την ανάπτυξη της θεωρίας που θα γίνεται από τον καθηγητή. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές **θα εμπεδώσουν καλύτερα** τις έννοιες που θα αναπτυχθούν.
- Η δεύτερη στήλη προορίζεται να συμπληρωθεί ως **εργαστηριακή άσκηση** από τους μαθητές η οποία θα επακολουθήσει της θεωρητικής ανάπτυξης.

Τα υλικά κατασκευής των στοιχείων

Τα υλικά με τα οποία κατασκευάζονται τα στοιχεία τα βλέπουμε στο σχήμα (16.1). Αναλυτικότερα, αυτά είναι τα εξής:



Σχήμα 16.1 Τα υλικά κατασκευής των στοιχείων: (Α) σωλήνες, (Β) καμπύλες (κούρμπες), (Γ) συλλέκτης, (Δ) Διανομέας (μόνο για τα στοιχεία DX), (Ε) πτερύγια

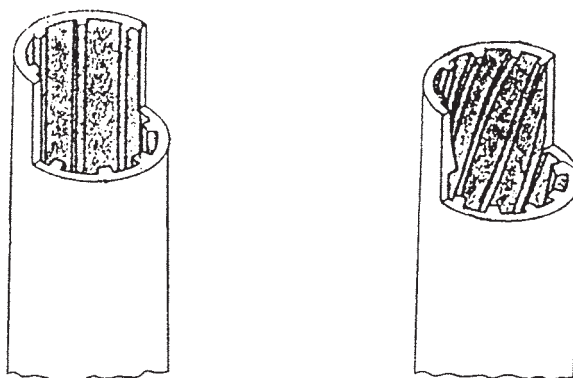
- 1) Οι **σωλήνες** (tubes): Είναι σχεδόν πάντα από χαλκό και έχουν πολύ μικρό πάχος τοιχώματος (0,3-0,5 mm). Οι σωλήνες εκτονώνονται με ειδικά μηχανήματα για να προκληθεί σύσφιξη πάνω στα πτερύγια του στοιχείου. Κατά την εκτόνωση μεγαλώνει η διάμετρος τους κατά 0,5 mm περίπου. Οι πλέον συνηθισμένοι σωλήνες κατασκευής στοιχείων είναι οι εξής:

Πίνακας 16.1 Οι τυποποιημένοι σωλήνες κατασκευής στοιχείων. Οι διαστάσεις είναι σε mm

Ονομαστική διάμετρος	Πριν την εκτόνωση		Μετά την εκτόνωση με αύξηση της διαμέτρου κατά = 0,5 mm	
	Εξωτερική διάμετρος	Πάχος τοιχώματος(*)	Εξωτερική διάμετρος	Εσωτερική διάμετρος (*)
3/8"	9,52	0,30	10,0	9,4
1/2"	12,7	0,35	13,2	12,7
5/8"	15,88	0,40	16,4	15,6

(*) Το πάχος του τοιχώματος μπορεί να είναι και λίγο μεγαλύτερο από το αναγραφόμενο (μέχρι και 0,1 mm). Αντίστοιχα η εσωτερική διάμετρος μπορεί να είναι λίγο μικρότερη (μέχρι και 0,2 mm).

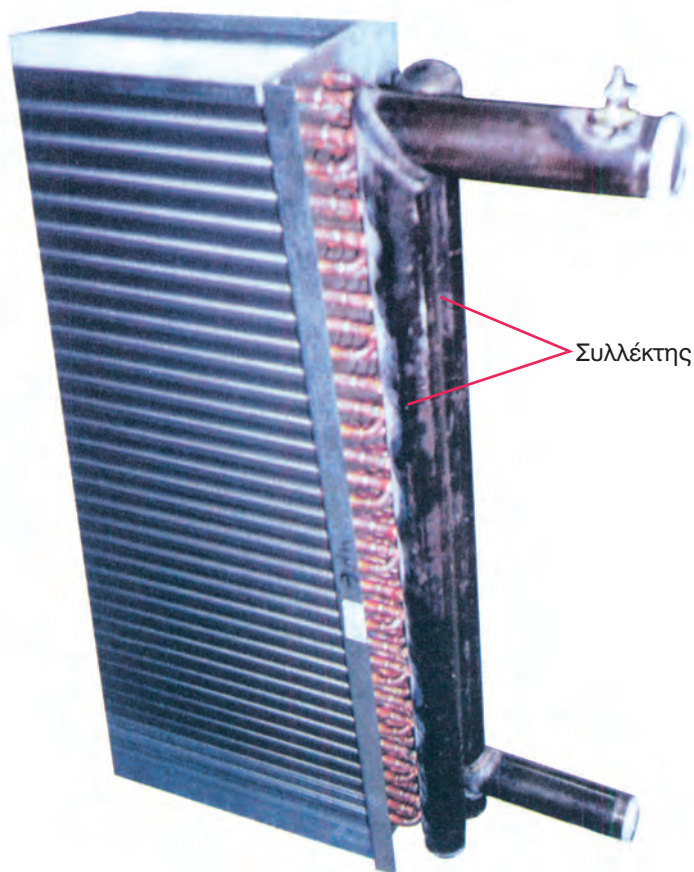
Εκτός από τους σωλήνες που έχουν λεία την εσωτερική επιφάνεια τους, υπάρχουν και οι σωλήνες με εσωτερικά πτερύγια (ραβδώσεις). Τέτοιους σωλήνες βλέπουμε στο σχήμα (16.2). Αυτοί χρησιμοποιούνται μόνο όταν έχουμε ψυκτικά ρευστά. Με το νερό όχι μόνο δεν προσφέρουν τίποτε σε απόδοση, αλλά συγχρόνως αυξάνουν και την πτώση πίεσης.



Σχήμα 16.2 Σωλήνες με εσωτερικά πτερύγια (ραβδώσεις)

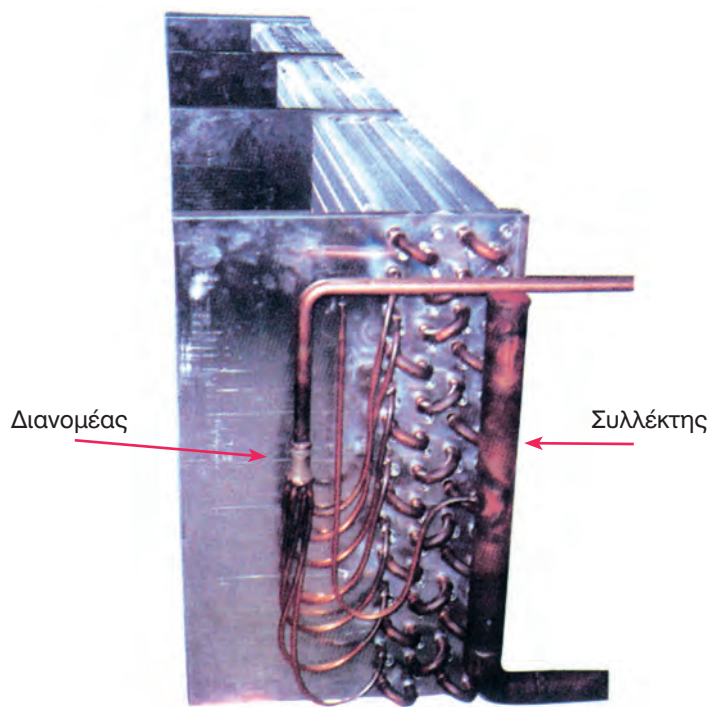
2) Οι **καμπύλες** ή **κούρμπες** (bends): Οι σωλήνες συνδέονται μεταξύ τους με καμπύλες, που είναι από το ίδιο υλικό που κατασκευάζονται οι σωλήνες (δηλαδή συνήθως από χαλκό) και δημιουργούν τα κυκλώματα. Χρειάζονται δύο ειδών καμπύλες, όπως θα δούμε παρακάτω, κατά την εκτέλεση της άσκησης.

- 3) Οι **συλλέκτες** (headers): Στα στοιχεία νερού και στους συμπυκνωτές υπάρχουν δύο συλλέκτες (εισόδου και εξόδου) ενώ στα στοιχεία DX υπάρχει μόνο ένας συλλέκτης (εξόδου). Στοιχείο νερού με τους δύο συλλέκτες του βλέπουμε στο σχήμα (16.3). Στους συμπυκνωτές, οι συλλέκτες συνήθως έχουν διαφορετικές διαμέτρους (μικρότερος είναι ο συλλέκτης εξόδου).



Σχήμα 16.3 Οι συλλέκτες σε στοιχείο νερού

- 4) Ο **διανομέας** (distributor): Στα στοιχεία DX, ο συλλέκτης εισόδου αντικαθίσταται πάντα από ένα άλλο εξάρτημα που ονομάζεται διανομέας αλλά ο συλλέκτης εξόδου εξακολουθεί να υπάρχει. Στο σχήμα (16.4) βλέπουμε ένα στοιχείο DX με το **συλλέκτη** και το **διανομέα** του.



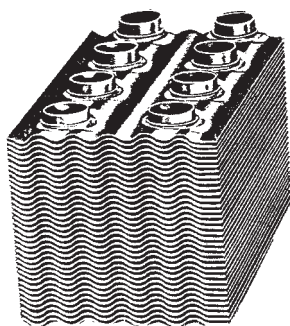
Σχήμα 16.4 Στοιχείο DX αέρος-ψυκτικού υγρού

5) Τα **πτερύγια** (fins): Αυτά συνήθως κατασκευάζονται από αλουμίνιο. Όταν τα στοιχεία πρόκειται να λειτουργήσουν πολύ κοντά σε περιβάλλον το οποίο οξειδώνει ταχύτητα το αλουμίνιο, π.χ. κοντά στη θάλασσα, μέσα σε πλοία κ.λπ., τα πτερύγια κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό. Τα ελάσματα από τα οποία διαμορφώνονται είναι πολύ μικρού πάχους (0,12-0,18 mm). Τα πτερύγια των στοιχείων είναι τριών ειδών:

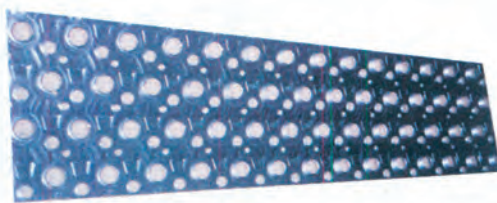
(α) Τα **επίπεδα πτερύγια** (flat fins), δηλαδή αυτά που η επιφάνειά τους είναι εντελώς επίπεδη.

(β) Τα **κυματοειδή πτερύγια** (corrugated fins) που είναι όπως στο σχήμα (16.5), περίπτωση (Α). Όμως με τον όρο αυτό χαρακτηρίζονται και τα πτερύγια που είναι σχεδόν επίπεδα αλλά έχουν ανώμαλη την επιφάνειά τους όπως αυτό που φαίνεται στο σχήμα (16.5), περίπτωση (Β). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα πτερύγια όπως το (Β) είναι και τα πλέον διαδεδομένα σε χρήση. Για να γίνεται η διάκριση από τα κυματοειδή πτερύγια της περίπτωσης (Α), θα τα αποκαλούμε ως “πτερύγια με μικρό κυματισμό” ή “πτερύγια με ανώμαλη επιφάνεια”.

Οι αποδόσεις των πτερυγίων με μικρό κυματισμό ελάχιστα διαφέρουν από αυτές που παρουσιάζουν τα επίπεδα πτερύγια. Για το λόγο αυτό, ο όρος κυματοειδή πτερύγια δεν λέει και πολλά πράγματα, αν δεν δοθεί μαζί και ένας συντελεστής που ονομάζεται “συντελεστής κυματισμού” (corrugation factor). Αυτός μας υποδηλώνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η επιφάνεια του πτερυγίου από την αντίστοιχη του επίπεδου πτερυγίου. Π.χ. ένας συντελεστής 1,32 μας υποδηλώνει ότι έχουμε 32% μεγαλύτερη επιφάνεια από το αντίστοιχο επίπεδο πτερύγιο (ίδιων ονομαστικών διαστάσεων).



(A)



(B)

Σχήμα 16.5 Κυματοειδή πτερύγια: (A) Τα κυματοειδή πτερύγια με εμφανή τον κυματισμό τους, (B) Τα πτερύγια με “μικρό κυματισμό” ή με “ανώμαλη επιφάνεια» (είναι σχεδόν επίπεδα). Αυτά είναι τα πλέον διαδεδομένα σε χρήση.

(γ) Τα **πτερύγια με σχισμές** στην επιφάνειά τους τα οποία είναι περισσότερο γνωστά με τον αγγλικό όρο **louver fins**. Τα πτερύγια με σχισμές, όταν είναι καινούρια παρουσιάζουν πολύ υψηλές αποδόσεις, μεγαλύτερες από κάθε άλλο είδος πτερυγίου. Ένα τέτοιο πτερύγιο βλέπουμε στο σχήμα (16.6). Το πρόβλημά τους είναι ότι οι σχισμές γεμίζουν πολύ εύκολα με σκόνης. Για να διατηρηθούν καθαρές, πράγμα που είναι προϋπόθεση της υψηλής απόδοσής τους, έχουν ανάγκη από τα κατάλληλα φίλτρα αέρα υψηλής απόδοσης. Αλλιώς, μετά από μικρό χρονικό διάστημα λειτουργίας, θα παρουσιάζουν πολύ μικρότερες αποδόσεις. Τα πτερύγια με σχισμές χρησιμοποιούνται συχνά σε στοιχεία DX (Direct Expansion-απευθείας εκτόνωση) σε συνδυασμό με σωλήνες με εσωτερικά πτερύγια όπως αυτοί που φαίνονται στο σχήμα (16.2). Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η απόδοση ενός στοιχείου DX με πτερύγια λούβερ και σωλήνες με εσωτερικές ραβδώσεις αυξάνεται κατά 20% περίπου.



Σχήμα 16.6 Πτερύγια με σχισμές (louver)

Προσδιορισμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών στοιχείου

(α) Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται

Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στη συνέχεια και που αναφέρονται και στο φύλλο εργασίας δεν έχουν επιλεγεί τυχαία αλλά είναι σύμφωνα με την τυποποίηση που ακολουθείται από τον οργανισμό ARI (Air Conditioning & Refrigeration Institute).

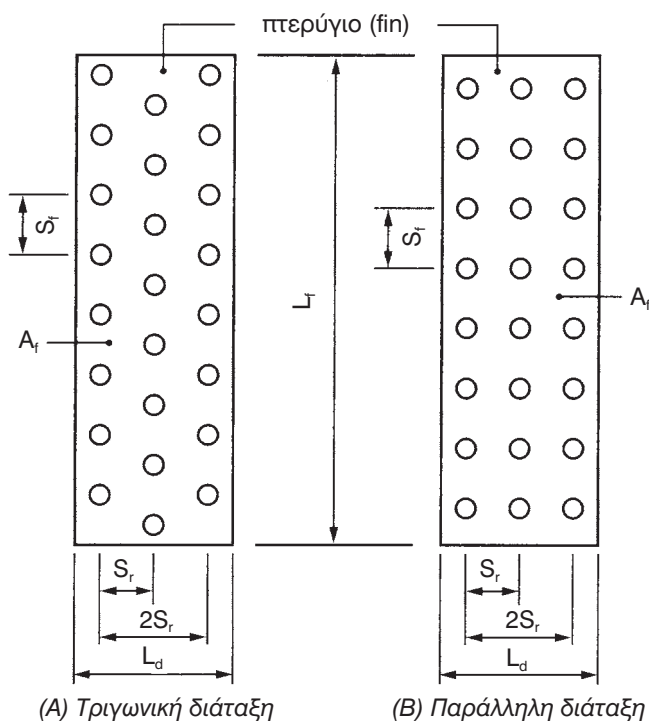
Αν και εκ πρώτης όψεως οι συμβολισμοί φαίνονται δύσκολοι και κάπως παράξενοι, ακολουθούν μία συγκεκριμένη λογική που βασικά είναι η εξής:

- Το **s** χρησιμοποιείται για να συμβολίσουμε τις σχετικά μικρές αποστάσεις που επαναλαμβάνονται μέσα στο στοιχείο (βήμα)
- Το **L** για διαστάσεις μήκους όπως π.χ. είναι οι γενικές διαστάσεις του στοιχείου (βάθος, μήκος, ύψος)
- Το **N** για αριθμούς χωρίς μονάδες μέτρησης
- Το **D** για διαμέτρους
- Το **Y** για πάχη
- Το **A** για επιφάνειες

Η σημασία του κάθε συμβόλου διαφοροποιείται από το δείκτη που το συνοδεύει και προέρχεται από την αντίστοιχη Αγγλική λέξη. Π.χ. row σημαίνει σειρά και N_r είναι ο αριθμός των σειρών, fin σημαίνει πτερύγιο και Y_f είναι το πάχος του πτερυγίου σε mm, depth σημαίνει βάθος και L_d είναι το βάθος του στοιχείου σε mm κ.λπ.

Δεν θα πρέπει όμως να θεωρηθεί λάθος αν κάποιοι μαθητές δεν διευκολύνονται από τους παραπάνω συμβολισμούς και χρησιμοποιήσουν άλλους δικούς τους. Οι συμβολισμοί αυτοί, παρ' όλων ότι προέρχονται από τον ARI, δεν έχουν ακόμη επικρατήσει και πολλοί κατασκευαστές στοιχείων χρησιμοποιούν άλλους συμβολισμούς.

Η μεγαλύτερη όμως δυσκολία απομνημόνευσης είναι στους δείκτες και κυρίως επειδή το ARI χρησιμοποιεί δείκτες από τις αντίστοιχες λέξεις της Αγγλικής γλώσσας. Αν η δυσκολία του μαθητή περιορίζεται εκεί, θα προτείναμε να χρησιμοποιούνται οι παραπάνω βασικοί συμβολισμοί, τοποθετώντας όμως δείκτες από τις αντίστοιχες Ελληνικές λέξεις. Π.χ. τον συμβολισμό για τον αριθμό των **σειρών** αντί για N_r , θα μπορούσατε να τον γράφετε ως N_{σ} , το **πάχος** του πτερυγίου Y_{π} το **βάθος** του στοιχείου L_{β} κ.λπ. Γενικότερα θα πρέπει να αφηθεί ο μαθητής ελεύθερος να χρησιμοποιήσει όποια σύμβολα προτιμάει. **Σημασία δεν έχουν τα σύμβολα, αλλά οι έννοιες** τις οποίες ο μαθητής, τελειώνοντας την άσκηση, θα πρέπει να τις έχει πλήρως κατανοήσει.



Σχήμα 16.7 Τριγωνική (staggered) και παράλληλη (inline) διάταξη σωλήνων

(β) Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πτερυγίων

- **Διάταξη σωλήνων:** Στο σχήμα (16.7) βλέπουμε τις δύο βασικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται για τη διέλευση των σωλήνων: (Α) την “**τριγωνική**” (staggered) και (Β) την **παράλληλη** (inline). Στην πράξη η τριγωνική χρησιμοποιείται πολύ περισσότερο από την παράλληλη.

- **Υλικό των πτερυγίων:** Συνήθως είναι το αλουμίνιο και μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις ο χαλκός.
- **Υλικό και είδος των σωλήνων:** Συνήθως είναι ο χαλκός, πολύ σπάνια τα άλλα υλικά. Αν πρόκειται για στοιχείο ψυκτικού ρευστού θα πρέπει να ελέγξετε μήπως οι σωλήνες έχουν εσωτερικά πτερύγια (ραβδώσεις). Για να γίνει αυτό θα πρέπει να αφαιρέσετε ένα μικρό τμήμα σωλήνα (π.χ. με μία λίμα ή ένα σιδηροπρίονο). Στο τετράγωνο αυτό θα γράψετε “λείοι χάλκινοι” ή “χάλκινοι με ραβδώσεις” κ.λπ.
- **Μορφή επιφανείας πτερυγίων:** Επίπεδη ή κυματοειδής ή με σχισμές (louner). Συνήθως έχουμε επίπεδα πτερύγια ή πτερύγια με μικρό κυματισμό.
- **Σειρές και αριθμός σωλήνων ανά σειρά:** Τα πτερύγια που απεικονίζονται στο σχήμα (16.7) έχουν και τα δύο βάθος τριών σωλήνων που ονομάζονται **σειρές** και ύψος οκτώ **σωλήνες ανά σειρά**. Το πτερύγιο με την τριγωνική διάταξη, όπως ακριβώς φαίνεται στο σχήμα (16.7), είναι πάρα πολύ συνηθισμένο στα FCU. Δηλαδή οι περισσότεροι κατασκευαστές φτιάχνουν τα FCU με 3 σειρές και 8 σωλήνες στο ύψος και σε τριγωνική διάταξη. Οι συμβολισμοί είναι:

N_r = αριθμός σειρών (Rows number)

N_f = Αριθμός σωλήνων ανά σειρά (Tubes per row)

N_h = Ολικός αριθμός σωλήνων στο στοιχείο (Tubes number)

Ισχύει η προφανής σχέση:

$$N_h = N_r \times N_f \quad (16.1)$$

- **Οι διαστάσεις των πτερυγίων** και οι αντίστοιχοι συμβολισμοί τους φαίνονται επίσης στο σχήμα (16.7). Αυτοί είναι οι εξής:

s_f = απόσταση καθ' ύψος μεταξύ των σωλήνων

s_r = απόσταση μεταξύ των σειρών των σωλήνων

L_f = ύψος του πτερυγίου (= ύψος του στοιχείου σε mm)

L_d = πλάτος του πτερυγίου (= βάθος του στοιχείου σε mm)

A_f = επιφάνεια του κάθε πτερυγίου.

Προφανώς ισχύει:

$$A_f = L_f L_d \quad (16.2)$$

- **Επαλήθευση:** Βάσει του σχήματος (16.7) οι σχέσεις που συνδέουν τα παραπάνω μεγέθη, προφανώς, είναι οι εξής:

$$L_t = N_t s_t \quad (16.3)$$

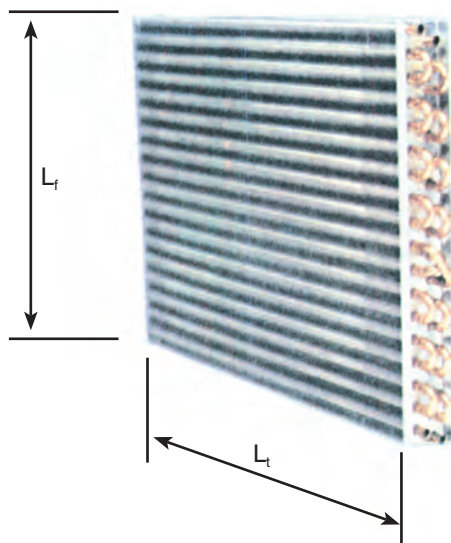
$$L_d = N_r s_r \quad (16.4)$$

Η σχέση που συνδέει τα s_r και s_t στην τριγωνική διάταξη προκύπτει από τη γεωμετρία του ισόπλευρου τριγώνου και είναι:

$$s_r = 0,866 \times s_t \quad (16.5)$$

Στην παράλληλη διάταξη συνήθως τα s_r και s_t μπορεί να έχουν οποιαδήποτε τιμή. Μπορεί ακόμη να ισχύει: $s_r = s_t$

Αν κατά την καταγραφή των διαστάσεων ενός στοιχείου δεν βρείτε τα αναμενόμενα αποτελέσματα να προκύπτουν από τις (16.3), (16.4), (16.5), ελέγξτε πάλι τις μετρήσεις σας. Τα L_t και L_d μπορεί να παρουσιάζουν μία μικρή διαφορά (ελάχιστα mm). Η σχέση όμως (16.5) πρέπει να ισχύει επακριβώς.



Σχήμα 16.8 Η πτερυγιοφόρος επιφάνεια του στοιχείου

(γ) Η πτερυγιοφόρος επιφάνεια

Τα πτερύγια, τοποθετούμενα το ένα δίπλα στο άλλο, δημιουργούν την πτερυγιοφόρο επιφάνεια των στοιχείων. Τη συνολική διαμόρφωση ενός στοιχείου τη βλέπετε στο σχήμα (16.8). Ο αέρας προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια που βλέπετε, διαστάσεων L_t και L_t και εμβαδού $A_e = L_t \times L_t$. Επίσης στο σχήμα (16.9) βλέπουμε ένα μικρό τμήμα στοιχείου, σε τομή, από την πλευρά που προσπίπτει ο αέρας.

Οι νέοι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται, στην τρισδιάστατη απεικόνιση ενός στοιχείου, είναι οι εξής:

- Από το σχήμα (16.8):

L_t = συνολικό μήκος (total length) της πτερυγιοφόρου επιφάνειας του στοιχείου.

A_e = το εμβαδόν της **πτερυγιοφόρου επιφάνειας** του στοιχείου, δηλαδή της επιφάνειας που είναι εκτεθειμένη στη ροή του αέρα (exposed area). Αποκαλείται επίσης **μετωπική επιφάνεια** (face area).

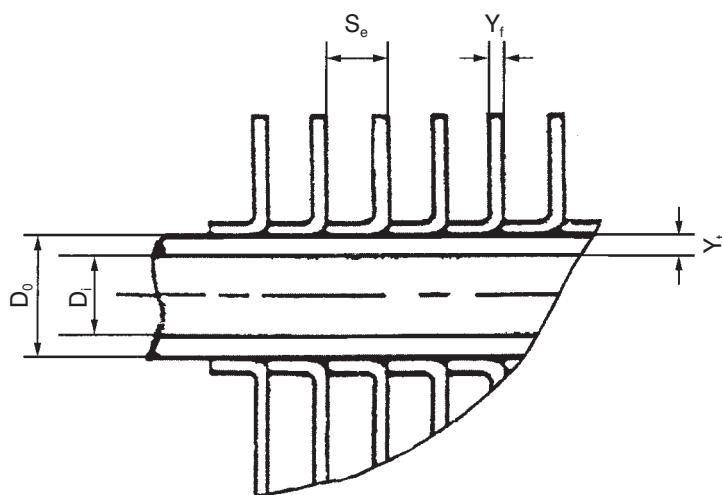
- Από το σχήμα (16.9):

s_e = η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών πτερυγίων.

Για να βρούμε αυτή την απόσταση, μετράμε με το χάρακα ένα συγκεκριμένο μήκος, που αντιστοιχεί σε ένα σχετικά μεγάλο αριθμό πτερυγίων, π.χ. σε 21 πτερύγια, οπότε έχουμε μεταξύ τους 20 αποστάσεις s_e . Διαιρώντας το μήκος που βρήκαμε με τον αριθμό των αποστάσεων βρίσκουμε το βήμα των πτερυγίων.

Y_f = πάχος πτερυγίου

Είναι δύσκολο να μετρηθεί επακριβώς επειδή είναι πολύ μικρό, μόλις 0,12-0,18 mm. Η μικρή διαφορά στο πάχος δεν ασκεί σχεδόν καμία επιρροή στην απόδοση του στοιχείου, δηλαδή δεν έχει ιδιαίτερη σημασία για την απόδοση αν θα είναι 0,12 ή 0,14 ή 0,18 mm.



Σχήμα 16.9 Τμήμα στοιχείου από την όψη που προσπίπτει ο αέρας

D_o = ονομαστική (εξωτερική) διάμετρος σωλήνων

Η διάμετρος που μετράμε είναι η εκτονωμένη διάμετρος των σωλήνων που είναι κατά 0,5 mm περίπου μεγαλύτερη. Από τη διάμετρο αυτή όμως και βάσει του πίνακα (16.1), βρίσκουμε την ονομαστική διάμετρο των σωλήνων. Αυτή εντοπίζεται και οπτικά από ένα έμπειρο μάτι, επειδή οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται είναι 3/8", 1/2" και 5/8".

D_i = εσωτερική διάμετρος σωλήνων

Η εσωτερική διάμετρος που έχει σχέση με το πάχος σωλήνα = $(D_o - D_i)/2$, δεν αναφέρεται στο φύλλο υπολογισμού, επειδή δεν μας ενδιαφέρει. Οι σωλήνες έχουν πολύ μικρό πάχος και γι' αυτό το λόγο, το πάχος τους δεν ασκεί καμία ουσιαστική επίδραση στη λειτουργική συμπεριφορά του στοιχείου.

Προφανώς ισχύουν οι σχέσεις:

$$\text{Αριθμός πτερυγίων} = L_t/s_e \quad (16.6)$$

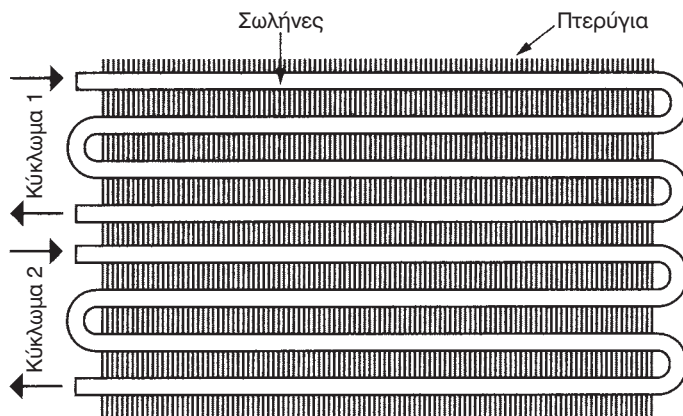
$$A_e = L_t L_t \quad (16.7)$$

Ο αριθμός των πτερυγίων που απαιτούνται για τη διαμόρφωση της πτερυγιοφόρου επιφανείας είναι πολύ μεγάλος. Αν έχουμε π.χ. $L_t = 1500$ mm και $s_e = 2,5$ mm απαιτούνται 600 περίπου πτερύγια.

Κυκλώματα - συλλέκτες - διανομέας

(α) Τα κυκλώματα των σωλήνων του στοιχείου

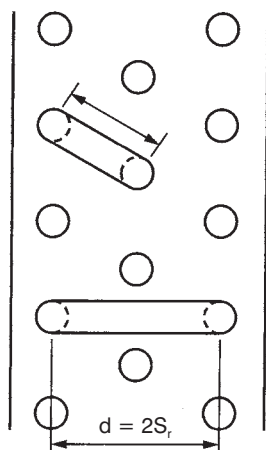
Οι σωλήνες ενώνονται μεταξύ τους και δημιουργούν τα κυκλώματα. Στο σχήμα (16.10), βλέπουμε μία σειρά ενός στοιχείου όπου οι 8 σωλήνες έχουν ενωθεί κατά τρόπον ώστε να δημιουργούνται 2 κυκλώματα. Αν το εν λόγω στοιχείο είχε 3 σειρές θα είχε συνολικά 6 κυκλώματα. Τον αριθμό των κυκλωμάτων τον εντοπίζουμε πολύ εύκολα βλέποντας τους συλλέκτες του στοιχείου. Αν υπάρχουν 6 κυκλώματα, ο κάθε συλλέκτης (ή ο διανομέας) θα έχει 6 σημεία σύνδεσης με το στοιχείο. Αν τα κυκλώματα είναι 3 τότε τρεις θα είναι και οι συνδέσεις με τον κάθε συλλέκτη.



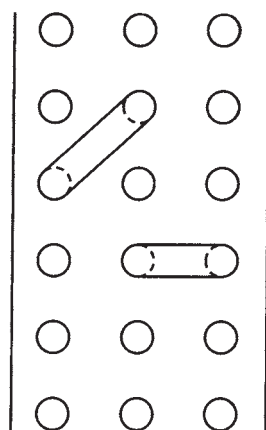
Σχήμα 16.10 Σύνδεση σωλήνων κατά τρόπο ώστε να δημιουργούν τα κυκλώματα

Η σύνδεση των σωλήνων μέσα σ' ένα στοιχείο δεν γίνεται μόνο με τον τρόπο που βλέπουμε στο σχήμα (16.10), δηλαδή δεν είναι υποχρεωτικό κάθε σειρά να έχει τα δικά της κυκλώματα. Μπορεί όμως να υπάρχει πολύ μεγάλη πλοκή στις συνδέσεις και να μπερδεύονται μεταξύ τους οι σωλήνες των διαφόρων σειρών έτσι ώστε να δημιουργούν τον επιθυμητό αριθμό κυκλωμάτων.

Απαιτούνται δύο διαφορετικών ειδών καμπύλες για την κάλυψη των δύο διαφορετικών αποστάσεων που βλέπουμε στο σχήμα (16.11) καθώς και στο σχήμα (16.1), περίπτωση Β.



(Α) Τριγωνική διάταξη



(Β) Παράλληλη διάταξη

Σχήμα 16.11 Οι θέσεις για την τοποθέτηση των καμπυλών. Απαιτούνται δύο ειδών διαφορετικές καμπύλες, τόσο στην τριγωνική όσο και στην παράλληλη γεωμετρία

Συνήθως ο αριθμός των κυκλωμάτων είναι ένας αριθμός που διαιρεί ακριβώς τον συνολικό αριθμό των σωλήνων του στοιχείου και το αποτέλεσμα της διαίρεσης είναι ένας ζυγός αριθμός. Ο λόγος για τον οποίο επιδιώκεται ζυγός αριθμός είναι για να προκύπτουν οι συλλέκτες από την ίδια πλευρά του στοιχείου. Αν είναι μονός αριθμός, προκύπτει ο ένας συλλέκτης αριστερά και ο άλλος δεξιά (σε ορισμένες όμως, σχετικά σπάνιες περιπτώσεις αυτό είναι το επιθυμητό αποτέλεσμα). Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

N_c = Αριθμός κυκλωμάτων ανά στοιχείο (Circuits)

N_t = Αριθμός σωλήνων ανά κύκλωμα (Tubes per circuit)

$N_t = N_h / N_c$ = ζυγός ακέραιος (συνήθως)

- **Εύρεση του αριθμού των κυκλωμάτων:** Μετράμε τον αριθμό των κυκλωμάτων από τους συλλέκτες.
- **Σωλήνες ανά κύκλωμα:** Το κάθε κύκλωμα περιλαμβάνει ορισμένο αριθμό σωλήνων, τους οποίους μπορείτε να τους μετρήσετε πολύ εύκολα πάνω στο στοιχείο. Συνήθως όλα τα κυκλώματα έχουν τον ίδιο αριθμό σωλήνων ο οποίος δίδεται από την προφανή σχέση:

$$N_t = N_h / N_c \quad (16.8)$$

Αν όμως ο N_t δεν προκύπτει ακέραιος αριθμός ή αν δεν συμφωνεί με τον αριθμό των σωλήνων ανά κύκλωμα που μετράτε πάνω στο στοιχείο, τότε, ή έχετε κάνει λάθος ή υπάρχουν δύο διαφορετικοί αριθμοί N_t στο στοιχείο. Για να γίνει καλύτερα αντιληπτό, έστω ότι έχουμε ένα στοιχείο με 30 συνολικά σωλήνες (3 σειρές x 10 σωλήνες ανά σειρά), το οποίο θα πρέπει να έχει 6 κυκλώματα. Τότε ο μόνος τρόπος για να το κατασκευάσουμε έτσι ώστε να προκύπτουν οι συλλέκτες από την ίδια πλευρά, είναι να έχει 3 κυκλώματα με 4 σωλήνες και 3 με 6. Πράγματι $3 \times 4 + 3 \times 6 = 30$. Αν έχετε μία τέτοια περίπτωση, όταν θα συμπληρώσετε το φύλλο (16.1), θα γράψετε στο αντίστοιχο τετράγωνο και τους δύο αριθμούς N_t (μπορείτε να τους ονομάσετε N_{t1} και N_{t2}).

Επίσης, μία άλλη περίπτωση είναι να συναντήσετε μερικούς σωλήνες ασύνδετους. Π.χ. ένα στοιχείο με 30 σωλήνες και 7 κυκλώματα μπορεί να έχει ή 6 κυκλώματα με 4 σωλήνες και 1 με 6, ή να έχει 7 κυκλώματα με 4 σωλήνες και να υπάρχουν δύο σωλήνες ελεύθεροι, που να μη συνδέονται σε κανένα κύκλωμα (να μη χρησιμοποιούνται).

Αν τύχετε σε ένα τέτοιο στοιχείο, θα γράψετε στο φύλλο “ $N_t=7$, 2 σωλήνες ασύνδετοι”.

- **Μήκος κυκλώματος:** Το μήκος του κάθε κυκλώματος είναι:

$$L_e = N_t \cdot L_t + \text{μήκος καμπυλών} \Rightarrow L_e = N_t \cdot L_t + (N_t - 1) \cdot 1,57 \cdot d \quad (16.9)$$

Όπου d είναι η διάμετρος των καμπυλών που χρησιμοποιούνται. Στην τριγωνική διάταξη, αν έχουμε τις μικρές καμπύλες ισχύει $d = s_r$, ενώ αν έχουμε τις μεγάλες καμπύλες θα ισχύει $d = 2s_r$ (όπως φαίνεται και στο σχήμα 15-11).

Επειδή όμως το μήκος των καμπυλών είναι σχετικά μικρό, μπορούμε να δεχτούμε ότι:

$$L_e \approx N_t \cdot L_t \quad (16.10)$$

(β) Οι συλλέκτες και ο διανομέας

Το κάθε κύκλωμα συνδέεται σε ένα συλλέκτη ή στο διανομέα. Όσα είναι τα κυκλώματα, τόσες θα είναι και οι συνδέσεις.

- **Διάμετρος συλλεκτών:** Μετράμε την εξωτερική διάμετρο των συλλεκτών.

– Αν είναι από χαλκοσωλήνα τη γράφουμε απευθείας στο φύλλο 16.1 (π.χ. Φ28). Στους συμπυκνωτές μπορεί να έχουμε δύο διαφορετικές διαμέτρους. Θα αναφέρετε και τις δύο, ονομάζοντας d_1 τη διάμετρο του συλλέκτη της εισόδου και d_2 της εξόδου.

Πίνακας 16.2 Εύρεση ονομαστικής διαμέτρου συλλεκτών από χαλυβδοσωλήνες

Εξωτερική Διάμετρος	Ονομαστική Διάμετρος
21,3	1/2"
26,9	3/4"
33,7	1"
42,4	1¼"
48,3	1½"
60,3	2"
76,1	2½"
88,9	3"
114,3	4"

- Αν είναι χαλυβδοσωλήνες, αφού μετρήσουμε την εξωτερική διάμετρο, συμβουλευόμαστε τον πίνακα (16.2) για να βρούμε την ονομαστική διάμετρο, η οποία δεν έχει καμία σχέση με την πραγματική.
- **Διανομέας:** Αν υπάρχει διανομέας, μετράμε τη διάμετρο d_1 του σωλήνα που εισέρχεται στο διανομέα, τη διάμετρο d_2 των σωλήνων που εξέρχονται από αυτόν καθώς και τον αριθμό των εξερχόμενων σωλήνων (που πρέπει είναι ίσος με τον αριθμό των κυκλωμάτων). Τα στοιχεία αυτά τα αναγράφουμε στο φύλλο 1/2. Γράφουμε στο φύλλο 16.1: $d_1=22\text{ mm}$, $d_2 = 1/8''$, 8 κυκλώματα.

(γ) Η σημασία του αριθμού των κυκλωμάτων

Ο αριθμός των κυκλωμάτων είναι μία από τις βασικότερες παραμέτρους στη διαστασιολόγηση των στοιχείων και αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην όλη συμπεριφορά του στοιχείου αλλά και του δικτύου των σωληνώσεων. Δύο φαινομενικά όμοια στοιχεία, αλλά με διαφορετικούς αριθμούς κυκλωμάτων, στην πραγματικότητα είναι δύο τελείως διαφορετικά στοιχεία. Οι κανόνες που διέπουν τη λειτουργική συμπεριφορά τους είναι οι εξής:

Κανόνας 1^{ος}

Δύο στοιχεία τα οποία είναι ίδια σε διαστάσεις, αλλά με διαφορετικούς αριθμούς κυκλωμάτων N_{c1} και N_{c2} , **όταν διαρρέονται από την ίδια παροχή νερού**, παρουσιάζουν πτώσεις πιέσεων που συνδέονται με τη σχέση:

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} \approx \left(\frac{N_{c2}}{N_{c1}} \right)^3 \quad (16-11)$$

Κανόνας 2^{ος}

Δύο στοιχεία τα οποία είναι ίδια σε διαστάσεις, αλλά με διαφορετικούς αριθμούς κυκλωμάτων N_{c1} και N_{c2} , **όταν η πτώση πίεσης του νερού είναι η ίδια και στα δύο**, διαρρέονται από παροχές νερού που συνδέονται με τη σχέση:

$$\frac{Q_1}{Q_2} \approx \sqrt{\left(\frac{N_{c1}}{N_{c2}} \right)^3} \quad (16-12)$$

Οι παραπάνω βασικές σχέσεις (16.11) και (16.12) σημαίνουν π.χ. ότι αν ένα στοιχείο κατασκευαστεί με 3 αντί για 6 κυκλώματα θα παρουσιάζει **8 φορές** μεγαλύτερη πτώση πίεσης για την ίδια παροχή νερού! Αν η πτώση πίεσης είναι σταθερή, τότε το στοιχείο με τα 6 κυκλώματα θα διαρρέεται από **2,83 φορές** μεγαλύτερη παροχή νερού! Δηλαδή σχεδόν **3 φορές** μεγαλύτερη!

Τα κυκλώματα των στοιχείων είναι αντικείμενο προσεκτικής μελέτης και το κάθε δίκτυο αποτελεί μία ξεχωριστή περίπτωση. Δεν πρέπει να φτιαχτεί το δίκτυο κατά τρόπο που να απαιτούνται μεγάλες, άχρηστες παροχές νερού οι οποίες θα οδηγούσαν σε μεγάλης διαμέτρου σωληνώσεις. Επίσης το δίκτυο δεν πρέπει να έχει, αλλά και ούτε πολύ μικρές παροχές που θα είχαν σαν αποτέλεσμα να μην έχουν ικανοποιητική απόδοση οι ΚΜ. Και οι σωστές παροχές κατ' αρχήν ρυθμίζονται με τη σωστή επιλογή του αριθμού των κυκλωμάτων.

Έτσι, αν, π.χ. σε ένα δίκτυο με FCU, σας χαλάσει ένα FCU των 600 cfm, δεν θα αρκεστείτε να παραγγείλετε ένα οποιοδήποτε 600άρι FCU της αγοράς για να το αντικαταστήσετε. Στο εμπόριο, τα FCU των 600 cfm μπορεί, ανάλογα με τον κατασκευαστή, να έχουν 3 ή 4 ή 6 κυκλώματα.

Το πρώτο πράγμα που θα πρέπει να ελέγχετε στην αντικατάσταση στοιχείων ή ΚΜ είναι αν ο αριθμός των κυκλωμάτων είναι ο ίδιος. Σε περίπτωση επιλογής ΚΜ με λάθος αριθμό κυκλωμάτων, μπορεί να ανατραπεί η ομαλή λειτουργία ενός τμήματος του δικτύου ή και ολόκληρου του δικτύου.

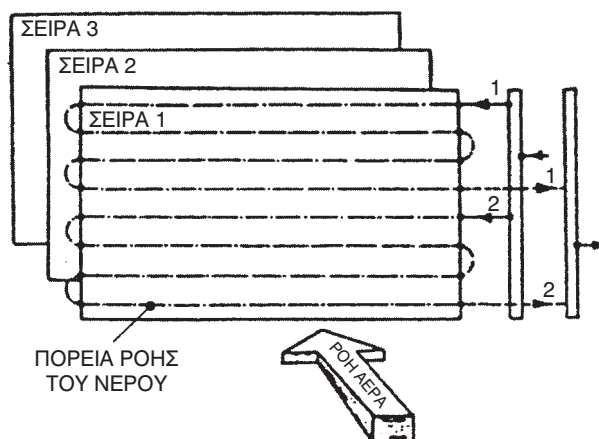
Τα συστήματα ροής του ψυκτικού ρευστού μέσω του στοιχείου

Η συνδεσμολογία των σωλήνων στα στοιχεία, βασικά, είναι δύο ειδών: Η **διασταυρούμενη** και η **αντιρροή**.

(α) Η διασταυρούμενη ροή

Η **διασταυρούμενη** ροή (cross flow), κατά τον τρόπο που εφαρμόζεται στα στοιχεία, φαίνεται στο σχήμα (16.12). Χρησιμοποιείται μόνο στις μικρές κλιματιστικές μονάδες και ιδίως στις τοπικές μονάδες, όπως είναι τα FCU. Πολύ σπάνια θα βρείτε διαφορετικό σύστημα ροής να εφαρμόζεται σε FCU. Όπως βλέπουμε στο σχήμα, η κάθε σειρά του στοιχείου έχει τα δικά της κυκλώματα. Επειδή τα περισσότερα FCU του εμπορίου έχουν 3 σειρές και 8 σωλήνες ανά σειρά, τότε αντιλαμβανόμαστε ότι είναι δυνατόν να έχουμε μόνο 3 ή 6 κυκλώματα, ή στα πολύ μεγάλα FCU είναι δυνατόν να έχουμε μέχρι και 12 (το τελευταίο πολύ σπάνια χρησιμοποιείται). Στα πολύ

μικρά FCU, μερικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν 2 κυκλώματα, μοιράζοντας τους σωλήνες της ενδιάμεσης σειράς στα δύο άλλα κυκλώματα. Με τη διάταξη της διασταυρούμενης ροής κατασκευάζονται στοιχεία που έχουν μέχρι και 4 σειρές σωλήνων.



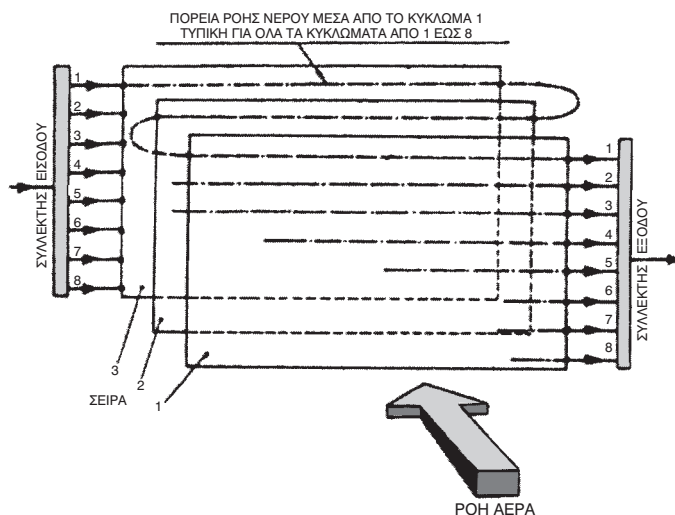
Σχήμα 16.12 Η διασταυρούμενη ροή στο στοιχείο

Η διασταυρούμενη ροή παρουσιάζει το πρόβλημα ότι η πρώτη σειρά έχει πολύ καλή απόδοση, αφού π.χ. στην ψύξη, ο ζεστός αέρας έρχεται σε επαφή με τις πολύ κρύες επιφάνειες, αλλά η δεύτερη έχει σημαντικά μικρότερη απόδοση επειδή ο αέρας είναι ήδη ψυχρός, η τρίτη ακόμη πιο μικρή επειδή ο αέρας είναι πλέον αρκετά κρύος. Κάποια απόδοση μπορεί να έχει και η τέταρτη σειρά. Μετά από την τέταρτη σειρά, οι αποδόσεις, αν τυχόν υπάρχουν και άλλες σειρές, θα είναι σχεδόν ασήμαντες.

β) Η αντιρροή

Το πρόβλημα της πολύ χαμηλής απόδοσης της διασταυρούμενης ροής, μετά την 4^η σειρά του στοιχείου, αντιμετωπίζεται με μία άλλη διάταξη που την αποκαλούμε **αντιρροή** (counter-flow). Η αντιρροή εφαρμόζεται στις κεντρικές ή στις ημικεντρικές ΚΜ, αν και μερικοί κατασκευαστές την εφαρμόζουν ακόμη και στις μικρές ΚΜ όπως στα FCU. Υπάρχουν και περιπτώσεις που δεν γίνεται αλλιώς, π.χ. ένα FCU με 3 σειρές, για να έχει 4 κυκλώματα, θα πρέπει να κατασκευαστεί υποχρεωτικά με διάταξη αντιρροής. Ο τρόπος λειτουργίας του στοιχείου στη διάταξη της αντιρροής φαίνεται στο σχήμα (16.13). Για λόγους καλύτερης ευκρίνειας του σχήματος, το στοιχείο που παρουσιάζεται στο σχήμα έχει τους δύο συλλέκτες στις απέναντι πλευρές, αλλά όπως είπαμε, αυτή η τοποθέτηση των συλλεκτών πολύ σπάνια χρησιμοποιείται.

Παρ' όλων ότι η διάταξη του σχήματος (16.13) αποκαλείται **αντιρροή**, δεν είναι πραγματική αντιρροή. Σύμφωνα με το ARI, το σύστημα αυτό της ροής χαρακτηρίζεται **διασταυρούμενη αντιρροή** (cross-counter flow). Ουσιαστικά πρόκειται για ένα συνδυασμό που βρίσκεται ενδιάμεσα στη λειτουργία της διασταυρούμενης ροής και της αντιρροής.



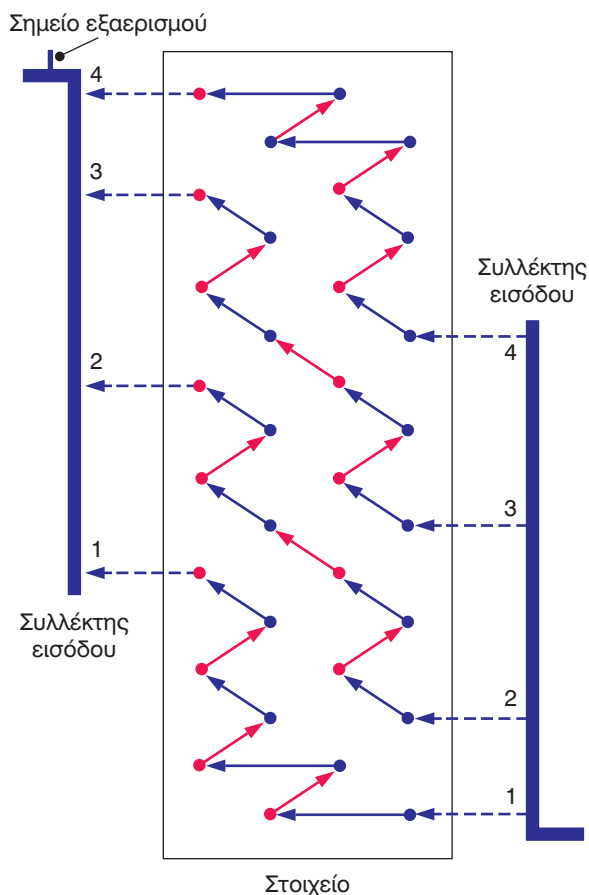
Σχήμα 16.13 Η διάταξη που αποκαλείται «αντιρροή»

(γ) Τυποποιημένες συνδέσεις σωλήνων στην αντιρροή

Στην αντιρροή έχουμε μία σειρά από τυποποιημένες διατάξεις σύνδεσης. Αν το στοιχείο έχει τόσα κυκλώματα όσοι είναι και οι σωλήνες στο ύψος, δηλαδή αν $N_c = N_r$ τότε έχουμε τη συνδεσμολογία που αποκαλείται πλήρους ροής (απόδοση του Αγγλικού όρου full serpentine). Έχουμε ακόμη τη συνδεσμολογία **1/2 ροής** (1/2 serpentine), όπου τα κυκλώματα είναι αυτά ίσα με το ήμισυ των σωλήνων της κάθε σειράς, δηλαδή $N_c = 1/2 N_r$. Αντίστοιχα έχουμε **1/4 ροής** ή **3/4 ροής**, **1/3 ροής** ή **2/3 ροής**. Στα πολύ μεγάλα μόνο στοιχεία, με πολλές σειρές, συναντάμε καμιά φορά και το σύστημα συνδεσμολογίας **διπλής ροής** (double serpentine), όπου τα κυκλώματα είναι διπλάσια του N_r , δηλαδή η σύνδεση των σωλήνων γίνεται σειρά παρά σειρά. Θα ακούσετε συχνά στην πράξη ονομασίες όπως “το στοιχείο της ΚΚΜ έχει ύψος 20 σωλήνες και είναι 1/2 ροής”. Αυτό σημαίνει ότι το στοιχείο έχει $20 \times (1/2) = 10$ κυκλώματα.

Το βασικότερο σε μία συνδεσμολογία είναι πώς θα επιτυγχάνεται η εύκολη απομάκρυνση του αέρα από το στοιχείο το οποίο ονομάζεται **εξαερισμός** του στοιχείου.

Για το λόγο του εύκολου εξαερισμού θα πρέπει η ροή του ρευστού να είναι συνεχώς ανοδική ώστε να συμπαρασύρει τον αέρα στο υψηλότερο σημείο, από όπου θα μπορεί να απομακρύνεται (αυτόματα ή μέσω βάνας εξαερισμού). Σε όλες τις παραπάνω συνηθισμένες συνδεσμολογίες, ο τρόπος σύνδεσης των σωλήνων είναι σχεδόν τυποποιημένος και αναφέρεται σε σχέδια που υπάρχουν στη βιβλιογραφία. Για παράδειγμα στο σχήμα (16.14) δείχνουμε την τυπική συνδεσμολογία 1/2 ροής ενός μικρού στοιχείου με 4 σειρές σωλήνων και 8 σωλήνες στο ύψος. Διαφορά παρουσιάζουν μόνο το πρώτο και το τελευταίο κύκλωμα, ενώ τα ενδιάμεσα είναι τα ίδια. Το ίδιο σχέδιο μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε στοιχείο με 4 σειρές και με ύψος σε σωλήνες 6, 8, 10, 12 κ.λπ.



Σχήμα 16.14 Τυπική συνδεσμολογία στοιχείου 1/2 ροής

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

3. Απαιτούμενος εξοπλισμός (εργαλεία - συσκευές - υλικά)

(1) Για να πραγματοποιηθεί αυτή η άσκηση χρειάζονται μερικά στοιχεία από διάφορα είδη ΚΜ. Το ιδανικό είναι τα στοιχεία αυτά να ανήκουν στις εξής κατηγορίες:

- Στοιχεία νερού από παλιά FCU.
- Στοιχεία από παλιούς συμπυκνωτές αυτόνομων κλιματιστικών μηχανημάτων.
- Στοιχεία άμεσης εκτόνωσης από παλιά κλιματιστικά τα οποία να έχουν και διανομέα (περισσότερα του ενός κυκλώματα).
- Στοιχεία από ΗΚΜ ή ΚΚΜ. Αυτά είναι δύσκολο να εξασφαλιστούν κυρίως λόγω του ότι κατασκευάζονται σε μεγάλα μεγέθη. Μπορούν όμως να παραγγελθούν τέτοια μικρά στοιχεία από κατασκευαστές κλιματιστικών μηχανημάτων.

Επειδή όλα τα παραπάνω είναι κάπως δύσκολο να υπάρχουν σε ένα εργαστήριο, διευκρινίζεται ότι η άσκηση μπορεί να γίνει και με πολύ λιγότερο εξοπλισμό. Αρκεί να υπάρχουν διαθέσιμα έστω και μερικά στοιχεία από FCU.

(2) Παχύμετρα

(3) Χάρακες μηχανουργείου

(4) Πιθανόν να χρειαστεί μία λίμα ή σιδηροπρίονο

4. Πορεία εργασίας

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες ανάλογα με τον αριθμό των διατιθέμενων στοιχείων ΚΜ. Το στοιχείο που χρησιμοποιήθηκε κατά τη θεωρητική ανάπτυξη προφανώς δεν θα χρησιμοποιηθεί.

Το ιδανικό είναι η κάθε ομάδα να έχει δύο έως τρεις μαθητές.

(1) Συμπλήρωση του φύλλου 16.1

Βάσει της αναπτυχθείσας θεωρίας και της συμπλήρωσης της στήλης (1) που έγινε παράλληλα με τη θεωρητική ανάπτυξη, μπορούμε τώρα να συμπληρώσουμε τα στοιχεία της στήλης (2) του φύλλου (16.1)

Ο καθηγητής, κατά την κρίση του, μπορεί να παραλείψει αυτή τη φάση της άσκησης.

(2) Συμπλήρωση του φύλλου 16.2

Στο φύλλο (16.2), στην πρώτη στήλη, κάνετε σκίτσα που να φαίνονται

όλες οι διαστάσεις του στοιχείου που χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάπτυξη της θεωρίας. Συγκεκριμένα, στο τετράγωνο (Α), θα κάνετε μία απεικόνιση όπως αυτή του σχήματος (16.7), στο (Β) όπως του σχήματος (16.9) και στο (Γ) όπως του (16.14). Αν ο χώρος των τετραγώνων δεν επαρκεί (αν π.χ. πρόκειται για μεγάλο στοιχείο), μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ξεχωριστές σελίδες τις οποίες θα επισυνάψετε στο φύλλο 16.2.

Στη στήλη (2) μπορεί να γίνει η σχεδίαση άλλου στοιχείου, όπως π.χ. του στοιχείου (2) του φύλλου (16.1) ή του στοιχείου του φύλλου, (στο οποίο θα αναφερθούμε παρακάτω) ή ακόμη και ενός άλλου στοιχείου.

Η συμπλήρωση της στήλης (2) μπορεί να παραλειφθεί κατά την κρίση του καθηγητή.

(3) Συμπλήρωση του φύλλου 16.3

Με το φύλλο (16.3), εισέρχεστε στο ουσιαστικότερο μέρος της άσκησης, στο οποίο θα διαπιστώσετε τι μάθατε. Κρύβετε τα φύλλα (16.1) και (16.2) πριν αρχίσετε να συμπληρώνετε το φύλλο (16.3).

Προσέξτε όμως ότι στο φύλλο (16.1) δεν ακολουθήθηκε η σωστή σειρά, απλά και μόνο για να διευκολυνθεί η θεωρητική ανάπτυξη. Η σειρά όμως των τεχνικών χαρακτηριστικών στο φύλλο (16.3) είναι διαφορετική από τη σειρά με την οποία αναπτύχθηκε η θεωρία και αυτή είναι η σωστή σειρά με την οποία θα πρέπει να αναφέρονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός στοιχείου.

Αν το εργαστήριο διαθέτει πολλών ειδών στοιχεία, μπορεί, κατά την κρίση του καθηγητή, να επαναληφθεί η άσκηση με τη συμπλήρωση των φύλλων, όπως το (16.3), και με άλλων ειδών στοιχεία. Αυτό μπορεί να γίνεται και σε επόμενα εργαστηριακά μαθήματα, στην περίπτωση που θα περισσέψει κάποιος χρόνος. Η πλήρης και σωστή γνώση των στοιχείων, όπως επανειλημμένα έχουμε αναφέρει, είναι βασική για τον ψυκτικό που θέλει να ασχοληθεί σοβαρά με κλιματιστικές εγκαταστάσεις.

Φύλλο 16.1

ΑΣΚΗΣΗ 16

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Συμβολισμός	Στοιχείο (1)	Στοιχείο (2)
Διάταξη σωλήνων	-		
Υλικό πτερυγίων	-		
Υλικό και είδος των σωλήνων	-		
Μορφή επιφανείας πτερυγίων	-		
Σειρές στοιχείου	N_r		
Σωλήνες ανά σειρά	N_f		
Συνολικός αριθμός σωλήνων	$N_h = N_r \cdot N_f$		
Απόσταση σωλήνων κατά το ύψος	s_f		
Απόσταση σειρών	s_r		
Πτερυγιόφορο ύψος	L_f		
Πλάτος πτερυγίου	L_d		
Επιφάνεια πτερυγίου	$A_f = L_f \cdot L_d$		
Επαλήθευση πτερυγιοφ. επιφανείας	$L_f = N_f \cdot s_f$		
Επαλήθευση πλάτους πτερυγίου	$L_d = N_r \cdot s_r$		
Επαλήθευση για τριγωνική διάταξη	$s_r = 0,866s_f$		
Πτερυγιόφορο πλάτος στοιχείου	L_t		
Πτερυγιόφορος επιφάνεια	$A_e = L_t \cdot L_f$		
Βήμα πτερυγίων	S_e		
Πάχος πτερυγίων	Y_f		
Μετά την εκτόνωση, εξ. διάμετρος	$D_o + (\sim 0,5\text{mm})$		
Ονομαστική διάμετρος σωλήνων	D_o		
Αριθμός κυκλωμάτων	N_c		
Σωλήνες ανά κύκλωμα	$N_l = N_h / N_c$		
Μήκος κυκλώματος	$L_e \approx N_f \cdot L_t$		
Εξωτερική διάμετρος συλλεκτών	-		
Διανομέας (αν υπάρχει)	-		
Είδος ροής	-		
Ονομασία συνδεσμολογίας	-		

Φύλλο 16.2

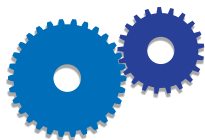
ΑΣΚΗΣΗ 16

Στοιχείο (1)	Στοιχείο (2)
(Α) Διαστάσεις πτερυγίου	(Α) Διαστάσεις πτερυγίου
(Β) Διαστάσεις μετωπικής επιφάνειας	(Β) Διαστάσεις μετωπικής επιφάνειας
(Γ) Συνδεσμολογία κυκλωμάτων	(Γ) Συνδεσμολογία κυκλωμάτων

Φύλλο 16.3

ΑΣΚΗΣΗ 16

Περιγραφή	Συμβολισμός	Στοιχείο
1. Τεχνικά χαρακτηριστικά των σωλήνων		
Υλικό και είδος των σωλήνων	-	
Μετά την εκτόνωση, εξ. διάμετρος	$D_o + (\sim 0,5\text{mm})$	
Ονομαστική διάμετρος σωλήνων	D_o	
Διάταξη σωλήνων	-	
Αριθμός κυκλωμάτων	N_c	
Σωλήνες ανά κύκλωμα	$N_l = N_n / N_c$	
Σειρές στοιχείου	N_r	
Σωλήνες ανά σειρά	N_f	
Συνολικός αριθμός σωλήνων	$N_h = N_r \cdot N_f$	
Απόσταση σωλήνων κατά το ύψος	s_r	
Απόσταση σειρών	s_r	
Μήκος κυκλώματος	$L_e \approx N_l \cdot L_t$	
Εξωτερική διάμετρος συλλεκτών	-	
Διανομέας (αν υπάρχει)	-	
Είδος ροής	-	
Ονομασία συνδεσμολογίας	-	
2. Τεχνικά χαρακτηριστικά της πτερυγιοφόρου επιφανείας	-	
Υλικό πτερυγίων	-	
Μορφή επιφανείας πτερυγίων	L_f	
Πτερυγιοφόρο ύψος (ύψος πτερυγίου)	L_t	
Πτερυγιοφόρο πλάτος στοιχείου	$A_b = L_f \cdot L_t$	
Πτερυγιοφόρος επιφάνεια	L_d	
Πλάτος (ή βάθος) πτερυγίου	$A_f = L_f \cdot L_d$	
Επιφάνεια πτερυγίου	$L_f = N_f \cdot s_f$	
Επαλήθευση πτερυγιοφόρου επιφανείας	$L_d = N_r \cdot s_r$	
Επαλήθευση πλάτους πτερυγίου	$s_r = 0,866 \cdot s_f$	
Επαλήθευση για τριγωνική διάταξη	s_e	
Βήμα πτερυγίων	Y_f	
Πάχος πτερυγίων		



ΑΣΚΗΣΗ 17η

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να είναι σε θέση να ξεχωρίζουν τη γεωμετρία του στοιχείου από τα υπόλοιπα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του.
- Όταν χρειαστούν να αντικαταστήσουν το στοιχείο μίας ΚΜ ή ακόμη και ολόκληρη την ΚΜ, να είναι σε θέση να περιγράψουν πλήρως το στοιχείο, βάσει του υπάρχοντος, προκειμένου να μπορέσουν να κάνουν τη σωστή παραγγελία.
- Να εμπεδώσουν οι μαθητές καλύτερα όσα έμαθαν στην προηγούμενη άσκηση.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

■ Τι εννοούμε με τον όρο «γεωμετρία στοιχείου»

Το πρώτο πράγμα που προσδιορίζουμε σε ένα στοιχείο είναι αυτό που το αποκαλούμε **γεωμετρία του στοιχείου** (coil configuration). Υπάρχει μεγάλη σύγχυση στο τι εννοούμε με αυτό τον όρο. Πολλοί τεχνικοί έχουν την εντύπωση ότι εννοούμε τις εξωτερικές διαστάσεις του στοιχείου, δηλαδή το πλάτος και το μήκος της πτερυγιοφόρου επιφανείας. Όμως λέγοντας “γεωμετρία του στοιχείου” αναφερόμαστε μόνο σε εκείνα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που είναι ανεξάρτητα από τις διαστάσεις του στοιχείου, όπως η διάμετρος των σωλήνων, η απόσταση και η διάταξη των σωλήνων, η απόσταση των σειρών κ.λπ.

Όταν λέμε ότι δύο στοιχεία έχουν την ίδια γεωμετρία, τότε διαφέρουν μόνο στα εξής:

- Ύψος και πλάτος της πτερυγιοφόρου επιφανείας
- Αριθμός **σειρών**
- Αριθμός **κυκλωμάτων**
- Διάμετρος **συλλεκτών**

Όλα τα υπόλοιπα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, σε στοιχεία που έχουν

την ίδια γεωμετρία, είναι τα ίδια. Έτσι ένα μικροσκοπικό στοιχείο και ένα τεράστιο στοιχείο μπορεί να έχουν την ίδια ακριβώς γεωμετρία.

■ Πώς αναφερόμαστε συνοπτικά στη γεωμετρία του στοιχείου

Η γεωμετρία συνήθως γράφεται με τον εξής συνοπτικό τρόπο:

“Διάταξη σωλήνων” $s_r \times s_t$

π.χ. Τριγωνική 25 x 21,65 mm

Επειδή η διάταξη των σωλήνων συνήθως είναι τριγωνική, αυτή συχνά παραλείπεται στην ονομασία της γεωμετρίας. Η απόσταση μεταξύ των σειρών στην **τριγωνική** διάταξη βρίσκεται από τη σχέση:

$$s_r = 0,866 \times s_t \quad (17.1)$$

Η ονομασία της γεωμετρίας συνήθως συμπληρώνεται και με τη διάμετρο που έχουν οι σωλήνες πριν την εκτόνωση, π.χ. «στοιχείο με σωλήνες 3/8” σε τριγωνική διάταξη 25x21,65». Το τελευταίο, για συντομία, μπορούμε να το γράφουμε ως διάταξη τριγωνική **3/8” x 25 x 21,65**. Είναι πολύ συνηθισμένο οι κατασκευαστές των στοιχείων να χρησιμοποιούν σωλήνες με διάμετρο σύμφωνα με το σύστημα I-P (ίντσες) σε αποστάσεις σύμφωνα με το σύστημα SI (mm), ουδέποτε όμως θα συναντήσετε το αντίθετο.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθούμε και στο βήμα των πτερυγίων. Το πάχος τους, επειδή δεν ασκεί κάποια ιδιαίτερη επίδραση στην απόδοση, μπορούμε να το παραλείψουμε. Έτσι, όταν αναφερόμαστε στη γεωμετρία του στοιχείου, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μία πολύ συνοπτική διατύπωση της εξής μορφής:

τριγωνική 3/8”x25x21,65 με βήμα πτερυγίων 2,1 mm

■ Οι πλέον συνηθισμένες γεωμετρίες

Δύο από τις πλέον ευρείας χρήσης γεωμετρίες στοιχείων είναι η τριγωνική 25x21,6 και η τριγωνική 40x34,6. Παραλλαγές στις δύο αυτές γεωμετρίες υπάρχουν λόγω της παράλληλης ύπαρξης του συστήματος μονάδων I-P (ίντσες). Το βήμα $s_t = 25$ mm αντιστοιχεί σε 1” (25,4 mm) και το $s_t = 40$ mm σε 1,5” (38,1 mm). Οπότε μπορεί τις παραπάνω γεωμετρίες να τις συναντήσουμε με διαφορετικές ονομασίες, που ενδεχομένως να έχουν κατασκευαστικές μικροδιαφορές, αλλά που λειτουργικά μεταξύ τους να μην παρουσιάζουν καμία σχεδόν ουσιαστική διαφορά. Για παράδειγμα αναφέρουμε:

- Αντί για 25x21,6: 1x0,866”, 25,4x22 mm
- Αντί για 40x34,6: 1,5x1,3”, 38,1x33 mm

Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται με τη γεωμετρία 25x21,6 είναι σχε-

δόν πάντα 3/8" (9,52 mm). Στη γεωμετρία 40x34,6 μπορεί να συναντήσουμε όλα τα μεγέθη των σωλήνων (3/8", 1/2", 5/8") με συνηθέστερο το 5/8" ή με το αντίστοιχο με αυτό μέγεθος Φ16.

Το πλέον συνηθισμένο βήμα περυγίων είναι 2,1 mm, δηλαδή, στο σύστημα I-P, θα λέγαμε 12 περύγια στην ίντσα.

■ Η σημασία της γεωμετρίας ενός στοιχείου

Θα αναρωτηθήκατε ίσως: «Γιατί διαχωρίζουμε τη γεωμετρία του στοιχείου από τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά; Τεχνικά χαρακτηριστικά δεν είναι και τα δύο; Τι διαφορά έχουν;».

Και όμως υπάρχει πολύ σοβαρός λόγος για να γίνεται αυτός ο διαχωρισμός. Προϋπόθεση για να αναλάβει ένας κατασκευαστής να φτιάξει ένα συγκεκριμένο στοιχείο είναι ο τεχνικός εξοπλισμός του **να υποστηρίζει τη γεωμετρία** που βρήκαμε ότι έχει το στοιχείο μας. Αλλιώς θα πρέπει να αποταθούμε σε άλλον κατασκευαστή στοιχείων. Και δεν υπάρχει γεωμετρία που να μην υποστηρίζεται τουλάχιστον από έναν κατασκευαστή στοιχείων στην Ελλάδα.

Αν κάποιος κατασκευαστής ισχυριστεί ότι μπορεί να σας φτιάξει το στοιχείο σας με τις ίδιες ακριβώς αποδόσεις και λειτουργική συμπεριφορά (πτώση πίεσης, παροχή νερού κ.λπ.), αλλά με άλλη γεωμετρία, να μην πεισθείτε. **Η πλήρης προσομοίωση ενός στοιχείου, κάτω από διαφορετική γεωμετρία, δεν είναι δυνατή να γίνει.** Τα υπόλοιπα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του στοιχείου ο κάθε κατασκευαστής μπορεί να τα φτιάξει, αρκεί να υποστηρίζει τη συγκεκριμένη γεωμετρία.

Πρέπει δηλαδή, όταν αφαιρείτε ένα στοιχείο και πρόκειται να το αντικαταστήσετε λόγω παλαιότητας, να ελέγχετε ότι το στοιχείο που θα σας έρθει θα είναι ακριβώς το ίδιο. Εκτός και αν υπάρχουν άλλοι λόγοι για τους οποίους γίνεται η αντικατάσταση (π.χ. βελτίωση της απόδοσης) και στην περίπτωση αυτή θα πρέπει την ευθύνη να την αναλάβει αδειούχος μηχανικός. Γενικά με την αντικατάσταση των στοιχείων και γενικότερα την αντικατάσταση των ΚΜ να μην παίζετε. Λάθος στην επιλογή ενός στοιχείου, ακόμη και αν πρόκειται για το στοιχείο ενός μικρού Fan Coil ή για ένα μεμονωμένο Fan Coil, μπορεί να έχει απρόβλεπτες συνέπειες σε κάποιο τμήμα του δικτύου και στην απόδοση της όλης εγκατάστασης.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

1. Απαιτούμενος εξοπλισμός (εργαλεία - συσκευές - υλικά)

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι ακριβώς ο ίδιος με αυτόν της άσκησης 16.

2. Πορεία εργασίας

- (1) Η πορεία της εργασίας είναι όμοια με αυτήν της άσκησης 16, με τη μόνη διαφορά ότι παίρνουμε τις διαστάσεις με μία διαφορετική σειρά. Συγκεκριμένα, πρώτα παίρνουμε τα στοιχεία εκείνα που χαρακτηρίζουν τη γεωμετρία του στοιχείου και μετά τα λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά του στοιχείου.
- (2) Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες ανάλογα με τον αριθμό των διατιθέμενων στοιχείων ΚΜ. Το ιδανικό είναι η κάθε ομάδα να έχει δύο έως τρεις μαθητές.
- (3) Ο κάθε μαθητής παίρνει από ένα αντίγραφο από το φύλλο εργασίας που είναι στο τέλος της άσκησης. Το κάθε φύλλο έχει δύο στήλες για τη διαστασιολόγηση δύο διαφορετικών στοιχείων.
- (4) Συμπληρώνουμε κατά σειρά πρώτα το φύλλο (17.1) που είναι η **γεωμετρία του στοιχείου** και μετά το (17.2) που είναι **όλα τα άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά του στοιχείου εκτός της γεωμετρίας**. Έχοντας συμπληρώσει αυτά τα δύο φύλλα, έχουμε πλέον κατανοήσει τι συμπεριλαμβάνεται στον όρο γεωμετρία του στοιχείου και τι στον όρο λοιπά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά ενός στοιχείου. Προσδιορίζονται τα ίδια ακριβώς τεχνικά χαρακτηριστικά με αυτά της άσκησης 16 και γίνονται οι ίδιοι υπολογισμοί. Μόνο στο φύλλο (17.1) υπάρχει ένα καινούριο πεδίο για να συμπληρωθεί, που αναφέρει τη συνοπτική ονομασία της γεωμετρίας, η οποία θα πρέπει να δοθεί κατά τον τρόπο που περιγράφεται στην παράγραφο (17.2).
- (5) Θα παρατηρήσατε ίσως ότι πολλά τεχνικά χαρακτηριστικά από αυτά που αναγράφονται στα φύλλα (17.1) και (17.2) προκύπτουν από τα υπόλοιπα. Γι' αυτό δεν χρειάζεται να τα στείλουμε όλα αυτά στον κατασκευαστή του στοιχείου. Στο φύλλο (17.3), έχουμε συνοπτικά τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να σταλούν στον κατασκευαστή. Από αυτά τα λίγα προκύπτουν και όλα τα άλλα. Συμπληρώστε το φύλλο (17.3) με τα αναφερόμενα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά. Το φύλλο αυτό θα είναι και το **υπόδειγμα** σας, αν στο μέλλον βρεθείτε στην ανάγκη να δώσετε

την τεχνική περιγραφή ενός στοιχείου σε κάποιον κατασκευαστή. Βάσει αυτού, είσαστε σε θέση να γνωρίζετε ποια από τα τεχνικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να βρείτε για να του δώσετε.

- (6) Για να γίνει αντιληπτός ο τρόπος με τον οποίο, από τα αναφερόμενα στο φύλλο (17.3), μπορούν να υπολογιστούν όλα τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, έχουμε συμπεριλάβει στην παρούσα άσκηση και το φύλλο (17.4). Στη συνέχεια, και χρησιμοποιώντας μόνο τα στοιχεία που αναγράφονται στο φύλλο (17.3), συμπληρώστε και το φύλλο (17.4), το οποίο συμπεριλαμβάνει όλους τους υπολογισμούς των τεχνικών χαρακτηριστικών οι οποίοι, αν και αναφέρονται στα φύλλα (17.1) και (17.2), δεν συμπεριλήφθησαν στο φύλλο (17.3) ως περιττοί.
- (7) Ανταλλάξτε το στοιχείο σας με το στοιχείο μίας άλλης ομάδας και συμπληρώστε τη στήλη (2) των φύλλων (17.1), (17.2), (17.3) και (17.4). Θα επαναλάβετε όλη την άσκηση κατά τον ίδιο τρόπο.
- (8) Αν το εργαστήριο διαθέτει πολλών ειδών στοιχεία, μπορεί, κατά την κρίση του καθηγητή, να επαναληφθεί η άσκηση και με άλλων ειδών στοιχεία.

Φύλλο 17.1

ΑΣΚΗΣΗ 17

Γεωμετρία στοιχείου		Α/Α του υπό μελέτη στοιχείου	
Τεχνικά χαρακτηριστικά	Συμβολισμός	(1)	(2)
Μετά την εκτόνωση, εξ. διάμετρος	$D_o + (\sim 0,5\text{mm})$		
Ονομαστική διάμετρος σωλήνων	D_o		
Διάταξη σωλήνων	-		
Απόσταση σωλήνων κατά το ύψος	s_f		
Απόσταση σειρών	s_r		
Επαλήθευση για τριγωνική διάταξη	$s_r = 0,866 \cdot s_f$		
Βήμα πτερυγίων	s_e		
Χαρακτηρισμός της γεωμετρίας με μία συνοπτική έκφραση	-		

Φύλλο 17.2

ΑΣΚΗΣΗ 17

Λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά		Α /Α του υπό μελέτη στοιχείου	
Περιγραφή	Συμβολισμός	(1)	(2)
1. Τεχνικά χαρακτηριστικά			
Υλικό και είδος σωλήνων	-		
Αριθμός κυκλωμάτων	N_c		
Σωλήνες ανά κύκλωμα	$N_t = N_h / N_c$		
Μήκος κυκλώματος	$L_e \approx N_t \cdot L_t$		
Σειρές στοιχείου	N_r		
Σωλήνες ανά σειρά	N_f		
Συνολικός αριθμός σωλήνων	$N_h = N_r \cdot N_f$		
Εξωτερική διάμετρος συλλεκτών	-		
Διανομέας (αν υπάρχει)	-		
Είδος ροής	-		
Ονομασία συνδεσμολογίας	-		
2. Τεχνικά χαρακτηριστικά πτερυγίων			
Υλικό πτερυγίων	-		
Μορφή επιφάνειας πτερυγίων	-		
Πάχος πτερυγίων	Y_f		
Πτερυγιοφόρο ύψος	L_f		
Πτερυγιοφόρο πλάτος στοιχείου	L_t		
Πτερυγιοφόρος επιφάνεια	$A_e = L_t \cdot L_f$		
Επαλήθευση πτερυγιοφ. επιφανείας	$L_f = N_f \cdot S_f$		
Πλάτος πτερυγίου	L_d		
Επαλήθευση πλάτους πτερυγίου	$L_d = N_r \cdot S_r$		
Επιφάνεια πτερυγίου	$A_f = L_f \cdot L_d$		

Φύλλο 17.3

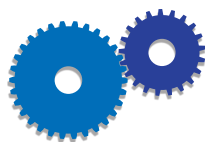
ΑΣΚΗΣΗ 17

Η πλήρης τεχνική περιγραφή ενός στοιχείου		Α/Α του υπό μελέτη στοιχείου	
Τεχνικά χαρακτηριστικά	Συμβολισμός	(1)	(2)
1. Γεωμετρία στοιχείου			
Συνοπτική ονομασία της γεωμετρίας (π.χ. τριγωνική 3/8" x 25 x 21,65 - πτερύγια ανά 2,1 mm)	-		
2. Τεχνικά χαρακτηριστικά σωλήνων			
Υλικά και είδος των σωλήνων	-		
Αριθμός κυκλωμάτων	N_c		
Σειρές στοιχείου	N_r		
Είδος ροής	-		
Εξωτερική διάμετρος συλλεκτών	-		
Διανομέας (αν υπάρχει)	-		
3. Τεχνικά χαρακτηριστικά πτερυγιοφόρου επιφανείας			
Υλικό πτερυγίων	-		
Μορφή επιφανείας πτερυγίων	-		
Πτερυγιοφόρο ύψος του στοιχείου	L_f		
Πτερυγιοφόρο πλάτος στοιχείου	L_t		

Φύλλο 17.4

ΑΣΚΗΣΗ 17

Οι σχέσεις υπολογισμού των τεχνικών χαρακτηριστικών που δεν συμπεριλαμβάνονται στο Φύλλο 17-3		Α/Α του υπό μελέτη στοιχείου	
Περιγραφή	Συμβολισμός	(1)	(2)
1. Τεχνικά χαρακτηριστικά σωλήνων			
Μετά την εκτόνωση, εξ. διάμετρος	$D_o + (\sim 0,5\text{mm})$		
Σωλήνες ανά κύκλωμα	$N_t = N_h / N_c$		
Μήκος κυκλώματος	$L_e \approx N_t \cdot L_t$		
Σωλήνες ανά σειρά	$N_f = L_t / s_f$		
Συνολικός αριθμός σωλήνων	$N_h = N_r \cdot N_f$		
Επαλήθευση για τριγωνική διάταξη	$s_r = 0,866 \cdot s_f$		
Ονομασία συνδεσμολογίας (μόνο για τα στοιχεία που είναι σε διάταξη αντιρροής)	Απλοποίηση του κλάσματος N_c / N_f		
2. Τεχνικά χαρακτηριστικά πτερυγίων			
Πλάτος πτερυγίου	$L_d = N_r \cdot s_r$		
Επιφάνεια πτερυγίου	$A_f = L_t \cdot L_d$		
Πτερυγιοφόρος επιφάνεια	$A_e = L_t \cdot L_f$		



ΑΣΚΗΣΗ 18η

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να έρθουν οι μαθητές σε μία πρώτη επαφή με τις έννοιες τις ψυκτικής απόδοσης, του ολικού φορτίου, του λανθάνοντος φορτίου και του αισθητού φορτίου.
- Να γίνει απεικόνιση των μεταβολών στον ψυχομετρικό χάρτη.
- Παράλληλα με την προσέγγιση των παραπάνω εννοιών να γίνει παρουσίαση στους μαθητές μίας απλής αλλά σχετικά αξιόπιστης μεθόδου μέτρησης της απόδοσης μίας ΚΜ νερού.
- Να γίνει από τους μαθητές τεχνική αξιολόγηση όσον αφορά την αξιοπιστία της μεθόδου υπολογισμού των αποδόσεων.
- Να γίνει ενεργειακός υπολογισμός εγκατάστασης και να υπολογιστεί η αποδιδόμενη ψυκτική ισχύς για κάθε kW καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ισχύος.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Στις παραγράφους (2.6), (2.7), (2.9) και (2.10) του βιβλίου “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II”, αναπτύξαμε τις έννοιες “ολικό φορτίο” q_T , “αισθητό φορτίο” q_s και “λανθάνον φορτίο” q_L καθώς και του συντελεστή SHR (ή SHF). Επίσης, είδαμε τις αντίστοιχες απεικονίσεις στον ψυχομετρικό χάρτη. Οι έννοιες αυτές παρουσιάζονται στους μαθητές στην πράξη, μέσα από την παρούσα εργαστηριακή άσκηση με την οποία υπολογίζονται οι αποδόσεις των ΚΜ νερού με τον απλούστερο δυνατό τρόπο.

(α) Ο υπολογισμός των αποδόσεων

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:

$$q_T = c_p w_1 \Delta t \quad (18.1)$$

Όπου: q_T = Το ολικό φορτίο σε W

w_1 = Η παροχή νερού είναι σε g/s

c_p = Η ειδική θερμότητα του νερού = 4,2 kJ/kgK

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

Το λανθάνον φορτίο θα μετρηθεί υπολογίζοντας την ποσότητα των συμπυκνωμάτων σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Αρχίζουμε να μαζεύουμε τα συμπυκνώματα και μετρώντας το χρόνο μόνο **αφού αρχίσει η κανονική ροή τους** και όχι με το που θα αρχίσει να λειτουργεί η ΚΜ. Βρίσκουμε την παροχή των συμπυκνωμάτων βάσει της σχέσης:

$$w_2 = m / \theta \quad (18.2)$$

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)



ΠΡΟΣΟΧΗ

Ένα συνηθισμένο λάθος είναι να αρχίσουμε να μετράμε το χρόνο με το που θα αρχίσει η ροή των συμπυκνωμάτων, πριν αυτή σταθεροποιηθεί. Γι' αυτό καλό είναι να κάνουμε και μία δεύτερη μέτρηση για επαλήθευση.

Το λανθάνον φορτίο υπολογίζεται από το w_2 βάσει της προσεγγιστικής σχέσης:

$$q_L = h_g w_2 \quad (18.3)$$

Όπου: q_L = Το λανθάνον φορτίο σε W.

h_g = Ενθαλπία κορεσμένου ατμού στους $10^\circ\text{C} \approx 2500 \text{ kJ/kg}$

w_2 = Η παροχή των συμπυκνωμάτων (σε g/s), βάσει της (18.2)

Οι μεταβολές αυτές θα απεικονιστούν πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη κατά τον τρόπο που φαίνεται και στην παράγραφο (2.10), χρησιμοποιώντας την πιστοποιημένη παροχή αέρα, η οποία μας είναι ήδη γνωστή.

(β) Η ενεργειακή κατανάλωση

Η κάθε ψυκτική εγκατάσταση είναι μία αντλία θερμότητας που απορρίπτει θερμότητα στο περιβάλλον. Στη λειτουργία των συμπιεστών, σε προηγούμενη άσκηση είδαμε το συντελεστή:

$$\text{COP} = q / P \quad (18.5)$$

Όπου: q = Η ισχύς από τον ψυκτικό κύκλο

P = Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνεται από τον συμπιεστή¹

Η τιμή του COP είναι αρκετά μεγαλύτερη της μονάδας επειδή το κάθε ψυκτικό μηχανήμα είναι μία αντλία θερμότητας που καταναλώνει κάποια ηλεκτρική ισχύ για να μεταφέρει μία μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας από το εσωτερικό περιβάλλον στο εξωτερικό. Συμπεριφέρεται δηλαδή σαν μία αντλία, η οποία καταναλώνει ηλεκτρική ισχύ για να μεταφέρει μία ποσότητα νερού. Όπως θα μπορούσαμε να πούμε ότι μία αντλία νερού, για κάθε 1 kW ηλεκτρικής ισχύος, μεταφέρει μέσω του δικτύου π.χ. 10 L/s νερό, έτσι ακριβώς μπορούμε να πούμε ότι ένας συμπιεστής, για κάθε 1 kW ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνει, μεταφέρει μέσω της ψυκτικής εγκατάστασης, π.χ. 2,5 kW θερμικής ισχύος. Το ότι στην ψυκτική εγκατάσταση και τα δύο εκφράζονται σε kW μας επιτρέπει να τα διαιρέσουμε και να έχουμε τον συντελεστή COP που είναι πάντα μεγαλύτερος της μονάδας. Αυτό δεν πρέπει να μας εντυπωσιάζει, επειδή δεν πρόκειται για βαθμό απόδοσης.

Είναι ενδιαφέρον να δούμε την ενεργειακή κατανάλωση μίας περισσότερο περίπλοκης κλιματιστικής εγκατάστασης, όπως αυτής στην οποία εκτελείται η εργαστηριακή άσκηση. Δεν θα χρησιμοποιήσουμε φυσικά τον όρο COP, επειδή αυτός είναι κυρίως συνδεδεμένος με τον ψυκτικό κύκλο.

Έστω ότι θέλουμε να υπολογίσουμε το λόγο (συνολική ψυκτική ισχύς) / (συνολική καταναλισκόμενη ηλεκτρική ισχύς). Τότε η σχέση που μας δίνει την ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης είναι:

$$q_T / P \quad (18.4)$$

Όπου: P = Η συνολική ηλεκτρική κατανάλωση όλων των μηχανημάτων.

Για μονοφασικές παροχές υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P = V \cdot I \cdot \text{συνφ} \quad (18.5)$$

V = Η φασική τάση του ηλεκτρικού ρεύματος, συνήθως 220-235 V

I = Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

συνφ = Ο συντελεστής ισχύος που συνήθως δεν τον γνωρίζουμε.

Μπορείτε όμως να λαμβάνετε $\text{συνφ} \approx 0,85$.

Για τριφασικές παροχές, όπου η κάθε φάση διαρρέεται από διαφορετική ένταση ρεύματος, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε επίσης τη σχέση (18.5), αθροίζοντας τα ρεύματα των τριών φάσεων. Αν δηλαδή η μία φάση διαρρέεται από 5 A, η άλλη από 7 A και η άλλη από 11 A, έχουμε $I = 5 + 7 + 11 = 23$ A.

Αν όλες οι φάσεις διαρρέονται από την ίδια ηλεκτρική ισχύ (π.χ τριφασικοί κινητήρες), τότε θα χρησιμοποιήσετε τον τύπο:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi = 1,73 \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (18.6)$$

Όπου: V = Η πολική τάση του ρεύματος, συνήθως 380-405 V

3. Αξιολόγηση της αξιοπιστίας μέτρησης από τους μαθητές

(α) Γενικά

Η ακρίβεια των μετρήσεων δεν έχει ιδιαίτερη σημασία σ' αυτή την εργαστηριακή άσκηση. Ο κύριος σκοπός είναι η κατανόηση των βασικών εννοιών της ψυχομετρίας από μέρους των μαθητών.

Με την ευκαιρία όμως αυτής της άσκησης, θα αντιληφθούν οι μαθητές και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζονται προκειμένου να γίνουν σωστές μετρήσεις, και φυσικά ότι είναι πρακτικά αδύνατον να εκτιμηθεί η απόδοση ενός μηχανήματος με επί τόπου του έργου μετρήσεις. Όσον αφορά την αξιοπιστία του υπολογισμού των αποδόσεων, η άσκηση στοχεύει να αφήσει τους μαθητές να βγάλουν τα δικά τους συμπεράσματα.

(β) Πώς προκύπτουν οι πιστοποιημένες αποδόσεις

Οι πιστοποιημένες αποδόσεις προκύπτουν κατόπιν εργαστηριακού ελέγχου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες που γίνεται σε συγκεκριμένο εργαστηριακό περιβάλλον. Αν π.χ. η πιστοποίηση είναι από τη Eurovent (εταιρεία που ασχολείται με πιστοποίηση αποδόσεων κλιματισμού μηχανημάτων στον ευρωπαϊκό χώρο, ανάλογου ρόλου με την ARI **στην Αμερική**), οι συνθήκες του αέρα του δωματίου θα είναι 27/19°C και η είσοδος/έξοδος του νερού στα FCU θα είναι 7/12°C.

Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι η Eurovent αποδέχεται ως σωστές τις αποδόσεις ενός κατασκευαστή στοιχείων αν αυτές δεν διαφέρουν περισσότερο από 5% από τις μετρήσεις που θα κάνει. Αυτό το 5% είναι χαρακτηριστικό σημείο της δυσκολίας της σωστής μέτρησης των αποδόσεων των ΚΜ ακόμη και με εργαστηριακά μέσα. Επίσης αξιοσημείωτο είναι και το γεγονός ότι οι μετρήσεις δύο διαφορετικών, αλλά σοβαρών και οργανω-

μένων εργαστηρίων, που δεν έχουν όμως καμία συνεργασία μεταξύ τους, πάντα παρουσιάζουν αποκλίσεις στα αποτελέσματά τους, οι οποίες συχνά είναι πολύ σημαντικές.

Έτσι, αν υποθεθεί, για παράδειγμα, ότι ζητάτε να προμηθευτείτε μία ΚΜ και ένας κατασκευαστής σας δώσει **πιστοποιημένη απόδοση** για το δικό του μηχάνημα 8,5 kW, ενώ ένας άλλος σας δώσει **πιστοποιημένη απόδοση** 8,1 kW, μη βιαστείτε να τα αξιολογήσετε και να θεωρήσετε ότι το πρώτο έχει καλύτερη απόδοση. Τέτοιες μικροδιαφορές δεν αξιολογούνται και τα δύο μηχανήματα θεωρούνται ότι είναι περίπου τα ίδια (εκτός και αν η πιστοποίηση έχει γίνει στο ίδιο εργαστήριο).

(γ) Εξαγωγή συμπερασμάτων

Αναμένεται ότι θα υπάρχουν κάποιες διαφορές, επειδή το εργαστηριακό περιβάλλον του σχολείου δεν είναι και τόσο κατάλληλο για τη λήψη μετρήσεων ακρίβειας. Το ερώτημα όμως είναι πόσο μεγάλες θα είναι οι διαφορές και αν αυτές έχουν σημασία για τις συνήθεις πρακτικές εφαρμογές όπου απόκλιση της τάξεως του 10% συνήθως δεν έχει ιδιαίτερη σημασία. Επίσης θα μπορούσαν οι μαθητές να εκφέρουν γνώμη κατά πόσο ο έλεγχος των αποδόσεων, όταν γίνεται επί του έργου (και όχι σε εργαστήριο), θα πρέπει να θεωρείται ως αξιόπιστος.

Τα συμπεράσματα μπορούν να δοθούν στους μαθητές ως κατ' οίκον εργασία. Θα συντάξουν δηλαδή τεχνική έκθεση όπου θα αναπτύξουν τις απόψεις τους. Όλες οι απόψεις θα πρέπει να θεωρούνται σωστές, αρκεί να είναι τεκμηριωμένες. Επίσης, μαθητές που έχουν αντικρουόμενες απόψεις θα συζητήσουν τις διαφορές τους κατά τη διάρκεια του μαθήματος και θα προσπαθήσουν να τις γεφυρώσουν. Ο τεχνικός διάλογος είναι πάντοτε απαραίτητος και οι τεχνικές απόψεις του κάθε συναδέλφου πρέπει να γίνονται σεβαστές, ανεξάρτητα από το αν διαφωνούμε ή συμφωνούμε μαζί του.

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

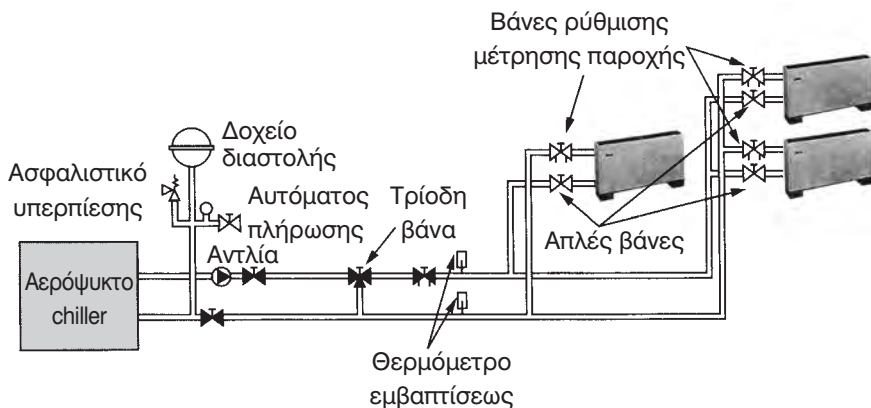
Για την εκτέλεση της άσκησης θα απαιτηθούν οι εξής εργαστηριακές διατάξεις:

- (1) Προσομοίωσης των ψυκτικών φορτίων. Δεχόμαστε ότι γι' αυτό το σκοπό θα υπάρχει μία ΗΚΜ εφοδιασμένη και με υγραντήρα (μία από τις εναλλακτικές λύσεις που περιγράφονται στο μέρος "Γ"). Θα πρέπει να δημιουργηθούν στο χώρο συνθήκες ανάλογες με αυτές των πιστοποιημένων αποδόσεων που συνήθως είναι 27/19°C

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Στην περίπτωση που το εργαστήριο δεν διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό προσομοίωσης, η άσκηση θα γίνει με ό,τι μέσα έχει το εργαστήριο. Θα πρέπει όμως να ληφθούν μέτρα για να αυξηθεί η θέρμανση του χώρου, ώστε να μην αναπτυχθούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, που θα μπορούσαν να βλάψουν την υγεία, δεδομένου ότι οι μαθητές θα παραμείνουν σ' αυτές τις συνθήκες για αρκετές ώρες. Το μειονέκτημα σ' αυτή την περίπτωση είναι ότι οι αποδόσεις που θα μετρήσετε δεν θα μπορούν να συγκριθούν με τις πιστοποιημένες, επειδή δεν θα έχετε στο χώρο σταθερές συνθήκες 27/19 °C. Κατά συνέπεια δεν θα μπορείτε να βγάλετε συμπεράσματα για την αξιοπιστία της μεθόδου, δηλαδή ένα σημαντικό μέρος της άσκησης δεν θα μπορέσει να εκτελεστεί.

- (2) Δίκτυο με FCU. Δεχόμαστε ότι αυτή η διάταξη θα έχει 3 FCU, όπως περιγράφεται στο μέρος "Γ", παράγραφος 10. Η διάταξη δηλαδή θα είναι όπως στο σχήμα (18.1).



Σχήμα 18.1 Η διάταξη εκτέλεσης της εργαστηριακής άσκησης

Επίσης θα απαιτηθούν και τα εξής όργανα:

- (3) Μέτρησης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του χώρου.
- (4) Θερμόμετρο εμβάπτισης για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού που εξέρχεται από το chiller.
- (5) Ηλεκτρονικό θερμόμετρο επαφής. Με αυτό το όργανο βρίσκετε τη θερμοκρασία στην επιφάνεια των σωλήνων του νερού η οποία όμως συνήθως είναι λίγο διαφορετική από την πραγματική θερμοκρασία νερού.

Μπορείτε όμως να δεχτείτε το Δt ως περίπου ίσο με τη θερμοκρασιακή διαφορά στην επιφάνεια των σωλήνων εισόδου και εξόδου του νερού.

Σημείωση: Η θερμοκρασία του νερού στην έξοδο του chiller θα βρίσκεται επακριβώς από το θερμόμετρο εμβάπτισης. Μόνο η άνοδος της θερμοκρασίας του νερού μέσα στο κάθε FCU θα υπολογίζεται με το θερμόμετρο επαφής.

- (6) Ογκομετρικό δοχείο συγκέντρωσης των συμπυκνωμάτων
- (7) Αμπερομετρική πένσα.
- (8) Πολύμετρο ή βολτόμετρο για τη μέτρηση της τάσης (εκτός και αν υπάρχει ενσωματωμένο βολτόμετρο στην αμπερομετρική πένσα, οπότε το όργανο αυτό δεν χρειάζεται).
- (9) Όργανο μέτρησης της παροχής νερού (μέσω των ειδικών ρυθμιστικών βανών των FCU). Η διάταξη μίας τέτοιας μέτρησης φαίνεται στο σχήμα (18.2). Βάνες όπως αυτές του σχήματος (18.2) υπάρχουν σε πολλά μεγέθη, αρχίζοντας από 1/2".



Σχήμα 18.2 Διάταξη μέτρησης της παροχής και της πίεσης μέσω ειδικών βανών

5. Πορεία εργασίας

- (1) Αρχικά πρέπει να δημιουργήσετε στο χώρο συνθήκες που να είναι σχετικά κοντά σε αυτές των πιστοποιημένων αποδόσεων ($27/19^{\circ}\text{C}$). Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιήσετε την ΗΚΜ ρυθμίζοντας το θερμοστάτη και τον υδροστάτη που ελέγχουν τις συνθήκες του αέρα του χώρου στις τιμές $t_d = 27^{\circ}\text{C}$ και $\phi = 47\%$ (που αντιστοιχούν σε $27/19^{\circ}\text{C}$).
- (2) Ενώ θα λειτουργεί ο εξοπλισμός για τη δημιουργία των συνθηκών προσομοίωσης, θα γίνει η θεωρητική ανάπτυξη της άσκησης από τον καθηγητή.
- (3) Εκκινήστε το chiller. Βάλτε τα FCU να λειτουργούν στην υψηλή ταχύτητα.
- (4) Χωριστείτε σε τρεις ομάδες. Η κάθε ομάδα θα κάνει τις μετρήσεις της σε διαφορετικό FCU.
- (5) Ο κάθε μαθητής παίρνει ένα αντίγραφο του φύλλο 18-1 που υπάρχει στο τέλος της παρούσας άσκησης.
- (6) Μελετήστε για 10' το φύλλο της άσκησης. Η ψυκτική απόδοση του κάθε FCU της εργαστηριακής διάταξης θα υπολογιστεί κάνοντας μετρήσεις μόνο από την πλευρά του νερού. Προσέξτε ότι οι υπολογισμοί προβλέπεται να γίνουν **και για τις τρεις ταχύτητες** του αέρα για το κάθε FCU. Τώρα θα κάνετε μετρήσεις μόνο στην υψηλή ταχύτητα.
- (7) Καταγράψτε στο φύλλο της άσκησης τα πιστοποιημένα χαρακτηριστικά των FCU (A/A 1).
- (8) Καταγράψτε τις συνθήκες του χώρου (A/A 2). Ιδανικές συνθήκες είναι αυτές των πιστοποιημένων αποδόσεων ($27/19^{\circ}\text{C} \equiv 27^{\circ}\text{C}/47\%$)
- (9) Ρυθμίστε τις συνθήκες του κρύου νερού. Ιδανική θερμοκρασία εισόδου του νερού είναι 7°C και άνοδος θερμοκρασίας $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$. Για να ρυθμιστεί το Δt αλλάζετε την παροχή μέσω της ρυθμιστικής βάνας του κάθε FCU. Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του κρύου νερού 7°C δεν μπορείτε να κάνετε και πολλά πράγματα. Το κατά πόσο θα το επιτύχετε εξαρτάται και από τον αυτοματισμό που έχει το chiller που διαθέτετε. Η παρουσία τρίοδης βάνας μπορεί να βοηθήσει σημαντικά.
- (10) Περιμένετε 5-10' για να σταθεροποιηθεί η λειτουργία. Αν οι συνθήκες ροής του νερού απέχουν πολύ από τις ιδανικές, κάντε άλλη μία προσπάθεια για τη ρύθμισή τους. Αν και πάλι δεν τα καταφέρετε, συνεχίστε την άσκηση με τις συνθήκες που τελικά επιτύχατε.

- (11) Συμπληρώνετε τις συνθήκες του κρύου νερού στο φύλλο της άσκησης (A/A 3).
- (12) Μετράτε την παροχή νερού Q_1 με το ειδικό όργανο πάνω στη ρυθμιστική βάνα. Από το Q_1 υπολογίζετε την παροχή μάζας του νερού w_1 σε g/s, δεχόμενοι $\rho = 1000$ g/L. Συμπληρώνετε στο φύλλο της άσκησης (A/A 3).
- (13) Όταν αρχίσουν να ρέουν κανονικά τα συμπυκνώματα, τα μαζεύετε σε ένα ογκομετρικό δοχείο και μετράτε το ποσό των συμπυκνωμάτων για 10'. Επαναλαμβάνετε για άλλα 10' και συγκρίνετε τους δύο όγκους. Αν έχουν μεγάλη διαφορά, αγνοείτε την πρώτη μέτρηση και κάνετε μία τρίτη μέτρηση (άλλα 10'). Λαμβάνετε το μέσο όρο των δύο μετρήσεων και συμπληρώνετε το φύλλο 18-1 (A/A 4).
- (14) Με τα στοιχεία που βρήκατε υπολογίστε το ολικό, το λανθάνον και το αισθητό φορτίο (A/A 5).
- (15) Συγκρίνετε τις αποδόσεις που βρήκατε με τις αποδόσεις των FCU οι οποίες από την παραγγελία των FCU είναι πιστοποιημένες. Υπολογίστε τις διαφορές (%) σε σχέση με τις πιστοποιημένες (A/A 6).
- (16) Προχωρήστε στην απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη (A/A 7). Θα γίνει όπως περιγράφεται στην παράγραφο (2.10) του βιβλίου "ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II". Τα απαραίτητα στοιχεία για την απεικόνιση υπολογίζονται στο φύλλο (18.1). Το σημείο 1 (όπου βρίσκουμε τα v_1 , W_1 , κλπ.) είναι οι συνθήκες του χώρου κατά τη διάρκεια της άσκησης, οι οποίες σίγουρα θα έχουν κάποια διαφορά από τις συνθήκες πιστοποίησης των παροχών αέρα και των αποδόσεων.
- (17) Ελέγξτε αν η ευθεία του SHR τέμνει την καμπύλη κορεσμού σε λογικό σημείο t_s (θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1°C πάνω από τη μέση θερμοκρασία του νερού). Επίσης υπολογίστε τον BF (θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 0,15). Θεωρείτε, βάσει των t_s και BF, τη μέτρηση που έγινε ως αξιόπιστη;
- (18) Καλέστε τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου και σχολιάστε τα αποτελέσματα.

6. Ενεργειακή κατανάλωση

- (1) Ο κάθε μαθητής παίρνει ένα αντίγραφο του φύλλου (16.2).
- (2) Με την αμπερομετρική τσιμπίδα μετρήστε το ηλεκτρικό ρεύμα που τραβάει το chiller μαζί με τις αντλίες και τους ανεμιστήρες (A/A 1).



ΠΡΟΣΟΧΗ

Όταν κάνετε μετρήσεις σε σημεία που διαρρέονται από τάση να παίρνετε τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας, πρώτα για τη δική σας ασφάλεια και κατά δεύτερο λόγο για την ασφάλεια των οργάνων που χρησιμοποιείτε.

- (3) Ομοίως μετρήστε το ρεύμα που απορροφά το κάθε FCU (A/A 2).
- (4) Μετρήστε την τάση και υπολογίστε τη συνολική ηλεκτρική κατανάλωση (A/A 3).
- (5) Αναγράψτε την ψυκτική ισχύ του κάθε FCU και βρείτε τη συνολική ψυκτική ισχύ. Η κάθε ομάδα που μέτρησε από ένα FCU γνωστοποιεί τα αποτελέσματα q_T στις άλλες ομάδες (A/A 4).
- (6) Μετρήστε τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος και γράψτε την (A/A 5). Αυτή έχει σημασία διότι όσο είναι χαμηλότερη, τόσο μικρότερη είναι η ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος.
- (7) Βάσει των παραπάνω, υπολογίζεται ο συντελεστής εκμετάλλευσης (COP) της εγκατάστασης από τη σχέση (18.5). Η τιμή του αναμένεται ότι θα είναι αρκετά πάνω από τη μονάδα και κατά πάσα πιθανότητα μεταξύ 1,5 και 3,0.

7. Συνέχιση της άσκησης σε άλλες ταχύτητες των FCU

Κανονικά προβλέπεται να γίνουν μετρήσεις και στις τρεις ταχύτητες των FCU. Η άσκηση αυτή έχει μεγάλη διδακτική αξία και η επανάληψή της θα βοηθήσει τους μαθητές να εμπεδώσουν καλύτερα την πρακτική σημασία της ψυχομετρίας.

Το κατά πόσο όμως χρειάζεται οι μαθητές να κάνουν μετρήσεις και στις άλλες δύο ταχύτητες των FCU αφήνεται στην κρίση του καθηγητή.

Η άσκηση αυτή εκτιμάται ότι για να εκτελεστεί πλήρως θα απαιτήσει δύο μαθήματα. Γι' αυτό οι μετρήσεις στις άλλες δύο ταχύτητες, αν ο καθηγητής κρίνει ότι θα πρέπει να τις εκτελέσουν οι μαθητές, θα γίνουν στο επόμενο μάθημα.

Φύλλο 18.1

ΑΣΚΗΣΗ 18

	ΑΠΟΔΟΣΗ FCU, A/A: _____	Υψηλή ταχύτητα	Μεσαία ταχύτητα	Χαμηλή ταχύτητα
1	Πιστοποιημένα τεχνικά χαρακτηριστικά			
	Συνθήκες 27/19°C ($\phi=47\%$)			
	Παροχή αέρα			
	Απόδοση σε ολικό φορτίο q_T			
	Απόδοση σε αισθητό φορτίο q_s			
	Απόδοση σε λανθάνον φορτίο q_L			
2	Συνθήκες πειράματος			
	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			

Φύλλο 18.1 (Συνέχεια)

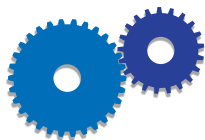
ΑΣΚΗΣΗ 18

	ΑΠΟΔΟΣΗ FCU, A/A: _____	Υψηλή ταχύτητα	Μεσαία ταχύτητα	Χαμηλή ταχύτητα
7	Απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη			
	$SHR = q_s/q_T = >$ Προσδιορίζεται η ευθεία			
	Ειδικός όγκος αέρα v_1			
	Παροχή μάζας αέρα $w_a = Q / v_1$			
	Ειδική υγρασία W_1			
	$\Delta W = q_L / w_a$			
	$W_2 = W_1 - \Delta W = >$ 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)			

Φύλλο 18.2

ΑΣΚΗΣΗ 18

	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 $V \cdot I \cdot \text{συνφ} = P =$			
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			
	$\Sigma q_T / P =$			



ΑΣΚΗΣΗ 19η

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ
ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με τις έννοιες τις ψυκτικής απόδοσης, του ολικού φορτίου, του λανθάνοντος φορτίου και του αισθητού φορτίου.
- Να γίνει απεικόνιση των μεταβολών στον ψυχομετρικό χάρτη και να ελεγχθεί η αξιοπιστία των μετρήσεων.
- Να υπολογιστεί και ο συντελεστής COP του μηχανήματος στο οποίο θα γίνουν οι μετρήσεις.
- Παράλληλα με την προσέγγιση των παραπάνω εννοιών γίνεται παρουσίαση στους μαθητές μίας μεθόδου μέτρησης της απόδοσης μίας ΚΜ με μετρήσεις που λαμβάνονται από την πλευρά του αέρα. Η μέθοδος αυτή όμως δεν θεωρείται ιδιαίτερα αξιόπιστη, λόγω της δυσκολίας σωστού υπολογισμού της παροχής του αέρα.
- Να γίνει από τους μαθητές τεχνική αξιολόγηση όσον αφορά την αξιοπιστία της μέτρησης.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Η άσκηση αυτή μοιάζει αρκετά ως προς τη διαδικασία με την άσκηση 18, αλλά είναι **πολύ λιγότερο απαιτητική σε εξοπλισμό**. Η άσκηση μπορεί να εκτελεστεί ακόμη και από ένα εργαστήριο με ελάχιστο εξοπλισμό.

Όπως και στην άσκηση 18, παρουσιάζονται στους μαθητές στην πράξη οι έννοιες ολικό, αισθητό και λανθάνον φορτίο και ο συντελεστής SHR (ή SHF). Στις παραγράφους (2.6), (2.7), (2.9) και (2.10) του βιβλίου “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II” αναπτύξαμε αυτές τις έννοιες και είδαμε τις απεικονίσεις στον ψυχομετρικό χάρτη.

Η παρουσίαση της πρακτικής πλευράς των παραπάνω εννοιών γίνεται μέσα από αυτή την εργαστηριακή άσκηση με την οποία υπολογίζονται οι αποδόσεις μίας κλιματιστικής μονάδας με μετρήσεις που λαμβάνονται από

την πλευρά του αέρα.

Παράλληλα, μέσα από την όλη διαδικασία, η άσκηση έχει σκοπό να έρθουν οι μαθητές σε επαφή και με μία όχι και τόσο αξιόπιστη μέθοδο μέτρησης των αποδόσεων των ΚΜ που όμως χρησιμοποιείται συχνά στη καθημερινή πρακτική. Η χρήση της μεθόδου, ως μία προσεγγιστική επαλήθευση, μπορεί να έχει κάποιο νόημα. Η επίκληση όμως των αποτελεσμάτων αυτών των μετρήσεων και η αντιπαράθεσή τους με τις αποδόσεις του κατασκευαστή των ΚΜ γίνεται συνήθως από τεχνικούς που δεν έχουν επαρκή γνώση των δυσκολιών μέτρησης της πραγματικής απόδοσης των ΚΜ. Η επίκληση τέτοιων μετρήσεων μπορεί να γίνεται μόνο σε περιπτώσεις που οι αποκλίσεις στα αποτελέσματα, σε σχέση με τις αποδόσεις που δίνει ο κατασκευαστής, είναι εντυπωσιακά μεγάλες.

■ Η διαδικασία υπολογισμού των αποδόσεων

Οι μετρήσεις και ο υπολογισμός των αποδόσεων θα γίνουν με δύο τρόπους, ως εξής:

Α' τρόπος

Το ολικό φορτίο θα υπολογιστεί μετρώντας την παροχή του αέρα και τις συνθήκες εισόδου και εξόδου του αέρα από την ΚΜ (θερμοκρασία και σχετική υγρασία).

Τοποθετώντας αυτά τα στοιχεία στον ψυχομετρικό χάρτη κατά τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα (2.3) του βιβλίου “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II”, βρίσκετε το αισθητό και το λανθάνον φορτίο. Θα χρησιμοποιηθούν στην άσκηση αυτή οι αριθμοί του εν λόγω σχήματος, δηλαδή ως σημείο (1) θα θεωρούμε τις συνθήκες του αέρα του χώρου και ως (3) του εξερχόμενου αέρα από την ΚΜ.

Θα χρησιμοποιήσετε για τον υπολογισμό των αποδόσεων την παροχή αέρα που θα έχετε μετρήσει και όχι την πιστοποιημένη. Ο λόγος είναι ότι στην πράξη, στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν θα γνωρίζετε την πραγματική παροχή του αέρα. Αν μάλιστα υπάρχει και δίκτυο αεραγωγών, ακόμη και η πιστοποιημένη παροχή αέρα δεν λαμβάνεται υπόψη (η αντίσταση του δικτύου αλλάζει την παροχή του αέρα). Στην παρούσα άσκηση, η πιστοποιημένη παροχή του αέρα θα σας χρησιμεύσει μόνο για να συγκρίνετε τις μετρήσεις σας και να διαμορφώσετε τη δική σας γνώμη για την αξιοπιστία της μεθόδου.

Β' τρόπος

Θα υπολογίσετε το ολικό φορτίο βάσει της προσεγγιστικής σχέσης (3.9) του βιβλίου “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II”:

$$q_T = C Q \Delta t \quad (19.1)$$

Όπου: q_T = Το ολικό φορτίο σε W.

C = Συντελεστής που έχει την τιμή 1,2 στην επιφάνεια της θάλασσας και 1,1 σε υψόμετρο 750 m.

Q = Η παροχή του αέρα σε L/s.

Δt = Η θερμοκρασιακή διαφορά ξηρού βολβού μεταξύ θερμοκρασίας εισόδου t_1 του αέρα στην ΚΜ και εξόδου t_3 .

Το λανθάνον φορτίο θα υπολογιστεί μετρώντας την ποσότητα των συμπυκνωμάτων σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Αρχίζουμε να μαζεύουμε τα συμπυκνώματα και να μετράμε το χρόνο μόνο **αφού αρχίσει η κανονική ροή τους** και όχι με το που θα αρχίσει να λειτουργεί η ΚΜ. Από την ποσότητα των συμπυκνωμάτων και από το χρονικό διάστημα που αυτή συγκεντρώθηκε βρίσκουμε την παροχή των συμπυκνωμάτων βάσει της σχέσης:

$$w_2 = m/\theta \quad (19.2)$$

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).

**ΠΡΟΣΟΧΗ**

Ένα συνηθισμένο λάθος είναι να αρχίσουμε να μετράμε το χρόνο με το που θα αρχίσει η ροή των συμπυκνωμάτων, πριν αυτή σταθεροποιηθεί. Γι' αυτό καλό είναι να κάνουμε και μία δεύτερη μέτρηση για επαλήθευση.

Το λανθάνον φορτίο υπολογίζεται από το w_2 βάσει της προσεγγιστικής σχέσης:

$$q_L = h_g w_2 \quad (19.3)$$

Όπου: q_L = Το λανθάνον φορτίο σε W.

h_g = Ενθαλπία κορεσμένου ατμού στους 10°C = 2520 kJ/kg $\approx$ 2520 kJ/kg ή (J/g).

w_2 = Η παροχή των συμπυκνωμάτων (σε g/s), βάσει της (19.2).

■ Ο υπολογισμός του COP

Συντελεστής COP ενός κλιματιστικού μηχανήματος είναι ο λόγος (ψυκτική ισχύς) / (απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς). Δηλαδή η σχέση που μας δίνει το συντελεστή COP είναι:

$$\text{COP} = q_T / P \quad (19.4)$$

Όπου: P = Η συνολική απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς από το μηχανήμα και για μονοφασικές παροχές υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (19.5)$$

V = Η φασική τάση του ηλεκτρικού ρεύματος, συνήθως 220-235 V

I = Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε A.

$\cos\phi$ = ο συντελεστής ισχύος που συνήθως δεν τον γνωρίζουμε, μπορείτε όμως να λαμβάνετε $\cos\phi \approx 0,85$.

Για τριφασικές παροχές μπορείτε να χρησιμοποιήσετε επίσης τη σχέση (19.5), αθροίζοντας τα ρεύματα των τριών φάσεων. Αν δηλαδή η μία φάση διαρρέεται από 5 A, η άλλη από 7 A και η άλλη από 11 A, έχουμε $I = 5+7+11 = 23$ A.

Αν όλες οι φάσεις διαρρέονται από την ίδια ηλεκτρική ισχύ (π.χ. κινητήρες), τότε θα χρησιμοποιήσετε τον τύπο

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (19.6)$$

Όπου: P = Η συνολική εισερχόμενη ηλεκτρική ισχύς σε W.

V = Η πολική τάση του ρεύματος, συνήθως 380-405 V.

I = Η φασική ένταση σε A.

3. Αξιολόγηση της αξιοπιστίας της μέτρησης από τους μαθητές

(α) Γενικά

Η ακρίβεια των μετρήσεων δεν έχει ιδιαίτερη σημασία σ' αυτή την εργαστηριακή άσκηση. Ο κύριος σκοπός είναι η κατανόηση των βασικών εννοιών της ψυχομετρίας από μέρους των μαθητών. Όσον αφορά την αξιοπιστία της μέτρησης, η άσκηση στοχεύει στο να αφήσει τους μαθητές να βγάλουν τα δικά τους συμπεράσματα.

(β) Πώς προκύπτουν οι πιστοποιημένες αποδόσεις

Οι πιστοποιημένες αποδόσεις προκύπτουν κατόπιν εργαστηριακού ελέγχου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες που γίνεται σε συγκεκριμένο εργαστηριακό περιβάλλον. Αν π.χ. η πιστοποίηση είναι από τη Eurovent, οι συνθήκες του αέρα του δωματίου θα πρέπει να είναι 27/19°C και οι συνθήκες του περιβάλλοντος, για την εξωτερική μονάδα, 35/24°C.

Η προσομοίωση των συνθηκών εξωτερικού περιβάλλοντος, στην παρούσα άσκηση, είναι πολύ δύσκολη και στον εργαστηριακό εξοπλισμό που αναπτύσσεται στο μέρος “Γ” δεν έχει συμπεριληφθεί. Μόνο τυχαία μπορεί να επαληθευτούν.

Ενδεικτικό της δυσκολίας της σωστής μέτρησης και της έλλειψης επαρκούς ακρίβειας, όταν υπολογίζονται οι αποδόσεις μίας ΚΜ με στοιχείο **άμεσης εκτόνωσης** είναι ότι τα διεθνή standards αποδέχονται ως σωστές τις αποδόσεις που δηλώνει ένας κατασκευαστής, αν απέχουν μέχρι 8% από τα εργαστηριακά αποτελέσματα. Στα στοιχεία νερού, όπως αναφέραμε και στην άσκηση 18, το αποδεκτό σφάλμα από την Eurovent είναι 5%, πράγμα που δείχνει ότι οι μετρήσεις που γίνονται στα στοιχεία νερού θεωρούνται περισσότερο αξιόπιστες.

Έτσι, αν υποθεθεί, για παράδειγμα, ότι ζητάτε να προμηθευτείτε ένα split unit και ένας κατασκευαστής σας δώσει για το δικό του μηχάνημα **πιστοποιημένη απόδοση** 4,5 kW ενώ ένας άλλος σας δώσει επίσης **πιστοποιημένη απόδοση** 4,2 kW, μη βιαστείτε να βγάλετε το συμπέρασμα ότι το πρώτο έχει καλύτερη απόδοση. Τέτοιες μικροδιαφορές δεν έχουν σημασία, επειδή υπόκεινται στα σφάλματα των μετρήσεων. Τα δύο αυτά μηχανήματα θεωρούνται ότι πρακτικά έχουν την ίδια απόδοση.

(γ) Πιθανά συμπεράσματα

Αναμένεται ότι θα υπάρξουν πολύ μεγάλες διαφορές, πράγμα που θα κάνει τους μαθητές να θεωρήσουν μάλλον αναξιόπιστο τον επί τόπου υπολογισμό της απόδοσης, με μετρήσεις που λαμβάνονται από την πλευρά του αέρα. Σοβαρές διαφορές μεταξύ του Α΄ και Β΄ τρόπου αναμένονται να υπάρχουν μόνο στο λανθάνον φορτίο. Ο Β΄ τρόπος θεωρείται περισσότερο αξιόπιστος, όσον αφορά το λανθάνον φορτίο.

Με την ευκαιρία αυτής της άσκησης οι μαθητές θα πρέπει να μάθουν να επικαλούνται με μεγάλη προσοχή τις αποδόσεις που προκύπτουν από επί τόπου μετρήσεις παρά μόνο αν υπάρχουν πολύ μεγάλες διαφορές σε σχέση με αυτά που δηλώνει ο κατασκευαστής του μηχανήματος.

Τα συμπεράσματα μπορούν να δοθούν στους μαθητές ως κατ' οίκον εργασία. Θα συντάξουν τεχνική έκθεση όπου θα αναπτύξουν τις απόψεις τους. Οι όποιες τεκμηριωμένες απόψεις θα πρέπει να θεωρούνται σωστές. Επίσης, μαθητές με αντικρουόμενες απόψεις θα συζητήσουν τις διαφορές τους κατά τη διάρκεια του μαθήματος και θα προσπαθήσουν, μέσα από τον τεχνικό διάλογο που θα κάνουν, να συμφωνήσουν. Οι διαφορετικές γνώμες όμως των συνομιλητών μας πάντοτε πρέπει να γίνονται σεβαστές.

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

Για την εκτέλεση της άσκησης θα απαιτηθούν οι εξής εργαστηριακές διατάξεις:

- (1) Ένα τουλάχιστον split unit, με πιστοποιημένη παροχή αέρα και αποδόσεις σε όλες τις ταχύτητες λειτουργίας του. Η άσκηση αυτή μπορεί να γίνει και με άλλον εξοπλισμό, όπως π.χ. με την ΗΚΜ που προορίζεται για την προσομοίωση των ψυκτικών φορτίων, εφ' όσον όμως και οι εξωτερικές συνθήκες το επιτρέπουν (επειδή η ΗΚΜ έχει μεγάλη ψυκτική ισχύ).
- (2) Είναι επιθυμητό να υπάρχει η μονάδα προσομοίωσης των ψυκτικών φορτίων. Γίνεται στην περιγραφή της παρούσας άσκησης η παραδοχή ότι γι' αυτό το σκοπό θα υπάρχει μία ΗΚΜ εφοδιασμένη και με υγραντήρα (μία από τις εναλλακτικές λύσεις που περιγράφονται στο μέρος "Γ"). Η άσκηση, όμως, μπορεί να γίνει και χωρίς την ΗΚΜ, λόγω της μικρής ψυκτικής ισχύος του split unit. Αρκεί π.χ. ένα ηλεκτρικό καλοριφέρ λαδιού, για να εξισορροπήσει το ψυκτικό φορτίο ώστε να μην αναπτυχθούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες στο χώρο. Το μειονέκτημα όμως της έλλειψης εξοπλισμού προσομοίωσης είναι ότι οι αποδόσεις που θα μετρήσετε δεν θα μπορούν να συγκριθούν με τις πιστοποιημένες, οπότε δεν θα μπορείτε να βγάλετε συμπεράσματα για την αξιοπιστία της μεθόδου. Δηλαδή ένα σημαντικό μέρος της άσκησης δεν θα μπορεί να εκτελεστεί.

Επίσης θα απαιτηθούν και τα εξής:

- (3) Όργανα μέτρησης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του χώρου.
- (4) Ογκομετρικό δοχείο συγκέντρωσης των συμπυκνωμάτων.
- (5) Αμπερομετρική πένσα.
- (6) Πολύμετρο ή βολτόμετρο για τη μέτρηση της τάσης (εκτός και αν υπάρχει ενσωματωμένο βολτόμετρο στην αμπερομετρική πένσα, οπότε

το όργανο αυτό δεν χρειάζεται)

5. Η διαδικασία των μετρήσεων επί του εξερχόμενου αέρα

(α) Η μέτρηση της παροχής του αέρα

Την ακριβή παροχή αέρα της ΚΜ συμβαίνει να την γνωρίζετε καθ' όσον η ΚΜ έχει παραγγελθεί με πιστοποιημένες τις παροχές αέρα και τις αποδόσεις. Όλα αυτά τα στοιχεία τα αναγράφετε στο φύλλο της άσκησης. Δεν θα πρέπει να λησμονούμε όμως ότι ο ακριβής υπολογισμός της παροχής του αέρα είναι πολύ δύσκολος.

Στην άσκηση υποτίθεται ότι αγνοείτε την παροχή αέρα και θα προσπαθήσετε να την εκτιμήσετε, για να δείτε και τα σφάλματα που μπορεί να γίνουν. Θα χρησιμοποιήσετε ένα ανεμόμετρο με πτερωτή. Αν είναι δυνατό να αφαιρέσετε τις πλαστικές περσίδες στην έξοδο του αέρα της ΚΜ, ώστε να μπορείτε να ακουμπήσετε το ανεμόμετρο πάνω στην επιφάνεια της εξόδου του αέρα. Θα χωρίσετε την επιφάνεια της εξόδου του αέρα σε ίσα μέρη περίπου 100 mm μήκος το καθένα και θα μετρήσετε την ταχύτητα στο κέντρο περίπου του καθενός από αυτά. Ο μέσος όρος των μετρήσεών σας δίνει την ταχύτητα εξόδου του αέρα από το split unit από την οποία υπολογίζετε την παροχή του αέρα (πολλαπλασιάζοντας την επιφάνεια εξόδου με την ταχύτητα του αέρα).

Θα συγκρίνετε την παραπάνω παροχή αέρα με την πιστοποιημένη παροχή του αέρα και θα υπολογίσετε την ποσοστιαία διαφορά που υπάρχει. Στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσετε μόνο τη παροχή του αέρα που μετρήσατε. Την πιστοποιημένη υποτίθεται ότι δεν την γνωρίζετε για τη συνέχεια της άσκησης, επειδή, όπως ήδη αναφέραμε, στις πραγματικές εγκαταστάσεις θα σας είναι άγνωστη.

(β) Μέτρηση συνθηκών εξόδου του αέρα

Ομοίως, στις ίδιες περίπου θέσεις που μετρήσατε την ταχύτητα του αέρα θα μετρήσετε τις συνθήκες του εξερχόμενου αέρα (θερμοκρασία και σχετική υγρασία). Ο μέσος όρος αυτών των μετρήσεων θα σας δώσει μία μέση τιμή της κατάστασης του εξερχόμενου αέρα.

Μέχρι αυτό το σημείο η διαδικασία, τόσο στον Α' τρόπο όσο και στον Β', είναι η ίδια. Από εδώ και πέρα έχουμε διαφοροποίηση της μεθόδου. Θα κάνετε τις μετρήσεις και με τους δύο τρόπους που αναφέρονται παρακάτω.

6. Πορεία εργασίας

- (1) Δημιουργήστε στο χώρο συνθήκες που να είναι σχετικά κοντά σε αυτές των πιστοποιημένων αποδόσεων ($27/19^{\circ}\text{C}$).
- (2) Ενώ δημιουργούνται οι συνθήκες θα γίνει η θεωρητική ανάπτυξη από τον καθηγητή.
- (3) Ο κάθε μαθητής παίρνει ένα αντίγραφο των φύλλων (19.1) και (19.2) της άσκησης.
- (4) Μελετήστε τα φύλλα 19-1 και 19-2 για 10'. Οι υπολογισμοί προβλέπεται να γίνουν **και για τις τρεις ταχύτητες** του αέρα του split unit.
- (5) Αν τυχόν το εργαστήριο διαθέτει περισσότερα από ένα split units, οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες τόσες όσα και τα split units και η κάθε ομάδα θα κάνει τις μετρήσεις της σε διαφορετικό split unit. Αλλιώς, θα χωριστούν οι μαθητές σε τρεις ομάδες και για κάθε διαφορετική ταχύτητα της ΚΜ, οι μετρήσεις θα γίνουν από διαφορετική ομάδα ενώ οι άλλες ομάδες θα παρακολουθούν και θα συμπληρώνουν το φύλλο της άσκησης.
- (6) Βάλτε το split unit να λειτουργεί στην υψηλή ταχύτητα.
- (7) Καταγράψτε στο φύλλο της άσκησης τα πιστοποιημένα χαρακτηριστικά του split unit (A/A 1).
- (8) Καταγράψτε τις συνθήκες του χώρου (A/A 2). Ιδανικές συνθήκες είναι αυτές των πιστοποιημένων αποδόσεων ($27/19^{\circ}\text{C} \equiv 27^{\circ}\text{C}/47\%$).
- (9) Μετρήστε τις συνθήκες του αέρα που εξέρχεται από την ΚΜ κατά τον τρόπο που προαναφέρθηκε και καταγράψτε τα αποτελέσματα στο φύλλο της άσκησης (A/A 3). Υπολογίστε επίσης και το σφάλμα στην παροχή του αέρα.

Α' τρόπος - Φύλλο 19-1

- (10) Τοποθετήστε τα στοιχεία που βρήκατε στον ψυχομετρικό χάρτη, όπως φαίνεται στο σχήμα (2.3) του βιβλίου "ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II". Υπολογίστε τα Δh_L και Δh_s και μετά υπολογίστε βάσει αυτών και την παροχή μάζας w_1 του αέρα τα q_L και q_s . Οι τύποι που θα χρησιμοποιήσετε φαίνονται στο φύλλο της άσκησης (A/A 4).
- (11) Υπολογίστε τις ποσοστιαίες διαφορές στα σφάλματα της απόδοσης (A/A 5).
- (12) Ελέγξτε αν η ευθεία του SHR τέμνει την καμπύλη κορεσμού σε λογικό σημείο t_s (θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1°C πάνω από τη θερμοκρα-

σία εξάτμισης του ψυκτικού υγρού). Επίσης υπολογίστε τον BF (θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 0,15). Θεωρείτε, βάσει των t_s και BF, ότι η μέτρηση που έγινε είναι σχετικά αξιόπιστη;

Β' τρόπος - Φύλλο 19-2

- (1) Όταν αρχίσουν να ρέουν κανονικά τα συμπυκνώματα, τα μαζεύετε σε ένα ογκομετρικό δοχείο και μετράτε το ποσό των συμπυκνωμάτων για 10. Επαναλαμβάνετε για άλλα 10' και συγκρίνετε τους δύο όγκους. Αν έχουν μεγάλη διαφορά, αγνοείτε την πρώτη μέτρηση και κάνετε μία τρίτη μέτρηση (άλλα 10'). Λαμβάνετε το μέσο όρο των δύο μετρήσεων και συμπληρώνετε το φύλλο 19-2 (A/A 1).
- (2) Γνωρίζοντας το Δt του αέρα = $t_1 - t_3$ και την παροχή αέρα Q_1 , υπολογίζετε την απόδοση σε ολικό φορτίο q_T . Στη συνέχεια, βάσει των συμπυκνωμάτων, θα υπολογίσετε το λανθάνον φορτίο. Το αισθητό φορτίο δίδεται από τη σχέση $q_s = q_T - q_L$ (A/A 2).
- (3) Να συγκρίνετε τις αποδόσεις που βρήκατε με τις αποδόσεις οι οποίες, από την παραγγελία του split unit, είναι πιστοποιημένες (A/A 3).
- (4) Να συγκρίνετε μεταξύ τους τα αποτελέσματα του Α' και του Β' τρόπου (A/A 4).
- (5) Θα γίνει πάλι απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη (A/A 5).
- (6) Να ελεγχθεί η αξιοπιστία της μέτρησης (A/A 6).
- (7) Να υπολογίσετε το συντελεστή COP (A/A 7). Θα γίνει η μέτρηση του ηλεκτρικού ρεύματος σε A, με την αμπερομετρική τσιμπίδα. Επίσης θα γίνει μέτρηση της τάσης.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Όταν κάνετε μετρήσεις σε σημεία που διαρρέονται από τάση να παίρνετε τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας, πρώτα για τη δική σας ασφάλεια και κατά δεύτερο λόγο για την ασφάλεια των οργάνων που χρησιμοποιείτε.

7. Συνέχιση της άσκησης σε άλλες ταχύτητες

Κανονικά προβλέπεται να γίνουν μετρήσεις και στις τρεις ταχύτητες του split unit. Το κατά πόσο όμως χρειάζονται οι μαθητές να κάνουν μετρήσεις και στις άλλες δύο ταχύτητες των FCU αφήνεται στην απόλυτη κρίση του καθηγητή.

Φύλλο 19.1

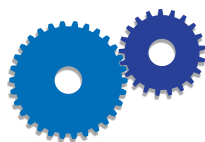
ΑΣΚΗΣΗ 19

	Απόδοση Split Unit	Υψηλή ταχύτητα	Μεσαία ταχύτητα	Χαμηλή ταχύτητα
1	Πιστοποιημένα τεχνικά χαρακτηριστικά			
	Συνθήκες 27/19° C ($\phi=47\%$)			
	Παροχή αέρα			
	Απόδοση σε ολικό φορτίο q_T			
	Απόδοση σε αισθητό φορτίο q_s			
	Απόδοση σε λανθάνον φορτίο q_L			
2	Συνθήκες αέρα του χώρου			
	Θερμοκρασία αέρα (ιδανική 27° C), $t_1 =$			
	Σχετική υγρασία (ιδανική 47%), $\phi_1 =$			
	Ειδικός όγκος (από ψυχρ. χάρτη), $v_1 =$			
3	Συνθήκες εξόδου του αέρα (μέσοι όροι μετρήσεων)			
	Παροχή αέρα, βάσει μετρήσεων $Q_1 =$			
	Σφάλμα της μετρηθείσης παροχής ως προς την πιστοποιημένη %			
	Παροχή μάζας αέρα $w_1 = Q_1/v_1 =$			
	Θερμοκρασία εξόδου του αέρα $t_3 =$			
	Σχετική υγρασία εξόδου του αέρα $\phi_3 =$			
4	Α΄ τρόπος υπολογισμού των αποδόσεων (Βάσει του ψυχομετρικού χάρτη)			
	Αισθητή διαφορά ενθαλπίας $\Delta h_s =$			
	Λανθάνουσα διαφορά ενθαλπίας $\Delta h_L =$			
	Απόδοση σε αισθητό φορτίο $q_s = w_1 \Delta h_s =$			
	Απόδοση σε λανθάνον φορτίο $q_L = w_1 \Delta h_L =$			
	Ολικό φορτίο $q_T = q_s + q_L =$			
5	Ποσοστιαίες διαφορές %, Α΄ τρόπου $100 \times [(πιστοποιημένη απόδοση) - (μετρηθείσα απόδοση)] / (πιστοποιημένη απόδοση)$			
	Στην απόδοση σε ολικό φορτίο			
	Στην απόδοση σε αισθητό φορτίο			
	Στην απόδοση σε λανθάνον φορτίο			
6	Εκτίμηση της αξιοπιστίας των μετρήσεων			
	Θερμοκρασία ενεργού επιφανείας t_s			
	Συντελεστής BF			
	Θερμοκρασία συμπίκνωσης			
	Θεωρείτε αξιόπιστη τη μέτρηση (NAI/OXI)			

Φύλλο 19.2

ΑΣΚΗΣΗ 19

1	Συμπυκνώματα			
	Χρόνος συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων $\theta =$			
	Ποσότητα συμπυκνωμάτων $m =$			
	Παροχή συμπυκνωμάτων $w_2 = m/\theta =$			
2	Β' τρόπος υπολογισμού των αποδόσεων			
	Ολικό φορτίο $q_T = 1,2 Q_1 (t_1 - t_3) =$			
	Λανθάνον φορτίο $q_L = 2500 w_2 =$			
	Αισθητό φορτίο $q_s = q_T - q_L =$			
3	Ποσοστιαίες διαφορές % Β' τρόπου $100 \times [(πιστοποιημένη απόδοση) - (μετρηθείσα απόδοση)] / (πιστοποιημένη απόδοση)$			
	Στην απόδοση σε ολικό φορτίο			
	Στην απόδοση σε αισθητό φορτίο			
	Στην απόδοση σε λανθάνον φορτίο			
4	Ποσοστιαίες διαφορές Α' και Β' τρόπου $100 \times [(A) - (B)] / (B)$			
	Στην απόδοση σε ολικό φορτίο			
	Στην απόδοση σε αισθητό φορτίο			
	Στην απόδοση σε λανθάνον φορτίο			
5	Απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη			
	$SHR = q_s/q_T = >$ Προσδιορίζεται η ευθεία			
	$\Delta W = q_L / w_1$			
	Ειδική υγρασία W_1			
	$W_2 = W_1 - \Delta W = >$ Η θέση του σημείου 2			
6	Εκτίμηση της αξιοπιστίας των μετρήσεων			
	Θερμοκρασία ενεργού επιφανείας t_s			
	Συντελεστής BF			
	Θερμοκρασία συμπύκνωσης			
	Θεωρείτε αξιόπιστη τη μέτρηση (NAI/OXI)			
7	Υπολογισμός του COP			
	Ηλεκτρικό ρεύμα σε A του συμπιεστή και των ανεμιστήρων - για μονοφασική παροχή (*) (*) Αν τυχόν η παροχή είναι τριφασική θα αναφερθούν και οι 3 φάσεις			
	ΣΥΝΟΛΟ των παραπάνω σε A, $I =$			
	Ηλεκτρική τάση, $V =$			
	Συντελεστής ισχύος $\cos\phi$ (περίπου)			
	Συνολική ισχύς $V \cdot I \cdot \cos\phi = P =$			
	$COP = q_T / P =$			



ΑΣΚΗΣΗ 20^η

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΜΙΞΗ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να αντιληφθούν οι μαθητές τις ψυχομετρικές αλλαγές που γίνονται στον αέρα κατά τη διέλευσή του μέσα από μία ΚΚΜ.
- Να γνωρίσουν οι μαθητές τι είναι ο αέρας ανακυκλοφορίας, τι είναι ο νωπός αέρας και τι αέρας επιτυγχάνεται με την ανάμιξή τους.
- Να αντιληφθούν την έννοια του πρωτεύοντος αέρα.
- Να υπολογίσουν το συντελεστή COP.
- Να δουν μέσω αυτής της άσκησης, παράλληλα με την προσέγγιση των παραπάνω εννοιών, πώς είναι η λειτουργία μίας πραγματικής κλιματιστικής εγκατάστασης.

Εισαγωγικές πληροφορίες

(α) Γενικά

Η άσκηση αυτή είναι από τις πλέον απαιτητικές σε εξοπλισμό του εργαστηρίου. Παρουσιάζεται η λειτουργία μίας πραγματικής ΚΚΜ, όπου έχουμε ανανέωση του αέρα του χώρου. Η θεωρία αναπτύσσεται κυρίως στην παράγραφο (2.16) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II. Για την πλήρη εκτέλεσή της προβλέπεται ότι θα απαιτηθούν δύο μαθήματα στο εργαστήριο.

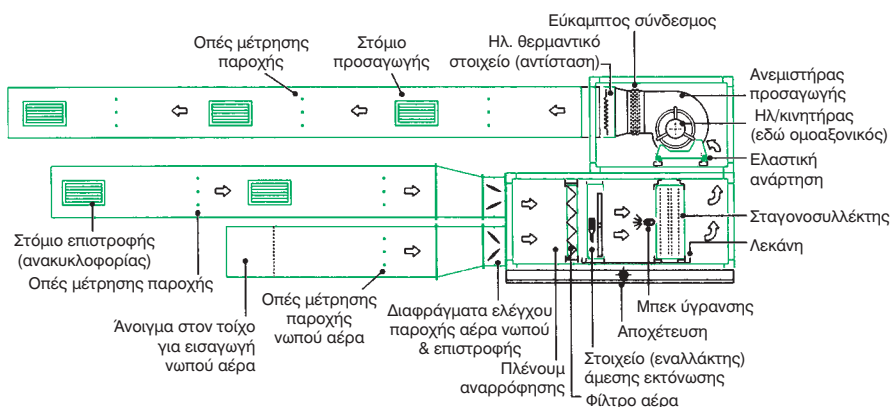
(β) Το αντικείμενο της άσκησης

Η άσκηση αυτή σκοπό έχει να παρουσιάσει στην πράξη τις μεταβολές που φαίνονται στην παράγραφο (2.16) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II. Το σχήμα (2.8) του εν λόγω βιβλίου απεικονίζει τη λειτουργία με ανάμιξη νωπού αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας, την οποία θα δούμε να εξελίσσεται στην πράξη στα πλαίσια αυτής της άσκησης.

Το σχήμα (2.7) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II απεικονίζει το βασικό συλλογισμό της εργαστηριακής διάταξης. Αυτός προσεγγίζεται από διάταξη του σχήματος (20.1), το οποίο είναι όμοιο με το σχήμα

(Γ-1) και η πλήρης περιγραφή του υπάρχει στο μέρος “Γ” του παρόντος βιβλίου στην παράγραφο 4.

Η μόνη διαφορά μεταξύ του σχήματος (2.7) και της διάταξης του σχήματος (20.1) είναι ότι στο δεύτερο δεν υπάρχει αεραγωγός απορριπτόμενου αέρα. Αυτό έγινε κυρίως για τη μείωση του κόστους της ΚΚΜ (θα χρειαζόταν και ένας ακόμη ανεμιστήρας). Θα πρέπει ακόμη να σημειωθεί ότι ο αεραγωγός αυτός δεν είναι απαραίτητος, επειδή η απορριπτόμενη παροχή του αέρα είναι μικρή και μπορεί να απομακρύνεται μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων ή ακόμη και από ένα μικρό άνοιγμα 20x20 cm στον τοίχο του εργαστηρίου. Συγχρόνως η εισαγωγή νωπού αέρα στο χώρο του εργαστηρίου θα εξαναγκάζει την απομάκρυνση ίσης ποσότητας αέρα χώρου και θα εμποδίζει την είσοδο νωπού αέρα από τις χαραμάδες, πράγμα που είναι απαραίτητο για την ομαλή εξέλιξη της άσκησης (για να μη μεταβάλλονται οι εσωτερικές συνθήκες από εισερχόμενο αέρα από τα κουφώματα).



Σχήμα 20.1 Τυπική διάταξη της εργαστηριακής ΚΚΜ

Η εργαστηριακή διάταξη του σχήματος (20.1) δεν είναι η μόνη κατάλληλη για την εκτέλεση της άσκησης. Υπάρχουν αρκετές εναλλακτικές λύσεις οι οποίες αναπτύσσονται στην παράγραφο 6 του μέρους “Γ”, ενώ στην παράγραφο 7 αναπτύσσεται ο τρόπος που θα είναι οργανωμένο το σύστημα αυτοματισμού. Η ανάπτυξη της παρούσας εργαστηριακής άσκησης προϋποθέτει ότι το εργαστήριο διαθέτει επακριβώς τον εξοπλισμό του σχήματος (20.1). Αν όχι, θα γίνουν από τον καθηγητή παρεμβάσεις, εκεί όπου χρειάζεται.

(γ) Η ενεργειακή κατανάλωση

Ο συντελεστής COP ενός κλιματιστικού μηχανήματος είναι λόγος (ψυκτική ισχύς) / (απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς). Δηλαδή η σχέση που μας δίνει το συντελεστή COP είναι:

$$\text{COP} = q / P \quad (20.1)$$

Όπου: q = Η αποδιδόμενη ψυκτική ισχύς του ψυκτικού κύκλου σε W.

P = Η απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς σε W.

Ο τεχνικός όρος COP χρησιμοποιείται στο κύκλωμα ενός συμπιεστή (που περιλαμβάνει τον εξατμιστή και το συμπυκνωτή). Στην απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύ μπορούν να συμπεριλαμβάνονται και οι τυχόν αντλίες ή ανεμιστήρες. Η διάταξη του σχήματος (20.1) χρησιμοποιεί στην ΚΚΜ στοιχείο άμεσης εκτόνωσης, το οποίο έχει το ρόλο του εξατμιστή και κατά συνέπεια θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε τον COP της εν λόγω διάταξης.

Ο στόχος μας όμως δεν περιορίζεται στο να υπολογίσουμε το συντελεστή COP του ψυκτικού κύκλου αλλά να βρούμε την ενεργειακή απόδοση της όλης εγκατάστασης, δηλαδή την αποδιδόμενη ψυκτική ισχύ ανά kW απορροφούμενης ισχύος. Δηλαδή αυτό που θέλουμε να υπολογίσουμε είναι ο λόγος:

$$\text{Απόδοση (kW ψύξης/kW ηλεκτρ. ισχύος)} = q_T / P \quad (20.2)$$

Όπου: q_T = Η ολική ψυκτική ισχύς

P = Η συνολική ηλεκτρική ισχύς, συμπεριλαμβανομένων όλων των ηλεκτρικών καταναλώσεων της εγκατάστασης.

Για μονοφασικές παροχές το P υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (20.3)$$

Όπου: P = Η συνολική εισερχόμενη ισχύς σε W.

V = Η φασική τάση του ηλεκτρικού ρεύματος, συνήθως 220-235 V

I = Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε A.

$\cos\phi$ = Ο συντελεστής ισχύος που συνήθως δεν τον γνωρίζουμε.

Μπορείτε όμως να λαμβάνετε $\cos\phi \approx 0,85$.

Για τριφασικές παροχές μπορείτε να χρησιμοποιήσετε επίσης τη σχέση αθροίζοντας τα ρεύματα των τριών φάσεων. Αν δηλαδή η μία φάση διαρρέεται από 5 A, η άλλη από 7 A και η άλλη από 11 A, έχουμε $I = 5+7+11 = 23$ A.

Αν όλες οι φάσεις διαρρέονται από την ίδια ηλεκτρική ισχύ, τότε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον τύπο:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (20.4)$$

Όπου: P = Η συνολική εισερχόμενη ισχύς σε W.

V = Η πολική τάση του ρεύματος, συνήθως 380-405 V.

I = Η φασική ένταση σε A.

(δ) Υπολογισμός του λανθάνοντος φορτίου από τα συμπυκνώματα

Το λανθάνον φορτίο θα επαληθευτεί μετρώντας την ποσότητα των συμπυκνωμάτων σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Αρχίζουμε να μαζεύουμε τα συμπυκνώματα και να μετράμε το χρόνο μόνο αφού αρχίσει η κανονική ροή τους και όχι με το που θα αρχίσει να λειτουργεί η ΚΜ. Από την ποσότητα m των συμπυκνωμάτων (σε g) και από το χρονικό διάστημα που αυτή συγκεντρώθηκε, βρίσκουμε την παροχή των συμπυκνωμάτων w_c (σε g/s) βάσει της σχέσης:

$$w_c = m / \theta \quad (20.5)$$

Το λανθάνον φορτίο υπολογίζεται από το w_c βάσει της προσεγγιστικής σχέσης:

$$q_L = h_c w_c \quad (20.6)$$

Όπου: q_L = Το λανθάνον φορτίο σε W.

h_c = Ενθαλπία κορεσμένου ατμού στους 10°C = 2520 kJ/kg $\approx$ 2500 kJ/kg

(ε) Προσομοίωση ψυκτικών φορτίων και συνθηκών νωπού αέρα

Η διαδικασία αναπτύσσεται στο φύλλο 20-1.

Αρχικά πρέπει να δημιουργήσετε στο χώρο συνθήκες που να είναι σχετικά κοντά με αυτές ενός κλιματιζόμενου χώρου, δηλαδή $t_d = 26-28^\circ\text{C}$ και $\phi = 40-50\%$. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιήσετε τον εξοπλισμό προσομοίωσης, ρυθμίζοντας το θερμοστάτη και τον υδροστάτη που ελέγχουν τις συνθήκες του αέρα του χώρου στις τιμές $t_d = 27^\circ\text{C}$ και $\phi = 50\%$.

Στην περίπτωση που το εργαστήριο δεν διαθέτει εξοπλισμό προσομοίωσης, η άσκηση θα γίνει με ό,τι μέσα έχει το εργαστήριο. Θα πρέπει όμως να αυξηθεί η θέρμανση του χώρου για να μη δημιουργηθούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες που θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη στην υγεία, δεδομένου ότι οι μαθητές θα μείνουν σ' αυτές τις συνθήκες για αρκετές ώρες.

Θα τεθεί σε λειτουργία η ΚΚΜ για να ρυθμιστεί η λειτουργία του εξοπλισμού προσομοίωσης της θερμοκρασίας του νωπού αέρα. Οι συνθήκες του νωπού αέρα θα ρυθμιστούν ώστε να έχουμε θερμοκρασία αέρα 32-37°C και σχετική υγρασία 35-40%. Προς τούτο, με το σωλήνα Pitot, θα μετρηθεί πρώτα η παροχή του νωπού αέρα. Θα μετρηθούν επίσης οι συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Με τη βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη υπολογίζουμε την απαιτούμενη ισχύ των αντιστάσεων και την παροχή ατμού του υγραντήρα για να έχουμε την απαιτούμενη προσομοίωση των συνθηκών του νωπού αέρα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι προσεγγιστικές σχέσεις:

Για τον υπολογισμό της ισχύος των αντιστάσεων σε kW

$$q_T = C_s Q_2 \Delta t \quad (20.7)$$

$$P = q_T / 1000 \quad (20.8)$$

Όπου: P = Η απαιτούμενη ισχύς των αντιστάσεων σε kW. Επειδή αυτή είναι σε βήματα (π.χ. 2,5-5-7,5-10 kW), θα επιλεγεί το πλησιέστερο βήμα.

C_s = Συντελεστής που έχει την τιμή 1,2 στην επιφάνεια της θάλασσας και 1,1 σε υψόμετρο 750 m.

Q_2 = Η παροχή του νωπού αέρα σε L/s.

Δt = Η θερμοκρασιακή διαφορά ξηρού βολβού μεταξύ θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας του χώρου.

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (20.7) και (20.8) και με $C_s = 1,2$ καταλήγουμε στη σχέση που χρησιμοποιούμε στο φύλλο υπολογισμού:

$$P = 1,2 Q_2 \Delta t / 1000 \quad (20.9)$$

Για τον υπολογισμό της παροχής ατμού του υγραντήρα

$$q_L = C_L Q_2 \Delta W \quad (20.10)$$

$$w_g = q_L / h_g \quad (20.11)$$

Όπου: w_g = Η απαιτούμενη παροχή ατμού του υγραντήρα σε g/s

C_L = Συντελεστής που έχει την τιμή 3000 στην επιφάνεια της θάλασσας και 2750 σε υψόμετρο 750 m.

Q_2 = Η παροχή του νωπού αέρα σε L/s

ΔW = Η διαφορά υγρασίας, βάσει του ψυχομετρικού χάρτη.

h_g = Ενθαλπία κορεσμένου ατμού στους 110°C $\approx$ 2700 kJ/kg

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (20.10) και (20.11) και με $C_L = 3000$ καταλήγουμε στη σχέση που χρησιμοποιούμε στο φύλλο υπολογισμού:

$$w_g = 3000 Q_2 \Delta W / 2700 \Rightarrow w_g = Q_2 \Delta W / 0,9 \quad (20.12)$$

Υπολογισμός των συνθηκών του νωπού αέρα

Βάσει της ισχύος των αντιστάσεων που θα τοποθετηθούν και της ποσότητας ατμού του υγραντήρα, θα γίνει ο υπολογισμός των συνθηκών του νωπού αέρα. Προς τούτο η σχέση (20.9) θα επιλυθεί ως προς Δt και η (20.12) ως προς ΔW . Η ακριβής σχέση φαίνεται στο φύλλο υπολογισμού.

(στ) Μέτρηση των παροχών του αέρα και των θερμοκρασιών

Η διαδικασία αναπτύσσεται επίσης στο φύλλο 20-1.

Η παροχή Q_2 του νωπού αέρα ήδη μετρήθηκε. Θα μετρηθούν επίσης η σχετική υγρασία του και η θερμοκρασία πριν την είσοδο στην ΚΚΜ ή σε περίπτωση αδυναμίας σωστής μέτρησης θα βρεθούν υπολογιστικά. Από τον ψυχομετρικό χάρτη θα βρεθεί η v_1 και βάσει αυτής θα υπολογιστεί η w_1 .

Θα μετρηθούν ακόμη και θα υπολογιστούν:

- Η παροχή αέρα ανακυκλοφορίας Q_1 και οι συνθήκες του χώρου. Βάσει των παραπάνω θα βρεθεί ο ειδικός όγκος v_1 και η παροχή μάζας w_1 από τον ψυχομετρικό χάρτη
- Η παροχή του πρωτεύοντος αέρα Q_3 και οι συνθήκες του πρωτεύοντος αέρα (η μέτρηση θα γίνει στην έξοδο των στομιών). Βάσει αυτών θα βρεθεί ο ειδικός όγκος v_3 και η παροχή μάζας w_3 , από τον ψυχομετρικό χάρτη

Αν οι μετρήσεις των παροχών είναι σωστές θα πρέπει να ισχύει:

$$w_3 = w_1 + w_2 \quad (20.13)$$

Κατά πάσα πιθανότητα αυτή η σχέση δεν θα ισχύει, λόγω της αδυναμίας σωστής μέτρησης των παροχών αέρα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Προτείνεται να ληφθεί η τιμή του w_3 ως η ορθότερη από όλες, επειδή ο αεραγωγός αυτός έχει τη μεγαλύτερη ταχύτητα αέρα και τη μεγαλύτερη διατομή και ως εκ τούτου οι μετρήσεις σ' αυτόν είναι περισσότερο αξιόπιστες. Αντίστοιχα θα διορθωθούν τα w_1 , w_2 , Q_1 και Q_2 . Ο διορθωτικός συντελεστής με τον οποίο θα πολλαπλασιαστούν θα είναι:

$$\delta = w_3 / (w_1 + w_2) \quad (20.14)$$

Ευνόητο είναι ότι ο καθηγητής, ανάλογα και με τις συνθήκες του εργαστηρίου του, μπορεί να εκτιμήσει καλύτερα την κατάσταση και να αποφασίσει άλλο τρόπο διόρθωσης. Π.χ. μπορεί να θέλει να λάβει ως νέα παροχή w_3 το μέσο όρο των w_3 και $(w_1 + w_2)$, δηλαδή $[νέα τιμή του w_3] = $(w_1 + w_2 + w_3)/2$. Οπότε από τη σχέση (20.11) προκύπτει άλλη τιμή του δ για τη διόρθωση των w_1 , w_2 , Q_1 και Q_2 .$

Υπολογισμός της απόδοσης

(α) Α' τρόπος: Βάσει των μετρήσεων των συνθηκών του αέρα

Η διαδικασία αναπτύσσεται στο φύλλο 20-2.

Θα γίνει στον ψυχρομετρικό χάρτη παρόμοια απεικόνιση με αυτή του σχήματος (2.8) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II. Θα υπολογιστούν το ολικό, το αισθητό και το λανθάνον φορτίο βάσει των στοιχείων του αέρα.

(β) Β' τρόπος: Το λανθάνον φορτίο από τα συμπυκνώματα

Η διαδικασία αναπτύσσεται στο φύλλο 20-3.

Οι μετρήσεις που λαμβάνονται από τη μεριά του αέρα, συνήθως, έχουν μεγάλη ακρίβεια, ιδίως του λανθάνοντος φορτίου. Όμως το λανθάνον φορτίο μπορούμε να το υπολογίσουμε με πολύ πιο αξιόπιστο τρόπο, μετρώντας την ποσότητα συμπυκνώματος που συγκεντρώνεται μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Υπενθυμίζουμε ότι αρχίζουμε να μαζεύουμε τα συμπυκνώματα και να μετράμε το χρόνο μόνο αφού αρχίσει η κανονική ροή τους και όχι με το που θα αρχίσει να λειτουργεί η ΚΜ.

Δεχόμενοι τον τρόπο αυτό ως περισσότερο σωστό, μπορείτε να διορθώσετε τα αποτελέσματα. Προς τούτο θα επαναληφθεί η διαδικασία στον ψυχρομετρικό χάρτη, με τις εξής παραδοχές:

- Το αισθητό φορτίο θα υπολογιστεί βάσει των θερμοκρασιών του αέρα.
- Το λανθάνον φορτίο θα είναι όσο προκύπτει από τα συμπυκνώματα.

Ουσιαστικά πρόκειται για επίλυση παρόμοια με αυτή του παραδείγματος της παραγράφου (2.16) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II, αλλά με άλλα αριθμητικά δεδομένα.

(γ) Έλεγχος αξιοπιστίας της μέτρησης

Θα ελεγχθεί ο βαθμός αξιοπιστίας της μέτρησης, βάσει της θέσης που προκύπτει η θερμοκρασία της ενεργού επιφανείας t_s και του συντελεστή BF.

Η θερμοκρασία t_s θα πρέπει να προκύπτει πάνω από τη μέση θερμοκρασία νερού (αν πρόκειται για στοιχείο νερού) ή πάνω από τη θερμοκρασία εξατμίσου του ψυκτικού ρευστού (αν πρόκειται για στοιχείο DX). Η θερμοκρασία θα μετρηθεί επί της επιφανείας των σωλήνων με θερμόμετρο επαφής. Να έχετε μόνο υπόψη σας ότι η θερμοκρασία αυτή είναι πάντα λίγο μεγαλύτερη από εκείνη που επικρατεί στο εσωτερικό των σωλήνων. Ως εκ τούτου και ελάχιστα μεγαλύτερη να προκύψει η t_s ή ακόμη και ίση, είναι σχετικά μία καλή ένδειξη ότι η μέτρηση είναι αξιόπιστη.

Επίσης υπολογίστε τον BF. Θα πρέπει να έχει λογική τιμή και για στοιχείο 3 σειρών να είναι μεγαλύτερος του 0,15.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Καμιά φορά οι μετρήσεις προκύπτουν τόσο λάθος ώστε ο BF να έχει αρνητική τιμή, δηλαδή η ευθεία λειτουργίας της ΚΜ να τέμνει (!) την καμπύλη κορεσμού. Στην περίπτωση αυτή δεν θα μπορούσαμε να μιλήσουμε για αξιόπιστη μέτρηση.

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

Για την εκτέλεση της άσκησης θα απαιτηθούν οι εξής εργαστηριακές διατάξεις:

- (1) Προσομοίωσης των ψυκτικών φορτίων. Δεχόμαστε ότι γι' αυτό το σκοπό θα υπάρχει μία ΗΚΜ εφοδιασμένη και με υγραντήρα (μία από τις εναλλακτικές λύσεις που περιγράφονται στο μέρος "Γ").
- (2) Η ύπαρξη δικτύου με ΚΚΜ και δικτύου αεραγωγών. Δεχόμαστε ότι αυτή η διάταξη θα είναι όπως περιγράφεται στο μέρος "Γ" και φαίνεται και στο σχήμα (Α-1). Το ψυκτικό στοιχείο θα είναι άμεσης εκτόνωσης.

Επίσης θα απαιτηθούν και τα εξής όργανα:

- (3) Μέτρησης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.
- (4) Σωλήνας Pitot με διαφορικό μανόμετρο, ή ανάλογος εξοπλισμός για τη μέτρηση της ταχύτητας του αέρα.

- (5) Ογκομετρικό δοχείο συγκέντρωσης των συμπυκνωμάτων.
- (6) Αμπερομετρική πένσα
- (7) Πολύμετρο ή βολτόμετρο για την μέτρηση της τάσης (εκτός και αν υπάρχει ενσωματωμένο βολτόμετρο στην αμπερομετρική πένσα, οπότε το όργανο αυτό δεν χρειάζεται).

5. Πορεία εργασίας

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η άσκηση αυτή, λόγω του μεγέθους της, αναμένεται ότι θα απαιτήσει δύο συνεχόμενα εργαστηριακά μαθήματα. Αν όμως ο καθηγητής διαπιστώσει ότι υπάρχει διαθέσιμος χρόνος, μπορεί να εκτελέσει την άσκηση και σε ένα μόνο μάθημα.

Στο πρώτο μάθημα, κατά σειρά θα γίνουν τα εξής:

- (1) Έναρξη λειτουργίας εξοπλισμού προσομοίωσης των ψυκτικών φορτίων, ώστε να επιτευχθεί η προσομοίωση κατά το χρόνο που θα γίνεται η θεωρητική ανάπτυξη.
- (2) Θεωρητική ανάπτυξη της άσκησης.
- (3) Διανομή στους μαθητές του φύλλου 20-1.
- (4) Καταγραφή των συνθηκών περιβάλλοντος (φύλλο 20-1, A/A 1).
- (5) Θα γίνουν οι υπολογισμοί για την προσομοίωση συνθηκών νωπού αέρα (A/A 2).
- (6) Θα υπολογιστούν οι πραγματικές συνθήκες του νωπού αέρα που είναι το σημείο 2 (A/A 3).
- (7) Θα καταγραφούν οι συνθήκες του χώρου, σημείο 1 (A/A 4).
- (8) Θα γίνει μέτρηση των παροχών αέρα και η εκτέλεση των αντίστοιχων υπολογισμών (A/A 5).
- (9) Θα διανεμηθεί στους μαθητές το φύλλο (20.2).
- (10) Θα γίνει η απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη και ο υπολογισμός των αποδόσεων (φύλλο 20-2, A/A 1 και 2).
- (11) Θα ελέγχει η αξιοπιστία της μέτρησης (A/A 3).
- (12) Θα υπολογίσετε την ενεργειακή κατανάλωση (απόδοση ανά kW ηλεκτρικής ισχύος).

Στο επόμενο εργαστηριακό μάθημα γίνονται κατά σειρά τα εξής:

- (1) Επαναλαμβάνονται τα παραπάνω βήματα από 1 μέχρι και 8.
- (2) Διανέμεται στους μαθητές το φύλλο (20.3).
- (3) Γίνεται μέτρηση της ποσότητας των συμπυκνωμάτων (A/A 1).
- (4) Γίνεται η απεικόνιση στον ψυχρομετρικό χάρτη (A/A 4).
- (5) Γίνεται υπολογισμός του λανθάνοντος και του αισθητού φορτίου (A/A3).
- (6) Ελέγχεται η αξιοπιστία της μέτρησης (A/A 4).
- (7) Γίνεται υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης (A/A 5).

Φύλλο 20.1

ΑΣΚΗΣΗ 20

**ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΕΡΑ ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΟ
ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΙΞΗ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**

A/A	Περιγραφή διαδικασίας	Αποτελέσματα
1	Συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος	
	Θερμοκρασία / Σχετική υγρασία $t_o/\phi_o =$	
	Ειδική υγρασία (από τον ψυχομετρικό χάρτη) $W_o =$	
2	Συνθήκες νωπού αέρα - Προσομοίωση συνθηκών 35 °C /35%	
	Παροχή νωπού αέρα (κατόπιν μέτρησης) $Q_2 =$	
	Απαιτούμενη ισχύς αντιστάσεων $P = 1,2 \cdot Q_2 \cdot (35 - t_o) / 1000 =$	
	Απαιτούμενη παροχή υγραντήρα $w_g = (0,0125 - W_o) / 0,9 =$	
	Επιλέγονται αντιστάσεις ισχύος (kW) $P =$	
	Επιλέγεται παροχή υγραντήρα (g/s) $w_g =$	
3	Πραγματικές συνθήκες νωπού αέρα πριν την είσοδο στην ΚΚΜ	
	Με μέτρηση (αν αυτή είναι δυνατό να γίνει) $t_2/\phi_2 =$	
	Υπολογιστικά η t_2 : $t_2 = t_o + (1000 \cdot P) / 1,2 \cdot Q_1 =$	
	Υπολογιστικά η W_2 : $W_2 = W_o + 0,9 \cdot w_g =$	
	Βάσει των t_1 και W_2 βρίσκουμε το ϕ_2 . Οπότε: $t_2/\phi_2 =$	
4	Συνθήκες εσωτερικού χώρου	
	Θερμοκρασία / Σχετική υγρασία $t_1 / \phi_1 =$	
	Ειδική υγρασία (από τον ψυχομετρικό χάρτη) $W_1 =$	
5	Παροχές αέρα σε L/s και σε g/s	
	Παροχή νωπού αέρα (όπως μετρήθηκε προηγουμένως) $Q_2 =$	
	Ειδικός όγκος $v_2 =$	
	Παροχή μάζας $w_2 = Q_2 / v_2 =$	
	Παροχή αέρα ανακυκλοφορίας (κατόπιν μέτρησης) $Q_1 =$	
	Ειδικός όγκος $v_1 =$	
	Παροχή μάζας $w_1 = Q_1 / v_1 =$	
	Παροχή πρωτεύοντος αέρα (κατόπιν μέτρησης) $Q_3 =$	
	Ειδικός όγκος $v_3 =$	
	Παροχή μάζας $w_3 = Q_3 / v_3 =$	
	Διορθωτικός συντελεστής $\delta = w_3 / (w_1 + w_2) =$	
	Διόρθωση w_1 $w_1 = \delta \cdot w_1 =$	
	Διόρθωση w_2 $w_2 = \delta \cdot w_2 =$	
	Έλεγχος αν ισχύει $w_3 = (w_1 + w_2) \cdot \delta$ (πρέπει να ισχύει)	
	Διόρθωση Q_1 $Q_1 = \delta \cdot Q_1 =$	
	Διόρθωση Q_2 $Q_2 = \delta \cdot Q_2 =$	

**ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΕΡΑ ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΟ
ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΙΞΗ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**

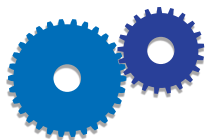
Α' τρόπος: Υπολογισμός μόνο με τις θερμοκρασίες		
A/A	Περιγραφή διαδικασίας	Αποτελέσματα
1	Απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη	
	Απόσταση σημείων 1-2 στον ψυχομετρικό χάρτη, σε mm, $x =$	
	Απόσταση σημείων 2-3 (κανόνας κέντρου βάρους), $x \cdot (w_1/w_3) =$	
	Σημείο 3: Θερμοκρασία / Σχετική υγρασία, $t_3 / \phi_3 =$	
	Σημείο 5: Πρωτεύων αέρας, μέτρηση στα στόμια $t_5 / \phi_5 =$	
	Ενθαλπία σημείου 3 $h_3 =$	
	Ενθαλπία σημείου 5 $h_5 =$	
2	Υπολογισμός των αποδόσεων	
	Απόδοση σε ολικό φορτίο $q_T = w_3 \cdot (h_3 - h_5) =$	
	Εύρεση της τιμής του SHF (χάραξη παράλληλης στην 3-5), $SHF =$	
	Αισθητό φορτίο $q_s = w_3 \cdot (h_3 - h_5) =$	
	Λανθάνον φορτίο $q_L = q_T \cdot q_s =$	
3	Έλεγχος αξιοπιστίας της μέτρησης	
	Υπολογισμός της θέσης του σημείου 4, ($t_s = t_4$) $t_s =$	
	Μέση θερμοκρασία νερού ή θερμοκρασία εξάτμισης $t_m =$	
	Ισχύει $t_s > t_m$; (NAI/OXI)	
	Υπολογισμός του BF $BF = (t_5 - t_4) / (t_3 - t_5) =$	
	Θεωρείτε αξιόπιστη τη μέτρηση; (NAI/OXI)	
4	Υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης	
	Ηλεκτρικό ρεύμα σε A του συμπιεστή και των ανεμιστήρων - για μονοφασική παροχή (*) (*) Αν τυχόν η παροχή είναι τριφασική θα αναφερθούν και οι 3 φάσεις	
	ΣΥΝΟΛΟ των παραπάνω σε A, $I =$	
	Ηλεκτρική τάση, $V =$	
	Συντελεστής ισχύος $\cos\phi$ (περίπου) $\cos\phi =$	0,85
	Συνολική ισχύς $V \cdot I \cdot \cos\phi = P =$	
	Απόδοση σε kW / kW ηλεκτρικής ισχύος $q_T / P =$	

Φύλλο 20.3

ΑΣΚΗΣΗ 20

**ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΕΡΑ ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΟ
ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΙΞΗ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**

A/A	Περιγραφή διαδικασίας	Αποτελέσματα
	Β' τρόπος υπολογισμού: βάσει ποσότητας συμπυκνωμάτων	
1	Συμπυκνώματα	
	Χρόνος συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων $\theta =$	
	Ποσότητα συμπυκνωμάτων $m =$	
	Παροχή συμπυκνωμάτων $w_c = m/\theta =$	
2	Απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη	
	Απόσταση σημείων 1-2 στον ψυχομετρικό χάρτη, σε mm, $x =$	
	Απόσταση σημείων 2-3 (κανόνας κέντρου βάρους), $x \cdot (w_1/w_3) =$	
	Σημείο 3: Θερμοκρασία / Σχετική υγρασία, $t_3 / \phi_3 =$	
	Σημείο 5: Πρωτεύων αέρας, μέτρηση στα στόμια $t_5 / \phi_5 =$	
	Ενθαλπία σημείου 3 $h_3 =$	
	Υπολογισμός συντελεστή SHF, $SHF = q_s / q_L =$	
	Υπολογισμός ενθαλπίας $h_5 = h_3 - q_T / w_3 =$	
3	Υπολογισμός των αποδόσεων	
	Αισθητό φορτίο $q_s = w_3 (t_3 - t_5) =$	
	Λανθάνον φορτίο $q_L = 2500 w_c =$	
	Ολικό φορτίο $q_T = q_s + q_L =$	
4	Έλεγχος αξιοπιστίας της μέτρησης με τον Β' τρόπο	
	Υπολογισμός της θέσης του σημείου 4, ($t_s = t_4$) $t_s =$	
	Μέση θερμοκρασία νερού ή θερμοκρασία εξάτμισης $t_m =$	
	Ισχύει $t_s > t_m$; (NAI/OXI)	
	Υπολογισμός του BF $BF = (t_5 - t_4) / (t_3 - t_5) =$	
	Θεωρείτε αξιόπιστη τη μέτρηση; (NAI/OXI)	
5	Υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης	
	Ηλεκτρικό ρεύμα σε A του συμπιεστή και των ανεμιστήρων - για μονοφασική παροχή (*)	
	(*) Αν τυχόν η παροχή είναι τριφασική θα αναφερθούν και οι 3 φάσεις	
	ΣΥΝΟΛΟ των παραπάνω σε A, $I =$	
	Ηλεκτρική τάση, $V =$	
	Συντελεστής ισχύος cosφ (περίπου) $\cos\phi =$	0,85
	Συνολική ισχύς $V \cdot I \cdot \cos\phi = P =$	
	Απόδοση σε kW / kW ηλεκτρικής ισχύος $q_T / P =$	



ΑΣΚΗΣΗ 21η

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ ΑΕΡΑ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να εμβαθύνουν οι μαθητές στις ψυχομετρικές αλλαγές που γίνονται στον αέρα κατά τη διέλευσή του μέσα από μία ΚΚΜ.
- Να αντιληφθούν καλύτερα τι σημαίνει αναθέρμανση του αέρα, πότε αυτή είναι αναπόφευκτη και θα πρέπει να γίνεται.
- Να υπολογίσουν την απόδοση των κλιματιστικών εγκαταστάσεων με αναθέρμανση και να δουν πώς μειώνεται δραματικά ο λόγος (ψυκτική απόδοση σε kW / kW παρεχόμενης ηλεκτρικής ισχύος).

Εισαγωγικές πληροφορίες

(α) Γενικά

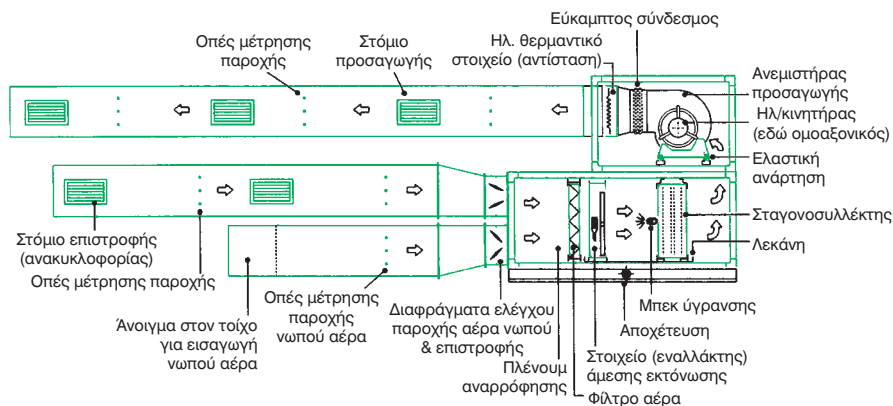
Η άσκηση αυτή είναι η πλέον απαιτητική από όλες τις ασκήσεις σε εξοπλισμό εργαστηρίου και παρουσιάζει στην πράξη την έννοια της αναθέρμανσης του πρωτεύοντος αέρα. Συγχρόνως παρουσιάζεται η λειτουργία μίας πλήρως εξοπλισμένης, πραγματικής ΚΚΜ, όπου εκτός από ανανέωση του αέρα του χώρου έχουμε και τη δυνατότητα αναθέρμανσης για να αντιμετωπιστούν τα υψηλά λανθάνοντα φορτία του χώρου.

(β) Το αντικείμενο της άσκησης

Στην παράγραφο (2.12) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II, αναπτύσσεται η διαδικασία της αναθέρμανσης. Πριν την αναθέρμανση όμως έχουμε τη δημιουργία μίγματος νωπού αέρα με αέρα ανακυκλοφορίας, που αναπτύσσεται στην παράγραφο (2.16) του εν λόγω βιβλίου και που απετέλεσε το αντικείμενο της άσκησης 20.

Η παρούσα άσκηση θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μία επέκταση της άσκησης 20, με την προσθήκη της λειτουργίας της αναθέρμανσης. Όλα όσα έγιναν στην άσκηση 20 θα επαναληφθούν. Η διαδικασία θα είναι σε γενικές γραμμές η ίδια αλλά με διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος, οι οποίες έχουν επιλεγεί έτσι ώστε να απαιτείται η λειτουργία του στοιχείου αναθέρμανσης.

Η εργαστηριακή διάταξη είναι η ίδια με αυτή της άσκησης 20 και φαίνεται στο σχήμα 21.1. Είναι επίσης η ίδια με αυτή του σχήματος (Γ-1) και αναπτύσσεται λεπτομερώς στην παράγραφο 4 του μέρους "Γ". Η διαφορά είναι ότι οι αντιστάσεις αναθέρμανσης, που δεν χρησιμοποιήθηκαν στην άσκηση 20, στην παρούσα άσκηση είναι το πλέον απαραίτητο στοιχείο.



Σχήμα 21.1 Τυπική διάταξη της εργαστηριακής ΚΚΜ

Όπως αναφέραμε και στην άσκηση 20, η εργαστηριακή διάταξη του σχήματος (21.1) δεν είναι η μόνη κατάλληλη για την εκτέλεση της άσκησης. Υπάρχουν αρκετές εναλλακτικές λύσεις οι οποίες αναπτύσσονται στην παράγραφο 6 του μέρους "Γ", ενώ στην παράγραφο 7 αναπτύσσεται ο τρόπος με τον οποίο θα είναι οργανωμένο το σύστημα αυτοματισμού. Η ανάπτυξη της παρούσας εργαστηριακής άσκησης προϋποθέτει ότι το εργαστήριο διαθέτει επακριβώς τον εξοπλισμό του σχήματος (21.1). Αν υπάρχουν διαφορές, θα γίνουν από τον καθηγητή παρεμβάσεις εκεί που χρειάζεται.

(γ) Τι είναι και πότε χρειάζεται η αναθέρμανση

Η διαδικασία της αναθέρμανσης, που αναπτύσσεται στην παράγραφο (2.12) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II, απαιτείται όταν η σχετική υγρασία στο χώρο είναι μεγάλη και ως εκ τούτου είναι μεγάλο και το λανθάνον φορτίο. Κατά τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων αυτό το καταλαβαίνουμε επειδή η επιθυμητή θέση της ευθείας του SHR δεν τέμνει την καμπύλη κορεσμού ή την τέμνει σε σημείο που είναι κάτω από τη μέση θερμοκρασία του νερού (αν έχουμε στοιχείο νερού) ή από τη θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού υγρού (αν έχουμε στοιχείο DX). Η λειτουργία κάτω από αυτές τις συνθήκες είναι αδύνατη.

Με την αναθέρμανση δημιουργούμε ένα πρόσθετο, “ψεύτικο” φορτίο, για να αυξήσουμε την τιμή του SHR, ώστε να φέρουμε τις συνθήκες εκεί που τις θέλουμε. Η αναθέρμανση είναι φυσικά μία απώλεια ενέργειας, φαινομενικά άσκοπη, αλλά δεν υπάρχει άλλη τεχνική λύση για το πρόβλημα. Αν π.χ. απαιτείται, χωρίς την αναθέρμανση, ψυκτικό στοιχείο 20 kW, τότε η ανάγκη προσθήκης στοιχείου αναθέρμανσης 10 kW, μας υποχρεώνει παράλληλα να τοποθετήσουμε ψυκτικό στοιχείο κατά 10 kW μεγαλύτερο, δηλαδή να είναι 30 kW. Με άλλα λόγια μεγαλώνει το κόστος της εγκατάστασης και πέφτει και ο συντελεστής ενεργειακής απόδοσης (δηλαδή καταναλώνονται περισσότερα kW ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε kW παραγόμενης ψύξης).

(δ) Τι θα συμβεί αν δεν γίνει αναθέρμανση του αέρα

Σε κατάσταση πραγματικής λειτουργίας, η ευθεία του SHR πάντοτε θα τέμνει την καμπύλη κορεσμού στο σημείο t_s , που ονομάζεται θερμοκρασία ενεργού επιφανείας και θα είναι πάντοτε πάνω από τη μέση θερμοκρασία του νερού ή από τη θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού υγρού. Και αυτό θα συμβεί διότι το απαιτεί η φύση, είτε εμείς το θέλουμε είτε όχι. Η ΚΜ δεν μπορεί να πάει κόντρα στη φύση, γι’ αυτό και θα λειτουργήσει με τρόπο ώστε να δημιουργήσει το σημείο t_s , σε σωστή θέση και για να το επιτύχει θα αναπτύξει τις αντίστοιχες συνθήκες στο χώρο αδιαφορώντας για το τι θα ήθελε ο μελετητής να συμβαίνει.

Αν δεν λάβουμε τα κατάλληλα μέτρα, δηλαδή αν δεν προβλέψουμε το στοιχείο αναθέρμανσης, το αποτέλεσμα στην πράξη θα είναι να αναπτυχθούν στο χώρο διαφορετικές συνθήκες από αυτές που προβλέπει η μελέτη. Δηλαδή η κατάσταση θα ξεφύγει από κάθε έλεγχο. Και το αποτέλεσμα συνήθως είναι να έχουμε μεγάλη τιμή της σχετικής υγρασίας του χώρου και οι συνθήκες ενδέχεται να είναι εκτός της περιοχής άνεσης.

(ε) Η ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης

Θα διαπιστώσετε ότι η ενεργειακή απόδοση μίας εγκατάστασης με αναθέρμανση είναι πολύ χαμηλή. Δυστυχώς όμως, όπως ήδη αναφέραμε, είναι αναγκαίο κακό. Υπάρχουν και διατάξεις αναθέρμανσης που κάνουν εξοικονόμηση ενέργειας, χρησιμοποιώντας για την αναθέρμανση τη θερμότητα που περιέχεται στο νωπό αέρα. Στην περίπτωση αυτή η αναθέρμανση επιτυγχάνεται μέσω ενός πλακοειδούς εναλλάκτη αέρος-αέρος.

Αναλυτικά η θεωρία είχε αναπτυχθεί στις εισαγωγικές πληροφορίες της άσκησης 20. Επαναλαμβάνουμε εδώ, περιληπτικά, τα κυριότερα σημεία,

για να μην είναι αναγκασμένοι οι μαθητές να ανατρέχουν σε προηγούμενες σελίδες του βιβλίου.

Ο στόχος μας είναι να βρούμε την ενεργειακή απόδοση της όλης εγκατάστασης, δηλαδή την αποδιδόμενη ψυκτική ισχύ ανά kW απορροφούμενης ηλεκτρικής ισχύος. Δηλαδή αυτό που θέλουμε να υπολογίσουμε είναι ο λόγος:

$$\text{Απόδοση (kW ψύξης/kW ηλεκτρ. ισχύος)} = q_T / P \quad (21.1)$$

Όπου: q_T = Η ολική απόδοση σε ψυκτικό φορτίο σε Kw.

P = Η συνολική ηλεκτρική ισχύς, συμπεριλαμβανομένων όλων των ηλεκτρικών καταναλώσεων της εγκατάστασης σε Kw.

Για μονοφασικές παροχές το P υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (21.2)$$

Όπου: V = Η φασική τάση του ηλεκτρικού ρεύματος, συνήθως 220-235 V

I = Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

$\cos\phi$ = Ο συντελεστής ισχύος που συνήθως δεν τον γνωρίζουμε.

Μπορείτε όμως να λαμβάνετε $\cos\phi \approx 0,85$.

Για τριφασικές παροχές θα χρησιμοποιήσετε τον τύπο:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (21.3)$$

Όπου: V = Η πολική τάση του ρεύματος, συνήθως 380-405 V

(στ) Υπολογισμός του λανθάνοντος φορτίου από τα συμπυκνώματα

Το λανθάνον φορτίο θα επαληθευτεί μετρώντας την ποσότητα των συμπυκνωμάτων σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Αναλυτικά η θεωρία είχε αναπτυχθεί στις εισαγωγικές πληροφορίες της άσκησης 20.

Συνοπτικά η διαδικασία έχει ως εξής:

- Από την ποσότητα m των συμπυκνωμάτων (σε g) και από το χρονικό διάστημα που αυτή συγκεντρώθηκε, βρίσκουμε την παροχή των συμπυκνωμάτων w_c (σε g/s) βάσει της σχέσης:

$$w_c = m / \theta \quad (21.4)$$

- Το λανθάνον φορτίο (σε W) υπολογίζεται από το w_c βάσει της προσεγγιστικής σχέσης:

$$q_L = 2500 w_c \quad (21.5)$$

(ζ) Προσομοίωση ψυκτικών φορτίων και συνθηκών νωπού αέρα

Εδώ οι συνθήκες που θα πρέπει να δημιουργήσουμε είναι τελείως διαφορετικές από αυτές που απαιτούνται στην άσκηση 20. Η διαδικασία αναπτύσσεται στο φύλλο (21.1).

Αρχικά πρέπει να δημιουργήσετε στο χώρο συνθήκες που να είναι σχετικά κοντά σε αυτές ενός κλιματιζόμενου χώρου, με υψηλό λανθάνον φορτίο, δηλαδή $t_d = 25-27^\circ\text{C}$ και $\phi = 60-70\%$. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιήσετε τον εξοπλισμό προσομοίωσης, ρυθμίζοντας το θερμοστάτη και τον υδροστάτη που ελέγχουν τις συνθήκες του αέρα του χώρου στις τιμές $t_d = 26^\circ\text{C}$ και $\phi = 65\%$. Θα προσέξατε ίσως ότι ορίζουμε μικρότερες θερμοκρασίες από ό,τι στην άσκηση 20, για να περιοριστούν οι ανάγκες παροχής νερού στους υγραντήρες.

Στην περίπτωση που το εργαστήριο δεν διαθέτει τον εξοπλισμό προσομοίωσης, τουλάχιστο για την προσομοίωση υψηλού λανθάνοντος φορτίου, η άσκηση αυτή, σε αντίθεση με την άσκηση 20, **δεν θα μπορεί να εκτελεστεί**.

Θα πρέπει επίσης, όπως και στην άσκηση 20, να αυξηθεί η θέρμανση του χώρου, για να μη δημιουργηθούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες που θα μπορούσαν να προξενήσουν βλάβη στην υγεία, δεδομένου ότι οι μαθητές θα μείνουν σ' αυτές τις συνθήκες για αρκετές ώρες.

Θα τεθεί σε λειτουργία η ΚΚΜ για να ρυθμιστεί η λειτουργία του εξοπλισμού προσομοίωσης της θερμοκρασίας του νωπού αέρα, οι συνθήκες του οποίου θα ρυθμιστούν ώστε να έχουμε θερμοκρασία αέρα $31-35^\circ\text{C}$ και σχετική υγρασία $50-55\%$. Προς τούτο, με το σωλήνα Pitot, θα μετρηθεί πρώτα η παροχή του νωπού αέρα. Θα μετρηθούν επίσης οι συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Με τη βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη, υπολογίζουμε την απαιτούμενη ισχύ των αντιστάσεων και την παροχή ατμού του υγραντήρα για να έχουμε την απαιτούμενη προσομοίωση των συνθηκών του νωπού αέρα.

Οι προσεγγιστικές σχέσεις που αναπτύχθηκαν στις εισαγωγικές πληροφορίες της άσκησης 20 μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εδώ. Για να αποφύγουν οι μαθητές να ανατρέχουν σε προηγούμενες σελίδες, υπενθυμίζουμε ότι καταλήγουν στις εξής σχέσεις:

Για τον υπολογισμό της ισχύος των αντιστάσεων σε kW

$$P = 1,2 Q_2 \Delta t / 1000 \quad (21.6)$$

Όπου: P = Η απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς των αντιστάσεων σε kW. Επειδή αυτή είναι σε βήματα (π.χ. 2,5-5-7,5-10 kW), θα επιλεγεί το πλησιέστερο βήμα.

Q_2 = Η παροχή του νωπού αέρα σε L/s.

Δt = Η θερμοκρασιακή διαφορά ξηρού βολβού μεταξύ θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας του χώρου.

Για τον υπολογισμό της παροχής ατμού του υγραντήρα

$$w_g = Q_2 \Delta W / 0,9 \quad (21.7)$$

Όπου: w_g = Η απαιτούμενη παροχή ατμού του υγραντήρα σε g/s. Αν προκύπτει πολύ υψηλή, θα τεθεί στη μέγιστη τιμή του υγραντήρα.

Q_2 = η παροχή του νωπού αέρα σε L/s

ΔW = Η διαφορά υγρασίας, βάσει του ψυχομετρικού χάρτη.

Υπολογισμός των συνθηκών του νωπού αέρα

Βάσει της ισχύος των αντιστάσεων που θα τοποθετηθούν και της ποσότητας ατμού του υγραντήρα, θα γίνει ο υπολογισμός των συνθηκών του νωπού αέρα. Έτσι η σχέση (21.6) θα επιλυθεί ως προς Δt και η (21.7) ως προς ΔW . Η σχέση που προκύπτει φαίνεται στο φύλλο υπολογισμού.

(η) Λειτουργία με αναθέρμανση

Θα πρέπει να εξαναγκαστεί το στοιχείο αναθέρμανσης να λειτουργήσει. Για να επιτευχθεί αυτό, ο υγροστάτης που ελέγχει την έναρξη της λειτουργίας του στοιχείου αναθέρμανσης θα τοποθετηθεί στο 55-60% ή, αν χρειάζεται, ακόμη χαμηλότερα. Οι παραπάνω ρυθμίσεις θα αναγκάσουν το στοιχείο αναθέρμανσης να λειτουργήσει.

(θ) Μέτρηση των παροχών αέρα και των θερμοκρασιών

Η διαδικασία αναπτύσσεται στο φύλλο (21.1). Η πλήρης θεωρητική ανάπτυξη υπάρχει στις εισαγωγικές πληροφορίες της άσκησης 20. Για να μην ανατρέχουν οι μαθητές να σε προηγούμενες σελίδες, υπενθυμίζουμε στη συνέχεια, πολύ συνοπτικά, την όλη διαδικασία.

Η παροχή Q_2 του νωπού αέρα ήδη μετρήθηκε. Θα υπολογιστούν επίσης η σχετική υγρασία του και η θερμοκρασία πριν την είσοδο στην ΚΚΜ. Από τον ψυχομετρικό χάρτη θα βρεθεί η v_1 και βάσει αυτής θα υπολογιστεί η w_1 .

Θα μετρηθούν ακόμη και θα υπολογιστούν:

- Η παροχή αέρα ανακυκλοφορίας Q_1 και οι συνθήκες του χώρου. Βάσει αυτών από τον ψυχομετρικό χάρτη θα βρεθεί ο ειδικός όγκος v_1 και η παροχή μάζας w_1 .
- Η παροχή του πρωτεύοντος αέρα Q_3 και οι συνθήκες του πρωτεύοντος αέρα (στην έξοδο των στομιών). Βάσει αυτών, από τον ψυχομετρικό χάρτη θα βρεθεί ο ειδικός όγκος v_3 και η παροχή μάζας w_3 .

Αν οι μετρήσεις των παροχών είναι σωστές, θα πρέπει να ισχύει:

$$w_3 = w_1 + w_2 \quad (21.8)$$

Επειδή, κατά πάσα πιθανότητα, αυτή η σχέση δεν θα ισχύει (λόγω των σφαλμάτων των μετρήσεων), θα ληφθεί η τιμή του w_3 ως η ορθότερη από όλες και θα διορθωθούν τα w_1 , w_2 , Q_1 και Q_2 . Ο διορθωτικός συντελεστής, με τον οποίο θα πολλαπλασιαστούν, θα είναι:

$$\delta = w_3 / (w_1 + w_2) \quad (21.9)$$

3. Υπολογισμός της απόδοσης

(α) Α' τρόπος: Βάσει των μετρήσεων των συνθηκών του αέρα

Η διαδικασία αναπτύσσεται στα φύλλα (21.1) και (21.2).

Πάντα πρώτα θα πρέπει να βρούμε το σημείο 3, που προέρχεται από την ανάμειξη του νωπού αέρα και του αέρα ανακυκλοφορίας, όπως φαίνεται στο σχήμα (2.8) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II. Ουσιαστικά επαναλαμβάνουμε μέρος της άσκησης 20.

Κατόπιν η διαδικασία των υπολογισμών θα συνεχιστεί όπως στο σχήμα (2.5) του ίδιου βιβλίου. Προσέξτε όμως ότι το σημείο 3 του σχήματος (2.8) επέχει τη θέση του σημείου 1 του σχήματος (2.5), του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II.

Για να μπορέσετε να παρακολουθήσετε επακριβώς τις διαδικασίες των εν λόγω σχημάτων του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II καθώς και των αντιστοίχων κεφαλαίων της θεωρίας, προτιμήθηκε στις εργαστηριακές ασκήσεις να χρησιμοποιηθούν οι ίδιοι ακριβώς αριθμοί. Για το λόγο αυτό, το σημείο 3, μετά τον υπολογισμό των συνθηκών του, στη συνέχεια του φύλλου (21.2) αναφέρεται πλέον ως σημείο 1.

Μετά τον παραπάνω υπολογισμό, η απεικόνιση των μεταβολών του αέρα θα γίνει σε άλλο φύλλο του ψυχομετρικού χάρτη και θα είναι ανάλογη με αυτή του σχήματος (2.5). Θα υπολογιστούν το λανθάνον και το αισθητό φορτίο του χώρου. Για τον υπολογισμό του αισθητού φορτίου που οφείλεται στα φορτία του χώρου, θα αφαιρεθεί από αυτό η ισχύς των αντιστάσεων αναθέρμανσης.

(β) Β' τρόπος: Το λανθάνον φορτίο να προκύπτει από τα συμπεκνώματα

Η διαδικασία αναπτύσσεται στα φύλλα (21.1) και (21.3). Βασικά ισχύουν τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά το φύλλο (21.2) αντικαθίσταται με το φύλλο (21.3).

Οι μετρήσεις που λαμβάνονται από τη μεριά του αέρα δεν μπορούν να θεωρούνται αρκετά αξιόπιστες, ιδίως αυτές που αφορούν τον υπολογισμό του λανθάνοντος φορτίου. Όμως το λανθάνον φορτίο μπορούμε να το υπολογίσουμε με πολύ πιο αξιόπιστο τρόπο, μετρώντας την ποσότητα συμπεκνώματος που συγκεντρώνεται μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα.



ΠΡΟΣΟΧΗ

Υπενθυμίζουμε ότι αρχίζουμε να μαζεύουμε τα συμπεκνώματα και να μετράμε το χρόνο μόνο αφού αρχίσει η κανονική ροή τους και όχι με το που θα αρχίσει να λειτουργεί η ΚΜ.

Δεχόμενοι τον τρόπο αυτό ως περισσότερο σωστό, μπορείτε να έχετε πιο σωστά αποτελέσματα στον ψυχομετρικό χάρτη. Προς τούτο θα επαναληφθεί η διαδικασία σχεδίασης πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη, με τις εξής παραδοχές:

- Το αισθητό φορτίο θα υπολογιστεί βάσει των θερμοκρασιών του αέρα.
- Το λανθάνον φορτίο θα είναι όσο προκύπτει από τα συμπεκνώματα.

(γ) Έλεγχος αξιοπιστίας της μέτρησης

Θα ελεγχθεί ο βαθμός αξιοπιστίας της μέτρησης, βάσει της θέσης που προκύπτει η θερμοκρασία της ενεργού επιφανείας t_s και της τιμής του BF.

Η θερμοκρασία t_s θα πρέπει να προκύπτει πάνω από τη μέση θερμοκρασία νερού (αν πρόκειται για στοιχείο νερού) ή πάνω από τη θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού ρευστού (αν πρόκειται για στοιχείο DX). Η θερμοκρασία θα μετρηθεί επί της επιφανείας των σωλήνων με θερμόμετρο

επαφής. Να έχετε μόνο υπόψη σας ότι η θερμοκρασία αυτή είναι πάντα λίγο μεγαλύτερη από αυτή που επικρατεί στο εσωτερικό των σωλήνων. Ως εκ τούτου και ελάχιστα μεγαλύτερη να προκύψει η t_s ή ακόμη και ίση, είναι σχετικά μία καλή ένδειξη ότι η μέτρηση είναι αξιόπιστη.

Επίσης υπολογίστε τον BF. Θα πρέπει να έχει λογική τιμή και για στοιχείο 3 σειρών να είναι μεγαλύτερος του 0,15. Καμιά φορά οι μετρήσεις προκύπτουν τόσο λάθος ώστε ο BF να έχει αρνητική τιμή, δηλαδή η ευθεία λειτουργίας της ΚΜ να τέμνει(!) την καμπύλη κορεσμού. Στην περίπτωση αυτή δεν θα μπορούσαμε να μιλήσουμε για αξιόπιστη μέτρηση.

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

Για την εκτέλεση της άσκησης θα απαιτηθούν οι ίδιες εργαστηριακές διατάξεις και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκαν στην άσκηση 20.

Η μόνη διαφορά που υπάρχει είναι ότι η ΚΚΜ χρειάζεται να διαθέτει και ηλεκτρικές αντιστάσεις αναθέρμανσης, όπως ακριβώς περιγράφεται στο μέρος “Γ”, παράγραφος 4.

5. Πορεία εργασίας

Η πορεία της εργασίας είναι όμοια με αυτή της άσκησης 20. Η βασική διαφορά είναι ότι θα αυξηθεί η σχετική υγρασία του χώρου προκειμένου να αναγκάσουμε το στοιχείο αναθέρμανσης να λειτουργήσει. Κατά τα λοιπά θα επαναληφθούν όλες οι προηγούμενες εργασίες της άσκησης 20 αλλά με διαφορετικά αριθμητικά δεδομένα και θα συμπληρωθούν τα φύλλα (21.1), (21.2), (21.3).

Η άσκηση αυτή, λόγω του μεγέθους της, αναμένεται ότι θα χρειαστεί να γίνει σε δύο συνεχόμενα εργαστηριακά μαθήματα. Αν όμως ο καθηγητής διαπιστώσει ότι υπάρχει διαθέσιμος χρόνος, μπορεί να εκτελέσει την άσκηση και σε ένα μόνο μάθημα.

Στο πρώτο μάθημα, κατά σειρά θα γίνουν τα εξής:

- (1) Έναρξη λειτουργίας εξοπλισμού προσομοίωσης των ψυκτικών φορτίων, ώστε να επιτευχθεί η προσομοίωση κατά το χρόνο που θα γίνεται η θεωρητική ανάπτυξη.
- (2) Θεωρητική ανάπτυξη της άσκησης.
- (3) Θα διανεμηθεί στους μαθητές το φύλλο (21.1).
- (4) Θα καταγραφούν οι συνθήκες περιβάλλοντος (φύλλο 21-1, Α/Α 1).

- (5) Θα γίνουν οι υπολογισμοί για την προσομοίωση συνθηκών νωπού αέρα (A/A 2).
- (6) Θα υπολογιστούν οι πραγματικές συνθήκες του νωπού αέρα που είναι το σημείο 2 (A/A 2).
- (7) Θα καταγραφούν οι συνθήκες του χώρου, σημείο 1 (A/A 4).
- (8) Θα γίνει μέτρηση των παροχών αέρα και η εκτέλεση των αντίστοιχων υπολογισμών (A/A 5).
- (9) Θα διανεμηθεί στους μαθητές το φύλλο (21.2).
- (10) Θα γίνει η απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη και ο υπολογισμός των αποδόσεων (φύλλο 21-2, A/A 1 και 2).
- (11) Θα ελεγχθεί η αξιοπιστία της μέτρησης (A/A 3).
- (12) Θα κάνετε τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης (απόδοση ανά kW ηλεκτρικής ισχύος).

Στο επόμενο μάθημα θα γίνουν κατά σειρά τα εξής:

- (1) Θα επαναληφθούν τα παραπάνω βήματα από 1 μέχρι και 8.
- (2) Θα διανεμηθεί στους μαθητές το φύλλο (21.3).
- (3) Θα γίνει μέτρηση της ποσότητας των συμπυκνωμάτων (A/A 1).
- (4) Θα γίνει η απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη και ο υπολογισμός των αποδόσεων (A/A 2 και 3).
- (5) Θα γίνει υπολογισμός του λανθάνοντος και του αισθητού φορτίου (A/A 4).
- (6) Θα ελεγχθεί η αξιοπιστία της μέτρησης (A/A 5).
- (7) Θα γίνει υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης (A/A 6).

Φύλλο 21.1

ΑΣΚΗΣΗ 21

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ ΑΕΡΑ

A/A	Περιγραφή διαδικασίας	Αποτελέσματα
1	Συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος	
	Θερμοκρασία / Σχετική υγρασία $t_o/\phi_o =$	
	Ειδική υγρασία (από τον ψυχομετρικό χάρτη) $W_o =$	
2	Συνθήκες νωπού αέρα - Προσομοίωση συνθηκών 35 °C/35%	
	Παροχή νωπού αέρα (κατόπιν μέτρησης) $Q_1 =$	
	Απαιτούμενη ισχύς αντιστάσεων $P = 1,2 \cdot Q_1 \cdot (33 - t_o)/1000 =$	
	Απαιτούμενη παροχή υγραντήρα $w_g = (0,016 - W_o)/0,9 =$	
	Επιλέγονται αντιστάσεις ισχύος (kW) $P =$	
	Επιλέγεται παροχή υγραντήρα (g/s) $w_g =$	
3	Πραγματικές συνθήκες νωπού αέρα πριν την είσοδο στην ΚΚΜ	
	Με μέτρηση (αν αυτή είναι δυνατό να γίνει) $t_2/\phi_2 =$	
	Υπολογιστικά η t_2 : $t_2 = t_o + (1000 \cdot P)/1,2 \cdot Q_1 =$	
	Υπολογιστικά η W_2 : $W_2 = W_o + 0,9 \cdot w_g =$	
	Βάσει των t_1 και W_2 βρίσκουμε το ϕ_2 . Οπότε: $t_2/\phi_2 =$	
4	Συνθήκες εσωτερικού χώρου	
	Θερμοκρασία / Σχετική υγρασία $t_1/\phi_1 =$	
	Ειδική υγρασία (από τον ψυχομετρικό χάρτη) $W_1 =$	
5	Παροχές αέρα σε L/s και σε g/s	
	Παροχή νωπού αέρα (όπως μετρήθηκε προηγουμένως) $Q_2 =$	
	Ειδικός όγκος $v_2 =$	
	Παροχή μάζας $w_2 = Q_2 / v_2 =$	
	Παροχή αέρα ανακυκλοφορίας (κατόπιν μέτρησης) $Q_1 =$	
	Ειδικός όγκος $v_1 =$	
	Παροχή μάζας $w_1 = Q_1 / v_1 =$	
	Παροχή πρωτεύοντος αέρα (κατόπιν μέτρησης) $Q_3 =$	
	Ειδικός όγκος $v_3 =$	
	Παροχή μάζας $w_3 = Q_3 / v_3 =$	
	Διορθωτικός συντελεστής $\delta = w_3 / (w_1 + w_2) =$	
	Διόρθωση w_1 $w_1 = \delta \cdot w_1 =$	
	Διόρθωση w_2 $w_2 = \delta \cdot w_2 =$	
	Έλεγχος αν ισχύει $w_3 = (w_1 + w_2)$ - (πρέπει να ισχύει)	
	Διόρθωση Q_1 $Q_1 = \delta \cdot Q_1 =$	
	Διόρθωση Q_2 $Q_2 = \delta \cdot Q_2 =$	

Φύλλο 21.2

ΑΣΚΗΣΗ 21

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ ΑΕΡΑ

Α' τρόπος: Υπολογισμός μόνο με τις θερμοκρασίες		
A/A	Περιγραφή διαδικασίας	Αποτελέσματα
1	Απεικόνιση στον ψυχομετρικό χάρτη	
	Απόσταση σημείων 1-2 στον ψυχομετρικό χάρτη, σε mm, $x =$	
	Απόσταση σημείων 2-3 (κανόνας κέντρου βάρους), $x \cdot (w_1/w_3) =$	
2	Υπολογισμός των αποδόσεων Η άσκηση θα συνεχιστεί σε άλλο φύλλο του ψυχομετρικού χάρτη και το σημείο 3, θα μετονομαστεί σε σημείο 1, για να υπάρχει η ίδια αρίθμηση με το σχήμα (2-5) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II.	
	Σημείο 1: Θερμοκρασία / Σχετική υγρασία, $t_1/\phi_1 =$	
	Σημείο 4: Πρωτεύων αέρας, μέτρηση στα στόμια $t_4/\phi_4 =$	
	Ενθαλπία σημείου 1 $h_1 =$	
	Ενθαλπία σημείου 4 $h_4 =$	
	Υπολογισμός των φορτίων	
3	Απόδοση σε ολικό φορτίο $q_{1-4} = w_1(h_1-h_4) =$	
	Ισχύς αντιστάσεων αναθέρμανσης (με αμπερομέτρηση) $q_h =$	
	Ολικό φορτίο χώρου $q_T = q_{1-4} - q_h =$	
	Προσδιορισμός του σημείου 2 $h_2 = q_T / w_1$	
	Εύρεση της τιμής του SHF (χάραξη παράλληλης στη 1-2), $SHF =$	
	Αισθητό φορτίο $q_s = SHF \cdot q_T =$	
4	Λανθάνον φορτίο $q_L = q_T - q_s =$	
	Έλεγχος αξιοπιστίας της μέτρησης	
	Υπολογισμός της θέσης του σημείου 4, ($t_s = t_4$) $t_s =$	
	Μέση θερμοκρασία νερού ή θερμοκρασία εξάτμισης $t_m =$	
	Ισχύει $t_S > t_m$; (NAI/OXI)	
	Υπολογισμός του BF $BF = (t_4 - t_3) / (t_1 - t_3) =$	
	Θεωρείτε αξιόπιστη τη μέτρηση; (NAI/OXI)	
5	Υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης	
	Ηλεκτρικό ρεύμα σε A του συμπιεστή και των ανεμιστήρων - για μονοφασική παροχή (*)	
	(*) Αν τυχόν η παροχή είναι τριφασική, θα αναφερθούν και οι 3 φάσεις	
	ΣΥΝΟΛΟ των παραπάνω σε A, $I =$	
	Ηλεκτρική τάση, $V =$	
	Συντελεστής ισχύος $\cos\phi$ (περίπου) $\cos\phi =$	0,85
	Συνολική ισχύς $V \cdot I \cdot \cos\phi = P =$	
	Απόδοση σε kW ψύξης / kW ηλεκτρικής ισχύος $q_T / P =$	

Φύλλο 21.3

ΑΣΚΗΣΗ 21

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ ΑΕΡΑ

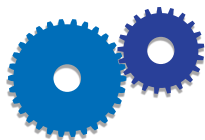
	Β' τρόπος: Υπολογισμός βάσει πυκνότητας συμπυκνωμάτων	
1	Συμπυκνώματα	
	Χρόνος συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων $\theta =$	
	Ποσότητα συμπυκνωμάτων $m =$	
	Παροχή συμπυκνωμάτων $w_c = m / \theta =$	
2	Απεικόνιση στον ψυχρομετρικό χάρτη	
	Απόσταση σημείων 1-2 στον ψυχρομετρικό χάρτη, σε mm, $x =$	
	Απόσταση σημείων 2-3 (κανόνας κέντρου βάρους), $x \cdot (w_1/w_3) =$	
3	Υπολογισμός των αποδόσεων Η άσκηση θα συνεχιστεί σε άλλο φύλλο του ψυχρομετρικού χάρτη και το σημείο 3 θα μετονομαστεί σε σημείο 1, για να υπάρχει η ίδια αρίθμηση με το σχήμα (2-5) του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II.	
	Σημείο 1: Θερμοκρασία / Σχετική υγρασία, $t_1 / \phi_1 =$	
	Σημείο 4: Πρωτεύων αέρας, μέτρηση στα στόμια $t_4 / \phi_4 =$	
	Ενθαλπία σημείου 1 $h_1 =$	
	Ενθαλπία σημείου 4 $h_4 =$	
	Υπολογισμός συντελεστή SHF, $SHF = q_s / q_L =$	
	Υπολογισμός ενθαλπίας $h_5 = h_3 - q_T / w_3 =$	
4	Υπολογισμός των φορτίων	
	Αισθητό φορτίο + ισχύς αντιστάσεων $q_{S(1-4)} = w_1 (t_1 - t_4) =$	
	Ισχύς αντιστάσεων αναθέρμανσης (με αμπερομέτρηση) $q_h =$	
	Αισθητό φορτίο χώρου $q_s = q_{S(1-4)} - q_h =$	
	Λανθάνον φορτίο $q_L = 2500 w_c =$	
	Ολικό φορτίο $q_T = q_s + q_L =$	
5	Έλεγχος αξιοπιστίας της μέτρησης	
	Υπολογισμός της θέσης του σημείου 4, ($t_s = t_3$) $t_s =$	
	Μεση θερμοκρασία νερού ή θερμοκρασία εξάτμισης $t_m =$	
	Ισχύει $t_S > t_m$; (NAI/OXI)	
	Υπολογισμός του BF $BF = (t_4 - t_3) / (t_1 - t_2) =$	
	Θεωρείτε αξιόπιστη τη μέτρηση; (NAI/OXI)	

Φύλλο 21.3 (Συνέχεια)

ΑΣΚΗΣΗ 21

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΚΜ ΜΕ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ ΑΕΡΑ

	Β' τρόπος: Υπολογισμός βάσει πυκνότητας συμπυκνωμάτων	
6	Υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης	
	Ηλεκτρικό ρεύμα σε A του συμπιεστή και των ανεμιστήρων - για μονοφασική παροχή (*) (*) Αν τυχόν η παροχή είναι τριφασική θα αναφερθούν και οι 3 φάσεις	
	ΣΥΝΟΛΟ των παραπάνω σε A, $I =$	
	Ηλεκτρική τάση, $V =$	
	Συντελεστής ισχύος $\cos\phi$ (περίπου) $\cos\phi =$	0,85
	Συνολική ισχύς $V \cdot I \cdot \cos\phi = P =$	
	Απόδοση σε kW / kW ηλεκτρικής ισχύος $q_T / P =$	



ΑΣΚΗΣΗ 22η

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να μάθουν οι μαθητές τι είναι συντήρηση και πώς αυτή διακρίνεται σε προληπτική και σε επανορθωτική συντήρηση.
- Να μάθουν να συντάσσουν πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης.
- Να ανιχνεύουν βλάβη για να εκτελέσουν επανορθωτική συντήρηση.
- Να συντηρήσουν την εργαστηριακή κλιματιστική εγκατάσταση.

3. Εισαγωγικές πληροφορίες

Οι γενικές εισαγωγικές πληροφορίες αυτής της άσκησης είναι στο κεφάλαιο 1 του μέρους “B” και συγκεκριμένα στις παραγράφους από (1.1) μέχρι και (1.6).

Στην παράγραφο (1.7) αναπτύσσεται ο τρόπος που συντάσσεται ένα πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, τόσο σε αερόψυκτο όσο και σε υδρόψυκτο σύστημα.

Στην παράγραφο (1.11) αναλύεται η προληπτική συντήρηση ενός split unit.

Τέλος στην (1.12) δίνεται η διαδικασία της επανορθωτικής συντήρησης και της ανίχνευσης των βλαβών.

4. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

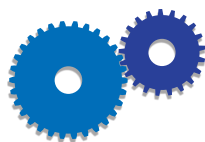
Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι τα όποια συστήματα κλιματισμού διαθέτει το εργαστήριο. Π.χ. η ΗΚΜ που χρησιμοποιείται ως σύστημα προσομοίωσης των φορτίων, η ΚΚΜ με το δίκτυο των αεραγωγών της, το δίκτυο των FCU καθώς και το ή τα split units του εργαστηρίου είναι κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν. Το κάθε ένα από αυτά θεωρείται στην άσκηση ως ένα ανεξάρτητο σύστημα, στο οποίο οι μαθητές θα εργαστούν.

Επίσης, θα χρειαστούν τα εργαλεία του ψυκτικού, του υδραυλικού, η αμπεροτσιμπίδα και το πολύμετρο.

5. Πορεία εργασίας

- (1) Χωριστείτε σε ομάδες, ανάλογα με τον αριθμό των ανεξάρτητων συστημάτων που διαθέτει το εργαστήριο. Στα μεγάλα και δύσκολα συστήματα (π.χ. ΗΚΜ, ΚΚΜ) θα συμμετέχουν περισσότεροι μαθητές ανά ομάδα.
- (2) Επιλέξτε τον επικεφαλής κάθε ομάδας ο οποίος θα είναι ο “εργοδηγός”. Σε περίπτωση διαφωνίας ο επικεφαλής θα καθοριστεί από τον καθηγητή.
- (3) Προσδιορίστε το είδος του συστήματος που θα συντηρηθεί, π.χ. υδρόψυκτο, αερόψυκτο κλπ. Συμβουλευτείτε και τον καθηγητή σας για την αποφυγή τυχόν λάθους.
- (4) Επιλέξτε τον κατάλληλο πίνακα που θα συμβουλευτείτε για τη σύνταξη προγράμματος προληπτικής συντήρησης, από το κεφάλαιο 1 του μέρους “Β”.
- (5) Υποθέστε ότι είσαστε στην αρχή της θερινής περιόδου. Συντάξτε το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, για την πρώτη συντήρηση της περιόδου, προσαρμοσμένο στη δική σας συγκεκριμένη εγκατάσταση που έχετε αναλάβει.
- (6) Εκτελέστε όλες τις εργασίες που προβλέψατε (π.χ. εξαγωγή και καθαρισμό φίλτρων, έλεγχο ψυκτικών υγρών) κλπ. Οι εργασίες θα εκτελεστούν κανονικά και όχι εικονικά. Κάθε μαθητής, με εντολή του εργοδηγού, θα αναλάβει να εκτελέσει συγκεκριμένες εργασίες. Σε ορισμένες εργασίες πιθανόν να χρειάζονται δύο μαθητές. Ο εργοδηγός θα συμμετέχει σε όλα, θα βοηθάει όπου χρειάζεται και θα συντονίζει τις εργασίες.
- (7) Μετά την προληπτική συντήρηση και ανάλογα με το χρόνο που θα σας απομείνει, θα προβείτε σε εργασίες επανορθωτικής συντήρησης. Μελετήστε τον πίνακα (1.5) στο μέρος “Β”.
- (8) Δύο μαθητές εξέρχονται από την αίθουσα. Αυτοί είναι ο “τεχνίτης” και ο “βοηθός” που θα κληθούν για να επισκευάσουν τη βλάβη (οι ρόλοι θα καθοριστούν από τον καθηγητή). Παίρνουν μαζί τους μία τσάντα με όσα εργαλεία πιστεύουν ότι θα τους χρειαστούν. Απαγορεύεται να χρησιμοποιήσουν στη συνέχεια τα εργαλεία που δεν επέλεξαν για να τα έχουν μαζί τους.
- (9) Οι υπόλοιποι μαθητές σκαρφίζονται μία τεχνητή βλάβη. Η βλάβη μπορεί να είναι από αυτές του πίνακα (1.5) ή και εκτός του εν λόγω πίνακα

- (π.χ. απορρύθμιση ενός θερμοστάτη). Δεν μπορούν φυσικά να προσομοιωθούν όλες οι βλάβες του πίνακα (1.5), αλλά ορισμένες μπορούν να προσομοιωθούν με επιτυχία. Π.χ. μπορεί να γίνει μείωση της παροχής νερού, μερικό φράξιμο ενός φίλτρου αέρα (με κόλες χαρτί) κλπ.
- (10) Οι μαθητές έρχονται στη θέση του πελάτη που δεν είναι τεχνικός και σκέφτονται πώς θα περιγράψουν τη βλάβη στον τεχνίτη που θα κληθεί. Επίσης καθορίζουν και το χρόνο που θα διαθέσουν για τον εντοπισμό και την επισκευή της βλάβης.
- (11) Καλούν το συνεργείο, δηλαδή τον τεχνίτη και τον βοηθό που είχαν βγει έξω, τους αναφέρουν τη βλάβη και περιμένουν να τη βρουν και να την επισκευάσουν μέσα στον προκαθορισμένο χρόνο.
- (12) Η άσκηση συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο μέχρι να συμπληρωθεί ο χρόνος του μαθήματος.



ΑΣΚΗΣΗ 23η

ΕΛΕΓΧΟΣ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να μάθουν οι μαθητές πώς θα ελέγχουν την ευθυγράμμιση αντλίας.
- Να μάθουν πώς θα ευθυγραμμίζουν αντλίες.
- Να μάθουν πώς γίνεται η αντικατάσταση της σαλαμάστρας.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Ο έλεγχος της ευθυγράμμισης είναι απλός και πρέπει να τον ξέρει καλά ο κάθε ψυκτικός. Όμως η σωστή ευθυγράμμιση των αντλιών είναι δουλειά μηχανοτεχνίτη και απαιτεί μεγάλη πείρα. Ο ψυκτικός θα βρίσκεται όμως, πολύ συχνά, στην ανάγκη να προβεί σε βελτίωση μίας κακής ευθυγράμμισης, για να μπορέσει τουλάχιστον να λειτουργήσει το σύστημα μέχρι που να βρει τον κατάλληλο μηχανοτεχνίτη.

Η διαδικασία του ελέγχου της ευθυγράμμισης αναπτύσσεται πλήρως στην παράγραφο (1.8) του μέρους “Β” του βιβλίου, περίπτωση (7).

Η ευθυγράμμιση των αντλιών αναπτύσσεται στην παράγραφο (1.9) του μέρους “Β” του βιβλίου.

Η διαδικασία αντικατάστασης της σαλαμάστρας περιγράφεται στην παράγραφο (1.8) του μέρους “Β” του βιβλίου, περίπτωση (8).

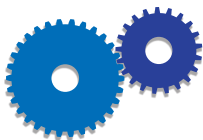
3. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

- (1) Μία αντλία, πλήρως ευθυγραμμισμένη από το εργοστάσιο κατασκευής της. Οι προσθήκες της ευθυγράμμισης θα είναι αριθμημένες για να μη χαθούν.
- (2) Ένας χάρακας και ένα φίλερ.
- (3) Ενδεχομένως να χρειαστεί και ένας λοστός για να σηκώνουν τον κινητήρα (για την τοποθέτηση και αφαίρεση των προσθηκών αν ο κινητήρας είναι βαρύς).
- (4) Σαλαμάστρα για αντικατάσταση.
- (5) Σετ γερμανικών κλειδιών.

4. Πορεία εργασίας

- (1) Χωριστείτε σε ομάδες ανά δύο. Η πρώτη ομάδα μπορεί να έχει και τρεις μαθητές.
- (2) Η πρώτη ομάδα να πάρει θέση γύρω από την αντλία, για να εκτελέσει τα παρακάτω ενώ οι άλλες ομάδες θα παρακολουθούν μέχρι να έρθει η σειρά τους.
- (3) Ελέγξτε την ευθυγράμμιση της αντλίας σύμφωνα με τη διαδικασία που αναπτύσσεται στην παράγραφο (1.8), περίπτωση (7).
- (4) Ξεβιδώστε με το κατάλληλο γερμανικό κλειδί τους κοχλίες της βάσης της αντλίας και αφαιρέστε μία προσθήκη. **Προσοχή:** μη βάζετε τα δάκτυλά σας κάτω από τον κινητήρα.
- (5) Ελέγξτε εκ νέου την ευθυγράμμιση για να δείτε πόσο ελάχιστα αυτή διαφοροποιήθηκε. Και όμως αυτό το ελάχιστο είναι σε θέση να προκαλέσει μεγάλη ζημιά.
- (6) Ξεβιδώστε ξανά τους κοχλίες της βάσης της αντλίας και αφαιρέστε όλες τις προσθήκες. Επίσης μετακινήστε την αντλία αριστερά ή δεξιά.
- (7) Οι μαθητές που εκτελούν την ευθυγράμμιση να απομακρυνθούν, ενώ οι άλλοι να γυρίσουν τις προσθήκες ανάποδα για να μη φαίνονται τα νούμερά τους. Επίσης τοποθετούνται και επιπλέον προσθήκες που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Σημειώνεται ότι δεν είναι μόνο ένας ο τρόπος τοποθέτησης των προσθηκών που οδηγεί σε σωστή ευθυγράμμιση, αλλά υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί.
- (8) Επανερχονται οι μαθητές που εκτελούν την άσκηση και προσπαθούν να ευθυγραμμίσουν την αντλία, ακολουθώντας τις οδηγίες της παραγράφου (1.9). Έχουν στη διάθεση τους χρόνο μέχρι 30'. Όταν την ευθυγραμμίσουν, σημειώνεται ο χρόνος τους. Θα γίνει διαγωνισμός για το πώς ποιος θα επιτύχει τον καλύτερο χρόνο. **Προσοχή:** μη βάζετε τα δάκτυλά σας κάτω από τον κινητήρα.
- (9) Συνεχίζουν κατά τον ίδιο τρόπο όλες οι ομάδες.
- (10) Η ομάδα που θα έρθει τελευταία αναλαμβάνει να επανατοποθετήσει τις προσθήκες, όπως αυτές ήταν αρχικά.
- (11) Με ίδια σειρά προβείτε στην αντικατάσταση της σαλαμάστρας. Με το κατάλληλο γερμανικό κλειδί λύστε τους κοχλίες της σαλαμάστρας, όπως φαίνεται στο σχήμα (1.13) του μέρους “B” και αφαιρέστε τη φλάντζα.

- (12) Αφαιρέστε τη σαλαμάστρα και τοποθετήστε την καινούρια.
- (13) Σφίγγετε τους κοχλίες χαλαρά. Ποτέ δεν σφίγγουμε πολύ. Σε πραγματική εγκατάσταση, η σαλαμάστρα πρέπει να στάζει.
- (14) Συνεχίζουν κατά τον ίδιο τρόπο όλες οι ομάδες.



ΑΣΚΗΣΗ 24η

ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ ΤΥΠΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ - ΣΩΛΗΝΩΝ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

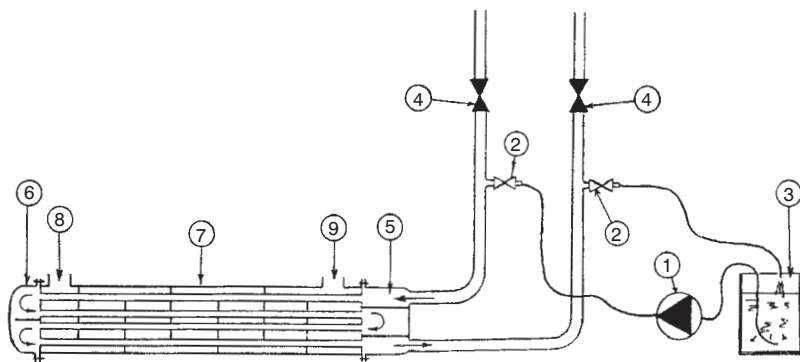
- Να μάθουν οι μαθητές πώς γίνεται ο χημικός καθαρισμός ενός εναλλάκτη κελύφους-σωλήνων.
- Να μάθουν οι μαθητές να ανοίγουν και να κλείνουν τους καθρέπτες ενός εναλλάκτη κελύφους σωλήνων.
- Να μάθουν να καθαρίζουν εσωτερικά τους σωλήνες με βούρτσα.
- Να μάθουν να κόβουν και να αλλάζουν τις φλάντζες.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Η διαδικασία της άσκησης περιγράφεται πλήρως στην παράγραφο (1.8), περίπτωση (2) του μέρους “Β” του βιβλίου.

3. Απαιτούμενος εξοπλισμός - Εργαλεία - Συσκευές - Υλικά

- (1) Εναλλάκτης (υδρόψυκτος συμπυκνωτής τύπου κελύφους-σωλήνων), συνδεδεμένος με σωλήνες και βάνες όπως φαίνεται στο σχήμα (24.1) του μέρους “Β”. Μετά τις βάνες με Α/Α 4, δεν χρειάζεται να υπάρχουν σωλήνες, αρκεί να υπάρχουν μικρά τμήματα (προσομοίωση της πραγματικής σύνδεσης).



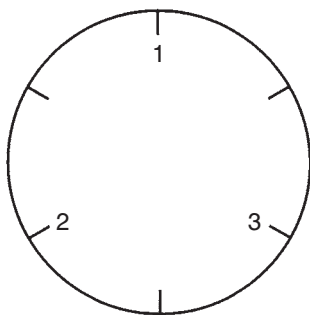
Σχήμα 24.1 Η προσομοίωση της εγκατάστασης του υδρόψυκτου συμπυκνωτή

- (2) Αντλία χημικού καθαρισμού.
- (3) Τρία τμήματα συνηθισμένο λάστιχο νερού, το καθένα 1,5-2 m και ρακόρ σύνδεσης της αντλίας με τα λάστιχα.
- (4) Ένα πλαστικό βαρέλι.
- (5) Υγρό χημικού καθαρισμού που δεν προκαλεί διάβρωση του χαλκού.
- (6) Ειδική βούρτσα καθαρισμού σωλήνων συμπτυκνωτών.
- (7) Φύλλο κοπής φλαντζών (συμπιεσμένος άσβεστος με νεοπρένιο).
- (8) Ψαλίδι κοπής φλαντζών.
- (9) Αιχμηρό γράφτη για χάραξη.
- (10) Σετ από Γερμανικά κλειδιά και ένα Γαλλικό κλειδί.

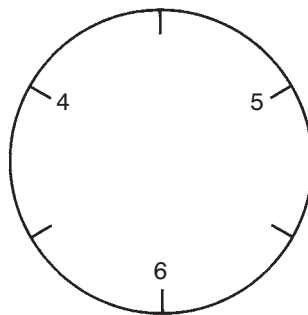
4. Πορεία εργασίας

- (1) Κλείνουμε τις βάνες με A/A 4
- (2) Γεμίζουμε τον εναλλάκτη με νερό (προσομοίωση της πραγματικότητας) και εξαερώνουμε.
- (3) Συνδέουμε τα δύο από τα τρία λάστιχα στην αντλία χημικού καθαρισμού (στην εξαγωγή και εισαγωγή) και τα στερεώνουμε καλά.
- (4) Συνδέουμε το τρίτο λάστιχο και το λάστιχο της εξαγωγής της αντλίας στις βάνες με A/A 2. Μετά από αυτό υπάρχουν μόνο δύο ελεύθερα άκρα στα λάστιχα.
- (5) Γεμίζουμε το βαρέλι με νερό μέχρι λίγο πιο πάνω από τη μέση και υπολογίζουμε τον όγκο του νερού.
- (6) Γεμίζουμε τα ελεύθερα άκρα των λάστιχων με νερό για να φύγει ο αέρας. Ο πιο εύκολος τρόπος είναι να ανοίξουμε τις βάνες με A/A 2.
- (7) Ενώ τρέχει το νερό, τοποθετούμε τα ελεύθερα άκρα των λάστιχων μέσα στο βαρέλι.
- (8) Αραιώνουμε το καθαριστικό υγρό μέσα στο πλαστικό βαρέλι, σύμφωνα με τις οδηγίες της εταιρείας που το κατασκευάζει. Θα τοποθετηθεί η ποσότητα που αναλογεί στο νερό που υπάρχει στο βαρέλι. Αν χρειάζεται θα προστεθεί και άλλο νερό.
- (9) Εξαερώνουμε την αντλία (εκτός και έχει αυτόματη εξαέρωση).
- (10) Εκκινούμε την αντλία χημικού καθαρισμού.
- (11) Την αφήνουμε να λειτουργήσει για 30' περίπου. Σε πραγματική εγκατάσταση θα την αφήναμε να λειτουργήσει για τουλάχιστον 4 ώρες.

- (12) Κλείνουμε τις βάνες Α/Α 2 και αποσυνδέουμε την αντλία.
- (13) Ξεβιδώνουμε τους κοχλίες των καθρεπτών και αφαιρούμε τους καθρέπτες. Τον καθρέπτη επάνω στον οποίο είναι βιδωμένοι οι σωλήνες τον απομακρύνουμε λίγο, χωρίς να αφαιρέσουμε τους σωλήνες. Τον άλλο τον αφαιρούμε τελείως.
- (14) Αφαιρούμε τις φλάντζες.
- (15) Χρησιμοποιώντας για οδηγό τον αιχμηρό γράφτη, χαράσσουμε πάνω στο φύλλο κοπής φλαντζών τη μορφή των φλατζών.
- (16) Με το ψαλίδι κόβουμε προσεκτικά τις νέες φλάτζες.
- (17) Με τη μακριά βούρτσα καθαρίζουμε τους σωλήνες του εναλλάκτη, από τη μεριά του καθρέπτη που έχει αφαιρεθεί τελείως.
- (18) Καθαρίζουμε εσωτερικά τους καθρέπτες.
- (19) Τοποθετούμε τις φλάντζες και τους καθρέπτες στη θέση τους.
- (20) Τοποθετούμε τους κοχλίες.
- (21) Σφίγγουμε τις φλάντζες με τη σειρά 1-2-3-4-5-6, στην αρχή χαλαρά και μετά σφικτά, όπως φαίνεται στο σχήμα (24.3). Προσέξτε ότι τα 1-2-3 είναι με φορά αντίθετη από τα 4-5-6.



Βήμα 1ο



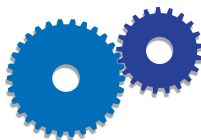
Βήμα 2ο

Σχήμα 24.3 Η σειρά που σφίγγουμε τους κοχλίες των καθρεπτών

- (22) Μετά από μία τουλάχιστον ώρα πρέπει να σφίξουμε ξανά τους κοχλίες με την ίδια σειρά. Στο εργαστήριο θα γίνει μετά από 15' και υποτίθεται ότι πέρασε μία ώρα.
- (23) Αφού επανέλθει η εγκατάσταση στην αρχική της κατάσταση, μαζεύουμε τα εργαλεία, την αντλία, το βαρέλι και τα υπόλοιπα υλικά, τα

καθαρίζουμε και τα παραδίδουμε στην αποθήκη του εργαστηρίου.

- (24) Σχολιάστε με τον εκπαιδευτικό του εργαστηρίου τις δυσκολίες που συναντήσατε κατά την εκτέλεση της άσκησης και ζητήστε διευκρινίσεις σε τυχόν απορίες σας.



ΑΣΚΗΣΗ 25η

ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ - ΣΥΝΤΑΞΗ ΠΡΟΣΦΟΡΩΝ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ασκηθούν οι μαθητές στη διαδικασία προμέτρησης των υλικών και μηχανημάτων μίας εγκατάστασης κλιματισμού.
- Να ασκηθούν στην κοστολόγηση μηχανημάτων, συσκευών, υλικών και εργασίας που απαιτεί μία εγκατάσταση κλιματισμού.
- Να μάθουν τη διαδικασία σύνταξης προσφορών για την εγκατάσταση κλιματιστικών μονάδων.

2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Με τον όρο «**προμέτρηση**» εννοούμε τη λεπτομερή καταγραφή όλων των κύριων και βοηθητικών εξαρτημάτων μίας εγκατάστασης κλιματισμού, όπως αυτά καταγράφονται στην οριστική μελέτη του μηχανικού. Επομένως, για να γίνει η προμέτρηση των υλικών μίας εγκατάστασης και η κοστολόγησή τους, θα πρέπει ο εργολάβος ψυκτικός να έχει την οριστική μελέτη του μηχανικού.

Πριν από την οριστική μελέτη όμως, γίνεται κατά κανόνα η **προμελέτη** στην οποία εξετάζονται μεταξύ των άλλων και τα ακόλουθα στοιχεία:

- Οι εναλλακτικές λύσεις (κεντρική μονάδα, ημικεντρικές κλπ., απευθείας εκτόνωσης ή με ζεστό - κρύο νερό κλπ.).
- Τα απαιτούμενα ποιοτικά στοιχεία.
- Τα οικονομικά στοιχεία.
- Τα οικολογικά στοιχεία.

Στη φάση της προμελέτης εξετάζονται όλες οι περιπτώσεις εναλλακτικών λύσεων **με βάση το σκοπό** που θα εξυπηρετήσει η εγκατάσταση (π.χ. για άνεση, για βιομηχανική χρήση κλπ.). Ο σκοπός που θα εξυπηρετήσει ο κλιματισμός θα μας οδηγήσει και στην ορθή επιλογή **των ποιοτικών στοιχείων** της εγκατάστασης. Άλλες είναι οι ποιοτικές επιλογές για μια απλή εγκατάσταση κλιματισμού ενός super market, άλλες στην περίπτωση ενός

νοσοκομείου και άλλες στην εγκατάσταση ενός μουσείου. Όμως οι επιλογές με βάση την ποιότητα που απαιτεί κάθε περίπτωση εφαρμογής μιας εγκατάστασης κλιματισμού οδηγούν σε διαφορετικά **οικονομικά στοιχεία**, τα οποία αλλάζουν το κόστος της εγκατάστασης σε μεγάλα όρια.

Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να εξεταστεί κατά τη φάση της προμελέτης είναι οι **περιβαλλοντικές επιπτώσεις** που μπορεί να έχει η επιλογή κάθε εναλλακτικής λύσης κλιματισμού ενός χώρου. Για παράδειγμα σε μερικές περιπτώσεις δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση στην οροφή του κτιρίου **πύργων ψύξης**, για λόγους αισθητικούς ή περιβαλλοντικούς. Επομένως αποκλείεται η περίπτωση χρήσης υδρόψυκτων εγκαταστάσεων κλιματισμού.

Σε άλλες περιπτώσεις δεν είναι ανεκτή **η στάθμη θορύβου** αερόψυκτης εγκατάστασης πάνω από συγκεκριμένα όρια ισχύος και επομένως ο μελετητής θα πρέπει να επιλέξει λύσεις με πολλές και μικρές μονάδες κλιματισμού αντί μιας κεντρικής, μεγάλης μονάδας. Κατά την προμελέτη θα πρέπει επίσης να αποφασιστεί, σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα της οικοδομής, αν θα τοποθετηθεί **ψευδοροφή** ή όχι και ποιο θα είναι το διάκενο μεταξύ της ψευδοροφής και της οροφής. Το στοιχείο αυτό θα βοηθήσει να αποφασιστεί ο σχεδιασμός των δικτύων των αεραγωγών προσαγωγής, επιστροφής και εξαερισμού.

Αφού τελειώσει η προμελέτη, αρχίζει η σύνταξη της **οριστικής μελέτης** στην οποία θα πρέπει να περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για να μπορέσουν οι ενδιαφερόμενοι τεχνικοί (ψυκτικοί) να κοστολογήσουν το έργο και να συντάξουν τις προσφορές τους.

Στην οριστική μελέτη μίας εγκατάστασης κλιματισμού θα πρέπει να περιλαμβάνονται:

- (1) **Η λεπτομερής περιγραφή** του συστήματος κλιματισμού που έχει επιλεγεί κατά τη φάση της προμελέτης (π.χ. οι μονάδες κλιματισμού θα είναι απευθείας εκτόνωσης θέρμανσης-ψύξης) και μικρό δίκτυο αεραγωγών ή με κεντρικό ψύκτη και λέβητα ζεστού νερού, που θα τροφοδοτούν τερματικές μονάδες τύπου FAN COILS δαπέδου ή οροφής κλπ.).
- (2) **Οι προδιαγραφές** κάθε τμήματος, μηχανήματος και συσκευής που απαρτίζει την εγκατάσταση του κλιματισμού π.χ. το συγκρότημα παραγωγής ψυχρού νερού (chiller) θα είναι ψυκτικής ισχύος 30 Kw σε συνθήκες λειτουργίας που καθορίζονται από τα διεθνή standards και θα αποτελείται: α) Από ημίκλειστο παλινδρομικό συμπιεστή για R₂₂. β) Από εξατμιστή (ψύκτη) τύπου σωλήνων μέσα σε μεταλλικό

μονωμένο κέλυφος. γ) Από υδρόψυκτο συμπυκνωτή τύπου σωλήνων μέσα σε μεταλλικό κέλυφος. δ) Από εκτονωτική βαλβίδα θερμοστατική. ε) Από πλήρη πίνακα αυτοματισμών ελέγχου και προστασίας στον οποίο θα υπάρχουν και ενδεικτικά όργανα μέτρησης των πιέσεων και θερμοκρασιών του ψυκτικού ρευστού, του νερού, του ψυκτελαίου κλπ.

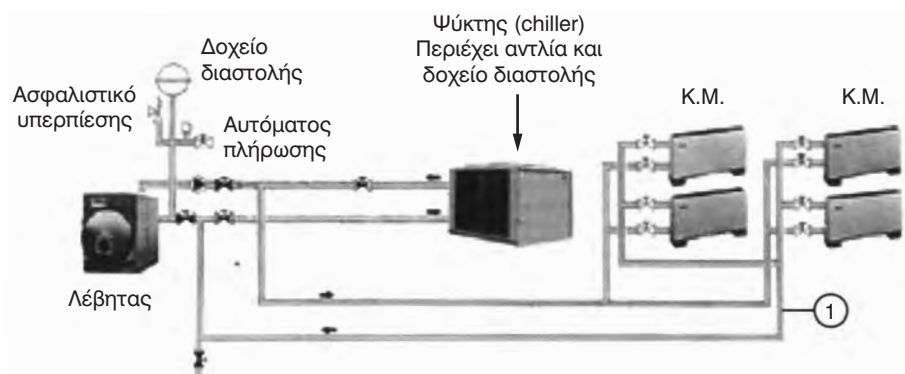


Σχήμα 25.1 Ένα από τα σπουδαιότερα τμήματα του ψυχορροασίου, μίας εγκατάστασης κεντρικού κλιματισμού είναι το συγκρότημα παραγωγής του ψυχρού νερού (chiller).

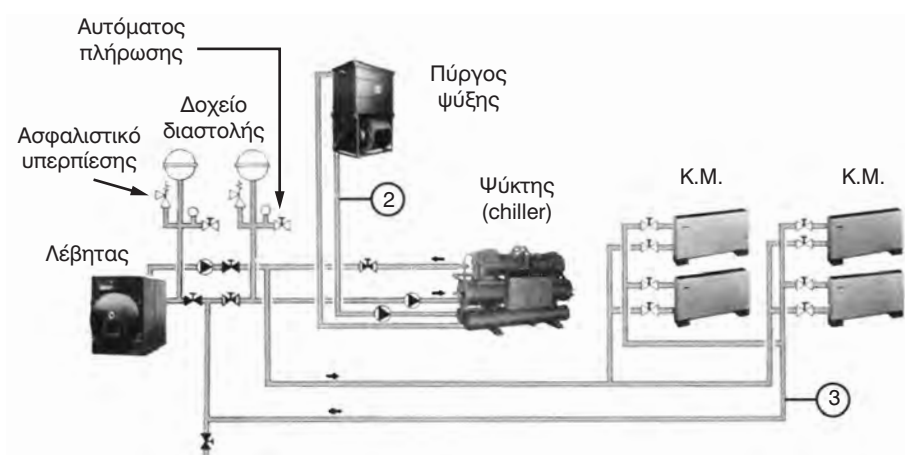
Φυσικά οι προδιαγραφές μπορεί και πρέπει να περιλαμβάνουν ακόμη μεγαλύτερες λεπτομέρειες που θα διευκολύνουν τον τεχνικό που θα πραγματοποιήσει την εγκατάσταση κλιματισμού. Τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι:

- Οι μέγιστες διαστάσεις των μηχανημάτων (για να χωρέσουν στο χώρο που θα τοποθετηθούν).
- Το είδος της βαφής (απλή, ηλεκτροστατική, αντιδιαβρωτική κλπ.).
- Η προέλευση των μηχανημάτων, ως στοιχείο προτίμησης του ιδιοκτήτη του κτιρίου (π.χ. ελληνικής, αμερικανικής ή ιαπωνικής κατασκευής κλπ.).
- Ο αυτοματισμός που θα περιλαμβάνει η εγκατάσταση. Δηλαδή θα περιλαμβάνει σύγχρονο σύστημα διαχείρισης κτιρίων με έλεγχο από κεντρικό υπολογιστή ή θα λειτουργεί με τα συνήθη συστήματα αυτομάτου ελέγχου και προστασίας κλασικού τύπου.

(3) Η κάτοψη του δικτύου των αεραγωγών. Πρέπει να είναι με κλίμακα και να περιλαμβάνει την τελική του μορφή, με τις διαστάσεις των αεραγωγών και το είδος της μόνωσής τους. Θα πρέπει επίσης να φαίνονται η θέση, το είδος και οι διαστάσεις των στομιών



(Α) Αερόψυκτο συγκρότημα



(Β) Υδροψυκτο συγκρότημα

Σχήμα 25.2 Διάγραμμα δικτύου σωληνώσεων κλιματιστικής εγκατάστασης
(1) Δίκτυο ψυχρού νερού, (2) Δίκτυο πύργου ψύξης, (3) Δίκτυο ψυχρού νερού.

(4) Η κάτοψη και το κατακόρυφο διάγραμμα των σωληνώσεων ψυκτικού ρευστού και κυκλωμάτων νερού (υπό κλίμακα), με όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες κατασκευής του δικτύου (θέση εξαρτημάτων ελέγχου, βάνες, διάμετροι σωλήνων, υλικό κατασκευής των σωλήνων, μονώσεις, αυτοματισμοί κλπ.).

- (5) **Το δίκτυο εξαερισμού**, με όλες τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξαεριστήρα. Π.χ. ο εξαεριστήρας θα είναι φυγοκεντρικός, 1200 L/s, εξωτερικής στατικής πίεσης 300 Pa (30 mm Υ.Σ.), χαμηλής στάθμης θορύβου, μεταβλητής ταχύτητας κλπ.
- (6) **Προδιαγραφές των αντλιών και κυκλοφορικών** του δικτύου νερού καθώς και εξαρτημάτων και οργάνων που πρέπει να περιλαμβάνονται στο δίκτυο σωληνώσεων του νερού.
- (7) **Ο επιθυμητός αυτοματισμός** που θα ελέγχει και θα προστατεύει την εγκατάσταση.
- (8) **Άλλα στοιχεία χρήσιμα** για την εκτίμηση του κόστους.

Τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι:

- **Η απόσταση** της οικοδομής από την περιοχή της άσκησης των δραστηριοτήτων του τεχνικού που θα αναλάβει την εγκατάσταση.
- **Οι συνθήκες εργασίας** που θα επικρατούν στους χώρους εγκατάστασης του κλιματισμού (π.χ. σε υπόγεια, στενούς διαδρόμους, πατάρια κλπ.).
- **Τα ειδικά μηχανήματα** που θα απαιτηθούν για την τοποθέτηση των διαφόρων τμημάτων ή εξαρτημάτων της κλιματιστικής εγκατάστασης (π.χ. γερανοί, κλαρκ, σκαλωσιές κλπ.).
- Αν ο ιδιοκτήτης της οικοδομής παρέχει **ηλεκτρικό ρεύμα** για την εκτέλεση των απαιτούμενων εργασιών κατά την εγκατάσταση των διαφόρων τμημάτων ή εξαρτημάτων του κλιματισμού.
- Αν η **συλλογή και αποχέτευση των συμπυκνωμάτων** των κλιματιστικών μονάδων είναι στις υποχρεώσεις του εγκαταστάτη των κλιματιστικών μονάδων ή του υδραυλικού της οικοδομής.
- Αν η **ηλεκτρική παροχή** της κλιματιστικής εγκατάστασης (από το γενικό πίνακα της οικοδομής έως τον πίνακα κλιματισμού) θα βαρύνει τον εγκαταστάτη του κλιματισμού ή τον ηλεκτρολόγο.
- **Οποιοσδήποτε άλλες πληροφορίες** που θα δώσουν πληρέστερη εικόνα των απαιτήσεων της κλιματιστικής εγκατάστασης και καλύτερη εκτίμηση του κόστους της. Έτσι, η σύνταξη της προσφοράς θα γίνει χωρίς σφάλματα ή παραλείψεις που δημιουργούν πολλές φορές προβλήματα αποπεράτωσης της εγκατάστασης (συνήθως λόγω υπέρβασης του κόστους της κατασκευής από απρόβλεπτα έξοδα).

Έχοντας την οριστική μελέτη της εγκατάστασης με όλα τα παραπάνω στοιχεία, μπορούμε να κάνουμε την κοστολόγησή της. Για την καταγραφή και κοστολόγηση των διαφόρων εξαρτημάτων, συσκευών και επιμέρους μηχανημάτων που συγκροτούν την εγκατάσταση, έχουν επινοηθεί από τις κατασκευαστικές εταιρείες κλιματισμού έντυπα διαφόρων τύπων. Ένα τέτοιο έντυπο, σε πολύ απλή μορφή, φαίνεται στο σχήμα (25.3).

ΕΝΤΥΠΟ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ-ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ					
ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ:.....		ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:.....			
ΤΗΛΕΦΩΝΑ:					
ΤΜΗΜΑ: Ψυχροστάσιο					
A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ- ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑ- ΔΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Ψύκτης νερού (chiller)	1 τεμάχιο	7340	7340	Με προδιαγρα- φές της μελέτης
2	Κεντρική μονάδα επεξεργασίας του αέρα	1 τεμάχιο	1470	1470	
3	κλπ.				
15	Μικροϋλικά σύνδεσης των διαφόρων εξαρτημάτων και μηχανημάτων			295	Κατ' εκτίμηση
16	* Κόστος εργασίας για την εγκατάσταση και συναρμο- λόγηση των εξαρτημάτων και μηχανημάτων του ψυχροστασίου			4400	

* Ημερομίσθια τεχνίτη με το βοηθό του και ασφάλιση

Κόστος
Ψυχρο-
στασίου

13505

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τα υπόλοιπα τμήματα της εγκατάστασης, όπως το τμήμα του **πύργου ψύξης των αεραγωγών, των σωληνώσεων νερού, της αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων, των αυτοματισμών ελέγχου και προστασίας κλπ.**

Έχοντας την οριστική μελέτη της εγκατάστασης με όλα τα παραπάνω στοιχεία, μπορούμε να κάνουμε την κοστολόγησή της και να συντάξουμε την προσφορά. Ενδεικτική μορφή εντύπου τελικής κοστολόγησης εγκατάστασης κλιματισμού φαίνεται στο σχήμα 16.4.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

A. Υποθετικό συνολικό κόστος των τμημάτων της εγκατάστασης	30,000 €
B. Απρόβλεπτα έξοδα 5-10% (έστω ότι παίρνουμε 5%)	1,500 €
NEO ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	31,500 €
Γ. Κέρδος 15-30% (έστω ότι παίρνουμε 20%)	6,300 €
Δ. Τελικό κόστος (με το σχετικό κέρδος)	37,800 €
Ε. ΦΠΑ 18%	6,800 €
ΣΤ. Τιμή που πρέπει να περιλαμβάνει η προσφορά:	44,600 €

Σε δημοτικά και δημόσια έργα, γίνεται συνήθως μια αναλυτική καταγραφή των στοιχείων της εγκατάστασης από τους τεχνικούς της Δημόσια υπηρεσίας σύμφωνα με τους ισχύοντες τιμοκαταλόγους του ΤΕΕ (Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας) και στη συνέχεια συντάσσεται ένας προϋπολογισμός με τον οποίο γίνεται η προκήρυξη για το διαγωνισμό εκτέλεσης της εγκατάστασης κλιματισμού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο διαγωνισμός γίνεται συνήθως με κλειστές προσφορές και η εγκατάσταση δίνεται σ' αυτόν που προσφέρει τη μεγαλύτερη έκπτωση επί του προϋπολογισθέντος κόστους του έργου (μειοδοτικός διαγωνισμός).

3. Απαιτούμενος εξοπλισμός

- (1) Ημικεντρική μονάδα κλιματισμού εγκατεστημένη.
- (2) Τιμοκατάλογος μονάδων κλιματισμού διαφόρων εταιρειών.
- (3) Τιμοκατάλογος ενδεικτικών τιμών εξαρτημάτων συσκευών που διατίθεται από το ΤΕΕ.
- (4) Έντυπα κοστολόγησης που χρησιμοποιούν διάφορες κατασκευαστικές εταιρείες.
- (5) Χαρτί-μολύβι.

4. Πορεία εργασίας

- (1) Χωρίστε την εγκατάσταση κλιματισμού του εργαστηρίου σας στα τμήματα από τα οποία απαρτίζεται. Δηλαδή:

- A. Στη μονάδα κλιματισμού, όπως αυτή προσφέρεται στο εμπόριο.
B. Στο τμήμα αεραγωγών – στομιών.
Γ. Στο τμήμα σωληνώσεων.
Δ. Στο ηλεκτρολογικό τμήμα-τμήμα αυτοματισμών.
- (2) Συντάξτε λεπτομερείς προδιαγραφές για κάθε τμήμα ή εξάρτημα της εγκατάστασης.
- (3) Υπολογίστε το κόστος εργασίας για κάθε τμήμα της εγκατάστασης και το συνολικό εργατικό κόστος.
- (4) Συμπληρώστε το σχετικό έντυπο κοστολόγησης (Σχήμα 16.3) για κάθε τμήμα και εξάρτημα της εγκατάστασης.
- (5) Υπολογίστε το συνολικό κόστος της εγκατάστασης με το σχετικό κέρδος και τον Φ.Π.Α.
- (6) Συντάξτε προσφορά προς υποτιθέμενο πελάτη, τονίζοντας τα πλεονεκτήματα της προσφερόμενης μονάδας, την αξιοπιστία της εταιρείας, το service, την εξασφάλιση ανταλλακτικών, τον κατάλογο πελατών σας, την τεχνική υποστήριξη που θα έχει ο πελάτης μετά την εγκατάσταση της μονάδας.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Καλό θα είναι οι μαθητές να χωριστούν σε ομάδες των δύο ή τριών ατόμων και η κοστολόγηση της κλιματιστικής μονάδας να γίνει από κάθε ομάδα χωριστά. Στο τέλος θα κληθεί κάθε ομάδα να δικαιολογήσει το διαφορετικό κόστος από τις άλλες ομάδες και να βρεθεί τελικά η ορθή εκτίμηση της εγκατάστασης.

- (7) Υπολογίστε το κόστος της ίδιας εγκατάστασης σε διαφορετικές συνθήκες από εκείνες του εργαστηρίου σας (π.χ. διπλάσια απόσταση μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής μονάδας, τοποθέτηση της εξωτερικής μονάδας στην οροφή ενός τετραώροφου κτιρίου, εγκατάσταση της μονάδας εκτός της πόλης που δραστηριοποιείται η εταιρεία σας κ.λ.π.)
- (8) Συζητήστε με τη παρουσία του εκπαιδευτικού σας το αποτέλεσμα (κόστος εγκατάστασης) και δικαιολογήστε τη διαφορά σας από τους συμμαθητές σας.
- (9) Παραδώστε έντυπα, εργαλεία και υλικά που είχατε δανειστεί στην αποθήκη του εργαστηρίου.

κεφάλαιο 2

ΕΚΦΡΩΝΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

- ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ
- ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
- ΣΥΝΤΟΜΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ

ΣΤΟΧΟΙ

- Να δοθούν οι εκφωνήσεις τυπικών εργαστηριακών ασκήσεων, ώστε ο καθηγητής, ανάλογα με τον εξοπλισμό που διαθέτει το εργαστήριο του, να αποφασίσει ποιες από αυτές μπορεί να εκτελέσει.
- Να δοθεί πολύ συνοπτικά η διαδικασία εκτέλεσης της κάθε άσκησης και να γίνεται η παραπομπή στα αντίστοιχα κεφάλαια της θεωρίας.

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Η ανομοιομορφία του εξοπλισμού των εργαστηρίων δεν επιτρέπει τη συγγραφή ασκήσεων κατάλληλων για το κάθε εργαστήριο. Γι' αυτό και οι αναφερόμενες ασκήσεις στο προηγούμενο κεφάλαιο έχουν επιπλέον στόχο την καθοδήγηση στον τρόπο σύλληψης, διατύπωσης και εκτέλεσης των εργαστηριακών ασκήσεων.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, που είναι και το κυριότερο του βιβλίου, οι ασκήσεις είναι σε πλήρη ανάλυση. Προϋπόθεση όμως για να εκτελεστούν, είναι να υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός, ο οποίος θα πρέπει να είναι περίπου όπως περιγράφεται στο μέρος "Γ" του παρόντος βιβλίου. Όμως, κατά πάσα πιθανότητα, ο εξοπλισμός αυτός δεν θα υπάρχει ή θα υπάρχει μόνο ένα τμήμα του.

Η ανάλυση πολλών από τις ασκήσεις που αναπτύσσονται στο προηγούμενο κεφάλαιο γίνεται όχι μόνο με την παραδοχή ότι ο απαιτούμενος εξοπλισμός υπάρχει αλλά και ότι είναι όπως ακριβώς περιγράφεται στο μέρος "Γ". Η ανάπτυξη αυτή, έστω και αν ο εξοπλισμός του εργαστηρίου είναι διαφορετικός, θα μπορέσει τουλάχιστον να χρησιμοποιηθεί ως υπόδειγμα εκτέλεσης εργαστηριακών ασκήσεων (σύνταξη φύλλων εργασίας, οδηγίες βήμα προς βήμα), ώστε ο καθηγητής και οι μαθητές να τις έχουν ως οδηγό. Με βάση αυτές τις ασκήσεις και ανάλογα με τον εξοπλισμό του κάθε εργαστηρίου θα πρέπει να συνταχθούν τα κατάλληλα φύλλα εργασίας και να προσαρμοστούν οι ασκήσεις σύμφωνα με τα διατιθέμενα μέσα του κάθε εργαστηρίου.

Υπάρχουν και ασκήσεις που έχουν σκοπό να γνωρίσουν στους μαθητές κάποια ειδική τεχνογνωσία, όπως π.χ. συμβαίνει με τη διαστασιολόγηση

και την τεχνική περιγραφή των στοιχείων των ΚΜ ή με τις ασκήσεις συντήρησης. Οι ασκήσεις αυτές δεν απαιτούν ιδιαίτερα δύσκολο εξοπλισμό και μπορούν να εκτελεστούν ακόμη και με ελάχιστα μέσα. Στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται σε συνοπτική ανάπτυξη αρκετές ακόμη τέτοιες ασκήσεις.

Η ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΟΜΑΔΕΣ

Για την καλύτερη δυνατή διευκόλυνση, οι εκφωνήσεις των ασκήσεων έχουν τακτοποιηθεί κατά ομάδες ανάλογα με το αντικείμενο που διαπραγματεύονται. Οι ομάδες αυτές είναι οι εξής:

- (1) Περιγραφή κλιματιστικών μονάδων και αυτοματισμών.
- (2) Ασκήσεις ψυχομετρίας.
- (3) Ασκήσεις με δίκτυα σωληνώσεων.
- (4) Ασκήσεις συντήρησης.

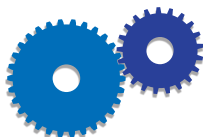
Όσον αφορά τις ασκήσεις που είναι σε πλήρη παρουσίαση στο τρίτο μέρος του παρόντος βιβλίου, μετά την εκφώνησή τους, αναφέρεται ο αριθμός της άσκησης με τον οποίο θα τη βρείτε. Οι πλήρως αναλυμένες ασκήσεις που αναφέρονται στο τρίτο μέρος του βιβλίου έχουν τη δική τους αρίθμηση και δεν ακολουθούν τον παραπάνω διαχωρισμό κατά ομάδες.

Στις περισσότερες ασκήσεις, μετά την εκφώνηση, αναφέρονται συνοπτικά οι στόχοι και κάποιες γενικές οδηγίες για την εκτέλεση τους ή γίνεται παραπομπή στα αντίστοιχα κεφάλαια της θεωρίας.

Ευνόητο είναι ότι ο καθηγητής είναι ελεύθερος, ανάλογα με τον εξοπλισμό που διαθέτει το εργαστήριό του, να συντάξει και δικές του ασκήσεις ή να προσαρμόσει τις προτεινόμενες.

1. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ

Οι ασκήσεις αυτές προορίζονται να εξοικειώσουν τους μαθητές στην αναγνώριση των μερών από τα οποία αποτελείται μία κλιματιστική εγκατάσταση και τον τρόπο που επενεργούν σ' αυτή τα συστήματα αυτοματισμού.



ΑΣΚΗΣΗ 26η

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΕΝΑ ΔΙΚΤΥΟ FCU

1. Σκοπός

- ❖ Οι μαθητές θα μελετήσουν και θα καταγράψουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται το δίκτυο των FCU της εργαστηριακής διάταξης.

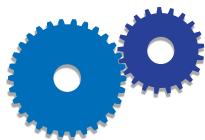
2. Συνοπτική περιγραφή

Στην αρχή θα χωριστούν οι μαθητές σε τρεις ομάδες, όσα και τα FCU της εργαστηριακής διάταξης. Στη συνέχεια θα δουν οι μαθητές από κοντά τα FCU, θα ανοίξουν τα μπροστινά καλύμμά τους, θα δουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται το κάθε FCU, θα αφαιρέσουν και θα επανατοποθετήσουν το φίλτρο του αέρα. Μετά θα δουν το σύστημα αυτοματισμού τους, θα μάθουν τι ρόλο έχει ο διακόπτης θέρους-χειμώνα, ο θερμοστάτης και ο διακόπτης των τριών ταχυτήτων.

Στη συνέχεια θα εξετάσουν οι μαθητές το σύστημα παραγωγής του ψυχρού νερού, τον κυκλοφορητή, το δοχείο διαστολής, τον αυτόματο πλήρωσης και τις ρυθμιστικές βάνες της ροής του νερού. Θα κάνουν στο φύλλο της άσκησης την περιγραφή του συστήματος και θα αναφέρουν συνοπτικά τη λειτουργία του κάθε εξαρτήματος.

Θα εξηγηθεί στους μαθητές πώς είναι αντίστοιχα μία μεγάλη πραγματική ψυκτική εγκατάσταση, ότι π.χ. αντί για κυκλοφορητή έχουμε μία κανονική αντλία νερού, αντί για το μικρό συγκρότημα παραγωγής κρύου νερού έχουμε ένα chiller (υδρόψυκτο ή αερόψυκτο) κλπ.

Μετά θα τεθεί σε λειτουργία το δίκτυο και θα δουν οι μαθητές πώς λειτουργεί στην πράξη το σύστημα αυτοματισμού του κάθε FCU.



ΑΣΚΗΣΗ 27η

*ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΜΙΑ ΚΚΜ
Ή ΜΙΑ ΗΚΜ ΚΑΙ ΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΗΣ*

1. Σκοπός

➤ Να μελετήσουν οι μαθητές και να καταγράψουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται η ΚΚΜ ή η ΗΚΜ της εργαστηριακής διάταξης. Να δουν επίσης το σύστημα αυτοματισμού και τον τρόπο που επενεργεί αυτό στα διάφορα μέρη της ΚΚΜ ή της ΗΚΜ. Στην περιγραφή αυτής της άσκησης υποτίθεται ότι βρισκόμαστε σε ένα εργαστήριο εξοπλισμένο σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο «Μέρος Α» του παρόντος βιβλίου και ως εκ τούτου έχουμε μία ΚΚΜ για τις ασκήσεις κλιματισμού και μία ΗΚΜ για την προσομοίωση των ψυκτικών φορτίων.

2. Συνοπτική περιγραφή

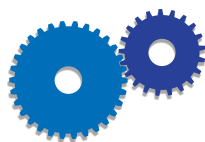
Οι μαθητές δεν είναι δυνατό να χωριστούν σε ομάδες επειδή η ΚΜ είναι μόνο μία. Καλό όμως είναι, αν μπορούν, οι ασκήσεις πάνω στην ΚΚΜ ή στην ΗΚΜ να εκτελούνται με μικρές ομάδες μαθητών. Στη συνέχεια θα δουν οι μαθητές από κοντά την ΚΚΜ ή την ΗΚΜ, θα ανοίξουν τα καλύμμά της, θα δουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται, θα αφαιρέσουν και θα επανατοποθετήσουν το φίλτρο του αέρα, θα δουν το στοιχείο (coil), τον υγραντήρα, τον ανεμιστήρα και το στοιχείο αναθέρμανσης.

Αν πρόκειται για ΚΚΜ θα εξετάσουν πώς είναι το σύστημα έδρασης, ώστε να μη μεταφέρονται οι κραδασμοί στο κτίριο.

Μετά θα εξετάσουν το σύστημα αυτοματισμού και θα μάθουν το ρόλο του κάθε θερμοστάτη και κάθε υγραστάτη. Αν υπάρχει κεντρικό, ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου, θα εξετάσουν πώς αυτό λειτουργεί και πώς προγραμματίζεται.

Θα γίνει σκίτσο στο φύλλο της άσκησης και θα καταγραφούν εκεί όλα τα μέρη από τα οποία αποτελείται η μονάδα και ο ρόλος τους.

Μετά θα τεθεί σε λειτουργία η ΚΜ και θα δουν οι μαθητές πώς λειτουργεί στην πράξη το σύστημα αυτοματισμού. Θα προβούν σε αλλαγές των ρυθμίσεων στους θερμοστάτες και τους υγραστάτες και θα παρατηρήσουν τις αλλαγές στη συμπεριφορά της ΚΜ και τις αλλαγές στις συνθήκες του χώρου. Οι αλλαγές που θα παρατηρούνται θα καταγράφονται στο φύλλο της άσκησης.



ΑΣΚΗΣΗ 28η

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

1. Σκοπός

- Να αναγνωρίσουν οι μαθητές τους τρεις βασικούς αεραγωγούς: ανακυκλοφορίας αέρα, επιστροφής και πρωτεύοντος αέρα.

2. Συνοπτική περιγραφή

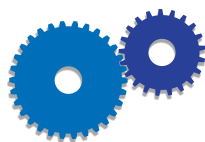
Οι μαθητές θα ενημερωθούν για τον τρόπο που είναι οργανωμένο το δίκτυο των αεραγωγών, θα δουν τα τάμπερ και θα ενημερωθούν για τον τρόπο που αυτά λειτουργούν. Θα μάθουν ακόμη για τον τρόπο που ρυθμίζεται η σχέση νωπού αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας.

2. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

Οι ασκήσεις ψυχομετρίας αναμένεται ότι θα παρουσιάσουν κάποια περισσότερα προβλήματα, κυρίως λόγω των δυσκολιών που υπάρχουν προκειμένου να λαμβάνονται μετρήσεις με επαρκή ακρίβεια. Οι δυσκολίες αυτές παρουσιάζονται ακόμη και στα πλέον οργανωμένα εργαστήρια. Το μεγαλύτερο πρόβλημα υπάρχει στη μέτρηση της ταχύτητας του αέρα κατά την οποία το σφάλμα κυμαίνεται συνήθως σε μεγάλα όρια.

Επίσης πολλά πράγματα με άλλο τρόπο προσεγγίζονται στη θεωρία και με άλλο στην πράξη. Για παράδειγμα, στις ασκήσεις θεωρίας στην ψυχομετρία λέμε: «Συνθήκες χώρου 27°C/50%» και συνεχίζουμε τις πράξεις. Όταν όμως θα εκτελέσουμε την αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση θα δούμε ότι ένας χώρος δεν έχει παντού τις ίδιες συνθήκες και αν μετρήσουμε τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία στις δύο απέναντι γωνίες της αίθουσας, μπορεί να έχουμε σημαντικές διαφορές.

Θα χρειαστούν αρκετές παρεμβάσεις από τον καθηγητή για να μην ξεφύγουν οι ασκήσεις από την πορεία τους. Οι παρεμβάσεις αυτές όμως θα έχουν και διδακτικό χαρακτήρα επειδή θα βοηθήσουν τους μαθητές να αντιληφθούν τη δυσκολία που παρουσιάζουν γενικά οι μετρήσεις και την απόσταση που υπάρχει μεταξύ της θεωρίας και της πράξης.



ΑΣΚΗΣΗ 29η

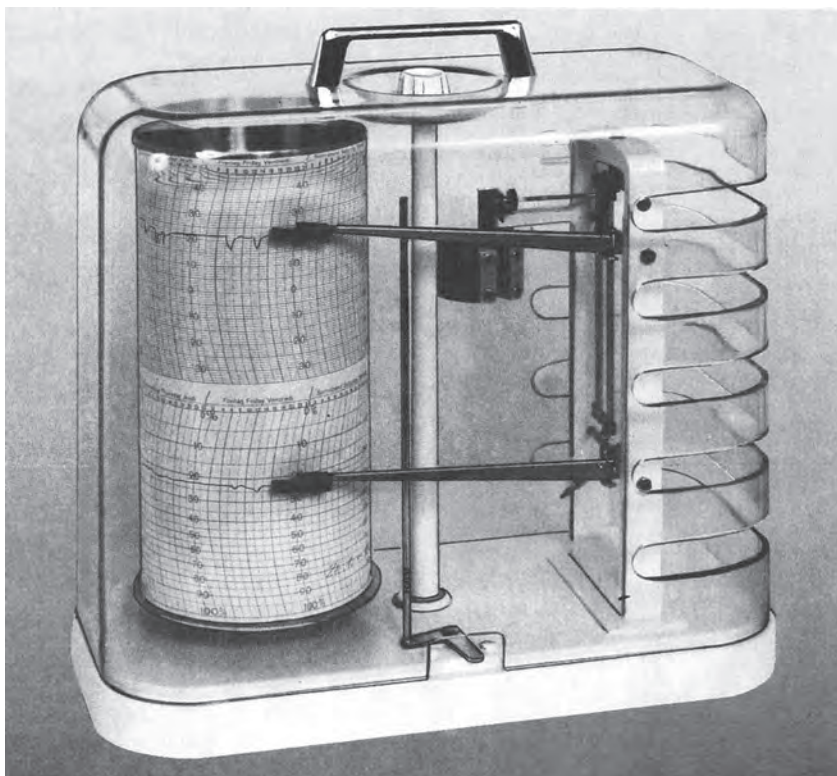
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ-ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

1. Σκοπός

➤ Η άσκηση αυτή έχει ως αντικείμενο να εξετάσει τις μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος και του εσωτερικού χώρου. Η άσκηση θα φέρει τους μαθητές κοντά στις έννοιες της ψυχομετρίας και στα στοιχεία που περιγράφονται στον ψυχομετρικό χάρτη.

Επίσης οι μαθητές θα μάθουν τη λειτουργία του αυτόματου καταγραφικού, πότε και πώς αυτό χρησιμοποιείται και τι συμπεράσματα μπορούμε να βγάλουμε.

Η άσκηση μπορεί να γίνει δύο φορές: μία φορά όταν είναι χειμώνας και μία φορά όταν είναι καλοκαίρι.



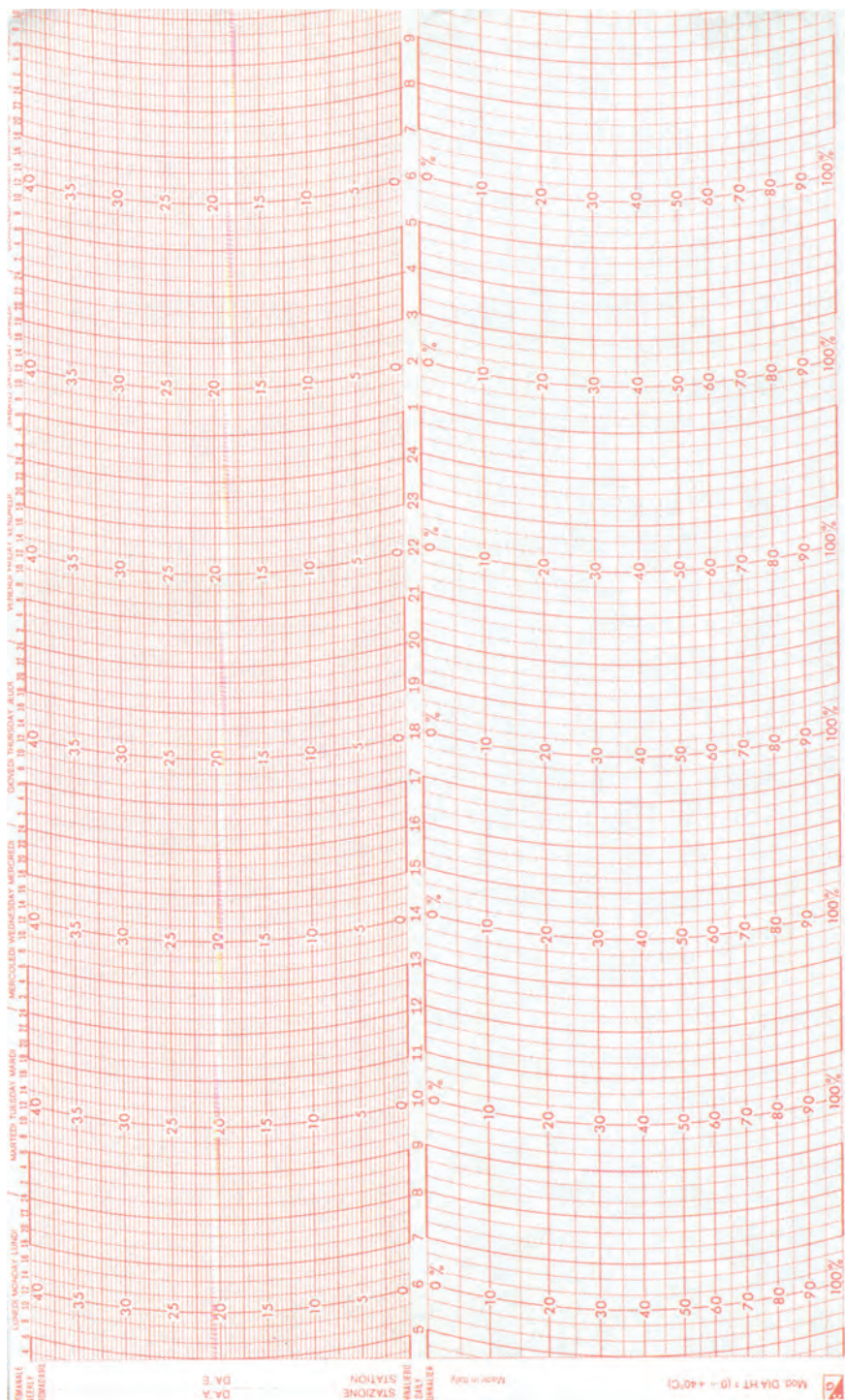
Σχήμα 29.1 Καταγραφικό μηχανήμα θερμοκρασίας - υγρασίας με τύμπανο

2. Διαδικασία της άσκησης

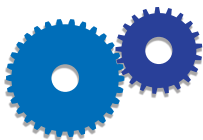
Προς το τέλος κάποιου μαθήματος, τα δύο αυτόματα καταγραφικά (θερμοκρασίας – υγρασίας) θα ρυθμιστούν έτσι ώστε να έχουν τις ίδιες ενδείξεις στο ίδιο σημείο της αίθουσας. Μετά θα τοποθετηθούν το ένα στο κέντρο της αίθουσας και το άλλο στο εξωτερικό περιβάλλον. Το δεύτερο θα είναι σε ασφαλές μέρος και προστατευμένο από τις καιρικές συνθήκες, π.χ. σε κάποιο δώμα ή κοντά σε ένα παράθυρο κάποιας άλλης αίθουσας που θα έχει μείνει επίτηδες ανοικτό κλπ. Τα καταγραφικά επί αρκετές ημέρες θα καταγράφουν τις εσωτερικές και τις εξωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία και σχετική υγρασία).

Σκόπιμο είναι μεταξύ των ημερών κατά τις οποίες θα τοποθετηθούν τα καταγραφικά να συμπεριλαμβάνεται και ένα Σαββατοκύριακο, κατά το οποίο το σχολείο δεν θα θερμαίνεται. Οι σελίδες των καταγραφικών θα αφαιρεθούν λίγο πριν αρχίσει το μάθημα.

Στην αρχή του μαθήματος, οι σελίδες των καταγραφικών θα μοιραστούν στους μαθητές (σε φωτοτυπίες). Θα γίνει αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και υπολογισμοί πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη. Π.χ. οι μαθητές θα υπολογίσουν το ποσό της θερμότητας που εισέρρευσε ή εξήλθε από το χώρο σε κάποιο χρονικό διάστημα, π.χ. μέσα σε μία ημέρα.



Σχήμα 24.2 Σελίδα καταγραφικού μηχανήματος (θερμοκρασίας-υγρασίας), εβδομαδιαίας παρακολούθησης



ΑΣΚΗΣΗ 30ή

ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ

1. Σκοπός

- Η άσκηση αυτή έχει ως αντικείμενο να εξετάσει το εσωτερικό περιβάλλον σε σχέση με τις συνθήκες που επικρατούν στον εξωτερικό χώρο και σε συνδυασμό με την ψυχομετρία.
- Η άσκηση μπορεί επίσης να γίνει δύο φορές: μία φορά όταν είναι χειμώνας και μία φορά όταν είναι καλοκαίρι.

2. Διαδικασία της άσκησης

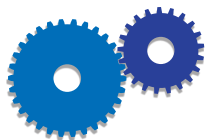
Κάθε 30' θα γίνεται μέτρηση των συνθηκών του εξωτερικού περιβάλλοντος. Τα δύο αυτόματα καταγραφικά θα τοποθετηθούν σε δύο απομεμακρυσμένες μεταξύ τους θέσεις της αίθουσας στις δύο απέναντι γωνίες. Στις άλλες δύο γωνίες και στο κέντρο του χώρου θα γίνονται μετρήσεις κάθε 15' από μία ομάδα μαθητών σε κάθε θέση.

Οι συνθήκες του χώρου θα μεταβάλλονται σταδιακά με τα διάφορα μέσα που διαθέτει το εργαστήριο. Οι μεταβολές θα εξαρτηθούν και από τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατούν. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μπορούν να γίνουν οι εξής ενέργειες:

- Να ανοιχτούν τα παράθυρα και να μείνουν έτσι για 15'. Πριν από το άνοιγμα και μετά το κλείσιμο θα μετρηθούν οι εσωτερικές συνθήκες. Θα γίνονται στη συνέχεια μετρήσεις ανά 15', χωρίς να λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης.
- Να λειτουργήσει το σύστημα θέρμανσης για 15' περίπου και να γίνουν ανάλογες καταγραφές.
- Ομοίως, να λειτουργήσει για λίγο το σύστημα κλιματισμού.
- Ομοίως, να λειτουργήσει για λίγο μόνο το σύστημα ύγρανσης.

Κατά τη διάρκεια των παραπάνω, οι μαθητές θα καταγράφουν σε ειδικό καταγραφικό χαρτί, όπως αυτό των καταγραφικών οργάνων, ή σε απλό χαρτί μιλιμετρέ τις μετρήσεις της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας, τόσο στο εξωτερικό περιβάλλον όσο και στον κλιματιζόμενο χώρο. Επίσης, θα σημειώνουν τις μεταβολές πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη και θα υπολογίζουν και το ποσό της θερμότητας που εισέρρευσε ή που χάθηκε

από το χώρο (χρειάζεται να υπολογιστούν τα m^3 του αέρα της αίθουσας). Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα συγκεντρώσουν αυτά τα στοιχεία και θα τα ανταλλάξουν μεταξύ τους (σε φωτοτυπίες) προκειμένου να βγάλουν τα συμπεράσματά τους. Η εξαγωγή συμπερασμάτων μπορεί να δοθεί και ως κατ' οίκον εργασία.



ΑΣΚΗΣΗ 31η

Η ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΚΜ

1. Σκοπός

➔ Η άσκηση αυτή έχει στόχο να εξετάσει, όταν λειτουργεί η ΚΜ, τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνει χώρα η μεταβολή των συνθηκών του εσωτερικού περιβάλλοντος σε σχέση με τις συνθήκες που επικρατούν στον εξωτερικό χώρο. Οι μετρήσεις αυτές θα αξιολογηθούν σε συνδυασμό και με την ψυχομετρία. Το εργαστήριο, πριν την εκτέλεση της άσκησης, θα έχει μείνει για μερικές μέρες χωρίς θέρμανση ή κλιματισμό.

Ακόμη πρέπει να κατανοήσουν οι μαθητές ότι δεν είναι τόσο εύκολο σε έναν χώρο να επιτύχουμε επακριβώς τις επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, όπως τις απεικονίζουμε στον ψυχομετρικό χάρτη. Η επίτευξη των συνθηκών με ακρίβεια είναι αδύνατη, όσο ακριβό εξοπλισμό και αν χρησιμοποιήσουμε. Επίσης θα δουν οι μαθητές την ανομοιομορφία των συνθηκών ακόμη και μέσα στον ίδιο χώρο. Οι απεικονίσεις στον ψυχομετρικό χάρτη είναι κατά κάποιο τρόπο ένας μέσος όρος των πραγματικών συνθηκών που αναμένεται ότι τελικά θα επικρατήσουν.

2. Διαδικασία της άσκησης

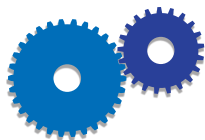
Η διαδικασία της άσκησης μοιάζει αρκετά με αυτή της προηγούμενης. Η διαφορά είναι ότι έχουμε συνεχή λειτουργία μόνο μίας συγκεκριμένης ΚΜ και μερικές ημέρες τουλάχιστον πριν την εκτέλεση της άσκησης δεν θα πρέπει να έχει λειτουργήσει η θέρμανση ή ο κλιματισμός στο εργαστήριο. Καλό είναι, αν είναι χειμώνας, να έχει μεσολαβήσει Σαββατοκύριακο και να έχουν κλειστεί και οι βάνες των θερμαντικών σωμάτων.

Με την έναρξη της άσκησης θα τεθούν σε λειτουργία τα συστήματα κλιματισμού του εργαστηρίου (δηλαδή τα συστήματα των FCU και της ΚΚΜ ή της ΗΚΜ και ενδεχομένως και ο υγραντήρας χώρου). Θα λειτουργήσουν σε ψύξη ή σε θέρμανση, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Περίπου 45' πριν να λήξει ο χρόνος του εργαστηρίου, θα διακοπεί πλήρως η λειτουργία των συστημάτων για να παρατηρηθούν οι μεταβολές.

Κάθε περίπου 30' θα γίνεται μέτρηση των εξωτερικών συνθηκών του περιβάλλοντος. Τα δύο αυτόματα καταγραφικά, όπως και στην προηγού-

μενη άσκηση, θα τοποθετηθούν σε δύο απομακρυσμένες μεταξύ τους θέσεις της αίθουσας στις δύο απέναντι γωνίες. Στις άλλες δύο γωνίες και στο κέντρο του χώρου θα γίνονται μετρήσεις κάθε 15' από ομάδες μαθητών (μία ομάδα σε κάθε θέση μέτρησης).

Τα αποτελέσματα θα αξιολογηθούν όπως και στην προηγούμενη άσκηση και ενδεχομένως να δοθεί και κατ' οίκον εργασία στους μαθητές.



ΑΣΚΗΣΗ 32η

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ FCU ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

1. Σκοπός

- Με την άσκηση αυτή οι μαθητές θα έρθουν ακόμη πιο κοντά στις βασικές έννοιες της ψυχομετρίας και στη χρήση του ψυχομετρικού χάρτη σε συνδυασμό με τις μετρήσεις που λαμβάνονται κατά τη λειτουργία των ΚΜ.
- Γενικά η επί τόπου μέτρηση της απόδοσης των FCU και ιδίως αυτή που βασίζεται σε μετρήσεις που γίνονται από την πλευρά του αέρα δεν θεωρούνται πολύ αξιόπιστες. Οι αποκλίσεις σ' αυτού του είδους τις μετρήσεις μπορεί να φτάσουν και το $\pm 25\%$. Γι' αυτό θα πρέπει να γίνονται προσεκτικά και με αξιόπιστα όργανα.

2. Συνοπτική περιγραφή

Αρχικά, με τον εξοπλισμό προσομοίωσης, θα δημιουργήσετε στο χώρο συνθήκες που να είναι σχετικά κοντά σ' αυτές των πιστοποιημένων αποδόσεων ($27/19^\circ\text{C}$). Στη συνέχεια θα υπολογιστεί με ανεμόμετρο η παροχή αέρα του κάθε FCU της εργαστηριακής διάταξης που έχετε. Να συγκρίνετε τις μετρήσεις αυτές με τις πραγματικές (πιστοποιημένες) παροχές αέρα. Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας και δικαιολογήστε τα.

Μετά να μετρηθούν οι συνθήκες εξόδου του αέρα από το κάθε FCU (θερμοκρασίες ξηρού και υγρού βολβού). Με τη βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη να υπολογιστούν οι αποδόσεις και να συγκριθούν με τις πιστοποιημένες. Οι υπολογισμοί να γίνουν και για τις τρεις ταχύτητες του κάθε FCU.

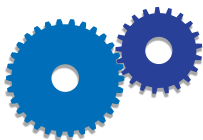
3. Διαδικασία της άσκησης

Οι μαθητές χωρίζονται σε τρεις ομάδες και η κάθε ομάδα θα κάνει τις μετρήσεις της σε διαφορετικό FCU.

- **Μέτρηση παροχών αέρα:** θα χρησιμοποιήσετε το ανεμόμετρο με την πτερωτή, θα αφαιρέσετε τις πλαστικές περσίδες στην έξοδο του αέρα των FCU, ώστε να μπορείτε να ακουμπήσετε το ανεμόμετρο πάνω στην επιφάνεια του στοιχείου. Θα χωρίσετε την επιφάνεια του κάθε FCU σε ίσα τετραγωνάκια περίπου $100 \times 100 \text{ mm}$ το καθένα και θα μετρήσετε

την ταχύτητα στο κέντρο περίπου του καθενός από αυτά. Π.χ. σε ένα FCU 200x800 mm θα κάνετε συνολικά 16 μετρήσεις. Ο μέσος όρος των μετρήσεων σας δίνει την ταχύτητα εξόδου του αέρα από το FCU από την οποία υπολογίζετε την παροχή του αέρα. Θα τη συγκρίνετε με την πιστοποιημένη παροχή του αέρα και θα υπολογίσετε την ποσοστιαία διαφορά που υπάρχει.

- **Μέτρηση συνθηκών εξόδου του αέρα:** Ομοίως, στο κέντρο του κάθε τετραγώνου θα μετρήσετε τις συνθήκες του εξερχόμενου αέρα (θερμοκρασία και σχετική υγρασία). Ο μέσος όρος αυτών των μετρήσεων θα σας δώσει μία μέση τιμή της κατάστασης του εξερχόμενου αέρα.
- **Εργασία πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη:** Τοποθετήστε τα στοιχεία που βρήκατε πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη. Θα χρησιμοποιήσετε τις παροχές που μετρήσατε και όχι τις πραγματικές (πιστοποιημένες). Πώς αξιολογείτε τα αποτελέσματα των υπολογισμών σας αν τα συγκρίνετε με τις πιστοποιημένες αποδόσεις; Θα εμπιστευόσασταν παρόμοια μέτρηση επί τόπου, για να βρείτε την απόδοση κάποιου FCU;



ΑΣΚΗΣΗ 33η

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ t_s -
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ SHR ΚΑΙ BF ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

1. Σκοπός

➤ Θα γίνει αποτύπωση των μεταβολών του αέρα πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη και θα υπολογιστούν η θερμοκρασία της ενεργού επιφανείας t_s και οι συντελεστών SHR και BF. Επίσης θα υπολογιστεί ο συντελεστής COP.

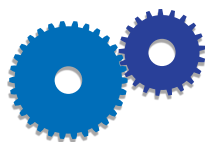
2. Συνοπτική περιγραφή

Θα τεθεί σε λειτουργία η ΚΚΜ. Θα μετρηθούν πρώτα πρώτα οι παροχές του αέρα και μετά από περίπου 30' λειτουργίας θα μετρηθούν οι συνθήκες στο χώρο και μέσα στους αεραγωγούς (θερμοκρασία και σχετική υγρασία). Θα γίνει αποτύπωση στον ψυχομετρικό χάρτη και θα υπολογιστούν τα t_s , SHR, BF και COP. Μετά θα αλλάξει ο συσχετισμός νωπού αέρα - αέρα ανακυκλοφορίας και θα τεθούν άλλες επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Θα επαναληφθεί η διαδικασία με τις νέες συνθήκες.

3. Διαδικασία της άσκησης

Η διαδικασία είναι ανάλογη με αυτή που έχει ήδη αναπτυχθεί σε προηγούμενες ασκήσεις.

➤ **Υπολογισμός της θερμοκρασίας της ενεργού επιφανείας t_s και των συντελεστών SHR και BF.** Η θεωρία έχει αναπτυχθεί στις παραγράφους 2-9, 2-11 και 2-13 του βιβλίου “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ”. Οι υπολογισμοί θα γίνουν με τη βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη. Ο υπολογισμός του COP θα γίνει με τον τρόπο που ήδη αναπτύχθηκε.



ΑΣΚΗΣΗ 34η

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ FCU ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΙΜΑΤΙΣΜΕΝΟ ΑΕΡΑ

1. Σκοπός

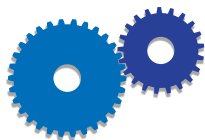
- Θα γίνει παρουσίαση της λειτουργία ενός συστήματος κλιματισμού με προκλιματισμένο αέρα. Θα γίνει αποτύπωση των μεταβολών του αέρα πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη και θα υπολογιστούν η θερμοκρασία της ενεργού επιφανείας t_s και οι συντελεστές SHR, BF και COP.

2. Συνοπτική περιγραφή

Θα τεθεί σε λειτουργία η ΚΚΜ και θα κλείσει τελείως ο αεραγωγός επιστροφής του αέρα. Ιδανικό είναι να έχει το σύστημα δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας εξόδου του αέρα από την ΚΚΜ (αν π.χ. έχει τμήμα by-pass ή τρίοδη βάνα), οπότε η θερμοκρασία του πρωτεύοντος αέρα να προκύψει κοντά στην επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου. Θα τεθεί σε λειτουργία και το σύστημα με τα FCU, το οποίο προορίζεται για τον κλιματισμό του χώρου ενώ το σύστημα των αεραγωγών προορίζεται μόνο για την ανανέωση και τον προκλιματισμό του νωπού αέρα. Θα μετρηθούν αρχικά οι παροχές του αέρα και μετά από περίπου 30' λειτουργίας οι συνθήκες στο χώρο και μέσα στους αεραγωγούς. Θα γίνει αποτύπωση στον ψυχομετρικό χάρτη και θα υπολογιστούν τα t_s , SHR, BF και COP. Μετά, αν υπάρχει χρόνος, θα αλλάξει η ποσότητα του νωπού αέρα και θα τεθούν άλλες επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Θα επαναληφθεί η διαδικασία με τις νέες συνθήκες.

3. Διαδικασία της άσκησης

Η δυσκολία στην άσκηση αυτή συνίσταται στην προσομοίωση των συνθηκών του προκλιματισμένου αέρα. Αν το στοιχείο είναι νερού με τρίοδη βάνα ή αν υπάρχει τμήμα by-pass, τότε δε θα υπάρξει κανένα πρόβλημα. Αν το στοιχείο είναι DX και δεν υπάρχει ούτε τμήμα by-pass, τότε δεν θα υπάρχουν και πολλά περιθώρια για να ρυθμιστεί αρκετά ψηλά η θερμοκρασία του προκλιματισμένου αέρα (κοντά στην επιθυμητή θερμοκρασία των χώρων). Στην περίπτωση αυτή η άσκηση θα εκτελεστεί αναγκαστικά με το σύστημα των αεραγωγών να συμμετέχει και αυτό στην αντιμετώπιση του φορτίου του χώρου, πράγμα που σε μία πραγματική εγκατάσταση είναι λάθος όταν γίνεται (παρ' όλον ότι αυτό γίνεται συχνά και στην πράξη). Κατά τα λοιπά, η άσκηση θα ακολουθήσει τις διαδικασίες των προηγούμενων ασκήσεων.



ΑΣΚΗΣΗ 35η

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ FCU ΣΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

1. Σκοπός

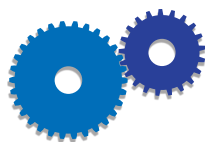
- Να γίνει παρουσίαση της λειτουργίας του συστήματος με τα FCU κατά το χειμώνα (σε θέρμανση), αποτύπωση των μεταβολών του αέρα πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη και να υπολογιστούν η θερμική ισχύς q . Η άσκηση μπορεί να εκτελεστεί ακόμη και το χειμώνα, επειδή δεν χρειάζεται εξοπλισμός προσομοίωσης. Ουσιαστικά αποτελεί μία εναλλακτική λύση για το εργαστήριο που δεν διαθέτει τέτοιο εξοπλισμό.

2. Συνοπτική περιγραφή

Θα τεθεί σε λειτουργία το δίκτυο των FCU σε κατάσταση θέρμανσης. Θα μετρηθούν μετά από περίπου 30' λειτουργίας οι συνθήκες στο χώρο. Θα γίνει αποτύπωση στον ψυχομετρικό χάρτη και θα υπολογιστούν η θερμαντική απόδοση q .

3. Διαδικασία της άσκησης

Η διαδικασία από την πλευρά του νερού είναι ανάλογη με αυτή που περιγράφεται στην άσκηση 18, αλλά είναι πολύ απλούστερη, λόγω της ανυπαρξίας λανθάνοντος φορτίου.



ΑΣΚΗΣΗ 36η

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΚΚΜ ΣΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

1. Σκοπός

- Να γίνει παρουσίαση της λειτουργίας της ΚΚΜ κατά το χειμώνα (με θέρμανση). Να γίνει αποτύπωση των μεταβολών του αέρα πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη και να υπολογιστούν η θερμική ισχύς q καθώς και η ποσότητα (λανθάνουσα θερμότητα q_L) που χρησιμοποιείται για την εξάτμιση του ψεκαζόμενου νερού.

Η άσκηση μπορεί να εκτελεστεί ακόμη και το χειμώνα, επειδή δεν χρειάζεται εξοπλισμός προσομοίωσης. Αποτελεί και μία εναλλακτική λύση για το εργαστήριο που δεν διαθέτει τέτοιο εξοπλισμό. Ενσωματώνει όμως τη λειτουργία του υγραντήρα.

2. Συνοπτική περιγραφή

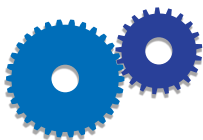
Θα τεθεί σε λειτουργία η ΚΚΜ σε κατάσταση θέρμανσης. Θα μετρηθούν αρχικά οι παροχές του αέρα και μετά από περίπου 30' λειτουργίας οι συνθήκες του αέρα στο χώρο και μέσα στους αεραγωγούς. Θα γίνει αποτύπωση στον ψυχομετρικό χάρτη και θα υπολογιστούν η θερμαντική απόδοση q και το ποσό της θερμότητας q_L που καταναλώνεται για την εξάτμιση του ψεκαζόμενου νερού. Μετά θα αλλάξει ο συσχετισμός νωπού αέρα - αέρα ανακυκλοφορίας και θα τεθούν άλλες επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Θα επαναληφθεί η διαδικασία με τις νέες συνθήκες.

3. Διαδικασία της άσκησης

Η διαδικασία είναι ανάλογη με την άσκηση 20 που έχει ήδη αναπτυχθεί στο κεφάλαιο 1 του μέρους "Α" του βιβλίου.

3. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Οι μαθητές θα εξασκηθούν πάνω στον τρόπο που συνδέονται οι κλιματιστικές μονάδες στο δίκτυο των σωληνώσεων (δηλαδή, το στοιχείο των μονάδων), στον τρόπο που λειτουργούν και που συνεργάζονται με το δίκτυο των σωληνώσεων.



ΑΣΚΗΣΗ 37η

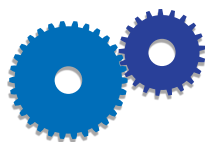
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ FCU ΣΕ ΔΙΚΤΥΟ

1. Σκοπός

➤ Να μάθουν οι μαθητές να τοποθετούν και να αντικαθιστούν FCU.

2. Διαδικασία της άσκησης

Οι μαθητές θα χωριστούν σε τρεις ομάδες και η κάθε ομάδα θα αφαιρέσει πλήρως το FCU από το δίκτυο και θα το επανατοποθετήσει. Θα προηγηθεί το άδειασμα του νερού της εγκατάστασης. Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, θα ξαναγεμίσει με νερό το δίκτυο και θα ρυθμιστεί ο αυτόματος πλήρωσης (βλ. σχήμα Β-1). Θα τεθεί η αντλία σε λειτουργία και θα γίνει εξαέρωση των FCU. Τέλος θα γίνει δοκιμή της λειτουργίας.



ΑΣΚΗΣΗ 38η

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ, ΠΤΕΡΩΤΗΣ ΚΑΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΣΕ FCU

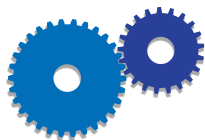
1. Σκοπός

- Να μάθουν οι μαθητές πώς να αντικαταστήσουν το στοιχείο του FCU ή το συγκρότημα πτερωτής-ανεμιστήρα.

Θα πρέπει να έχουν προηγηθεί οι ασκήσεις διαστασιολόγησης και τεχνικής περιγραφής των στοιχείων (ασκήσεις 15 και 16 στο μέρος “Γ”), για να γνωρίζουν οι μαθητές να προδιαγράφουν το στοιχείο.

2. Διαδικασία της άσκησης

Οι μαθητές θα χωριστούν σε τρεις ομάδες και η κάθε ομάδα θα προβεί πρώτα στην αφαίρεση του στοιχείου από ένα FCU. Δεν απαιτείται η αφαίρεση του νερού όλης της εγκατάστασης, απλά θα κλείσουν τις βάνες των FCU. Θα ετοιμάσουν την τεχνική προδιαγραφή βάσει της οποίας θα παραγγείλουν το στοιχείο. Μετά, υποθέτοντας ότι ήρθε το νέο στοιχείο, θα προβούν σε επανατοποθέτηση του αφαιρεθέντος στοιχείου. Θα κάνουν έλεγχο στεγανότητας και θα θέσουν σε λειτουργία το δίκτυο. Στη συνέχεια θα προβούν σε αφαίρεση και επανατοποθέτηση του συστήματος πτερωτής-ανεμιστήρα.



ΑΣΚΗΣΗ 39η

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ

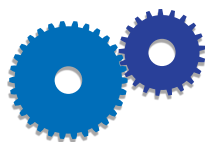
1. Σκοπός

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές τις διαφορές που παρουσιάζονται μεταξύ ενός θεωρητικού υπολογισμού δικτύου και της πραγματικής συμπεριφοράς του.

2. Διαδικασία της άσκησης

Οι μαθητές θα κάνουν το σκίτσο του δικτύου και θα υπολογίσουν θεωρητικά το δίκτυο των σωληνώσεων. Μετά θα προβούν σε μέτρηση των παροχών και των πτώσεων πίεσης που παρουσιάζει πραγματικά το δίκτυο. Η μέτρηση θα γίνει με το όργανο και τις ρυθμιστικές βάνες του δικτύου. Οι ρυθμιστικές βάνες θα είναι κατά τη φάση αυτή τελείως ανοικτές (χωρίς καμία απολύτως ρύθμιση).

Στη συνέχεια θα κάνουν πίνακα με τα Δp στα διάφορα μήκη του δικτύου. Θα γίνει αμπερομέτρηση στην αντλία (ή στον κυκλοφορητή) και θα υπολογιστεί η απορροφούμενη ισχύς P . Μετά την ολοκλήρωση τόσο της θεωρητικής όσο και της πειραματικής ανάλυσης, θα γίνει σύγκριση των πραγματικών Δp , Q και P στα διάφορα σημεία του δικτύου. Μεγαλύτερη σημασία έχει η απόκλιση στη συνολική Δp και Q , που μετριοούνται αμέσως μετά τον κυκλοφορητή.



ΑΣΚΗΣΗ 40^η

ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ K_v ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ FCU ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

1. Σκοπός

➤ Να μάθουν οι μαθητές πώς ρυθμίζεται ένα δίκτυο βάσει των συντελεστών K_v που αναφέρονται στην προς εκτέλεση μελέτη. Διευκρινίζεται ότι δεν αναφέρουν όλες οι μελέτες συντελεστές K_v , διότι υπάρχει και άλλη μέθοδος εξισορρόπησης δικτύων. Αν όμως στη μελέτη αναφέρονται οι συντελεστές K_v , θα πρέπει οι βάνες να ρυθμιστούν σ' αυτές τις θέσεις και ο τεχνικός να γνωρίζει πώς γίνεται αυτό.

Επίσης η άσκηση στοχεύει στο να διαπιστώσουν οι μαθητές την αποτελεσματικότητα της ρύθμισης ενός δικτύου μέσω των ρυθμιστικών βανών, δηλαδή των συντελεστών K_v . Οι ρυθμιστικές βάνες του δικτύου, αν και, όπως αναφέρεται στο μέρος "Α", θα έχουν δυνατότητα μέτρησης της πτώσης πίεσης και της παροχής νερού, συνοδεύονται πάντοτε από πίνακες με τους συντελεστές K_v και κατά συνέπεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως απλές ρυθμιστικές βάνες.

2. Διαδικασία της άσκησης

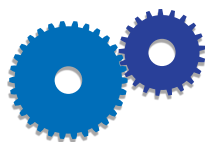
Θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα της θεωρητικής ανάλυσης του δικτύου από την προηγούμενη άσκηση. Η πειραματική ανάλυση δεν έχει νόημα, διότι στην πράξη, όταν μελετάμε ένα δίκτυο, δεν έχουμε στη διάθεσή μας πειραματικά δεδομένα (για την ακρίβεια δεν έχουμε καν κατασκευάσει το δίκτυο).

Η ρύθμιση του δικτύου μέσω ρυθμιστικών βανών αναπτύσσεται στα κεφάλαια (6-11) και (6-12) του βιβλίου "ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II". Υποθέτουμε ότι τα φορτία που καλείται να καλύψει το κάθε FCU είναι όπως οι πιστοποιημένες αποδόσεις. Βάσει των πιστοποιημένων αποδόσεων των FCU υπολογίζουμε την παροχή νερού που θα πρέπει να διέρχεται μέσα από το κάθε FCU. Επίσης υπολογίζουμε και τις επιθυμητές πτώσεις πίεσης μέσα από το κάθε FCU, έτσι ώστε όλα τα FCU να παρουσιάζουν την ίδια πτώση πίεσης. Από τη σχέση (6-5) βρίσκουμε τις τιμές των συντελεστών K_v . Ρυθμίζουμε τις βάνες και το δίκτυο θεωρείται πλέον εξισορροπημένο.

Προβαίνουμε σε έλεγχο μέσω του οργάνου μέτρησης της πίεσης και των παροχών νερού και προβαίνουμε σε σύγκριση των αποτελεσμάτων. Πόσο σωστή θεωρείτε ότι είναι η ρύθμιση που γίνεται μέσω των συντελεστών K_v ;

Υπενθυμίζουμε ότι αποκλίσεις της τάξης του $\pm 10\%$ στην παροχή του νερού είναι σαν να μην υπάρχουν, ενώ αποκλίσεις της τάξεως του $\pm 20\%$ έχουν αμελητέα επίπτωση στην απόδοση των FCU.

Αν υπάρχει χρόνος, εκτελέστε ξανά την άσκηση υποθέτοντας άλλα φορτία μέσω του κάθε FCU, π.χ. φορτία ίσα με το 80% των πιστοποιημένων.



ΑΣΚΗΣΗ 41η

ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΣΩ ΟΡΓΑΝΩΝ

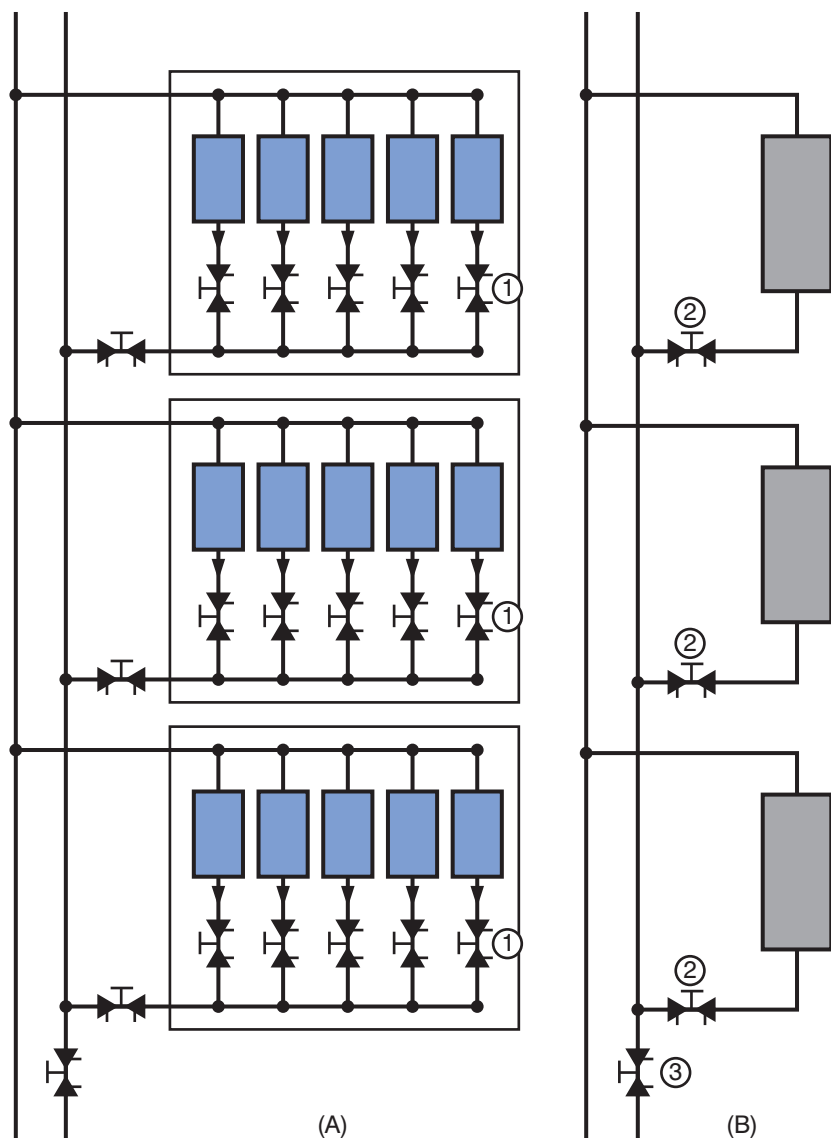
1. Σκοπός

➤ Ο σκοπός μας είναι να έρθουν σε επαφή οι μαθητές με τη διαδικασία με την οποία γίνεται η ρύθμιση του δικτύου μέσω οργάνου μέτρησης της πίεσης και της παροχής νερού. Το ίδιο σκεπτικό της διαδικασίας εφαρμόζεται όχι μόνο όταν πρόκειται για δίκτυο σωληνώσεων αλλά και για δίκτυο αεραγωγών.

Οι μαθητές οφείλουν να γνωρίζουν ότι η ρύθμιση με όργανα γίνεται συνήθως από εξειδικευμένο προσωπικό. Η άσκηση δεν επιδιώκει να διδάξει πλήρως τη ρύθμιση αλλά να ενημερώσει τους μαθητές πώς αυτή γίνεται και τι επιπτώσεις θα έχουμε αν παραβιάσουμε κατά λάθος τις ρυθμίσεις των διακοπών. Για την πλήρη εκπαίδευση των μαθητών στη ρύθμιση θα χρειαζόταν ένα πολύ εκτεταμένο δίκτυο αλλά και πολύς χρόνος.

2. Η διαδικασία της ρύθμισης

Η ρύθμιση συνήθως γίνεται κλάδο-κλάδο, όπως φαίνεται στο σχήμα (36-1), όπου έχουμε ένα δίκτυο με τρεις επιμέρους κλάδους. Για να ρυθμιστεί ένας κλάδος δεν είναι και τόσο απλό. Όσο περισσότερες ΚΜ έχει ο κλάδος, τόσο περισσότερος χρόνος χρειάζεται. Συνήθως απαιτούνται αρκετά περάσματα από όλες τις ρυθμιστικές βάνες μέχρι να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, επειδή, όταν ρυθμίζεται η μία βάνα, απορρυθμίζονται οι άλλες. Τα βήματα που θα ακολουθήσουμε στο δίκτυο του σχήματος (36-1) είναι τα εξής:



Σχήμα 41.1 Τα βασικά βήματα μίας διαδικασίας ρύθμισης δικτύου

1. Πρώτα ρυθμίζουμε ανά κλάδο τις βάνες που αναφέρονται στο σχήμα (36-1) με τον αριθμό (1). Σημασία έχει να πετύχουμε τις σωστές αναλογίες των παροχών των ΚΜ και όχι να πετύχουμε από τώρα τις τελικές παροχές. Για παράδειγμα αν σε ένα κλάδο θέλουμε σε τρεις ΚΜ να έχουμε τελικές παροχές 0,3 - 0,4 - 0,5 L/s και πετύχουμε αντίστοιχα 0,24 - 0,32 - 0,4 L/s, είμαστε εντάξει για τις ανάγκες αυτής της φάσης.

2. Όταν ρυθμιστούν όλοι οι επιμέρους κλάδοι, τότε αυτοί θεωρούνται σαν ένα μηχάνημα και μεταφερόμαστε στην περίπτωση (B) του σχήματος (36-1), οπότε ρυθμίζουμε τις παροχές των κλάδων μέσω των βανών (2), έτσι ώστε να έχουν μεταξύ τους και οι κλάδοι τις επιθυμητές σχέσεις των παροχών.
3. Τέλος ρυθμίζουμε τη συνολική παροχή μέσω της βάνας (3) του σχήματος (36-1), που αυτή τη φορά φροντίζουμε να είναι τόση όση πραγματικά θέλουμε. Τότε αυτομάτως όλες οι παροχές μέσω των ΚΜ θα έχουν την επιθυμητή τιμή.

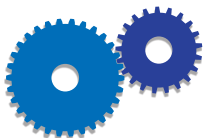
3. Διαδικασία της άσκησης

Η ρύθμιση του δικτύου θα γίνει ακολουθώντας την παραπάνω βασική διαδικασία. Στην προκειμένη περίπτωση έχουμε μόνο έναν κλάδο. Θα χρειαστούν μερικά περάσματα από το τρίτο FCU ως το πρώτο μέχρι να επιτύχουμε τη σωστή σχέση μεταξύ των παροχών του νερού. Στο τέλος θα γίνει επαλήθευση κατά πόσο η ρύθμιση έγινε σωστά.

Μετά θα γίνει απορρύθμιση ενός διακόπτη. Αυτό συμβαίνει πολύ συχνά στην πράξη από «γνώστες» τεχνικούς. Απορρυθμίστε το διακόπτη και κάντε νέες μετρήσεις. Αξιολογήστε τις επιπτώσεις.

4. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Οι επόμενες ασκήσεις αναφέρονται στη συντήρηση κλιματιστικών εγκαταστάσεων. Να προηγηθεί η ανάπτυξη του κεφαλαίου 1 του μέρους “Β” του παρόντος βιβλίου.



ΑΣΚΗΣΗ 42η

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ

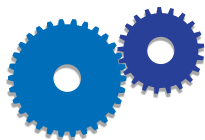
1. Σκοπός

- Να μάθουν οι μαθητές με ποιο τρόπο, σε περίπτωση ανάγκης, θα λύσουν την αντλία και θα καθαρίσουν την πτερωτή. Προαιρετικά και κατά την κρίση του καθηγητή, θα μάθουν να αντικαθιστούν και τα ρουλεμάν της αντλίας.

2. Διαδικασία της άσκησης

Το λύσιμο της αντλίας, ο εσωτερικός καθαρισμός και η αντικατάσταση των ρουλεμάν δεν συμπεριλαμβάνεται στις υποχρεώσεις του ψυκτικού. Αλλά επειδή η διαδικασία δεν είναι δύσκολη, καλό είναι ο ψυκτικός να γνωρίζει πώς γίνεται για τυχόν περίπτωση ανάγκης. Η βλάβη μίας αντλίας είναι πολύ πιθανή και η δυσκολία κατεπείγουσας εξεύρεσης μηχανοτεχνίτη είναι προφανής. Γι' αυτό στην πράξη ο ψυκτικός σε μία τέτοια επείγουσα περίπτωση μπορεί να αναγκαστεί να λύσει την αντλία μόνος του, για να αφαιρέσει π.χ. ένα πλαστικό κομμάτι που έσπασε από τον πύργο ψύξης και σφηνώθηκε μέσα στην πτερωτή.

Η αντικατάσταση των ρουλεμάν συνήθως δεν είναι και τόσο επείγουσα και γι' αυτό υπάρχει ο χρόνος για να βρεθεί και κληθεί ο κατάλληλος μηχανοτεχνίτης. Ως εκ τούτου, η αντικατάσταση των ρουλεμάν θα γίνει κατά την κρίση του καθηγητή. Επειδή όμως η αντλία θα είναι ήδη λυμένη στα χέρια των μαθητών και η αντικατάσταση ρουλεμάν δεν είναι δύσκολη ως εργασία, θα ήταν χρήσιμο για τους μαθητές να γνωρίζουν πώς γίνεται, για να μπορέσουν αργότερα να αντιμετωπίσουν κάποια σοβαρή και επείγουσα ανάγκη.



ΑΣΚΗΣΗ 43n

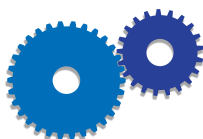
ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΒΛΑΒΗΣ ΣΩΛΗΝΑ ΣΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ-ΣΩΛΗΝΩΝ

1. Σκοπός

- Να μάθουν οι μαθητές να απομονώνουν σωλήνες που θα υποστούν βλάβη αλλά και να αντικαθιστούν σωλήνες.

2. Διαδικασία της άσκησης

Η διαδικασία της άσκησης επίσης περιγράφεται στο κεφάλαιο (1-13) του μέρους “Β” του βιβλίου.



ΑΣΚΗΣΗ 44n

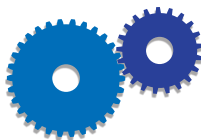
ΑΝΟΙΓΜΑ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΛΑΚΟΕΙΔΟΥΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ - ΚΛΕΙΣΙΜΟ

1. Σκοπός

- Να μάθουν οι μαθητές να ανοίγουν, να καθαρίζουν και γενικότερα να συντηρούν λυόμενους πλακοειδείς εναλλάκτες.

2. Διαδικασία της άσκησης

Ο εναλλάκτης θα ανοίχτεί, θα καθαριστεί εσωτερικά και μετά θα μονταριστεί. Θα ακολουθηθούν και οι οδηγίες του προμηθευτή του πλακοειδούς εναλλάκτη.



ΑΣΚΗΣΗ 45η

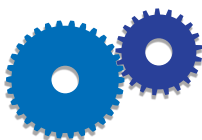
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

1. Σκοπός

- Να μάθουν οι μαθητές να ανοίγουν, να καθαρίζουν τα στοιχεία των FCU και να χρησιμοποιούν τον ψεκαστήρα.

2. Διαδικασία της άσκησης

Το υγρό καθαρισμού θα αραιωθεί σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή. Θα γίνει χημικός καθαρισμός όλων των στοιχείων (των FCU, των ΚΚΜ ή ΗΚΜ και του split unit). Θα προβούν στη χρήση του ψεκαστήρα όλοι οι μαθητές.



ΑΣΚΗΣΗ 46η

ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ ΨΥΞΗΣ

1. Σκοπός

- Να μάθουν οι μαθητές να ανοίγουν να καθαρίζουν και να συντηρούν έναν πύργο ψύξης.

2. Διαδικασία της άσκησης

Προϋπόθεση φυσικά είναι να υπάρχει πύργος ψύξης. Η διαδικασία περιγράφεται στην παράγραφο (1-8) του μέρους “Β”.

ΜΕΡΟΣ Β΄

Ο ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Κεφάλαιο 1

Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Κεφάλαιο 2

ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ - ΣΥΝΤΑΞΗ ΠΡΟΣΦΟΡΩΝ

κεφάλαιο 1

Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

ΕΙΔΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
ΕΠΑΝΟΡΘΩΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΒΛΑΒΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ



- ✓ Να μάθουν οι μαθητές ότι δύο είναι τα είδη της συντήρησης: η προληπτική και η επανορθωτική.
- ✓ Να μάθουν πώς γίνεται και τι περιλαμβάνει η προληπτική συντήρηση.
- ✓ Επίσης να μάθουν πώς γίνεται η επανορθωτική συντήρηση.
- ✓ Να γνωρίσουν ποιες είναι οι πλέον συνηθισμένες βλάβες και τα συμπτώματά τους.
- ✓ Να πληροφορηθούν για τον τρόπο που γίνεται ο έλεγχος της κατάστασης της κλιματιστικής εγκαταστάσεως μέσω κεντρικού συστήματος ηλεκτρονικού ελέγχου.
- ✓ Να μάθουν μερικά από τα βασικά στοιχεία της νομοθεσίας σχετικά με τις κλιματιστικές εγκαταστάσεις.

1-1. Η αρχική λειτουργία μίας κλιματιστικής εγκατάστασης

Η κάθε εγκατάσταση, όταν είναι καινούρια και αρχίσει να λειτουργεί για πρώτη φορά, πολλές φορές δεν τα πηγαίνει και πολύ καλά. Αυτό συμβαίνει, όσο τέλεια και αν έχει μελετηθεί η εγκατάσταση και όσο άψογα και αν έχει υλοποιηθεί η μελέτη. Όσο μάλιστα πιο περίπλοκο είναι το σύστημα, τόσο περισσότερα προβλήματα παρουσιάζει. Οι κεντρικές εγκαταστάσεις κλιματισμού κατά κανόνα είναι περίπλοκες γι' αυτό και παρουσιάζουν στην αρχή πολλά προβλήματα. Η περίοδος αυτή αποτελεί ένα μεταβατικό στάδιο, που αν και πολλές φορές χαρακτηρίζεται και αυτό ως περίοδος συντήρησης, δεν έχει σε τίποτε να κάνει με την πραγματική συντήρηση που αρχίζει με τη λήξη αυτής της περιόδου.

Τα προβλήματα που παρουσιάζονται στην αρχή της λειτουργίας μίας

περίπλοκης εγκατάστασης είναι γνωστά ως επί το πλείστον με την έκφραση «**παιδικές ασθένειες**». Αυτά τα προβλήματα επιλύονται συνήθως από τον ίδιο εργολάβο και μάλιστα πολλές φορές και σε συνεργασία με το μελετητή ή τον ιδιοκτήτη του έργου. Κανονικά η επίλυσή τους, αφού τέτοια προβλήματα είναι αναπόφευκτα, θα έπρεπε να γίνεται στα πλαίσια αμοιβαίας κατανόησης και συνεργασίας. Συχνά όμως αποτελούν αντικείμενο έντονων προστριβών. Θεωρητικά όλα θα μπορούσαν να είχαν προβλεφθεί και όλα θα μπορούσαν να γίνουν άψογα. Δυστυχώς όμως η πράξη έχει αποδείξει ότι δεν υπάρχει τέλει ανθρώπινο έργο.

1-2. Τι είναι συντήρηση

Όταν περάσει η περίοδος των «παιδικών ασθενειών» κατά την οποία στις περισσότερες περιπτώσεις εμφανίζονται όλα σχεδόν τα λειτουργικά μικροπροβλήματα και αφού πλέον θα έχουν αυτά αποκατασταθεί, η εγκατάσταση μπαίνει στον κανονικό ρυθμό λειτουργίας της. Από εκείνη τη στιγμή μπορούμε να πούμε ότι αρχίζει η **περίοδος συντήρησης** η οποία δεν τελειώνει παρά μόνο με την κατάργηση της εγκατάστασης. Ένας ορισμός της έννοιας της συντήρησης θα μπορούσε να είναι ως εξής:

Συντήρηση είναι κάθε ενέργεια στην οποία προβαίνουμε με σκοπό να διατηρήσουμε μία κλιματιστική εγκατάσταση σε πλήρη και αποδοτική λειτουργία.

Ο στόχος μας, για να διατηρήσουμε την εγκατάσταση σε πλήρη και αποδοτική λειτουργία, δεν είναι φυσικά δυνατόν να επιτυγχάνεται πάντοτε και η ηλικία ενός παλαιού εξοπλισμού δεν κρίβεται. Εμείς όμως αυτό επιδιώκουμε και θα πρέπει να το προσπαθούμε.

Η συντήρηση διακρίνεται σε δύο βασικά είδη:

- στην **προληπτική** συντήρηση
- στην **επανορθωτική** συντήρηση

Το κάθε είδος συντήρησης εκτελείται σε διαφορετικό χρόνο. Η προληπτική συντήρηση εκτελείται κατά συγκεκριμένα, τακτά χρονικά διαστήματα και ξέρουμε και πόσο περίπου θα διαρκέσει κάθε φορά, ενώ η επανορθωτική μπορεί να λάβει χώρα οποτεδήποτε και είναι άγνωστη η χρονική διάρκειά της.

1-3. Τι είναι η προληπτική συντήρηση

Στα πλαίσια της προληπτικής συντήρησης, επεμβαίνουμε σε συγκεκριμένα σημεία της εγκατάστασης και εκτελούμε, σε γενικές γραμμές, τα εξής:

- Ελέγχουμε τα σημεία τα οποία αποτελούν γνωστές εστίες βλαβών (που μπορεί να οφείλονται ακόμη και σε ελαττωματική κατασκευή).
- Πλένουμε τα φίλτρα του αέρα, αν είναι πλενόμενου τύπου, ή τα αντικαθιστούμε αν είναι μίας χρήσης και έχουν βουλώσει.
- Προβαίνουμε στην αντικατάσταση φθαρμένων τμημάτων.
- Αντικαθιστούμε τα αναλώσιμα είδη (φίλτρα λαδιού και ψυκτικού υγρού, λάδια κλπ.).

Ο σκοπός μας είναι να μειώσουμε τις πιθανότητες να έχουμε κάποια βλάβη σε απροσδόκητη στιγμή που θα είχε απρόβλεπτες καθυστερήσεις. Την προληπτική συντήρηση, κατά συνέπεια, μπορούμε να την ορίσουμε ως εξής:

Προληπτική συντήρηση είναι η κάθε εργασία συντήρησης, στην οποία προβαίνουμε με σκοπό να περιορίσουμε τις πιθανότητες να παρουσιαστούν βλάβες.

Ορισμένοι ιδιοκτήτες κτιρίων με κεντρικό κλιματισμό θεωρούν την προληπτική συντήρηση ως πεταμένα λεφτά. Πράγματι, το έργο της προληπτικής συντήρησης δεν φαίνεται, αφού οι μη ειδικοί δεν είναι σε θέση να γνωρίζουν τι βλάβες θα είχαν παρουσιαστεί αν δεν είχε γίνει και φυσικά δεν γνωρίζουν ούτε τις συνέπειες εξ αιτίας αυτών των βλαβών που δεν παρουσιάστηκαν.

Υπάρχουν όμως δύο βασικές αιτίες που μας επιβάλλουν τη διενέργεια της προληπτικής συντήρησης:

- Κατά την προληπτική συντήρηση, σταματάμε τη λειτουργία ενός τμήματος της εγκατάστασης, σε χρονική στιγμή την οποία εμείς καθορίζουμε. Αντίθετα, τα μηχανήματα δεν μας ρωτάνε πότε θα θέλαμε να υποστούν βλάβη. Και η βλάβη μπορεί να συμβεί σε κρίσιμη χρονική στιγμή κατά την οποία μπορεί να μην υπάρχουν τα περιθώρια να σταματήσει η λειτουργία τους.

- Με την προληπτική αντικατάσταση ενός εξαρτήματος μπορούμε να προλάβουμε μία βλάβη πολλαπλάσιου κόστους που θέλει πολύ χρόνο για να αποκατασταθεί. Π.χ. αν διαπιστώσουμε βλάβη ενός ελεγκτή ροής (ή διακόπτη ροής ή flow switch) και τον αντικαταστήσουμε (έχει αμελητέο κόστος ως ανταλλακτικό), μπορεί να προλάβουμε βλάβη του εξαρτήματος που είναι εξάρτημα πολύ μεγάλου κόστους και επιπλέον απαιτεί πολύ χρόνο για την αντικατάστασή του.

1-4. Τι είναι η επανορθωτική συντήρηση

Τίποτε στην τεχνολογία δεν είναι αθάνατο. Όλα τα μηχανήματα και ο κάθε είδους εξοπλισμός έχουν έναν κύκλο ζωής. Και ένα από τα λίγα πράγματα για τα οποία πολύ δύσκολα θα μπορούσαν να ζητηθούν ευθύνες από τον τεχνικό είναι γιατί χάλασε κάποιο μηχάνημα. Αν ο τεχνικός έχει κάνει την προβλεπόμενη προληπτική συντήρηση έχει το δικαίωμα, στο ερώτημα γιατί χάλασε ένα μηχάνημα, να δώσει την απάντηση: «χάλασε επειδή, όπως είπες, είναι μηχάνημα».

Στις περισσότερες περιπτώσεις η αιτία μίας βλάβης είναι η φυσική φθορά ή η αστοχία κάποιου εξαρτήματος. Δεν είναι δυνατόν όλα τα σημεία να ελέγχονται με τη διαδικασία της προληπτικής συντήρησης. Η προληπτική συντήρηση μειώνει τις βλάβες, αλλά δεν τις εξαφανίζει. Από τη στιγμή όμως που θα βεβαιωθεί μία βλάβη, το τμήμα της εγκατάστασης που την έχει υποστεί εισέρχεται στη φάση της επανορθωτικής συντήρησης. Ο ορισμός λοιπόν της επανορθωτικής συντήρησης είναι:

Επανορθωτική συντήρηση είναι κάθε εργασία στην οποία προβαίνουμε με σκοπό να αποκαταστήσουμε μία απρόβλεπτη βλάβη.

1-5. Η προληπτική συντήρηση σε σχέση με την εγκατάσταση

Η σωστή συντήρηση μίας κλιματιστικής εγκατάστασης ξεκινάει από το επίπεδο της μελέτης. Όσο πιο έμπειρος είναι ο μελετητής και όσο μεγαλύτερες είναι οι διαθέσιμες πιστώσεις για την εκτέλεση του έργου, τόσο λιγότερες είναι οι πιθανότητες να σταματήσει κατά τη λειτουργία της η

εγκατάσταση, λόγω κάποιας έκτακτης βλάβης. Αυτό φυσικά δεν σημαίνει ότι η βλάβη δεν θα συμβεί. Απλά έχει το νόημα ότι δεν θα γίνει αιτία να σταματήσει ο κλιματισμός του κτιρίου.

Για παράδειγμα, αν ένα κτίριο χρειάζεται για τον κλιματισμό του έναν ψύκτη νερού των 200 kW και τοποθετηθούν αντί για έναν δύο ψύκτες, που ο καθένας τους να είναι 200 kW, τότε είναι μάλλον απίθανο να σταματήσει η εγκατάσταση λόγω δυσλειτουργίας του ψύκτη. Βέβαια αυτή δεν είναι η μόνη περίπτωση βλάβης. Ο έμπειρος μελετητής μπορεί να διαμορφώσει έτσι την όλη εγκατάσταση ώστε σε καμία σχεδόν περίπτωση να μην υπάρχει κίνδυνος γενικής διακοπής, πάντα να υπάρχουν εναλλακτικοί δρόμοι και λύσεις. Η επιβάρυνση του κόστους από τέτοιες λύσεις, ως ποσοστό επί της δαπάνης του συνολικού έργου, δεν είναι μεγάλη, επειδή το μεγαλύτερο κόστος βρίσκεται συνήθως στον εξοπλισμό μεταφοράς και διανομής της ψύξης ή της θέρμανσης (δηλαδή στους αεραγωγούς, τις σωληνώσεις, τις κλιματιστικές μονάδες κλπ.).

Αν είσατε τυχερός και βρεθείτε συντηρητής σε μία καλά σχεδιασμένη εγκατάσταση, θα μπορείτε να εργάζεστε χωρίς άγχος και με σωστό προγραμματισμό της προληπτικής συντήρησης. Ακόμη και οι εργασίες επανορθωτικής συντήρησης θα μπορούν να εκτελούνται προγραμματισμένα, σαν να ήταν και αυτές εργασίες προληπτικής συντήρησης. Σε μία τέτοια εγκατάσταση το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης μπορεί να είναι σχετικά χαλαρό, να υπάρχουν λιγότερα σημεία ελέγχου ή ακόμη και να εκτελείται η προληπτική συντήρηση σε πιο αραιά χρονικά διαστήματα. Και φυσικά το κόστος της προληπτικής συντήρησης θα είναι σχετικά μειωμένο.

Ο κανόνας όμως στις περισσότερες εγκαταστάσεις κλιματισμού είναι ότι «όλα υπάρχουν από ένα». Δηλαδή συμβαίνει να υπάρχει μόνο ένας ψύκτης νερού, μία αντλία, ένας πύργος ψύξης κλπ. Αλλά οι κλιματιστικές εγκαταστάσεις, σε αντίθεση με τις απλές εγκαταστάσεις θέρμανσης, είναι γενικά ευπαθείς και υφίστανται πολύ συχνά βλάβες. Γι' αυτό θα πρέπει να υπάρχουν οι εναλλακτικές λύσεις για την παροχή ψύξης, αλλιώς το καλοκαίρι, άλλοτε θα υπάρχει κεντρικός κλιματισμός και άλλοτε όχι.

Η απουσία εναλλακτικών λύσεων σε μία κλιματιστική εγκατάσταση μπορεί να οφείλεται σε πολλούς λόγους, όπως π.χ. στην απειρία του μελετητή, στην έλλειψη πιστώσεων όταν εκτελούνταν το έργο, στην έλλειψη χώρου για την εγκατάσταση εφεδρικού εξοπλισμού, ή ακόμη μπορεί η φύση του έργου να είναι τέτοια που να μη συμφέρει να δημιουργηθούν εναλλακτικοί δρόμοι (π.χ. κλιματισμός μίας κατοικίας). Κάθε βλάβη, στην περίπτωση αυτή, θα έχει σαν αποτέλεσμα να διακόπτεται η λειτουργία της εγκατάστα-

σης. Οπότε, η προληπτική συντήρηση αυτού του εξοπλισμού έχει πολύ μεγαλύτερη σημασία και θα πρέπει να εκτελείται πολύ πιο σχολαστικά και σε περισσότερα σημεία. Και φυσικά θα έχει σημαντικά μεγαλύτερο κόστος.

1-6. Οι εργασίες της προληπτικής συντήρησης

Η εφαρμογή ενός σωστού προγράμματος προληπτικής συντήρησης δεν είναι και τόσο εύκολο. Απαιτείται να γνωρίζουμε πολύ καλά την εγκατάσταση την οποία καλούμαστε να συντηρήσουμε. Δεν γνωρίζουμε όμως τα αδύνατα σημεία της εγκατάστασης. Π.χ. μπορεί εξαιτίας κάποιου αστάθμητου παράγοντα μία αντλία νερού να χάνει συνέχεια την ευθυγράμμιση της. Έτσι, ενώ λογικά αρκεί να γίνεται έλεγχος της ευθυγράμμισης των αντλιών μία φορά το χρόνο, η συγκεκριμένη αντλία μπορεί να χρειάζεται μία φορά το μήνα. Επίσης, ο αερόψυκτος συμπυκνωτής μίας κλιματιστικής μονάδας αρκεί να πλένεται μία φορά κάθε τρεις μήνες. Μπορεί όμως να διαπιστώσουμε ότι αυτός είναι οριακά υπολογισμένος όσον αφορά το μέγεθος του ή ακόμη το περιβάλλον που λειτουργεί να είναι πολύ φορτισμένο σε σκόνη (όπως στο κέντρο μεγάλης πόλης), οπότε θα πρέπει να πλένεται πιο συχνά, π.χ. μία φορά κάθε 15 ημέρες.

Αντίθετα, μπορεί άλλες εργασίες που μας φαίνονται ότι κατ' αρχήν θα πρέπει να εκτελούνται κατά συχνά χρονικά διαστήματα, να χρειάζονται κατά πολύ πιο αραιά διαστήματα.

Επειδή όμως αγνοούμε τα αδύνατα σημεία της εγκατάστασης, δεν σημαίνει ότι δεν θα πρέπει να κάνουμε προληπτική συντήρηση. Θα ξεκινήσουμε με την εμπειρία που τυχόν έχουμε από άλλες παρόμοιες εγκαταστάσεις και από αυτά που έχουμε διδαχτεί. Θα καταρτίσουμε ένα αρχικό πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης και ενώ περνάει ο καιρός, θα προβαίνουμε σε διορθωτικές κινήσεις.

Το πρόβλημα με τις περισσότερες κλιματιστικές εγκαταστάσεις είναι η απουσία μόνιμου συντηρητή. Πολύ συχνά, γίνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα διαγωνισμοί για την ανάδειξη συντηρητή ενός κτιρίου, π.χ. κάθε ένα ή δύο χρόνια, οπότε δεν είναι δυνατόν ο συντηρητής να έχει μακροχρόνια εμπειρία στην εγκατάσταση.

Στη συνέχεια θα αναφέρουμε τις εργασίες που θα πρέπει να προβλέψετε για τη σύνταξη ενός πρώτου προγράμματος προληπτικής συντήρησης. Αν είσατε μόνιμος συντηρητής, θα έχετε όλο το χρόνο μπροστά σας να το βελτιώνετε συνέχεια.

1-7. Το αρχικό πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης μίας κεντρικής κλιματιστικής εγκατάστασης

Οι εργασίες με τις οποίες θα πρέπει να ξεκινήσετε το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης του συγκροτήματος παραγωγής κρύου νερού μίας **υδρόψυκτης** κλιματιστικής εγκατάστασης αναφέρονται στον πίνακα (1-1). Αντίστοιχα για το συγκρότημα κρύου νερού μίας **αερόψυκτης** κλιματιστικής εγκατάστασης, αναφέρονται στον πίνακα (1-2). Οι εργασίες που αφορούν το κύκλωμα διανομής της ψύξης (κεντρικές μονάδες, αεραγωγοί κλπ.) αναφέρονται και στους δύο πίνακες και είναι οι ίδιες είτε πρόκειται για υδρόψυκτο είτε για αερόψυκτο σύστημα.

Οι χρόνοι είναι ενδεικτικοί, για να σας βοηθήσουν στο ξεκίνημα και προϋποθέτουν τη συνεχή λειτουργία του εξοπλισμού, σε **24ωρη** βάση και με μόνο **μία περίοδο** λειτουργίας (συνήθως είναι η θερινή).

Μην παραλείπετε όμως να βάλετε και τη λογική σας να δουλέψει. Αν π.χ. ένα μηχάνημα δεν λειτουργεί συνεχώς, οι χρόνοι αυξάνονται δραματικά. Π.χ. ο χημικός καθαρισμός αναφέρεται (ενδεικτικά) ότι χρειάζεται να γίνεται κάθε 2-4 μήνες. Αν όμως έχουμε δύο μηχανήματα και τα εναλλάσσουμε σε λειτουργία, μπορεί να γίνεται κάθε 4-8 μήνες. Αν πάλι το σύστημα δεν διαθέτει το ανεξάρτητο κύκλωμα κυκλοφορίας του νερού στους ψύκτες (που το είδαμε στο κεφάλαιο 6) και εξυπηρετεί ένα συγκρότημα γραφείων που λειτουργεί μόνο 16 ώρες την ημέρα, τότε αναγκαστικά θα σταματάει η λειτουργία τη νύχτα, με όλα τα πιθανά προβλήματα εκκίνησης. Όμως, τουλάχιστον θα έχουμε το όφελος ότι σ' αυτή την εγκατάσταση, ο χημικός καθαρισμός του υδρόψυκτου συμπυκνωτή του ψύκτη, αντί για κάθε 2-4 μήνες, θα χρειάζεται να γίνεται κάθε 3-6 μήνες.

Επίσης, προτού προβείτε σε ορισμένες εργασίες, θα πρέπει να ελέγχετε και την κατάσταση του μηχανήματος. Π.χ. για το χημικό καθαρισμό, που ήδη αναφέραμε, ο χρόνος εκτέλεσής του είναι και σε συνάρτηση της κατασκευής του μηχανήματος και της παλαιότητάς του, οπότε δεν μπορεί να σας είναι από την αρχή επακριβώς γνωστός. Καταλαβαίνουμε όμως αν χρειάζεται χημικός καθαρισμός, από το πόσο ψηλά είναι η πίεση λειτουργίας του μηχανήματος. Αν έχει ακόμη περιθώρια, τον αφήνουμε για την επόμενη προληπτική συντήρηση.

Τέλος θα πρέπει να πούμε ότι για τα μηχανήματα που δουλεύουν δύο περιόδους (χειμώνα-καλοκαίρι), οι χρόνοι που αναφέρονται στους πίνακες

και είναι μεγαλύτεροι από 6 μήνες, θα πρέπει να είναι οι μισοί. Π.χ. για την πτερωτή της αντλίας, αναφέρουμε ότι θα ελέγχεται και θα καθαρίζεται κατά μέσο όρο κάθε 4 χρόνια. Αν όμως η εγκατάσταση λειτουργεί δύο περιόδους, ο χρόνος θα πρέπει να μειωθεί στα 2 χρόνια.

Για να αποφασίσετε πώς θα είναι ένα αρχικό πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, θα πρέπει να λάβετε υπόψη σας και τις εξής παραμέτρους:

- Την αξιοπιστία του εξοπλισμού. Αν π.χ. ο εξοπλισμός προέρχεται από μεγάλη και γνωστή εταιρεία, θα χρειάζεται λιγότερο συχνά την προληπτική συντήρηση.
- Την ηλικία του εξοπλισμού. Αν ο εξοπλισμός είναι πολύ παλιός θα πρέπει να γίνεται πιο συχνά η προληπτική συντήρηση.
- Το ρόλο που έχει η εγκατάσταση. Αν π.χ. πρόκειται για κτίρια γραφείων, μερικές μικρές διακοπές λόγω βλαβών δεν θα αποτελούσαν ιδιαίτερο πρόβλημα. Αν όμως πρόκειται για μεγάλα ηλεκτρονικά συγκροτήματα που η παραμικρή διακοπή της λειτουργίας τους θα δημιουργούσε σοβαρά προβλήματα, η προληπτική συντήρηση θα πρέπει να γίνεται πολύ πιο συχνά. Ακόμη και οι ελάχιστοι χρόνοι που αναφέρονται στους πίνακες, για ευαίσθητα σε κλιματολογικές συνθήκες συγκροτήματα, μπορεί να είναι ανεπαρκείς. Πίνακας (1-1): Εργασίες για την οργάνωση ενός αρχικού προγράμματος προληπτικής συντήρησης υδρόψυκτου κλιματιστικού συγκροτήματος.

Πίνακας (1-1): Εργασίες για την οργάνωση ενός αρχικού προγράμματος προληπτικής συντήρησης υδρόψυκτου κλιματιστικού συγκροτήματος.

A/A	Περιγραφή της εργασίας	Χρόνος εκτέλεσης
1	Συντήρηση ψυκτών νερού	
	Έλεγχος πιέσεων συμπιεστών, καταγραφή σε αρχείο	Κάθε μήνα
	Χημικός καθαρισμός συμπυκνωτή	Κάθε 2-4 μήνες
	Άνοιγμα καθρεπτών συμπυκνωτή, καθαρισμός αυλών	Κάθε 4-12 μήνες
	Δοκιμή διακόπτη ροής (flow switch)	Κάθε 2-4 μήνες
	Έλεγχος δεικτών υγρασίας ψυκτικού υγρού	Κάθε μήνα
	Έλεγχος πρεσοστατών υψηλής-χαμηλής	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος πρεσοστάτη λαδιού	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος θερμοστάτη ασφαλείας	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος θερμοστάτη επιστροφής νερού	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος ψυκτέλαιου	Αρχή περιόδου
	Αλλαγή ψυκτέλαιου	Κάθε 2-4 χρόνια
	Αλλαγή φίλτρου (αφυγραντή) ψυκτικού υγρού	Κάθε 2-4 χρόνια
2	Συντήρηση πύργων ψύξης	
	Εξαγωγή και πλύσιμο του φίλτρου	Κάθε 1-2 μήνες
	Ρύθμιση απομάστευσης νερού	Κάθε 1 εβδομάδα
	Καθαρισμός λεκάνης πύργου (εσωτερικό πλύσιμο)	Κάθε 3-6 μήνες
	Αλλαγή νερού λεκάνης - Έλεγχος διαρροών	Κάθε 1-3 μήνες
	Καθαρισμός των μπεκ ψεκασμού	Κάθε 3-6 μήνες
	Έλεγχος φλοτέρ	Κάθε 1-3 μήνες
	Έλεγχος κατάστασης ιμάντων ανεμιστήρα	Κάθε 1-3 μήνες
	Λίπανση ρουλεμάν ανεμιστήρων	Κάθε 3-6 μήνες
	Άδειασμα του νερού του δικτύου - καθαρισμός	Τέλος περιόδου

Συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

(Συνέχεια του πίνακα 1-1)

3	Αντλίες νερού	
	Έλεγχος ευθυγράμμισης	Κάθε 6 μήνες
	Έλεγχος σαλαμάστρας - σφίξιμο αν χρειάζεται	Κάθε μήνα
	Αντικατάσταση ελαστικών δακτυλίων των συνδέσμων	Κάθε 2-3 χρόνια
	Καθαρισμός και έλεγχος πτερωτής	Κάθε 3-5 χρόνια
4	Δίκτυο σωληνώσεων	
	Άνοιγμα-κλείσιμο βανών πύργου ψύξης	Κάθε μήνα
	Άνοιγμα-κλείσιμο των υπολοίπων βανών	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος θερμομέτρων - μανομέτρων	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος αντικραδασμικών συνδέσμων	Κάθε χρόνο
	Καθαρισμός φίλτρων νερού	Κάθε μήνα
	Εξαέρωση δικτύου	Αρχή περιόδου
5	Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες	
	Πλύσιμο φίλτρων	Κάθε μήνα
	Αντικατάσταση φίλτρων	Κάθε χρόνο
	Έλεγχος κατάστασης ιμάντων	Κάθε 3-6 μήνες
	Έλεγχος τάνυσης ιμάντων	Κάθε 3-6 μήνες
	Έλεγχος υγραντήρα - καθαρισμός λεκανών	Κάθε 1-2 μήνες
	Εξωτερικός χημικός καθαρισμός στοιχείου	Κάθε 3-5 χρόνια
	Έλεγχος λειτουργίας θερμοστάτη και υδροστάτη	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος ηλεκτρικών αντιστάσεων	Κάθε 1-3 μήνες
	Καθαρισμός εξοικονομητή ενέργειας	Κάθε χρόνο
6	Τοπικές κλιματιστικές μονάδες	
	Καθαρισμός φίλτρου αέρα	Κάθε 2-3 μήνες
	Εξωτερικός χημικός καθαρισμός στοιχείου	Κάθε 2-4 χρόνια
7	Δίκτυο αεραγωγών	
	Αφαίρεση στομίου-καθαρισμός επανατοποθέτηση	Κάθε 2-3 χρόνια
	Έλεγχος της κατάστασης των μονώσεων	Κάθε 1-2 χρόνια
	Έλεγχος των ευκάμπτων συνδέσμων	Αρχή περιόδου
8	Ηλεκτρολογικός έλεγχος - σφίξιμο επαφών	Αρχή περιόδου

Πίνακας (1-2): Εργασίες για την οργάνωση ενός αρχικού προγράμματος προληπτικής συντήρησης αερόψυκτου κλιματιστικού συγκροτήματος.

A/A	Περιγραφή της εργασίας	Χρόνος εκτέλεσης
1	Συντήρηση ψυκτών νερού	
	Έλεγχος πιέσεων συμπίεστών, καταγραφή σε αρχείο	Κάθε μήνα
	Δοκιμή διακόπτη ροής (flow switch)	Κάθε 2-4 μήνες
	Έλεγχος δεικτών υγρασίας ψυκτικού υγρού	Κάθε μήνα
	Έλεγχος πρεσοστατών υψηλής-χαμηλής	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος πρεσοστάτη λαδιού	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος πρεσοστάτη ανεμιστήρων συμπυκνωτή	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος θερμοστάτη ασφαλείας	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος θερμοστάτη επιστροφής νερού	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος ψυκτέλαιου	Αρχή περιόδου
	Αλλαγή ψυκτέλαιου	Κάθε 2-4 χρόνια
	Αλλαγή φίλτρου (αφυγραντή) ψυκτικού υγρού	Κάθε 2-4 χρόνια
	Έλεγχος πτώσης πίεσης νερού στον εξατμιστή	Αρχή περιόδου
	Άδειασμα του νερού των ψυκτών	Τέλος περιόδου
2	Συντήρηση αερόψυκτου συμπυκνωτή	
	Καθαρισμός στοιχείου αερόψυκτου συμπυκνωτή	Κάθε 2-6 μήνες
	Έλεγχος αποπαγοποίησης (για αντλία θερμότητας)	Όταν απαιτείται
	Έλεγχος λειτουργίας ανεμιστήρων	Κάθε 2-6 μήνες
	Έλεγχος αισθητηρίων	Αρχή περιόδου
	Χημικός καθαρισμός στοιχείου	Κάθε 2-4 χρόνια
3	Αντλίες νερού	
	Έλεγχος ευθυγράμμισης	Κάθε 6 μήνες
	Έλεγχος σαλαμάστρας - σφίξιμο αν χρειάζεται	Κάθε μήνα
	Αντικατάσταση ελαστικών δακτυλίων	Κάθε 2-3 χρόνια
	Καθαρισμός και έλεγχος πτερωτής	Κάθε 3-5 χρόνια

Συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

(Συνέχεια του πίνακα 1-2)

4	Δίκτυο σωληνώσεων	
	Άνοιγμα-κλείσιμο βανών πύργου ψύξης	Κάθε μήνα
	Άνοιγμα-κλείσιμο των υπολοίπων βανών	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος θερμομέτρων - μανομέτρων	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος αντικραδασμικών συνδέσμων	Κάθε χρόνο
	Καθαρισμός φίλτρων νερού	Κάθε μήνα
	Εξαέρωση δικτύου	Αρχή περιόδου
5	Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες	
	Πλύσιμο φίλτρων	Κάθε μήνα
	Αντικατάσταση φίλτρων	Κάθε χρόνο
	Έλεγχος κατάστασης ιμάντων	Κάθε 3-6 μήνες
	Έλεγχος τάνυσης ιμάντων	Κάθε 3-6 μήνες
	Έλεγχος υγραντήρα - καθαρισμός λεκανών	Κάθε 1-2 μήνες
	Χημικός καθαρισμός στοιχείου	Κάθε 3-5 χρόνια
	Έλεγχος λειτουργίας θερμοστάτη και υδροστάτη	Αρχή περιόδου
	Έλεγχος ηλεκτρικών αντιστάσεων	Κάθε 1-3 μήνες
	Καθαρισμός εξοικονομητή ενέργειας	Κάθε χρόνο
6	Τοπικές κλιματιστικές μονάδες	
	Καθαρισμός φίλτρου αέρα	Κάθε 2-3 μήνες
	Χημικός καθαρισμός στοιχείου	Κάθε 2-4 χρόνια
7	Δίκτυο αεραγωγών	
	Αφαίρεση στομίου-καθαρισμός επανατοποθέτηση	Κάθε 2-3 χρόνια
	Έλεγχος της κατάστασης των μονώσεων	Κάθε 1-2 χρόνια
	Έλεγχος των ευκάμπτων συνδέσμων	Αρχή περιόδου
8	Ηλεκτρολογικός έλεγχος - σφίξιμο επαφών	Αρχή περιόδου

1-8. Ο τρόπος που εκτελούνται ορισμένες βασικές εργασίες προληπτικής συντήρησης

Δεν θα αναφερθούμε λεπτομερώς σε όλες τις εργασίες των πινάκων (1-1) και (1-2). Για τις περισσότερες από αυτές είναι φανερός ο τρόπος που γίνονται και εμπίπτουν κυρίως στο αντικείμενο της τεχνολογίας της ψύξης. Και για να γίνει κανείς τεχνίτης κλιματιστικών εγκαταστάσεων, προϋπόθεση είναι να γίνει πρώτα ψυκτικός. Θα αναφερθούμε στη συνέχεια μόνο σε συγκεκριμένες εργασίες, που αφορούν σημεία που κατά κανόνα υποφέρουν οι κλιματιστικές εγκαταστάσεις.

(1) Ο καθαρισμός του πύργου ψύξης

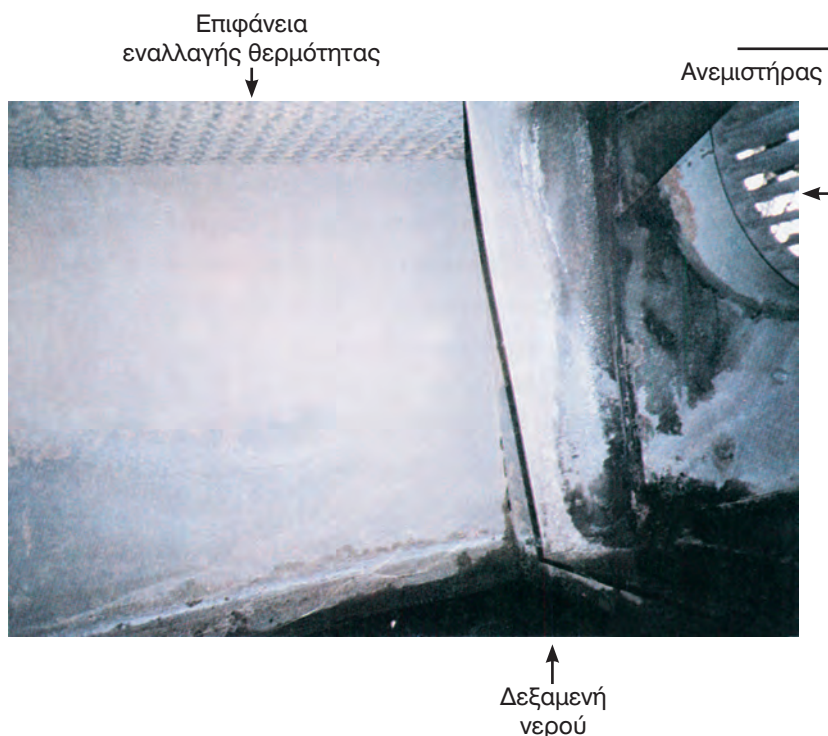
Ο σωστός καθαρισμός ενός κάπως μεγάλου πύργου ψύξης προϋποθέτει ότι θα μπει άνθρωπος μέσα στον πύργο από την ανθρωποθυρίδα, για να τον καθαρίσει. Πρώτα θα αδειάσει ο πύργος ψύξης από νερό και μετά θα καθαριστεί εσωτερικά. Στο σχήμα (1-1) φαίνονται τα ευπαθή σημεία ενός πύργου ψύξης. Ποτέ δεν ανοίγουμε την ανθρωποθυρίδα του πύργου ψύξης, αν προηγουμένως δεν έχουμε σταματήσει την αντλία και τους ανεμιστήρες.



Σχήμα 1-1: Τα σημεία που συνήθως επεμβαίνουμε στους πύργους ψύξης

Μόλις ανοίξουμε την ανθρωποθυρίδα ενός πύργου θα δούμε μία εικόνα όπως αυτή του σχήματος (1-2). Στο πάνω μέρος βρίσκονται οι επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας, μέσω των οποίων το νερό κατευθύνεται προς τα κάτω ενώ ο αέρας από τον ανεμιστήρα ανεβαίνει προς τα επάνω. Η στεγανή λεκάνη είναι ακριβώς στο κάτω μέρος του πύργου. Ο χώρος μεταξύ λεκάνης και των επιφανειών εναλλαγής θερμότητας συνήθως είναι σχετικά

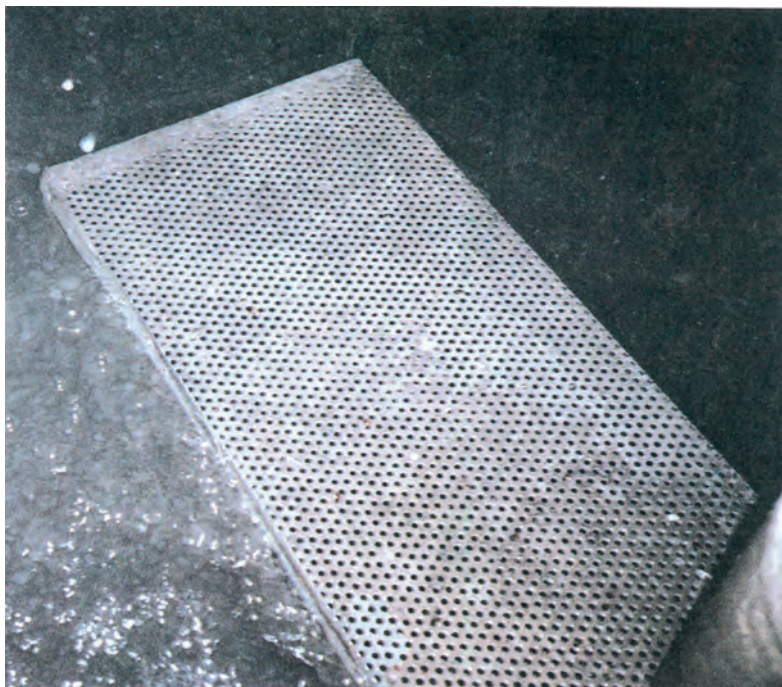
χαμηλός, αλλά επαρκεί για να δουλέψει άνθρωπος για τον εσωτερικό καθαρισμό.



Σχήμα 1-2: Εσωτερική άποψη ενός πύργου ψύξης

Ένα από τα πρώτα σημεία που θα πρέπει να ελέγχουμε όταν παρουσιάζεται μεγάλη τιμή στην υψηλή πίεση του δικτύου είναι το φίλτρο του νερού. Το φίλτρο αυτό είναι αρκετά αραιού πλέγματος όπως αυτό που βλέπουμε στο σχήμα (1-1) ή από διάτρητη λαμαρίνα με αρκετά μεγάλες οπές, όπως στο σχήμα (1-3), ώστε να μη βουλώνει εύκολα. Παρ' όλα αυτά το φίλτρο συχνά βουλώνει και θα πρέπει να καθαρίζεται κάθε 15 ημέρες (μόνο το φίλτρο, όχι ολόκληρος ο πύργος ψύξης). Όπως φαίνεται στο σχήμα (1-3) το φίλτρο είναι ακριβώς μπροστά μας, μόλις ανοίξουμε την πόρτα του πύργου, αλλά κανονικά είναι τελείως σκεπασμένο με το θολό νερό του πύργου οπότε δεν φαίνεται.

Κανονικά, σε ένα υδρόψυκτο δίκτυο, **δεν πρέπει να υπάρχουν άλλα φίλτρα νερού εκτός από το φίλτρο του πύργου ψύξης**. Το φίλτρο αυτό προστατεύει άριστα τους συμπυκνωτές κελύφους-σωλήνων (κυλινδρικούς), αλλά δεν είναι αρκετά πυκνό για να προστατέψει τους πλακοειδείς.



Σχήμα 1-3: Το φίλτρο νερού όπως φαίνεται από την ανθρωποθυρίδα. Η φωτογραφία τραβήχτηκε με το νερό χαμηλά για διδακτικούς λόγους. Συνήθως το φίλτρο δεν φαίνεται επειδή το νερό είναι θολό, αλλά η θέση του είναι τέτοια που το πιάνουμε και το αφαιρούμε εύκολα.



Σχήμα 1-4: Φίλτρο νερού πάνω σε σωλήνα. Ξεβιδώνουμε το καπάκι, προκειμένου να αφαιρέσουμε τη σίτα.

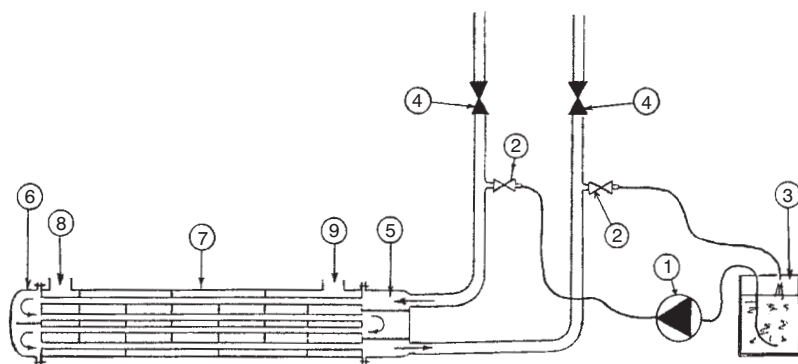
Αν υπάρχουν πλακοειδείς συμπυκνωτές στο κύκλωμα, αυτοί θα πρέπει να έχουν επιπλέον το δικό τους το φίλτρο, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή τους. Το φίλτρο αυτό τοποθετείται πάνω στο σωλήνα του

νερού, όπως φαίνεται στο σχήμα (1-4). Όμως, αυτό το μικρό φίλτρο, με το πυκνό πλέγμα, θα χρειάζεται κάθε 2-3 ημέρες καθαρισμό, επειδή το νερό των πύργων ψύξης είναι υπερβολικά βρώμικο.

Η επόμενη πιθανή αιτία του προβλήματος, σε περίπτωση χαμηλής πίεσης, είναι τα μπεκ, τα οποία γεμίζουν λάσπη και θα πρέπει αραιά και πού να καθαρίζονται. Μόνο όταν διαπιστώσουμε ότι όλα αυτά, στον πύργο ψύξης, έχουν καλώς και η απόδοση της εγκατάστασης παραμένει ακόμη χαμηλή, θα βγάλουμε το συμπέρασμα ότι ο συμπυκνωτής του ψύκτη του νερού χρειάζεται χημικό καθαρισμό.

(2) Ο καθαρισμός του συμπυκνωτή

Ο τρόπος φαίνεται στο σχήμα (1-5). Κλείνουμε τις βάνες των σωλήνων και συνδέουμε την αντλία χημικού καθαρισμού στις δύο υποδοχές που υπάρχουν πάνω στους σωλήνες, γι' αυτήν ακριβώς την εργασία. Χρησιμοποιούμε ειδικό καυστικό υγρό που δεν προσβάλλει τους χαλκοσωλήνες (ποτέ υδροχλωρικό οξύ) και το οποίο διατίθεται στο εμπόριο. Το υγρό αραιώνεται με το νερό, σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή του. Η αντλία επίσης είναι ειδική αντλία χημικών καθαρισμών, φορητή, που δεν προσβάλλεται από τα καυστικά υγρά. Η αναρρόφηση και κατάθλιψη γίνονται συνήθως σε ένα πλαστικό βαρέλι. Ο χημικός καθαρισμός διαρκεί συνήθως τουλάχιστον τέσσερις ώρες για να καθαριστούν καλά οι σωλήνες από τα άλατα.

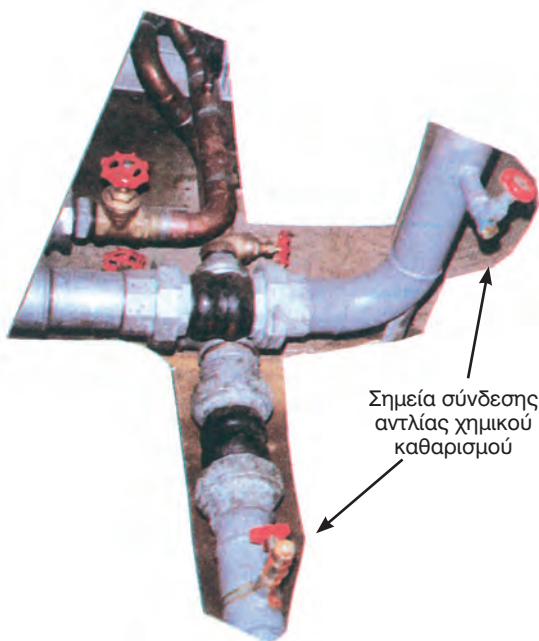


Σχήμα 1-5: Η διάταξη που γίνεται ο χημικός καθαρισμός στον υδρόψυκτο συμπυκνωτή.

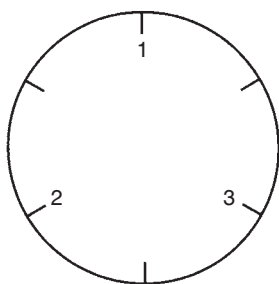
1:Αντλία φορητή, 2:Βάνα 1/2" ανοιχτή, 3:Πλαστικό δοχείο >50 λίτρων, 4:Βάνα κλειστή, 5:Μπροστινός καθρέπτης, 6:Πίσω καθρέπτης, 7:Σώμα εναλλάκτη, 8:Σημείο εισόδου αερίου, 9:Σημείο εξόδου υγρού. Η σύνδεση της αντλίας γίνεται με συνήθεις ελαστικούς σωλήνες

Μόνο όμως χημικός καθαρισμός δεν επαρκεί για τη διατήρηση του συμπυκνωτή σε καλή κατάσταση. Κατά διαστήματα (συνήθως κάθε δεύτερο ή τρίτο χημικό καθαρισμό), πρέπει να ανοίγονται οι καθρέπτες και να αφαιρούνται τυχόν μεγάλα σώματα και λάσπες που έχουν παγιδευτεί εκεί. Επίσης, με ειδική βούρτσα καθαρίζονται οι σωλήνες. Το νερό των πύργων ψύξης είναι νερό προερχόμενο από ανοικτό κύκλωμα, πολύ βρώμικο, και μπορεί να περιέχει οτιδήποτε.

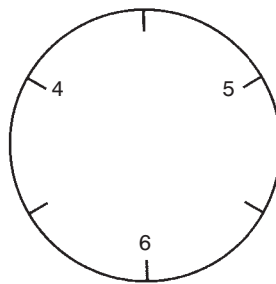
Προτού να ανοίξουμε τους καθρέπτες των συμπυκνωτών, έχουμε φροντίσει να έχουμε μαζί μας υλικό κοπής φλαντζών στεγανοποίησης σε φύλλο για να κόψουμε καινούριες φλάντζες. Το υλικό αυτό συνήθως είναι συμπιεσμένος άσβεστος και νεοπρένιο. Χρησιμοποιούμε τις παλιές φλάντζες σαν οδηγό και κόβουμε τις καινούριες, αφού πρώτα χαράξουμε το σχήμα τους πάνω στο φύλλο.



Σχήμα 1-6: Τα σημεία που συνδέεται η αντλία χημικού καθαρισμού. Οι αναμονές υπάρχουν έτοιμες πάνω στους σωλήνες.



Βήμα 1ο



Βήμα 1ο

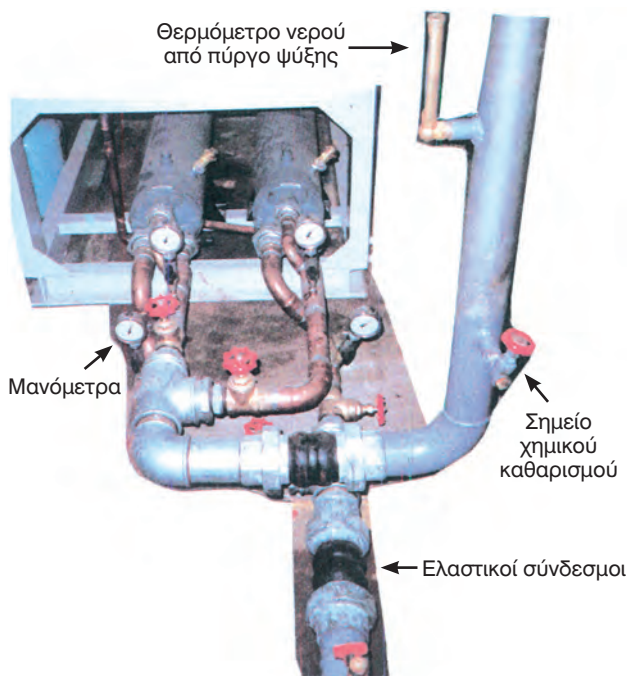
Σχήμα 1-7: Ο τρόπος που σφίγγουμε τους κοχλίες για να στεγανοποιήσουν σωστά οι φλάντζες

Το σφίξιμο των κοχλιών, για να στεγανοποιηθούν σωστά οι φλάντζες, πρέπει να γίνεται με μία ορισμένη σειρά. Αυτή η σειρά, για 6 κοχλίες, φαίνεται στο σχήμα (1-7). Σφίγγουμε με τη σειρά 1-2-3-4-5-6, στην αρχή χαλαρά, και μετά πιο σφικτά. Προσέξτε ότι τους κοχλίες 1-2-3 τους σφίγγουμε με αντίθετη φορά των δεικτών του ωρολογίου και τους 4-5-6 με τη φορά των δεικτών του ωρολογίου. Μετά από μία τουλάχιστον ώρα, σφίγγουμε ξανά τους κοχλίες, με την ίδια ακριβώς σειρά.

(3) Η ρύθμιση της παροχής του νερού στον συμπυκνωτή και τον εξατμιστή

Στο σχήμα (1-8), βλέπουμε τη σύνδεση των συμπυκνωτών ενός ψύκτη νερού. Στις εξόδους και τις εισόδους υπάρχουν μανόμετρα για τη ρύθμιση της πτώσης πίεσης του νερού. Πρέπει και οι δύο συμπυκνωτές να έχουν την ίδια ακριβώς πτώση πίεσης για να κατανέμεται σωστά το νερό του πύργου ψύξης. Εκτός αυτού θα πρέπει η πτώση πίεσης να παρουσιάζει τιμή μέσα στα όρια που έχει θέσει ο κατασκευαστής του ψυκτικού συγκροτήματος. Μόνο έτσι εξασφαλίζεται ότι η διερχόμενη ποσότητα νερού θα είναι η σωστή.

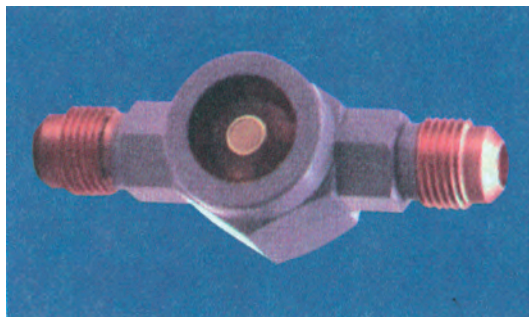
Στον εξατμιστή θα πρέπει επίσης να ελέγξουμε, εκτός από την πτώση πίεσης, και την πτώση της θερμοκρασίας. Αυτή θα πρέπει να κυμαίνεται στην περιοχή 4°C - 6°C .



Σχήμα1-8: Η εικόνα ενός ψύκτη νερού. Η ρύθμιση της παροχής νερού μέσα από εναλλάκτες γίνεται με βάνες και τα μανόμετρα χρησιμεύουν για τη ρύθμιση του Δp (κάθε παροχή αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο Δp). Πρέπει το Δp να είναι όσο αναφέρει στις οδηγίες του ο κατασκευαστής.

(4) Η διαπίστωση υγρασίας στο δίκτυο του ψυκτικού υγρού

Όλα τα ψυκτικά συγκροτήματα έχουν δείκτες υγρασίας στα κυκλώματα του ψυκτικού υγρού. Αυτοί είναι όπως βλέπουμε στο σχήμα (1-9).



Σχήμα 1-9: Οι δείκτες υγρασίας στο κύκλωμα του ψυκτικού υγρού. Υπάρχουν διάφοροι χρωματισμοί δεικτών, ανάλογα με το ψυκτικό υγρό και με τον κατασκευαστή του δείκτη.

Το χρώμα του δείκτη μας υποδηλώνει αν το δίκτυο έχει υγρασία. Αυτό διαφέρει και με τον κατασκευαστή του δείκτη. Μία π.χ. συνηθισμένη περίπτωση είναι το χρώμα του δείκτη να είναι κίτρινο ή πράσινο, όπως στο σχήμα (1-9). Το κίτρινο σημαίνει ότι το δίκτυο έχει υγρασία και το πράσινο ότι είναι καθαρό. Η παρουσία κίτρινου χρώματος στο σχήμα (1-9) σημαίνει ότι θα πρέπει να αντικατασταθεί το φίλτρο του ψυκτικού υγρού. Τα χρώματα εξαρτώνται από τον κατασκευαστή δεικτών υγρασίας.

(5) Ο καθαρισμός του αερόψυκτου συμπυκνωτή

Συνήθως γίνεται με νερό ή με αέρα υπό πίεση. Υπάρχουν πιεστικά νερού γι' αυτές τις περιπτώσεις και ορισμένα μάλιστα έχουν τη δυνατότητα να θερμαίνουν το νερό. Εναλλακτική λύση είναι να καθαρίζονται με αέρα προερχόμενο από κάποιον φορητό συμπιεστή. Ο καθαρισμός με νερό είναι ευκολότερος και δίνει καλύτερα και ταχύτερα αποτελέσματα.



Σχήμα 1-10: Υπαίθριος αερόψυκτος συμπυκνωτής. Όλα τα ηλεκτρικά του κυκλώματα είναι στεγανά.

Συνήθως επειδή οι αερόψυκτοι συμπιεστές είναι υπαίθριοι, όπως φαίνεται και στο σχήμα (1-10), τα ηλεκτρικά τους κυκλώματα είναι στεγανά και δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα με το νερό. Αλλά κατά πόσο επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε το νερό για τον καθαρισμό τους, θα πρέπει να ρωτήσετε τον κατασκευαστή. Ακόμη περισσότερο θα πρέπει να είσαστε προσεκτικοί πριν χρησιμοποιήσετε το νερό σε ένα αερόψυκτο υπαίθριο συγκρότημα παραγωγής ψυχρού νερού (ή μιας αντλίας θερμότητας). Για προληπτικούς λόγους, με το νερό, καλό είναι να διακόπτετε προηγουμένως την ηλεκτρική παροχή στο μηχάνημα, όσο ασφαλές και αν αυτό θεωρείται έναντι της εισόδου υγρασίας.

(6) Το άδειασμα του νερού της εγκατάστασης στο τέλος της περιόδου

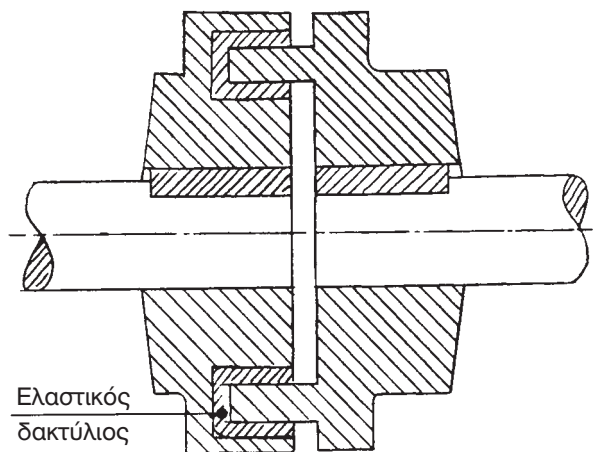
Αυτό γίνεται για λόγους προστασίας από τον παγετό. Αφαιρείται όλο το νερό της εγκατάστασης του πύργου ψύξης στο υδρόψυκτο συγκρότημα ή του υπαίθριου αερόψυκτου ψυκτικού συγκροτήματος παραγωγής κρύου νερού (που συνήθως είναι στην ταράτσα).

Οι περισσότερες εγκαταστάσεις στη χώρα μας έχουν μόνο μία περίοδο λειτουργίας, τη θερινή. Συχνά όμως συναντάμε δύο περιόδους, τη θερινή και τη χειμερινή. Πολύ σπάνια υπάρχει μόνο η χειμερινή περίοδος και αυτό συμβαίνει όταν η εγκατάσταση είναι αντλία θερμότητας που λειτουργεί αποκλειστικά για θέρμανση.

Η χειμερινή περίοδος συναντάται σε συγκροτήματα που λειτουργούν ως αντλίες θερμότητας ή σε εγκαταστάσεις κλιματισμού ηλεκτρονικού εξοπλισμού (μεγάλοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τηλεφωνικά κέντρα κλπ.). Όταν έχουμε δύο περιόδους, με τη λήξη της μίας αρχίζουμε να προετοιμάζουμε την εγκατάσταση για την επόμενη. Τα υπαίθρια δίκτυα του νερού, σε ορισμένες περιοχές, πιθανόν να χρειάζονται και προσθήκη γλυκόλης κατά τη χειμερινή λειτουργία τους, για να μην υπάρχει φόβος να παγώσει το νερό και να καταστρέψει το μηχάνημα.

(7) Ο έλεγχος της ευθυγράμμισης των αντλιών

Με τον όρο ευθυγράμμιση εννοούμε ότι σε ένα αντλητικό συγκρότημα, οι άξονες του κινητήρα και της αντλίας θα συμπίπτουν. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των **ελαστικών συνδέσμων** ή **κόμπλερ** οι οποίοι πάντοτε κατασκευάζονται σε ζευγάρια. Την κατασκευή τους τη βλέπουμε στο σχήμα (1-11). Οι σύνδεσμοι είναι φτιαγμένοι με απόλυτα παράλληλες επιφάνειες και για να επιτευχθεί αυτό, торνίρονται μαζί, ενωμένοι. Αλλιώς δεν θα μπορούν να μας οδηγήσουν στη σωστή ευθυγράμμιση.



Σχήμα 1-11: Ο ελαστικός σύνδεσμος (κόμπλερ)

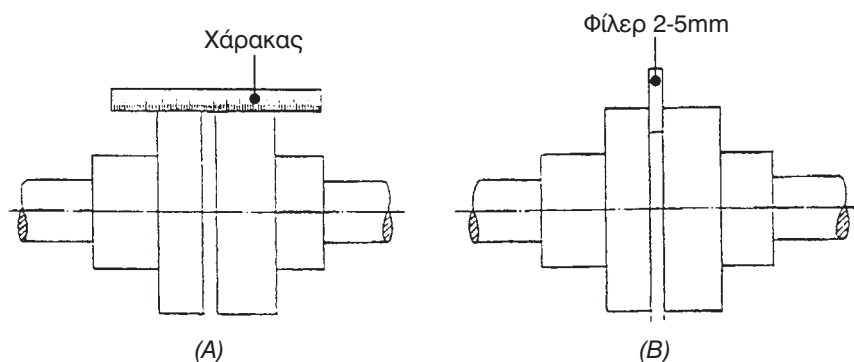
Τα περισσότερα λειτουργικά προβλήματα μίας κλιματιστικής εγκατάστασης οφείλονται στις αντλίες και ιδίως στην κακή ευθυγράμμιση. Η λειτουργία με κακή ευθυγράμμιση μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα:

- Την καταστροφή της τσιμούχας ή της σαλαμάστρας.
- Την καταστροφή των λάστιχων του συνδέσμου.

- Την καταστροφή των ρουλεμάν της αντλίας και του κινητήρα.
- Αν καταστραφούν τα λάστιχα θα επακολουθήσει και η καταστροφή των συνδέσμων.

Είναι λάθος αυτό που νομίζουν πολλοί ότι τα λάστιχα παίρνουν πάνω τους τα λάθη της ευθυγράμμισης. Τα λάστιχα δεν είναι σε θέση να πάρουν ούτε το παραμικρό λάθος στην ευθυγράμμιση. Απλά είναι μία ελαστική σύσφιξη που μειώνει τη μεταφορά κραδασμού και τον θόρυβο. Τυχόν εσφαλμένη ευθυγράμμιση τα καταστρέφει ταχύτατα.

Θεωρητικά τουλάχιστον, η ευθυγράμμιση μίας αντλίας δεν εμπίπτει στην ειδικότητα του ψυκτικού και είναι δουλειά μηχανοτεχνίτη. Η πράξη όμως έχει αποδείξει ότι δεν θα βρείτε εύκολα μηχανοτεχνίτη να σας κάνει τη δουλειά αυτή και θα πρέπει να γνωρίζετε κάνετε μόνοι σας τουλάχιστον τον έλεγχο. Ο τεχνικός που ασχολείται με τον κλιματισμό πρέπει να γνωρίζει πολύ καλά πώς ελέγχεται η ευθυγράμμιση των αντλιών. Αν ξέρει και να διορθώσει την ευθυγράμμιση, είναι ακόμη καλύτερα.



Σχήμα 1-12: Η διαδικασία ελέγχου της ευθυγράμμισης

Για να ελέγξουμε την ευθυγράμμιση ενός συστήματος αντλίας-κινητήρα, χρειαζόμαστε τα εξής όργανα:

- Ένα μεταλλικό χάρακα μηχανουργείου, μικρού μήκους.
- Ένα φίλερ. Το μικρό αυτό εργαλείο, που είναι σε μέγεθος σουγιά, περιέχει πολλές μικρές λάμες (ανοίγουν από τη θήκη), σε διάφορα μικρά πάχη που αρχίζουν από 0,05 mm. Συνδυάζονται με όποιο τρόπο θέλουμε μέχρι να επιτευχθεί ένα επιθυμητό συνολικό πάχος.

Η διαδικασία του ελέγχου της ευθυγράμμισης φαίνεται στο σχήμα (1-12). Τα βήματα που ακολουθούμε είναι τα εξής:

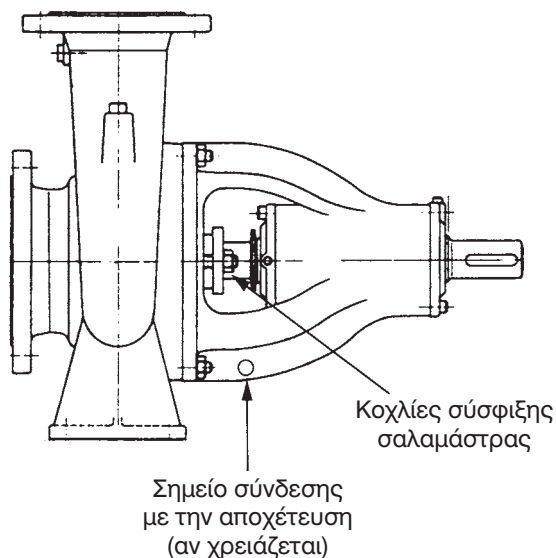
- Με τον μεταλλικό χάρακα μηχανουργείου ελέγχουμε αρχικά στο πάνω μέρος (στο ψηλότερο σημείο) αν οι σύνδεσμοι είναι ευθυγραμμισμένοι, όπως φαίνεται στο σχήμα (1-12) περίπτωση (α). Χρησιμοποιούμε και ένα μικρό φακό. Δεν θα πρέπει να φαίνεται ούτε το παραμικρό ίχνος φωτός στα μήκη που εφάπτεται ο χάρακας στα δύο τμήματα του συνδέσμου. Ένα δέκατο του χιλιοστού αν ξεφεύγουμε είναι πολύ.
- Αφού ελέγξουμε το ύψος, κατά τον ίδιο τρόπο ελέγχουμε τη θέση αριστερά ή δεξιά (αν η μία είναι σωστή, θα είναι και η άλλη).
- Επαληθεύουμε ελέγχοντας με το φίλερ όπως φαίνεται στο σχήμα (1-12), περίπτωση (β). Με δοκιμές βρίσκουμε το πάχος που διέρχεται σε ένα σημείο και προσθέτοντας μία πολύ λεπτή λάμα βρίσκουμε το πάχος που δεν διέρχεται. Ελέγχουμε μετά πολλά σημεία για να βεβαιώσουμε ότι παντού συμβαίνει το ίδιο. Αν δεν έχουμε φίλερ, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα παχύμετρο, αλλά θέλει πολλή προσοχή, την ώρα που το βγάζουμε, να είναι σταθερό.

Αν κάτι από τα παραπάνω δεν πάει καλά, θα πρέπει να προγραμματίσουμε πότε θα κάνουμε την ευθυγράμμιση. Αν ξεφεύγει πολύ, θα πρέπει, αν έχουμε τα περιθώρια, να σταματήσουμε τη λειτουργία της αντλίας.

(8) Το σφίξιμο της σαλαμάστρας των αντλιών

Η σαλαμάστρα μίας αντλίας δεν πρέπει να είναι πολύ χαλαρή, ώστε να τρέχει το νερό, αλλά και ούτε πολύ σφικτή. Πρέπει απλά να στάζει. Όταν χαλάσει και δεν στεγανοποιεί πλέον, αντικαθίσταται εύκολα.

Αν το στάξιμο μας δημιουργεί πρόβλημα (π.χ. σε κλειστό χώρο ψυχοστασίου), είναι δυνατό να γίνει σύνδεση με την αποχέτευση. Στο σχήμα (113) φαίνονται οι κοχλίες σύσφιξης καθώς και το σημείο που μπορεί να ενωθεί με την αποχέτευση.



Σχήμα 1-13: Η θέση των κοχλιών σύσφιξης της σαλαμάστρας

(9) Ο ελεγκτής ροής (flow switch)

Ο ελεγκτής ροής ή διακόπτης ροής είναι τοποθετημένος πάνω σε σωλήνα, αμέσως μετά την έξοδο του εξατμιστή, όπως φαίνεται στο σχήμα (1-14). Αυτός ελέγχει κατά πόσο υπάρχει ροή στο δίκτυο του εξατμιστή, προκειμένου να μην υπάρξει κίνδυνος βλάβης. Αν λειτουργήσει το σύστημα χωρίς να λειτουργούν οι αντλίες νερού, τότε μπορεί να καταστραφεί ο εξατμιστής. Γι' αυτό πρέπει να δοκιμάζεται κατά διαστήματα.

Ο έλεγχος είναι εύκολος. Με σταματημένο τον ψύκτη και την αντλία, δοκιμάζουμε να δούμε αν ξεκινάει ο ψύκτης. Αποφεύγουμε να κάνουμε τη δοκιμή σταματώντας την αντλία ενώ ο ψύκτης λειτουργεί. Σε περίπτωση βλάβης, η αντικατάσταση του ελεγκτή ροής είναι εύκολη ενώ σαν εξάρτημα έχει πολύ μικρό κόστος. Αν όμως δεν λειτουργήσει, μπορεί να προκληθεί πολύ μεγάλη ζημιά.

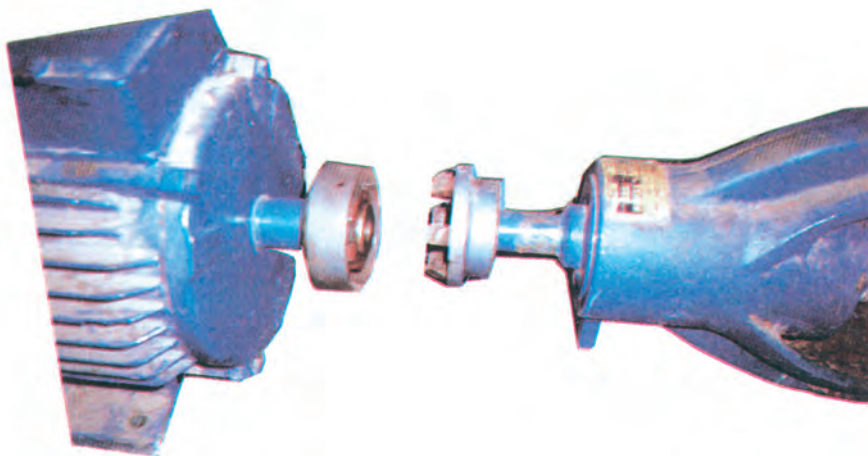


Σχήμα 1-14: Ελεγκτής ροής (flow switch) πάνω σε σωλήνα

1-9. Η ευθυγράμμιση αντλίας

Αν κάνουμε τακτικά τον έλεγχο της ευθυγράμμισης, θα διαπιστώσουμε το πρόβλημα έγκαιρα και αν δεν γνωρίζουμε πώς να την εκτελέσουμε, θα έχουμε στη διάθεσή μας αρκετό καιρό για να καλέσουμε μηχανοτεχνίτη. Είναι απόλυτα λογικό να συμβεί μία αντλία να χάνει την ευθυγράμμισή της μία φορά το χρόνο. Υπάρχουν όμως αντλίες που λειτουργούν ακόμη και 10 χρόνια χωρίς να έχουν χάσει την ευθυγράμμισή τους.

Αν διαπιστώσουμε ότι μας έχει χαλάσει ο ένας σύνδεσμος, τότε **ποτέ δεν αλλάζουμε μόνο το χαλασμένο σύνδεσμο**, έστω και αν είναι του ίδιου κατασκευαστή και του ίδιου τύπου. Πετάμε και τον άλλο, μας είναι πλέον **άχρηστος**. Οι σύνδεσμοι, όπως είπαμε κατασκευάζονται κατά ζευγάρια που τορνίρονται μαζί. Αντίθετα, αν μας έχουν χαλάσει μόνο τα λάστιχα των συνδέσμων (που είναι το πλέον συνηθισμένο), τότε τα αντικαθιστούμε και προχωράμε κανονικά στην ευθυγράμμιση.

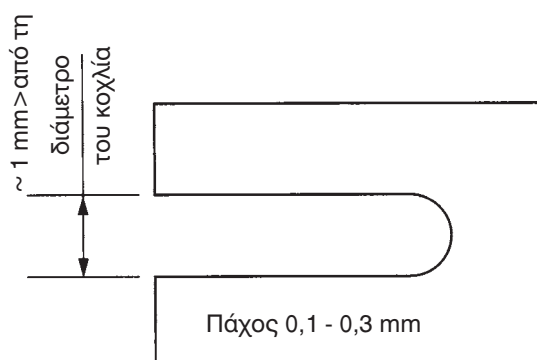


Σχήμα 1-15: Οι σύνδεσμοι τοποθετημένοι στον άξονα του κινητήρα και της αντλίας

Η μορφή των συνδέσμων, πριν την ευθυγράμμιση, φαίνεται στο σχήμα (1-15). Η διαδικασία της ευθυγράμμισης πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά και δεν πρέπει να βιαζόμαστε. Τα βήματα που ακολουθούμε έχουν ως εξής:

- Ελέγχουμε ότι ο άξονας της αντλίας γυρίζει ελεύθερα.
- Στερεώνουμε καλά την αντλία πάνω στη βάση που στηρίζει το αντλητικό συγκρότημα (σφίγγουμε καλά τις βίδες).

- Στερεώνουμε καλά τους σωλήνες και σφίγγουμε τις φλάντζες τους πάνω στις φλάντζες της αντλίας, ώστε το σύστημα να πάρει όλες τις πιθανές παραμορφώσεις του.
- Χαλαρώνουμε τελείως τις βίδες του κινητήρα ώστε να μπορούμε να περάσουμε κάτω από τον κινητήρα και πάνω από τη βάση μεταλλικές προσθήκες.
- Μεταξύ των δύο τεμαχίων του συνδέσμου αφήνουμε το κενό που μας προδιαγράφει ο κατασκευαστής του συγκροτήματος. Αν δεν το γνωρίζουμε αφήνουμε κενό μεταξύ 2 και 5 mm που είναι το συνηθισμένο.
- Με ένα μεταλλικό χάρακα μηχανουργείου ελέγχουμε αρχικά στο πάνω μέρος (στο ψηλότερο σημείο) αν οι σύνδεσμοι είναι ευθυγραμμισμένοι, όπως φαίνεται στο σχήμα (1-12) περίπτωση (α). Χρησιμοποιούμε και ένα μικρό φακό. Δεν θα πρέπει να φαίνεται ούτε το παραμικρό ίχνος φωτός στα μήκη που εφάπτεται ο χάρακας στα δύο τμήματα του συνδέσμου. Για να επιτευχθεί αυτό, θα χρειαστούν προσθήκες από μεταλλικά φύλλα πολύ λεπτού πάχους που χρησιμοποιούνται σε ευθυγραμμίσεις. Τα πάχη αρχίζουν από 0,1 mm. Αυτά πρέπει να κόβονται σε μορφή όπως φαίνεται στο σχήμα (1-16) και να περνιούνται ανάμεσα στους κοχλίες που θα συνδέσουν τη βάση του κινητήρα με τη βάση του συγκροτήματος της βάσης. Συχνά όμως κόβονται και απλά λαμάκια και τοποθετούνται δίπλα στους κοχλίες.



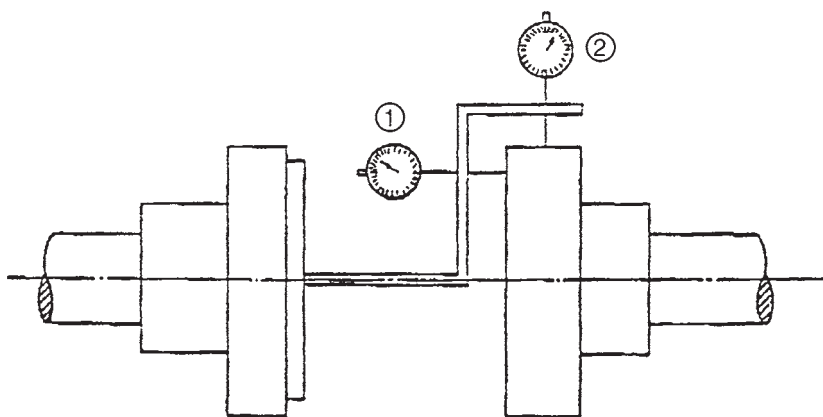
Σχήμα 1-16: Οι προσθήκες που μπαίνουν κάτω από τον κινητήρα.

- Αφού πετύχουμε το ύψος κατά τον ίδιο τρόπο ελέγχουμε τη θέση αριστερά-δεξιά. Κτυπάμε ελαφρά τη βάση του κινητήρα, μέχρι να

επιτύχουμε το τέλειο αποτέλεσμα. Ελέγχουμε μετά ξανά το ύψος και αν χρειάζεται διορθώνουμε. Αν διορθώσουμε το ύψος, ελέγχουμε πάλι αριστερά-δεξιά.

- Σφίγγουμε τους κοχλίες της βάσης και ελέγχουμε ξανά. Αν χρειάζεται, χαλαρώνουμε τους κοχλίες και διορθώνουμε, ελέγχοντας πάλι το ύψος και αριστερά-δεξιά.
- Περιστρέφουμε το σύνδεσμο γύρω-γύρω και ελέγχουμε ότι είναι ευθυγραμμισμένος σε διάφορες θέσεις.
- Επαληθεύουμε ελέγχοντας με το φίλερ (ή το παχύμετρο), όπως φαίνεται στο σχήμα (1-12), περίπτωση (B). Αν η απόσταση των συνδέσμων δεν προκύψει παντού η ίδια, τότε πρέπει να ελέγξουμε εκ νέου και να διορθώνουμε την ευθυγράμμιση· προφανώς κάτι δεν κάναμε καλά. Αν τελικά δεν μπορούμε να τα καταφέρουμε, τότε πιθανόν ο ελαστικός σύνδεσμος να μην είναι σωστός.

Η παραπάνω είναι μία διαδικασία που μπορεί να την κάνει κάθε έμπειρος συντηρητής κλιματιστικών εγκαταστάσεων και δίνει πολύ καλά αποτελέσματα.



Σχήμα 1-17: Ευθυγράμμιση αντλίας-κινητήρα με μετρητικό ρολόι

Καλύτερα αποτελέσματα μπορούμε να έχουμε μόνο με τα μετρητικά ρολόγια, όπως φαίνεται στο σχήμα (1-17) (το σχήμα αυτό είναι καθαρά ενδεικτικό και δεν απαιτείται, με το κατάλληλο όργανο μέτρησης, να είναι τόσο μακρά οι σύνδεσμοι). Αυτή όμως η διαδικασία είναι πιο δύσκολη και απαιτεί κατάλληλο εξοπλισμό. Η επιτρεπόμενη απόκλιση στο ρολόι 1 είναι 0,03 mm και αντίστοιχα στο ρολόι 2 είναι 0,05.

1-10. Η προληπτική συντήρηση των συστημάτων κλειστού κυκλώματος

Οι μονάδες κλειστού κυκλώματος (closed control circuit unit) τοποθετούνται συνήθως σε ευπαθείς χώρους, όπως είναι οι χώροι Η/Υ, μεγάλων τηλεφωνικών κέντρων κλπ. Η συντήρηση αυτών των μεγάλων αυτόνομων συστημάτων περιλαμβάνει τις εργασίες του πίνακα (1-3).

Συνήθως τα μηχανήματα κλειστού κυκλώματος λειτουργούν συνέχεια και δεν έχουν περιόδους λειτουργίας. Κατά κανόνα είναι αερόψυκτα, αλλά καμιά φορά, όταν η απόσταση εσωτερικής - εξωτερικής μονάδας είναι πάνω από 40 m, αναγκαστικά χρησιμοποιούνται μηχανήματα υδρόψυκτα (η περίπτωση αυτή είναι σχετικά σπάνια). Ο παρακάτω πίνακας (1-3) αναφέρεται μόνο στο αερόψυκτο συγκρότημα, που είναι το μηχάνημα κλειστού κυκλώματος που χρησιμοποιείται περισσότερο.

1-11. Προληπτική συντήρηση αυτόνομων τοπικών μονάδων

Η συντήρηση των μικρών αυτόνομων συστημάτων (split units) περιλαμβάνει τις εργασίες του πίνακα (1-4). Η μέτρηση των πιέσεων σ' αυτά γίνεται με φορητά μανόμετρα.

Η κυριότερη εργασία προληπτικής συντήρησης σε ένα μικρό αυτόνομο κλιματιστικό είναι η μέτρηση των πιέσεων, επειδή δεν υπάρχουν ασφαλιστικές διατάξεις στα μικρά κλιματιστικά για να προστατεύουν το συμπιεστή σε περίπτωση απώλειας του ψυκτικού υγρού. Η ένδειξη της βλάβης είναι γνωστή: εμφανίζεται πάγος στη γραμμή του ψυκτικού υγρού ή ακόμη και πάνω στο στοιχείο. Δυστυχώς όμως, οι χρήστες τέτοιων μικρών συστημάτων, αγνοούν αυτά τα συμπτώματα και εξακολουθούν να τα θέτουν σε λειτουργία, μέχρι που τελικά καίγεται ο συμπιεστής. Και φυσικά η ζημιά είναι μεγάλη. Το δίκτυο θα πρέπει κατά το δυνατό να καθαριστεί μετά από κάψιμο του συμπιεστή, πριν τοποθετηθεί ο καινούριος. Αν καεί πάλι ο συμπιεστής, το μηχάνημα μάλλον θα πρέπει να θεωρείται άχρηστο και να μη συμφέρει άλλη αντικατάσταση.

Πίνακας (1-3): Εργασίες για την οργάνωση ενός αρχικού προγράμματος προληπτικής συντήρησης μονάδας κλειστού κυκλώματος (closed control circuit unit).

A/A	Περιγραφή της εργασίας	Χρόνος εκτέλεσης
1	Εσωτερική μονάδα	
	Έλεγχος πιέσεων συμπιεστών, καταγραφή σε αρχείο	Κάθε μήνα
	Έλεγχος φίλτρων-προφίλτρων	Κάθε μήνα
	Αντικατάσταση φίλτρων-προφίλτρων	Κάθε 3 μήνες
	Έλεγχος δείκτη υγρασίας ψυκτικού υγρού	Κάθε μήνα
	Αλλαγή φίλτρου (αφυγραντή) ψυκτικού υγρού	Κάθε 2 χρόνια
	Έλεγχος πρεσοστατών υψηλής-χαμηλής πίεσης	Κάθε 6 μήνες
	Έλεγχος πρεσοστάτη λαδιού	Κάθε 6 μήνες
	Έλεγχος πρεσοστάτη ανεμιστήρων	Κάθε 6 μήνες
	Έλεγχος λαδιού συμπιεστών	Κάθε 6 μήνες
	Έλεγχος υγραντήρα	Κάθε μήνα
	Καθαρισμός λεκάνης υγραντήρα	Κάθε μήνα
	Έλεγχος-σφίξιμο ηλεκτρικών επαφών	Κάθε χρόνο
	Έλεγχος αισθητηρίων θερμοκρασίας-υγρασίας	Κάθε 6 μήνες
	Καλιμπράρισμα αισθητηρίων θερμοκρασίας-υγρασίας	Κάθε 5 χρόνια
	Έλεγχος κατάστασης ιμάντων	Κάθε 3 μήνες
	Έλεγχος τάνυσης ιμάντων	Κάθε 3 μήνες
2	Αερόψυκτος συμπυκνωτής (εξωτερική μονάδα)	
	Καθαρισμός στοιχείου αερόψυκτου συμπυκνωτή	Κάθε 2 μήνες
	Έλεγχος αποπαγοποίησης (για αντλία θερμότητας)	Όταν απαιτείται
	Έλεγχος λειτουργίας ανεμιστήρων	Κάθε 2 μήνες
	Έλεγχος αισθητηρίων	Αρχή περιόδου
	Χημικός καθαρισμός στοιχείου	Κάθε 2 χρόνια
	Έλεγχος - σφίξιμο ηλεκτρικών επαφών	Κάθε χρόνο

**Πίνακας (1-4): Εργασίες προληπτικής συντήρησης
αυτόνομων τοπικών μονάδων**

A/A	Περιγραφή της εργασίας	Χρόνος εκτέλεσης
1	Εσωτερική μονάδα	
	Καθαρισμός φίλτρου	Αρχή περιόδου
	Χημικός καθαρισμός στοιχείου	Κάθε 2 χρόνια
	Καθαρισμός λεκάνης συμπυκνωμάτων	Αρχή περιόδου
2	Εξωτερική μονάδα	
	Έλεγχος πιέσεων συμπυκνωτή	Κάθε χρόνο
	Πλύσιμο στοιχείου	Αρχή περιόδου
	Χημικός καθαρισμός στοιχείου	Κάθε 2 χρόνια

1-12. Εργασίες επανορθωτικής συντήρησης

Σε περίπτωση βλάβης, ο τεχνικός μοιάζει κάπως με το γιατρό. Πρέπει από τα συμπτώματα να βρει τι φταίει, πράγμα που δεν είναι και τόσο εύκολο. Τα σύγχρονα μηχανήματα έχουν συνήθως ένα σύστημα κεντρικού ελέγχου με οθόνη όπου εμφανίζουν έναν κωδικό της βλάβης ή καμιά φορά δίνουν και κάποια μηνύματα. Με τον κωδικό και με τη βοήθεια του εγχειριδίου χρήσης του μηχανήματος, η βλάβη εντοπίζεται σχετικά εύκολα.

Το παραπάνω σύστημα πληροφόρησης δεν υπάρχει σε όλα τα μηχανήματα παρά μόνο στους ψύκτες νερού και υπό την προϋπόθεση ότι είναι σύγχρονης τεχνολογίας. Τα μηχανήματα που δεν είναι πολύ παλιά έχουν ενδεικτικές λυχνίες που έχουν παρόμοιο σκοπό, αλλά προσφέρουν λιγότερο αναλυτική πληροφόρηση για το σημείο της βλάβης. Τα πολύ παλαιά μηχανήματα (υπάρχουν ακόμη εγκαταστάσεις που έχουν τέτοια) δεν διαθέτουν απολύτως τίποτε για να βοηθηθεί ο τεχνικός και πολλές φορές σ' αυτά έχει χαθεί ακόμη και το εγχειρίδιο χρήσης που έχει τον πίνακα συμπτωμάτων-βλαβών.

Εκτός από τους ψύκτες νερού, υπάρχει και ένα πλήθος ακόμη μηχανημάτων, που δεν μπορούμε να ξέρουμε από τι μπορεί να υποφέρουν. Γενικά, η εμπειρία του ψυκτικού στις εγκαταστάσεις κλιματισμού, έχει μεγάλη σημασία στον εντοπισμό και την αποκατάσταση της βλάβης.

Παρακάτω σας δίνουμε τον πίνακα (1-5) με μερικές από τις πλέον συνηθισμένες περιπτώσεις βλαβών και τα αντίστοιχα συμπτώματά τους. Φυσικά

Πίνακας (1-5): Βλάβες κλιματιστικών συγκροτημάτων

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ		
A/A	Σύμπτωμα	Πιθανές αιτίες - αποκατάσταση
1	Κραδασμός στις σωληνώσεις που ενδεχομένως να μεταδίδεται και στο κτίριο, όταν λειτουργεί ο κλιματισμός	• Πρόβλημα στους ελαστικούς συνδέσμους των σωλήνων νερού • Χρειάζονται σφίξιμο οι συνδέσεις στις φλάντζες • Κακή ευθυγράμμιση αντλίας • Βλάβη αντικραδασικών πελμάτων ή άλλη βλάβη σε κάποιο μηχανήμα. Εντοπίζεται θέτοντας σε λειτουργία τα μηχανήματα ένα-ένα.
2	Θόρυβος προερχόμενος από το ψυκτικό συγκρότημα	• Χρειάζονται αντικατάσταση οι βαλβίδες του συμπιεστή • Έχει απολεστεί ψυκτικό υγρό • Χρειάζονται σφίξιμο οι βίδες στερέωσης του συμπιεστή • Σοβαρή βλάβη στο συμπιεστή (μάλλον στα ρουλεμάν)
3	Μειωμένη ποσότητα αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους	• Τα φίλτρα αέρα στις ΚΚΜ χρειάζονται καθάρισμα • Τα στόμια του αέρα χρειάζονται καθάρισμα • Οι ιμάντες της ΚΚΜ χρειάζονται τάνυση
4	Ανεπαρκής ψύξη στους κλιματιζόμενους χώρους	• Μειωμένη ποσότητα αέρα (βλ. παραπάνω) • Βλάβη στην αντλία κυκλοφορίας νερού • Βουλωμένα φίλτρα νερού • Αέρας στο δίκτυο του νερού • Απώλεια ψυκτικού υγρού • Απαιτείται χημικός καθαρισμός του στοιχείου
5	Υψηλή πίεση στους συμπιεστές στο υδρόψυκτο σύστημα	• Χρειάζεται χημικός καθαρισμός του συμπυκνωτή • Χαμηλή ροή νερού από το συμπυκνωτή • Βουλωμένο το φίλτρο νερού (στον πύργο ψύξης) • Βλάβη αντλίας • Υψηλή φόρτιση σε ψυκτικό υγρό • Χρειάζονται καθαρισμό τα μπεκ του πύργου ψύξης • Χρειάζονται τάνυση οι ιμάντες των πύργων ψύξης • Έχει μειωθεί πολύ η διάμετρος των σωληνώσεων (μετά π.χ. από 10 τουλάχιστον χρόνια), λόγω συσσώρευσης αλάτων. • Υπάρχουν χοντρά αντικείμενα στο δίκτυο. Ανοίγουμε τους καθρέπτες του συμπυκνωτή και τα αφαιρούμε.

Συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

(Συνέχεια του πίνακα 1-5)

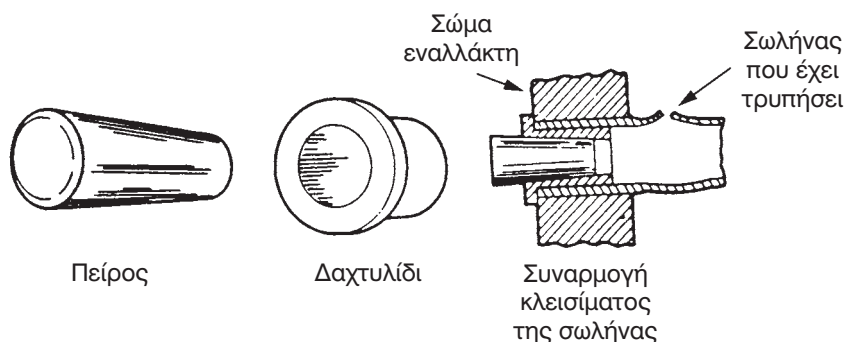
6	Υψηλή πίεση στους συμπιεστές στο αερόψυκτο σύστημα	• Χρειάζεται πλύσιμο το στοιχείο του συμπυκνωτή • Υψηλή φόρτιση σε ψυκτικό υγρό • Βλάβη μοτέρ ενός τουλάχιστον ανεμιστήρα στο συμπυκνωτή
7	Χαμηλή πίεση στους συμπιεστές	• Απώλεια ψυκτικού υγρού • Χρειάζονται αντικατάσταση οι βαλβίδες αναρρόφησης • Η βάνα αναρρόφησης του συμπιεστή είναι μερικώς κλειστή
8	Θερμή γραμμή ψυκτικού υγρού	• Έλλειψη ψυκτικού υγρού • Πολύ ανοικτή η εκτονωτική βαλβίδα, χρειάζεται ρύθμιση
9	Παγωμένη γραμμή ψυκτικού υγρού	• Χρειάζεται αντικατάσταση το φίλτρο του ψυκτικού υγρού • Πρόβλημα στη βαλβίδα του δοχείου συγκέντρωσης του ψυκτικού υγρού (receiver)
10	Πάγος στη γραμμή αναρρόφησης	• Χρειάζεται ρύθμιση η εκτονωτική βαλβίδα (επιτρέπει τη δίοδο μεγάλης παροχής ψυκτικού υγρού)
11	Το ψυκτικό συγκρότημα λειτουργεί συνεχώς στην υψηλή σκάλα	• Χρειάζεται ψυκτικό υγρό • Υπάρχει αέρας στο κύκλωμα του ψυκτικού υγρού • Πολύ υψηλό ψυκτικό φορτίο
12	Η ψύξη δεν φθάνει στους υψηλότερους ορόφους	• Χρειάζεται ρύθμιση ο αυτόματος πλήρωσης του δικτύου με νερό πόλεως (20-50 kPa πάνω από την υψομετρική) • Βλάβη στα αυτόματα εξαεριστικά του δικτύου του νερού
13	Το νερό κατεβαίνει σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία	• Λάθος ρύθμιση της παροχής νερού μέσα από τον εξαμιστή • Λάθος ρύθμιση θερμοκρασίας θερμοστάτη ασφαλείας • Χρειάζονται καθάρισμα τα φίλτρα του νερού
14	Ξαφνική εμφάνιση υγρασίας στο δείκτη υγρασίας	• Πιθανή βλάβη σε σωλήνα του εξαμιστή ή του συμπυκνωτή. Βρείτε και ταπώστε τη σωλήνα που έχει τη βλάβη ή αντικαταστήστε την.
15	Ο ψύκτης νερού δεν εκκινεί	• Βλάβη του ελεγκτή ροής (flow switch). • Έχει ενεργοποιηθεί κάποιο ασφαλιστικό σύστημα (πρεσοστάτης ή θερμοστάτης)
16	Θόρυβος σε FCU	• Χρειάζεται αντικατάσταση η πτερωτή του ανεμιστήρα

δεν μπορούμε να καλύψουμε τα πάντα. Πολύτιμος οδηγός είναι και τα εγχειρίδια χρήσης των μηχανημάτων, όπου ο κάθε κατασκευαστής δίνει τις δικές του οδηγίες.

Ο πίνακας (1-5) δεν ασχολείται με τα συμπτώματα βλαβών των ψυκτικών κυκλωμάτων, επειδή αυτά καλύπτονται από την τεχνολογία της ψύξης. Όλα όμως τα συμπτώματα βλάβης που γνωρίζετε από την ψύξη μπορούν να λάβουν χώρα και στον κλιματισμό.

1-13. Η επισκευή των εναλλακτών κελύφους-σωλήνων

Οι εναλλάκτες νερού των ψυκτικών συγκροτημάτων μπορεί να υποστούν συχνά βλάβες στους σωλήνες (να τρυπήσουν ή να σπάσουν). Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να αντικαθίστανται. Σε άμεση ανάγκη μπορείτε σε πρώτη φάση να τους ταπώσετε, αν π.χ. είναι καλοκαίρι και δεν υπάρχουν τα χρονικά περιθώρια να γίνει η επισκευή τους σωστά. Ο εντοπισμός τους γίνεται με τον ανιχνευτή του ψυκτικού υγρού. Αν υπάρχει δηλαδή τρύπα ή σπάσιμο, θα διέρχεται από τον σωλήνα ψυκτικό αέριο οπότε αυτό είναι σχετικά εύκολο να ανιχνευτεί. Ακριβέστερος εντοπισμός γίνεται με τη χρήση σαπουνάδας.



Σχήμα 1-18: Τάπωμα σωλήνα νερού που έχει υποστεί βλάβη (συνήθως είναι προσωρινή λύση)

Ο τρόπος που ταπώνεται ένας σωλήνας φαίνεται στο σχήμα (1-18). Πολλές φορές το δακτυλίδι παραλείπεται για να γίνει πιο γρήγορα η εργασία. Ο πείρος είναι ελαφρά κωνικός. Το δακτυλίδι είναι από μπρούντζο και ο πείρος χαλύβδινος. Κατασκευάζονται πολύ εύκολα σε ένα μηχανουργείο. Το δακτυλίδι πρέπει να μπαίνει σφικτά στο σωλήνα και ενδεχομένως και με ελαφρό κτύπημα. Ο κωνικός πείρος επιτυγχάνει τη σύσφιγξη.

Όταν, λόγω έλλειψης χρόνου ή κατάλληλου μηχανουργείου, βιαζόμαστε πολύ, το δακτυλίδι μπορεί να παραλειφθεί. Κατασκευάζεται μόνο ένας ελαφρά κωνικός πείρος, αλλά στην περίπτωση αυτή πρέπει να είναι από μπρούντζο. Για να επιτευχθεί η εφαρμογή του σε μεγαλύτερη επιφάνεια, είναι καλύτερα να τον παγώσουμε στην κατάψυξη ενός ψυγείου, για μερικές τουλάχιστον ώρες και μετά να τον κτυπήσουμε. Το πάγωμα του πείρου δεν χρειάζεται όταν έχουμε το ενδιάμεσο δακτυλίδι, το οποίο εξασφαλίζει μεγάλο μήκος της επιφάνειας στεγανοποίησης.

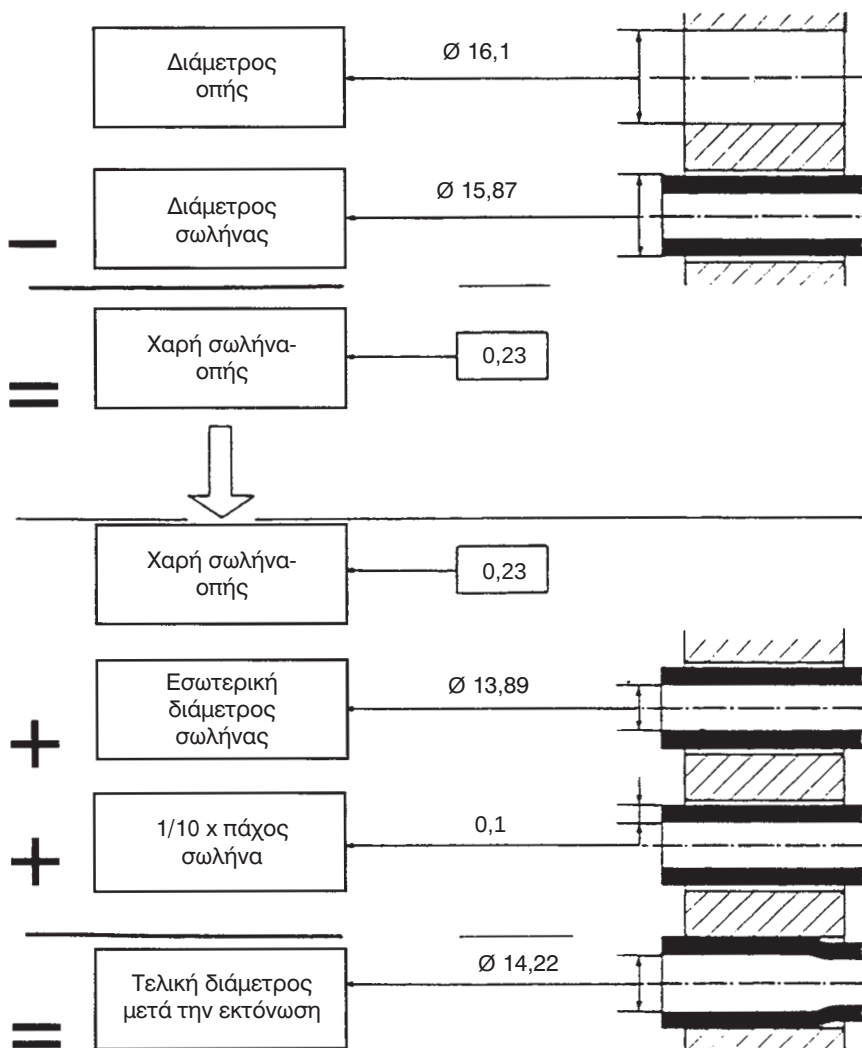
Μετά από μία τέτοια επισκευή ανάγκης, καλό είναι να αλλαχθεί και ο σωλήνας. Επίσης η αλλαγή συνιστάται στις περιπτώσεις που έχουμε χρόνο στη διάθεσή μας. Υπάρχουν όμως μερικοί σωλήνες που είναι κολλημένοι μέσα στον εναλλάκτη, πάνω στα πτερύγια που υπάρχουν εσωτερικά (για λόγους στήριξης). Αυτοί έχουν ιδιαίτερο μαρκάρισμα που φαίνεται όταν ανοιχτούν οι καθρέπτες. Οι σωλήνες αυτοί, αν πάθουν βλάβη, μπορούν μόνο να ταπωθούν, δεν αντικαθίστανται.

Η διαδικασία αντικατάστασης φαίνεται στο σχήμα (1-19). Μετά την εκτόνωση του σωλήνα, μετράμε την εσωτερική διάμετρο. Πρέπει να είναι όση υπολογίστηκε με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα (1-19), για να είναι σωστή η σύσφιξη. Ο υπολογισμός του σχήματος αφορά σωλήνες $\Phi 15,87$ (5/8"), αλλά κατά τον ίδιο τρόπο μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε άλλη διάμετρο.

Κατά τη διάρκεια που θα γίνεται η παραπάνω διαδικασία, θα έχουμε αφήσει ανοικτή την τάπα εκκένωσης του εναλλάκτη, για να στραγγίσει το νερό που τυχόν είχε μπει μέσα. Μετά το φόρτωμα του συστήματος με ψυκτικό υγρό, ελέγχουμε για τυχόν υγρασία. Αν το δίκτυο παρουσιάζει πολλή υγρασία (από το νερό που είχε μείνει στα τοιχώματα του εναλλάκτη), αντικαθιστούμε το φίλτρο του ψυκτικού υγρού.

1-14. Τήρηση αρχείου - κάρτες μηχανημάτων

Σε μία οργανωμένη εγκατάσταση θα πρέπει να υπάρχει και οργανωμένο αρχείο των μηχανημάτων με τις αντίστοιχες συντηρήσεις που γίνονται. Με την οργάνωση αυτή, δεν θα μπορούν να μας ξεφύγουν οι εργασίες που θα πρέπει να γίνουν. Συγχρόνως θα μπορεί ο συντηρητής να βρει από τι υποφέρει το κάθε μηχάνημα. Η οργάνωση θα πρέπει να περιλαμβάνει περίπου τα εξής:



Σχήμα 11-19: Αντικατάσταση σωλήνα εναλλάκτη κελύφους-σωλήνων

(1) Τα δελτία ελέγχου τα οποία θα περιλαμβάνουν τις αντίστοιχες εργασίες των πινάκων (1-1) μέχρι και (1-4) καθώς και όποιες άλλες εργασίες μπορεί να υπάρχουν στη συγκεκριμένη εγκατάσταση. Τα δελτία θα πρέπει να είναι τα εξής:

- Δελτίο εργασιών έναρξης λειτουργίας περιόδου
- Δελτίο τακτικής μηνιαίας συντήρησης

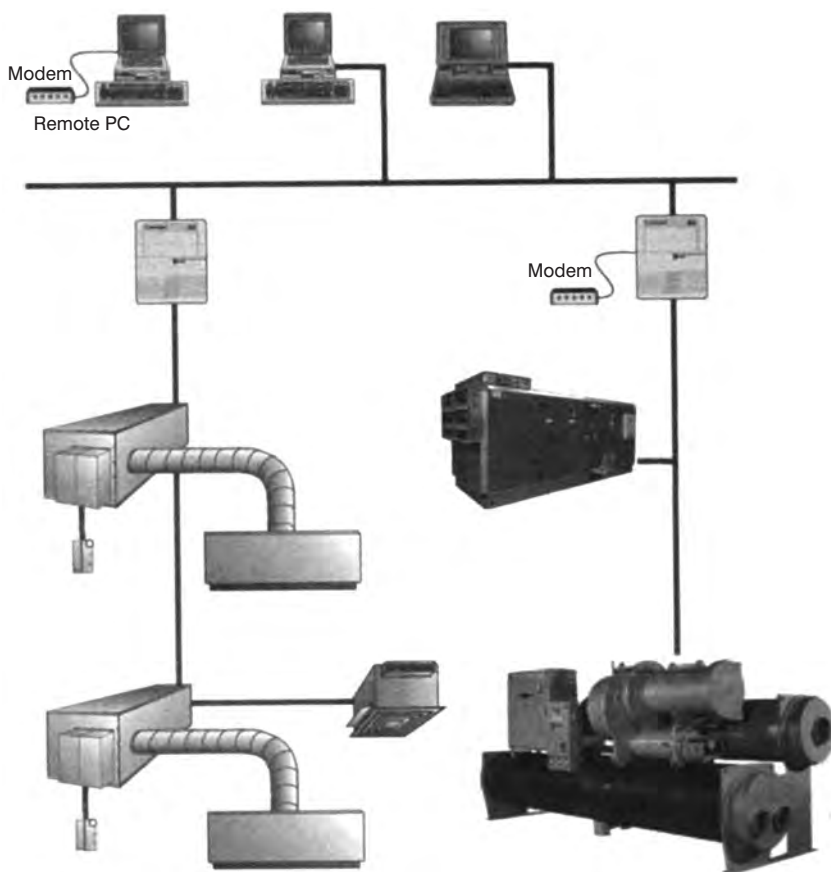
- Δελτίο διμηνιαίας, εξαμηνιαίας, ετήσιας κλπ. συντήρησης, που θα περιλαμβάνει μόνο τις εργασίες που εκτελούνται σε χρονικά διαστήματα αραιότερα του μήνα.
- (2) Δελτία έκτακτης βλάβης, τα οποία βασικά θα είναι ένα σχεδόν λευκό χαρτί για να αναγράφονται οι εργασίες που έγιναν και τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιήθηκαν.
 - (3) Πρέπει να υπάρχουν κάρτες μηχανημάτων στις οποίες να μεταφέρονται οι παρατηρήσεις από τα δελτία ελέγχου. Οι κάρτες θα περιέχουν τις εργασίες, όπως οι πίνακες από (1-1) μέχρι (1-4), αλλά θα έχουν επιπλέον και δύο τουλάχιστο στήλες για την αναγραφή ημερομηνίας ελέγχου και των διαπιστώσεων (π.χ. οι πιέσεις των συμπιεστών). Επίσης θα υπάρχει χώρος για την καταγραφή των εκτάκτων βλαβών.
 - (4) Για κάθε μηχανήμα θα πρέπει να τηρείται φάκελος με τις τεχνικές προδιαγραφές του, τις οδηγίες του κατασκευαστή κλπ. Μπορεί ακόμη να είναι ένας φάκελος με υποφακέλους για το κάθε μηχανήμα (αν υπάρχουν σχετικά λίγα μηχανήματα στην εγκατάσταση).

1-15. Κεντρικό σύστημα ελέγχου κλιματιστικής εγκατάστασης

Στις σύγχρονες εγκαταστάσεις υπάρχει συνήθως ένα σύστημα ελέγχου και ρύθμισης που λειτουργεί αυτόματα. Ένα τέτοιο σύστημα, σε πολύ απλοποιημένη, παραστατική μορφή, βλέπουμε στο σχήμα (1-20).

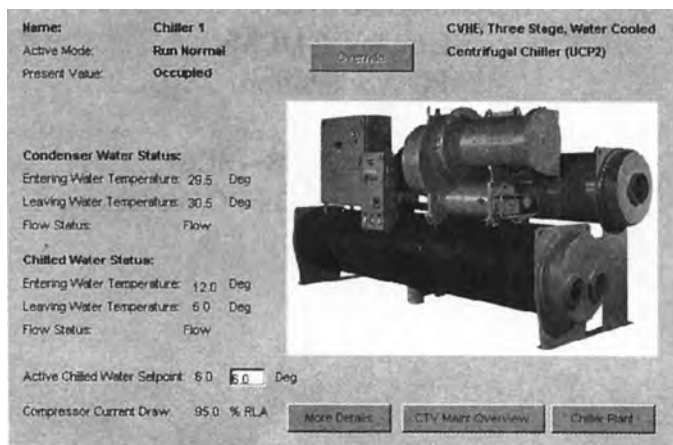
Από αισθητήρια που υπάρχουν σε πολλά σημεία του συστήματος, μεταφέρονται τα μηνύματα μέσω εσωτερικού δικτύου (LAN) στο κέντρο ελέγχου. Αυτό, σε μεγάλες εγκαταστάσεις, μπορεί να είναι μέσα στο κτίριο, αυτόνομο και με το δικό του προσωπικό. Σε πιο μικρές εγκαταστάσεις, μπορεί να υπάρχει σύνδεση με ένα απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου μέσω modem, απ' όπου να ειδοποιείται ο συντηρητής για οποιοδήποτε πρόβλημα ή δυσλειτουργία.

Στο κέντρο ελέγχου, ο συντηρητής μπορεί να έχει τη λειτουργική κατάσταση του συστήματος σε οθόνη όπως αυτή του σχήματος (1-21).



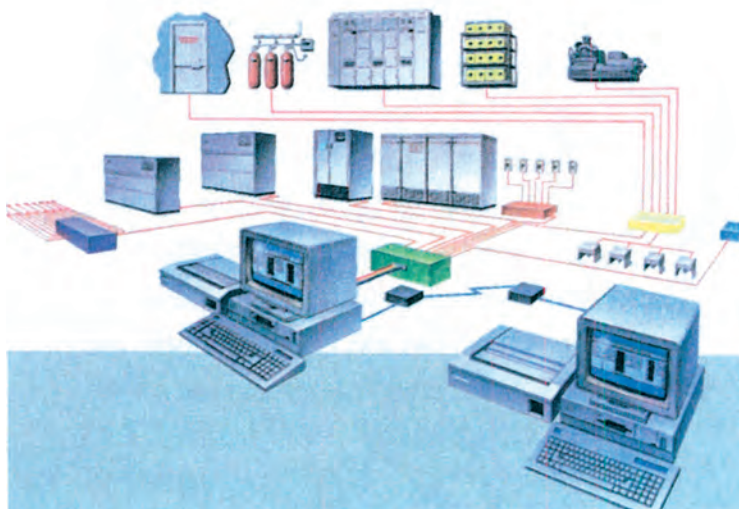
Σχήμα 1-20: Κεντρικό σύστημα ελέγχου και ρύθμισης κλιματιστικής εγκατάστασης

Πέραν των συστημάτων που ελέγχουν την καλή λειτουργία του εξοπλισμού, ορισμένες μοντέρνες εγκαταστάσεις έχουν και σύστημα αυτοματισμού για τον έλεγχο της ποιότητας του αέρα των κλιματιζόμενων χώρων. Ένα τέτοιο σύστημα σε εικονική διάταξη βλέπουμε στο σχήμα (1-22). Με αυτό λαμβάνονται πληροφορίες και γίνονται επεμβάσεις σε διάφορα σημεία του δικτύου των αεραγωγών. Η μέθοδος αυτού του ελέγχου προφανώς εφαρμόζεται στα πολύ σύγχρονα συστήματα κλιματισμού όπως είναι τα συστήματα VAV, που είδαμε στο κεφάλαιο 10.



Σχήμα 1-21: Παράδειγμα από παράθυρο της οθόνης ενός συστήματος κεντρικού ελέγχου

Ένα άλλο σύστημα ελέγχου είναι αυτό που φαίνεται στο σχήμα (1-22), όπου παρουσιάζεται ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου κλιματιζόμενου χώρου, εξοπλισμένο με μονάδες κλειστού κυκλώματος. Προφανώς, για να χρησιμοποιούνται μονάδες κλειστού κυκλώματος, απαιτείται μεγάλη ακρίβεια των συνθηκών του χώρου σε θερμοκρασία και υγρασία.



Σχήμα 1-22: Κεντρικό σύστημα ελέγχου και ρύθμισης συγκροτήματος με μονάδες κλειστού κυκλώματος

1-16. Κανονισμοί εγκαταστάσεων κλιματισμού και αερισμού

Δυστυχώς, σ' αυτόν τον τομέα δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα. Οι κανονισμοί που υπάρχουν είναι ελάχιστοι.

Στη χώρα μας ισχύει μία τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 2423/86 σχετικά με τις κλιματιστικές εγκαταστάσεις. Είναι σίγουρα ένας πολύτιμος βοηθός και σύμβουλος, αλλά είναι και αρκετά παλιός για τα σημερινά δεδομένα. Η τεχνολογία του κλιματισμού, τα τελευταία ιδίως χρόνια, έχει κάνει άλματα και είναι από τις ταχύτερα εξελισσόμενες.

Πέραν αυτής της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., υπάρχουν δύο νόμοι για τις συνθήκες σε χώρους εργασίας που αναφέρονται μεταξύ των άλλων και στον κλιματισμό και αερισμό αυτοί είναι:

- (1) Ο νόμος 1568/85, «Υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων». Δίνει γενικές οδηγίες και κατευθύνσεις αλλά όχι συγκεκριμένα μεγέθη που θα πρέπει να τηρηθούν. Επίσης δίνει οδηγίες για τα μέτρα ασφάλειας που θα πρέπει να τηρούνται.
- (2) Ο νόμος 16/1996, «Προδιαγραφές ασφαλείας εργασιακών χώρων», που ουσιαστικά είναι η απόδοση στην ελληνική της οδηγίας της ΕΟΚ 89/654. Εκεί βρίσκουμε και κάποια χρήσιμα στοιχεία για τον κλιματισμό και τον αερισμό, μεταξύ των οποίων και τα εξής:
 - Στους κλειστούς χώρους εργασίας θα πρέπει να υπάρχει επαρκής παροχή αέρα η οποία θα πρέπει να είναι:
Για καθιστική εργασία: $20-40 \text{ m}^3/\text{h}$ (5,6-11,1 L/s)
Για ελαφριά σωματική εργασία: $40-60 \text{ m}^3/\text{h}$ (11,1-16,7 L/s)
Για βαριά σωματική εργασία: $>65 \text{ m}^3/\text{h}$ ($>18,1 \text{ L/s}$)
 - Στους χώρους εργασίας, ανά παρευρισκόμενο άτομο, θα πρέπει να υπάρχει ένας ελάχιστος διαθέσιμος όγκος αέρα. Στον υπολογισμό των m^3 του χώρου, λαμβάνεται ύψος μόνο μέχρι τα 3 m. Αν ο χώρος έχει μεγαλύτερο ύψος, αυτό αγνοείται. Ο ελάχιστος όγκος αέρα ανά άτομο θα πρέπει να είναι:
Για καθιστική εργασία: 12 m^3
Για ελαφριά σωματική εργασία: 15 m^3
Για βαριά σωματική εργασία: 18 m^3

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η οδηγία δεν διευκρινίζει κατά πόσο αυτά τα μεγέθη ισχύουν και όταν υπάρχει κεντρικό δίκτυο εξαερισμού. Είναι όμως προφανές ότι θα πρέπει εφαρμόζονται όταν τέτοιο δίκτυο δεν υπάρχει. Αλλιώς θα πρέπει να ισχύουν τα μεγέθη που αναφέρθηκαν προηγουμένως για τους εξαεριζόμενους χώρους τα οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερα.

Για τα φίλτρα του αέρα υπάρχουν δύο ευρωπαϊκά πρότυπα: τα EN779 για τα απλά φίλτρα και το EN1822 για τα απόλυτα φίλτρα. Τα πρότυπα αυτά τα είδαμε στο κεφάλαιο 9.

Από πλευράς ΕΟΚ υπάρχει ακόμη το report No 11 με τίτλο «Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα και η επίδρασή του στον άνθρωπο - Οδηγίες για τις ανάγκες εξαερισμού» (European Concerted Action «Indoor Air Quality and its Impact on the Man». Report No 11: Guidelines for Ventilation Requirements in Buildings.» Σ' αυτό δίδονται πολύ χρήσιμες πληροφορίες για τις συνθήκες που πρέπει να πληροί ο εσωτερικός αέρας. Δεν πρόκειται για πρότυπο, αλλά για ένα συμβουλευτικό έντυπο και στην εισαγωγή του αναφέρει ότι κανένα μέλος της επιτροπής δεν έχει ευθύνη.

Το πλέον πολύτιμο εργαλείο όμως για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων κλιματισμού και εξαερισμού είναι το πρότυπο της ASHRAE 62-1989 με τίτλο «Ο εξαερισμός για αποδεκτή ποιότητα αέρα σε εσωτερικούς χώρους» (Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality). Το σύστημα ελέγχου που είδαμε στο σχήμα 1-22 είναι βασισμένο σ' αυτό το πρότυπο. Θα πρέπει όμως να πούμε ότι το πρότυπο αυτό δεν ανήκει στα υποχρεωτικά πρότυπα για τη χώρα μας. Τα υποχρεωτικά για εμάς είναι τα διεθνή (ISO), τα ευρωπαϊκά (EU) και τα ελληνικά (ΕΛΟΤ), τα οποία δεν έχουν ακόμη ασχοληθεί ιδιαίτερα με το θέμα του κλιματισμού.

Στο πρότυπο της ASHRAE 62-1989, μεταξύ των άλλων, βρίσκουμε στοιχεία για τον υπολογισμό της παροχής αέρα και τις επιτρεπόμενες αποκλίσεις, π.χ. ότι η συγκέντρωση CO₂ δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 1000 ppm, ότι για την αποφυγή συνθηκών που ευνοούν την ανάπτυξη μικροοργανισμών θα πρέπει η σχετική υγρασία να είναι μεταξύ 30% και 60% και άλλες ακόμη χρήσιμες οδηγίες.

Τέλος θα πρέπει να πούμε ότι το θέμα του κλιματισμού είναι σχετικά πρόσφατο και γι' αυτό βρίσκεται ακόμη σε στάδιο συνεχούς έρευνας και ανάπτυξης. Παλαιότερες μέθοδοι υπολογισμού αντικαθίστανται από νεώτερες που είναι ακριβέστερες ως προς τα αποτελέσματα τους ενώ ανακαλύπτονται και νέες τεχνολογίες. Πρόκειται για μία ταχύτατα εξελισσόμε-

νη επιστήμη που δεν έχει φθάσει ακόμη σε σημείο που θα μπορούσαν με ασφάλεια να γίνουν κάποια πρότυπα. Η διαδικασία σύνταξης και έγκρισης ενός προτύπου απαιτεί πολλά έτη εργασίας και με το ρυθμό που εξελίσσεται η τεχνολογία του κλιματισμού, το πιθανότερο είναι, όταν θα έχει εγκριθεί, να είναι ήδη απαρχαιωμένο. Ήδη, π.χ. η ASHRAE, στην έκδοση των Fundamentals του 2001, έκανε σημαντικές τροποποιήσεις στις μεθόδους υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων, που ανατρέπουν παλαιότερες μεθόδους υπολογισμού.

Κατά συνέπεια, δεν θα πρέπει ακόμη να περιμένουμε πολλά πράγματα από κανονισμούς και πρότυπα στον κλιματισμό. Θα πρέπει να προσπαθούμε να ενημερωνόμαστε συνεχώς και να είμαστε κοντά στη δουλειά μας, παρακολουθώντας τις εξελίξεις.



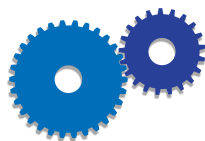
ΠΕΡΙΛΗΨΗ - ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Με την ολοκλήρωση ενός έργου και αφού αποκατασταθούν τα πρώτα και αναπόφευκτα προβλήματα λειτουργίας, αρχίζει η περίοδος συντήρησης.
- Με τη συντήρηση επιδιώκουμε να διατηρήσουμε την εγκατάσταση λειτουργική και αποδοτική.
- Υπάρχουν δύο είδη συντήρησης: η προληπτική και η επανορθωτική.
- Με την προληπτική συντήρηση επεμβαίνουμε για έλεγχους, επισκευές και αντικαταστάσεις εξαρτημάτων ενώ ακόμη η εγκατάσταση λειτουργεί, χωρίς να υπάρχει κάποιο πρόβλημα, με σκοπό να προλάβουμε μία έκτακτη βλάβη.
- Με την επανορθωτική συντήρηση διορθώνουμε τις έκτακτες βλάβες.
- Όταν αναλαμβάνουμε τη συντήρηση μίας εγκατάστασης, συντάσσουμε ένα πρόγραμμα εργασιών προληπτικής συντήρησης. Το πρόγραμμα αυτό το βελτιώνουμε όσο περισσότερο αποκτάμε εμπειρία πάνω στη συγκεκριμένη εγκατάσταση και στα λειτουργικά της προβλήματα.
- Υπάρχουν ορισμένες εργασίες προληπτικής συντήρησης που θα πρέπει να τις ξέρουμε καλά, όπως η συντήρηση των πύργων ψύξης και των αερόψυκτων συμπυκνωτών, ο έλεγχος της ευθυγράμμισης μίας αντλίας, πώς γίνεται ο χημικός καθαρισμός ενός συμπυκνωτή κ.λπ.
- Οι εναλλάκτες μπορούν να επισκευάζονται, αλλά απαιτούν χρόνο και συνήθως κατάλληλο συνεργείο. Σε περίπτωση ανάγκης προβαίνουμε σε τάπωμα των σωλήνων.
- Θα πρέπει να τηρούνται καρτέλες με το ιστορικό όλων των μηχανημάτων. Οι καρτέλες αυτές θα πρέπει να συμπληρώνονται βάσει των δελτίων συντήρησης.
- Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί κεντρικά συστήματα ελέγχου των κλιματιστικών εγκαταστάσεων, τα οποία μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες: Αυτά που ελέγχουν τη λειτουργία της εγκατάστασης και αυτά που ελέγχουν και ρυθμίζουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα.
- Το νομικό πλαίσιο των εγκαταστάσεων κλιματισμού-εξαερισμού είναι ακόμη πολύ περιορισμένο. Αναφέρεται μόνο σε μερικά στοιχεία που έχουν σχέση με την ανανέωση και τον καθαρισμό του αέρα. Ο κλιματισμός είναι σχετικά πρόσφατη επιστήμη και η ταχύτητα με την οποία αναπτύσσεται η τεχνολογία του δεν καθιστά εύκολη τη σύνταξη προτύπων.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Γιατί όταν ξεκινάει για πρώτη φορά μία κλιματιστική εγκατάσταση, τα λειτουργικά προβλήματα είναι αναπόφευκτα;
2. Δώστε τους ορισμούς
 - της συντήρησης
 - της προληπτικής
 - της επανορθωτικής συντήρησης.
3. Πιστεύετε ότι η προληπτική συντήρηση είναι πεταμένα λεφτά, όπως πολλοί ισχυρίζονται; Αν όχι, μήπως υπάρχουν και περιπτώσεις που μπορεί να έχουν δίκιο; Η απάντηση θα είναι σωστή ακόμη και αν διατυπώσετε τελείως διαφορετικές απόψεις από αυτές του βιβλίου, αρκεί να τις τεκμηριώσετε.
4. Βρίσκεστε για πρώτη φορά σε ένα κτίριο του οποίου θα αναλάβετε τη συντήρηση. Τι ενέργειες κατά σειρά θα πρέπει να κάνετε;
5. Στο αερόψυκτο ή στο υδρόψυκτο σύστημα είναι ευκολότερη η συντήρηση; Τι βασικές διαφορές υπάρχουν;
6. Ποια είναι η διαδικασία συντήρησης ενός πύργου ψύξης;
7. Πώς γίνεται ο χημικός καθαρισμός ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή;
8. Σε έναν υδρόψυκτο συμπυκνωτή έχουμε δύο κυκλώματα, αυτό που διέρχεται εσωτερικά των σωληνώσεων και αυτό που διέρχεται εξωτερικά. Ποιο από τα δύο κυκλώματα μας συμφέρει να χρησιμοποιούμε για το κύκλωμα του νερού του πύργου ψύξης και γιατί;
9. Αρκεί μόνο ο χημικός καθαρισμός για να είναι ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής σε λειτουργικά άριστη κατάσταση;
10. Γιατί θα πρέπει να ρυθμίζουμε την παροχή νερού στο συμπυκνωτή και τον εξατμιστή; Με ποιον τρόπο γίνεται αυτή η ρύθμιση;
11. Πώς θα διαπιστώσετε ότι το κύκλωμα του ψυκτικού υγρού έχει μαζέψει υγρασία; Τι θα κάνετε μετά από αυτή τη διαπίστωση;
12. Πώς γίνεται ο καθαρισμός ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή;

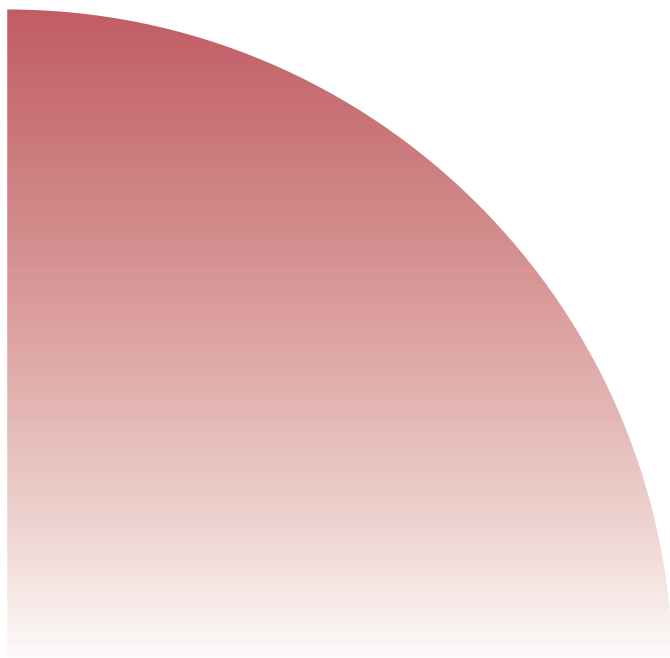
13. Γιατί στο τέλος της περιόδου θα πρέπει να αδειάζουν τα υπαίθρια τμήματα της ψυκτικής εγκατάστασης από νερό;
14. Πώς γίνεται η ευθυγράμμιση μίας αντλίας με τον κινητήρα της;
15. Τι μπορεί να συμβεί από κακώς ευθυγραμμισμένη αντλία;
16. Τι μπορεί να πάθουμε αν μας χαλάσει ο ελεγκτής ροής (flow switch);
17. Ποιος είναι ο βασικότερος έλεγχος των μικρών αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων και γιατί;
18. Έχετε υψηλή πίεση σε όλους τους ψύκτες που λειτουργούν. Τι θα σκεφτείτε ότι φταίει;
19. Έχετε υψηλή πίεση μόνο σε ένα συμπιεστή. Τι θα σκεφτείτε ότι φταίει;
20. Υπάρχει πάγος στη γραμμή αναρρόφησης ενός ψύκτη. Τι συμβαίνει;
21. Τι θα σας κάνει να σκεφτείτε ότι ενδεχομένως έχει τρυπήσει σωλήνας σε έναν εναλλάκτη νερού (συμπυκνωτή ή εξατμιστή);
22. Όταν δεν εκκινεί ένας ψύκτης, ποια σημεία θα πρέπει να ελέγξετε;
23. Με ποιον τρόπο θα πρέπει να σφίγγονται οι φλάντζες στους εναλλάκτες νερού; Γιατί θα πρέπει κατά τη γνώμη σας να γίνεται έτσι;
24. Ο κλιματισμένος αέρας είναι μειωμένος ως προς την ποσότητα. Τι θα πρέπει να κάνετε;
25. Σε τι ωφελούν τα σύγχρονα συστήματα ελέγχου μίας κλιματιστικής εγκατάστασης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή;
26. Αναφέρετε, βάσει των στοιχείων που δώσαμε, ποια θα πρέπει να είναι η ανανέωση του αέρα σε χώρους εργασίας, ποιος θα πρέπει να είναι ο ελάχιστος όγκος ανά εργαζόμενο άτομο, ποια η μέγιστη συγκέντρωση του CO₂ και ποια τα όρια της σχετικής υγρασίας. Αν ξεφύγουμε από αυτά τα όρια της σχετικής υγρασίας, τι μπορεί να συμβεί;
27. Γιατί δεν θα πρέπει να περιμένετε πολλά πράγματα σχετικά με κανονισμούς γύρω από τη λειτουργία των κλιματιστικών εγκαταστάσεων;



ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Βάσει του πίνακα (1-1) φτιάξτε ένα πρόγραμμα μηνιαίας συντήρησης και ένα πρόγραμμα ελέγχου για την αρχή της περιόδου λειτουργίας της κλιματιστικής εγκατάστασης.
2. Ομοίως βάσει του πίνακα (1-2).
3. Βάσει του πίνακα (1-1) φτιάξτε μία κάρτα συντήρησης για υδρόψυκτο ψύκτη νερού, όπου θα γράφετε όλο το ιστορικό του μηχανήματος (για το αρχείο συντήρησης).
4. Ομοίως για ένα αερόψυκτο συγκρότημα.
5. Σκιτσάρετε τη διάταξη του χημικού καθαρισμού.
6. Βρίσκεστε σε μία εγκατάσταση με FCU χωρίς κεντρικό εξαερισμό όπου οι εργαζόμενοι εκτελούν ελαφριά σωματική εργασία. Ο χώρος δεν είναι κλειστός (υπάρχουν ανοιγόμενα παράθυρα). Οι διαστάσεις του χώρου είναι 8 x 15 m και έχει ύψος 3 m. Μέχρι πόσα άτομα θα επιτρέπατε να εργαστούν σε αυτό το χώρο;

κεφάλαιο 2

*ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ-
ΣΥΝΤΑΞΗ ΠΡΟΣΦΟΡΩΝ*



- ✓ Να μάθουν οι μαθητές τη διαδικασία καταγραφής των στοιχείων που είναι απαραίτητα για **την προμέτρηση των υλικών** μιας εγκατάστασης, χρησιμοποιώντας τη μελέτη του μηχανικού.
- ✓ Να ασκηθούν στην κοστολόγηση μηχανημάτων, συσκευών και υλικών που απαιτεί μια εγκατάσταση κλιματισμού.
- ✓ Να υπολογίζουν το κόστος εργασίας μιας εγκατάστασης μέχρι την παράδοσή της σε πλήρη λειτουργία.
- ✓ Να συντάσσουν προσφορές για την αγορά και την εγκατάσταση μιας μονάδας κλιματισμού.

2-1. Τι είναι η “προμέτρηση”

Με τον όρο “**προμέτρηση**” εννοούμε τη λεπτομερή καταγραφή όλων των κύριων και βοηθητικών εξαρτημάτων μιας εγκατάστασης κλιματισμού, όπως αυτά εμφανίζονται στην οριστική μελέτη του μηχανικού. Επομένως, για να γίνει η προμέτρηση των υλικών μιας εγκατάστασης και η κοστολόγησή τους, θα πρέπει ο ψυκτικός να έχει την οριστική μελέτη του μηχανικού.

Πριν από την οριστική μελέτη όμως, γίνεται κατά κανόνα η **προμελέτη** στην οποία εξετάζονται μεταξύ των άλλων και τα ακόλουθα στοιχεία:

- Οι εναλλακτικές λύσεις (κεντρική μονάδα, ημικεντρικές κλπ., απευθείας εκτόνωσης ή με ζεστό-κρύο νερό κλπ.).
- Τα απαιτούμενα ποιοτικά στοιχεία.
- Τα οικονομικά στοιχεία.
- Τα οικολογικά στοιχεία.

Στη φάση της προμελέτης εξετάζονται όλες οι περιπτώσεις εναλλακτικών λύσεων **με βάση το σκοπό** που θα εξυπηρετήσει η εγκατάσταση (π.χ. για άνεση, για βιομηχανική χρήση κλπ.). Ο σκοπός που θα εξυπηρετήσει ο κλιματισμός θα μας οδηγήσει και στην ορθή επιλογή **των ποιοτικών στοιχείων** της εγκατάστασης. Άλλες είναι οι ποιοτικές επιλογές για μια απλή εγκατάσταση κλιματισμού ενός super market, άλλες στην περίπτωση ενός νοσοκομείου και άλλες στην εγκατάσταση ενός μουσείου. Όμως οι επιλογές με βάση την ποιότητα που απαιτεί κάθε περίπτωση εφαρμογής μιας εγκατάστασης κλιματισμού οδηγούν σε διαφορετικά **οικονομικά στοιχεία**, τα οποία αλλάζουν το κόστος της εγκατάστασης σε μεγάλα όρια.

Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να εξεταστεί κατά τη φάση της προμελέτης είναι οι **περιβαλλοντικές επιπτώσεις** που μπορεί να έχει η επιλογή κάθε εναλλακτικής λύσης κλιματισμού ενός χώρου. Για παράδειγμα σε μερικές περιπτώσεις δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση στην οροφή του κτιρίου **πύργων ψύξης**, για λόγους αισθητικούς ή περιβαλλοντικούς. Επομένως αποκλείεται η περίπτωση χρήσης υδρόψυκτων εγκαταστάσεων κλιματισμού.

Σε άλλες περιπτώσεις δεν είναι ανεκτή **η στάθμη θορύβου** αερόψυκτης εγκατάστασης πάνω από συγκεκριμένα όρια ισχύος και επομένως ο μελετητής θα πρέπει να επιλέξει λύσεις με πολλές και μικρές μονάδες κλιματισμού αντί μιας κεντρικής μεγάλης μονάδας. Κατά την προμελέτη θα πρέπει επίσης να αποφασιστεί, σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα της οικοδομής, αν θα τοποθετηθεί **ψευδοροφή** ή όχι και ποιο θα είναι το διάκενο μεταξύ της ψευδοροφής και της οροφής. Το στοιχείο αυτό θα βοηθήσει να αποφασιστεί ο σχεδιασμός των δικτύων των αεραγωγών προσαγωγής, επιστροφής και εξαερισμού.

Αφού τελειώσει η προμελέτη, αρχίζει η σύνταξη της **οριστικής μελέτης** στην οποία θα πρέπει να περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για να μπορέσουν οι ενδιαφερόμενοι τεχνικοί (ψυκτικοί) να **κοστολογήσουν το έργο και να συντάξουν τις προσφορές τους**. Με βάση την οριστική μελέτη πραγματοποιείται και η επίβλεψη της εκτέλεσης του έργου καθώς και η παραλαβή του από τον υπεύθυνο του έργου. **Χωρίς την οριστική μελέτη μιας εγκατάστασης δεν μπορεί να εκτιμηθεί το κόστος της και επομένως δεν μπορούν να συνταχθούν προσφορές.**

2-2. Το περιεχόμενο της οριστικής μελέτης

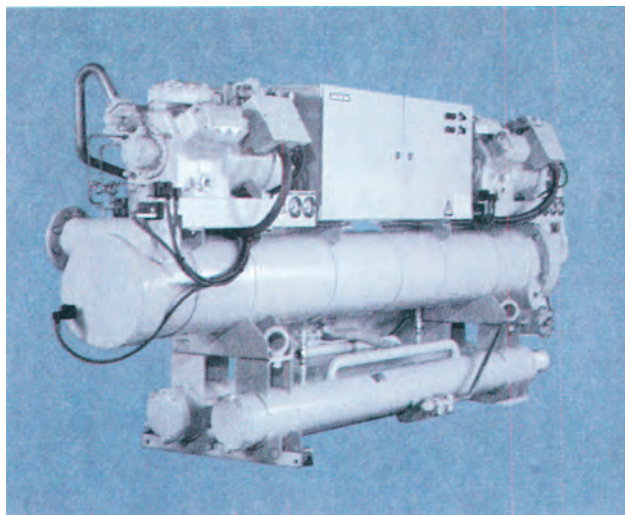
Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, για να μπορεί ένας τεχνικός εγκαταστάσεων κλιματισμού να εκτιμήσει το κόστος μιας εγκατάστασης και να συντάξει την προσφορά του, θα πρέπει να του δοθεί η οριστική μελέτη του μηχανικού, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει εκτός των άλλων στοιχείων και τα ακόλουθα:

1. Περιγραφή του συστήματος κλιματισμού που έχει επιλεγεί κατά τη φάση της προμελέτης όπως π.χ.

- οι μονάδες κλιματισμού θα είναι απευθείας εκτόνωσης θέρμανσης-ψύξης και θα υπάρχει μικρό δίκτυο αεραγωγών ανανέωσης του αέρα
- το σύστημα θα είναι με κεντρικό ψύκτη και λέβητα ζεστού νερού, που θα τροφοδοτούν τερματικές μονάδες τύπου FAN COILS δαπέδου ή οροφής

2. Προδιαγραφές κάθε τμήματος, μηχανήματος και συσκευής που απαρτίζει την εγκατάσταση του κλιματισμού π.χ.

- το συγκρότημα παραγωγής ψυχρού νερού (chiller) θα είναι ψυκτικής ισχύος 30 kW σε συνθήκες λειτουργίας που καθορίζονται από τα διεθνή standard και θα αποτελείται: α) Από ημίκλειστο παλινδρομικό **συμπιεστή** για R22. β) Από εξατμιστή (ψύκτη) τύπου σωλήνων μέσα σε μεταλλικό μονωμένο κέλυφος. γ) Από υδρόψυκτο συμπυκνωτή τύπου σωλήνων μέσα σε μεταλλικό κέλυφος. δ) Από εκτονωτική βαλβίδα θερμοστατική. ε) Από πλήρη πίνακα αυτοματισμών ελέγχου και προστασίας στον οποίο θα υπάρχουν και ενδεικτικά όργανα μέτρησης των πιέσεων και θερμοκρασιών του ψυκτικού ρευστού, του νερού, του ψυκτελαίου κλπ.

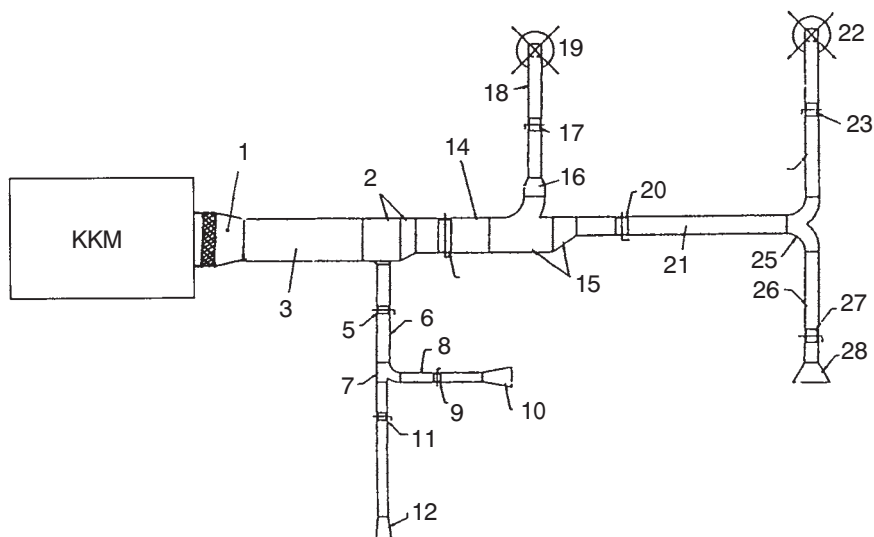


Σχήμα 2-1 Συγκρότημα παραγωγής του ψυχρού νερού (chiller).

Φυσικά οι προδιαγραφές μπορεί και πρέπει να περιλαμβάνουν ακόμη μεγαλύτερες λεπτομέρειες οι οποίες θα διευκολύνουν τον τεχνικό που θα πραγματοποιήσει την εγκατάσταση κλιματισμού. Τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι:

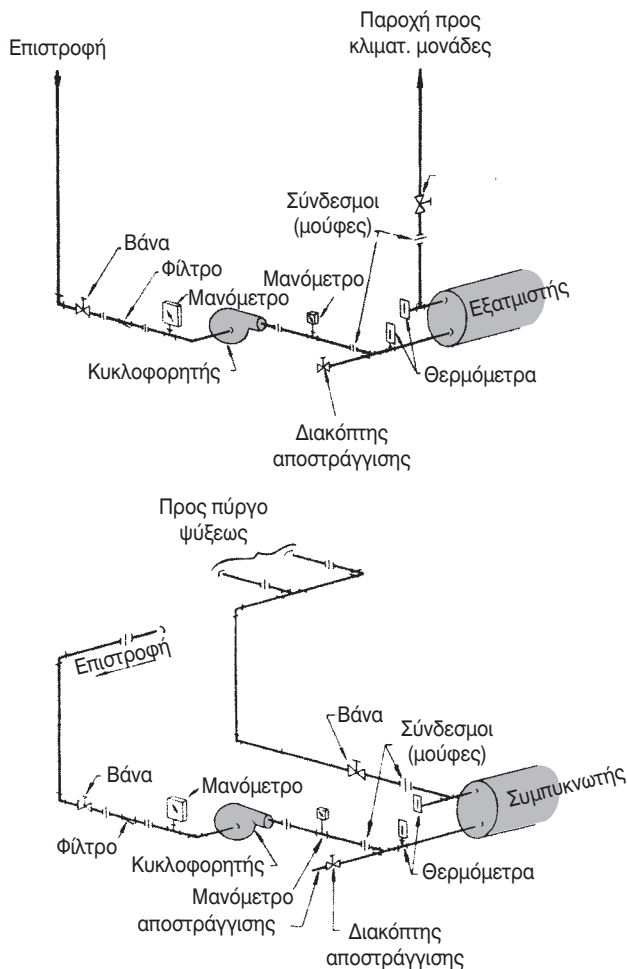
- **Οι μέγιστες διαστάσεις** των μηχανημάτων (για να χωρέσουν στο χώρο που θα τοποθετηθούν).
- **Το είδος της βαφής** (απλή, ηλεκτροστατική, αντιδιαβρωτική κλπ.).
- **Η προέλευση** των μηχανημάτων, ως στοιχείο προτίμησης του ιδιοκτήτη του κτιρίου (π.χ. χώρας ΕΟΚ, αμερικανικής ή ιαπωνικής κατασκευής κλπ.).
- **Ο αυτοματισμός** που θα περιλαμβάνει η εγκατάσταση. Δηλαδή θα αναφερθεί αν π.χ. θα περιλαμβάνει σύγχρονο σύστημα διαχείρισης κτιρίων με έλεγχο από κεντρικό υπολογιστή ή αν θα λειτουργεί με τα συνήθη συστήματα αυτόματου ελέγχου και προστασίας κλασικού τύπου.

3. Η κάτοψη του **δικτύου των αεραγωγών**. Πρέπει να είναι με κλίμακα και να περιλαμβάνει την τελική του μορφή, με τις διαστάσεις των αεραγωγών και το είδος της μόνωσής τους. Θα πρέπει επίσης να φαίνονται η θέση το είδος και οι διαστάσεις των **στομίων**.



Σχήμα 2-2 Κάτοψη δικτύου αεραγωγών οριστικής μελέτης

4. Η κάτοψη και το κατακόρυφο **διάγραμμα των σωληνώσεων** ψυκτικού ρευστού και κυκλωμάτων νερού (υπό κλίμακα), με όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες κατασκευής του δικτύου (θέση εξαρτημάτων ελέγχου, βάνες, διάμετροι σωλήνων, υλικό κατασκευής των σωλήνων, μονώσεις, αυτοματισμοί κλπ.).
5. **Το δίκτυο εξαερισμού**, με όλες τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξαεριστήρα. Π.χ. ο εξαεριστήρας θα είναι φυγοκεντρικός, 1200 l/s, εξωτερικής στατικής πίεσης 300Pa (30mm Υ.Σ.), χαμηλής στάθμης θορύβου, μεταβλητής ταχύτητας κλπ.
6. **Προδιαγραφές των αντλιών και κυκλοφορητών** του δικτύου νερού καθώς και εξαρτημάτων και οργάνων που πρέπει να περιλαμβάνονται στο δίκτυο σωληνώσεων του νερού.



Σχήμα 2-3 Σχηματικό διάγραμμα δικτύου σωληνώσεων κλιματιστικής εγκατάστασης στο οποίο φαίνονται τα απαραίτητα εξαρτήματα και όργανα που περιλαμβάνονται στα δίκτυα νερού. Α. Δίκτυο ψυχρού νερού. Β. Δίκτυο νερού ψύξης του συμπυκνωτή (δίκτυο συμπυκνωτή-πύργου ψύξης).

7. Άλλα στοιχεία χρήσιμα για την εκτίμηση του κόστους.

Τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι:

- **Η απόσταση της οικοδομής** από την περιοχή της άσκησης των δραστηριοτήτων του τεχνικού που θα αναλάβει την εγκατάσταση.
- **Οι συνθήκες εργασίας** που θα επικρατούν στους χώρους εγκατάστασης του κλιματισμού (π.χ. σε υπόγεια, στενούς διαδρόμους, πατάρια κλπ.).

- **Τα ειδικά μηχανήματα** που θα απαιτηθούν για την τοποθέτηση των διαφόρων τμημάτων ή εξαρτημάτων της κλιματιστικής εγκατάστασης (π.χ. γερανοί, κλαρκ, σκαλωσιές κλπ.).
- Αν ο ιδιοκτήτης της οικοδομής παρέχει ηλεκτρικό ρεύμα για την εκτέλεση των απαιτούμενων εργασιών κατά την εγκατάσταση των διαφόρων τμημάτων ή εξαρτημάτων του κλιματισμού.
- Αν η συλλογή και **αποχέτευση των συμπυκνωμάτων** των κλιματιστικών μονάδων είναι μέσα στις υποχρεώσεις του εγκαταστάτη των κλιματιστικών μονάδων ή του υδραυλικού της οικοδομής.
- Αν η **ηλεκτρική παροχή** της κλιματιστικής εγκατάστασης (από το γενικό πίνακα της οικοδομής έως τον πίνακα κλιματισμού) θα βαρύνει τον εγκαταστάτη του κλιματισμού ή τον ηλεκτρολόγο.
- Οποιοσδήποτε **άλλες πληροφορίες** που θα δώσουν πληρέστερη εικόνα των απαιτήσεων της κλιματιστικής εγκατάστασης και καλύτερη εκτίμηση του κόστους της. Έτσι, η **σύνταξη της προσφοράς** θα γίνει χωρίς σφάλματα ή παραλείψεις που δημιουργούν πολλές φορές προβλήματα αποπεράτωσης της εγκατάστασης (συνήθως λόγω υπέρβασης του κόστους της κατασκευής από απρόβλεπτα έξοδα).

2-3. Το περιεχόμενο της προμέτρησης

Η διαδικασία της προμέτρησης στις εγκαταστάσεις κλιματισμού αρχίζει συνήθως από την καταγραφή των κύριων και βοηθητικών εξαρτημάτων του ψυχοστασίου, όπως αυτά καταγράφονται στην οριστική μελέτη του μηχανικού. Για την καταγραφή και την κοστολόγηση των διαφόρων εξαρτημάτων και μηχανημάτων έχουν επινοηθεί από τις εταιρείες κλιματισμού έντυπα διαφόρων τύπων. Ένα τέτοιο έντυπο φαίνεται και στο σχήμα (2-4) που ακολουθεί. Το έντυπο αυτό δεν είναι δεσμευτικό και ο κάθε τεχνικός μπορεί να επινοήσει ένα έντυπο άλλης μορφής που ικανοποιεί τις ανάγκες του τομέα με τον οποίο ασχολείται.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Οι τιμές που περιλαμβάνονται στο παρακάτω έντυπο είναι ενδεικτικές και δεν αναφέρονται σε εξαρτήματα συγκεκριμένων προδιαγραφών.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τα υπόλοιπα τμήματα της εγκατάστασης, όπως το τμήμα του **πύργου ψύξης, των αεραγωγών, των σωληνώσεων νερού, της αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων, των αυτοματισμών ελέγχου και προστασίας κλπ.**

Αφού καταγραφούν και κοστολογηθούν όλα τα τμήματα – εξαρτήματα της εγκατάστασης, καταλήγουμε στο ολικό κόστος. Στο ολικό κόστος προσθέτουμε ένα ποσοστό **5-10%** για τυχόν απρόβλεπτα έξοδα. Στο νέο συνολικό κόστος προστίθεται ένα κέρδος που μπορεί να κινείται μεταξύ **15-30%** (ανάλογα με τον υπάρχοντα ανταγωνισμό). Τέλος, προστίθεται ο **ΦΠΑ** και ολοκληρώνεται έτσι η κοστολόγηση της εγκατάστασης, οπότε συντάσσεται η σχετική προσφορά. Η ανάλυση αυτή φαίνεται στα σχήματα (2-5) και (2-6).

ΕΝΤΥΠΟ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ – ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
 ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:
 ΤΗΛΕΦΩΝΑ:
 ΤΜΗΜΑ:

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ- ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΠΑΡΑΤΗ- ΡΗΣΕΙΣ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Σχήμα 2-4

ΕΝΤΥΠΟ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ – ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:

ΤΗΛΕΦΩΝΑ:

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ- ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΠΑΡΑΤΗ- ΡΗΣΕΙΣ *kg λαμαρίνας
1	Αεραγωγοί (ευθύγραμμα τμήματα)	1200 kg*	4,5/kg	5400	
2	Ειδικά εξαρτήματα: συστολικό εξάρτημα (No 1)	1 τεμάχιο	12	12	
3	Ειδικά εξαρτήματα: συστολικό εξάρτημα (No 2)	1 τεμάχιο	15	15	
4	Κλπ. εξαρτήματα			20	
5	Διάφραγμα (ντάμπερ) 600x250 (No 13).	1	45	45	
6	Διαφράγματα 250x250 (No 17)	2	10	20	
7	Κλπ. διαφράγματα (ντόμπερ)			50	
8	Μόνωση των αεραγωγών	50 m ²	12/m ²	600	
9	Στόμια προσαγωγής τοίχου 450x450 (No 28)	1	45	45	
10	Στόμια προσαγωγής τοίχου 400x450 (No 10 & 12)	1	42	42	
11	Στόμια προσαγωγής οροφής 250x250 (No 19 & 22)	2	45	90	
12	Κλπ. εξαρτήματα του δικτύου αεραγωγών			50	
13	Εργασιακό κόστος εγκατάστασης του δικτύου αεραγωγών και στομιών			600	

**Κόστος δικτύου
αεραγωγών**

6.989 ή
περίπου
7.000

Σχήμα 2-5

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ (σε)		
A	Υποθετικό συνολικό κόστος των τμημάτων της εγκατάστασης	7.000
B	Απρόβλεπτα έξοδα 5-10% (έστω ότι παίρνουμε περίπου 7%)	500
	ΝΕΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	7.500
Γ	Κέρδος 20%	1.500
Δ	Τελικό κόστος (με το σχετικό κέρδος)	9.000
E	ΦΠΑ 18%	1.620
ΣΤ	Τιμή που πρέπει να περιλαμβάνει η προσφορά:	10.620*
* Η τιμή προσφοράς συνήθως "στρογγυλεύεται". Έτσι στην περίπτωση μας το παραπάνω ποσό γίνεται 11.000 .		

Σχήμα 2-6

Σε δημόσια έργα, γίνεται συνήθως μια αναλυτική καταγραφή των στοιχείων της εγκατάστασης από τους τεχνικούς της Δημόσιας υπηρεσίας σύμφωνα με τους ισχύοντες τιμοκαταλόγους και στη συνέχεια συντάσσεται ένας προϋπολογισμός με τον οποίο γίνεται η προκήρυξη για το διαγωνισμό εκτέλεσης της εγκατάστασης κλιματισμού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο διαγωνισμός γίνεται συνήθως με κλειστές προσφορές και η εγκατάσταση δίνεται σ' αυτόν που προσφέρει τη μεγαλύτερη έκπτωση επί του προϋπολογισθέντος κόστους του έργου (μειοδοτικός διαγωνισμός).



ΠΕΡΙΛΗΨΗ - ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Με τον όρο «προμέτρηση» εννοούμε τη λεπτομερή καταγραφή όλων των κύριων και βοηθητικών εξαρτημάτων μίας εγκατάστασης κλιματισμού, όπως αυτά εμφανίζονται στην οριστική μελέτη του μηχανικού.

Της οριστικής μελέτης προηγείται η «προμελέτη» στην οποία εξετάζονται μεταξύ των άλλων και τα ακόλουθα:

- ♦ Εναλλακτικές λύσεις
- ♦ Ποιοτικά στοιχεία
- ♦ Οικονομικά στοιχεία
- Άλλα στοιχεία που μπορεί και πρέπει να εξετάζονται κατά τη φάση της προμελέτης είναι:
 - ♦ Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
 - ♦ Στάθμη θορύβου.
 - ♦ Επιλογή του τρόπου προσαγωγής κλιματισμένου αέρα.
- Η οριστική μελέτη θα πρέπει να περιλαμβάνει:
 - ♦ Λεπτομερή περιγραφή του συστήματος κλιματισμού που επιλέχθηκε.
 - ♦ Προδιαγραφές κάθε τμήματος και εξαρτήματος.
 - ♦ Το δίκτυο αεραγωγών (εάν το προβλέπει η μελέτη).
 - ♦ Διάγραμμα σωληνώσεων ψυκτικού και νερού.
 - ♦ Προδιαγραφές αντλιών και κυκλοφορητών
 - ♦ Δίκτυο εξαερισμού.
 - ♦ Κάθε άλλη τεχνική πληροφορία που θα διευκολύνει την κοστολόγηση του έργου. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να είναι:
 - ♦ Η απόσταση της οικοδομής από το κέντρο της πόλης.
 - ♦ Οι συνθήκες εργασίας στην οικοδομή.
 - ♦ Απαιτούμενα μηχανήματα κλπ.
- Για την καταγραφή και κοστολόγηση των διαφόρων εξαρτημάτων και τμημάτων της κλιματιστικής εγκατάστασης έχουν επινοηθεί διάφορα έντυπα. Ένα τέτοιο έντυπο σε πολύ απλή μορφή φαίνεται στο σχήμα 13-4.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Τι εννοούμε με τον όρο «προμέτρηση».
2. Ποια στοιχεία πρέπει να εξετάζονται κατά το στάδιο της προμελέτης.
3. Τι εννοούμε με τον όρο περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
4. Αναφέρετε πέντε από τα κύρια στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνονται στην οριστική μελέτη εγκατάστασης κλιματισμού.
5. Καταγράψτε τις προδιαγραφές ενός πύργου ψύξης και συμπληρώστε το σχετικό έντυπο. Κατόπιν βρείτε το συνολικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης του πύργου ψύξης.
6. Κάντε προδιαγραφές.
7. Κοστολογήστε την αγορά και εγκατάσταση μίας κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου, για θέρμανση και ψύξη (heat pump) με μικρό δίκτυο αεραγωγών που θα επιλέξετε εσείς, με τέσσερα στόμια προσαγωγής και ένα στόμιο επιστροφής. Ψυκτική ισχύς της μονάδας 17.5 Kw.

ΜΕΡΟΣ Γ΄

Ο ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

- Η ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ
- Η ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ
- ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ
- ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ
- ΤΑ ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ
- ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

1. Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να γίνει ενημέρωση για τον εξοπλισμό που θα πρέπει σταδιακά να αποκτήσει το εργαστήριο για την εκτέλεση όλων των ασκήσεων.
- Να περιγραφεί συνοπτικά το περιβάλλον κάτω από το οποίο θα εκτελούνται οι ασκήσεις.
- Να γίνει ενημέρωση για τα προβλήματα που πιθανόν να αντιμετωπίσουν κατά την εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων.
- Να τονιστούν τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται στα εργαστήρια.

1. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός

Εδώ, υπό μορφή επικεφαλίδων, αναφέρουμε τον εξοπλισμό που θα μας χρειαστεί. Με λεπτομέρεια θα αναφερθούμε στον εν λόγω εξοπλισμό στις επόμενες παραγράφους.

Ένα πλήρως εξοπλισμένο εργαστήριο, κατάλληλο για την εκτέλεση του συνόλου των ασκήσεων που αναφέρονται στον παρόντα οδηγό, θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής:

- Μία μικρή Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (KKM).
- Δίκτυο τριών αεραγωγών (προσαγωγής, απαγωγής και νωπού αέρα) με προκαθορισμένα σημεία μέτρησης της ταχύτητας του αέρα.
- Ένα μικρό δίκτυο νερού με 3 τουλάχιστον τοπικές κλιματιστικές μονάδες (Fan Coil Units, για συντομία FCU) εξοπλισμένο με ρυθμιζικούς διακόπτες που να επιτρέπουν την εξισορρόπηση του δικτύου, τη μέτρηση της παροχής νερού και τη μέτρηση της πτώσης πίεσης του νερού.
- Σύστημα θέρμανσης για το χειμώνα, το οποίο να υπερκαλύπτει την ψυκτική ισχύ των μηχανημάτων.
- Αυτόνομο υγραντήρα χώρου.
- Όλα τα απαιτούμενα όργανα αυτοματισμού και λειτουργίας του συγκροτήματος της KKM και του συγκροτήματος με τα FCU.
- Μία αντλία νερού για τις ασκήσεις ευθυγράμμισης αντλιών.
- Ένα μικρό αυτόνομο κλιματιστικό μηχανήμα (split unit).
- Στοιχεία (coils) από διάφορες KM.
- Έναν εναλλάκτη κελύφους σωλήνων και έναν πλακοειδή εναλλάκτη νερού.

- Όργανα μέτρησης: θερμοκρασίας αέρα, σχετικής υγρασίας, θερμόμετρο επαφής, ανεμόμετρο, σωλήνας Pitot με το μανόμετρο του, όργανο μέτρησης της παροχής νερού πάνω σε κατάλληλους διακόπτες, αμπερομετρική τσιμπίδα, πολύμετρο.
- Μία αντλία εσωτερικού χημικού καθαρισμού συμπυκνωτών του τύπου κελύφους-σωλήνων, μία συσκευή ψεκασμού για τον εξωτερικό χημικό καθαρισμό των στοιχείων.
- Μία ρίγα μηχανουργείου και ένα φίλερ.
- Πλήρεις σειρές από εργαλεία ψυκτικού, υδραυλικού και εργαλεία ελασματοουργού για την κατασκευή αεραγωγών.

2. Βασικές απαιτήσεις της υπό διαμόρφωση εγκατάστασης

(α) Η τεχνητή δημιουργία καλοκαιρινών συνθηκών

Η δημιουργία υπερβολικής ψύξης ή θέρμανσης στο χώρο του εργαστηρίου θα καταστήσει δύσκολη αλλά και τεχνικά αδύνατη την εκτέλεση των ασκήσεων. Επειδή οι περισσότερες εργαστηριακές ασκήσεις θα εκτελούνται κατά το χειμώνα, θα πρέπει να υπάρχει τρόπος να **δημιουργηθούν ψυκτικά φορτία κατά το χειμώνα**. Για να γίνει αυτό είναι απαραίτητο να υπάρχει μία πηγή θερμικών φορτίων στο χώρο, επιπλέον του συστήματος θέρμανσης του σχολείου. Επίσης θα απαιτηθεί και κάποιο σύστημα ύγρανσης, επειδή το καλοκαίρι έχουμε υψηλές ειδικές υγρασίες.

(β) Τα μηχανήματα θα πρέπει να είναι μικρής ισχύος

Σε μία πραγματική εγκατάσταση, η ΚΜ ξεκινάει τη λειτουργία της και όταν επιτευχθούν οι επιθυμητές συνθήκες του χώρου, η λειτουργία διακόπτεται. Αν όμως συμβεί το ίδιο κατά τη διάρκεια μίας εργαστηριακής άσκησης, μπορεί το αποτέλεσμα να είναι η διακοπή της άσκησης. Τα εργαστηριακά μηχανήματα δεν έχουν στόχο να κλιματίσουν το χώρο, αλλά να παρατηρήσουν οι μαθητές κάποια φαινόμενα και γι' αυτό θα πρέπει να είναι σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια των ασκήσεων.

Κατά συνέπεια η ψυκτική και η θερμαντική ισχύς των κλιματιστικών μονάδων (ΚΜ) που θα χρησιμοποιούνται στις ασκήσεις θα πρέπει να είναι σχετικά μικρή και στα πλαίσια των θερμικών και των ψυκτικών φορτίων των χώρων. Αλλιώς θα απαιτηθούν μεγάλα μηχανήματα για την προσομοίωση των καλοκαιρινών συνθηκών και θα υπάρχει και μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα, αν το ψυκτικό φορτίο του χώρου είναι 8 kW, θα πρέπει το σύστημα θέρμανσης και ύγρανσης να είναι τουλάχιστον 12-15 kW (μαζί με τις απώλειες), για να καταστεί δυνατή η εκτέλεση

των ασκήσεων. Αν το ψυκτικό μηχάνημα είναι μεγαλύτερο, υποχρεωτικά θα είναι μεγαλύτερη και η ισχύς των μηχανημάτων θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση των ψυκτικών φορτίων.

(γ) Η ηλεκτρική εγκατάσταση

Η ηλεκτρική εγκατάσταση του εργαστηρίου θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη με δικό της τριφασικό ηλεκτρικό πίνακα. Ο ηλεκτρικός πίνακας θα πρέπει να προβλεφθεί με αρκετούς επιπλέον μικροαυτομάτους για νέα μηχανήματα. Θα υπάρχει επίσης, μέσα στον πίνακα, και ελεύθερος χώρος για επεκτάσεις.

Το εσωτερικό ηλεκτρικό δίκτυο θα πρέπει να είναι περασμένο μέσα πλαστικά κανάλια, για να μπορεί να επεκτείνεται εύκολα, όποτε χρειαστεί να εγκατασταθεί νέος εξοπλισμός. Επίσης θα πρέπει να προβλεφθούν σημεία όπου θα γίνονται οι μετρήσεις του απορροφούμενου ηλεκτρικού ρεύματος. Για το σκοπό αυτό ενδείκνυται η ύπαρξη προκαθορισμένων σημείων (κουτιά), όπου οι αγωγοί να είναι απομακρυσμένοι μεταξύ τους, χωρίς ενώσεις και έτοιμοι για την τοποθέτηση της αμπερομετρικής πένσας.

Ο ηλεκτρικός πίνακας θα φέρει κεντρικό αυτόματο διακόπτη για την **προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας** (ρελέ διαφυγής) των 30 mA.

(δ) Οι απαιτήσεις του χώρου σε διαστάσεις

Ο χώρος του εργαστηρίου δεν χρειάζεται να είναι ιδιαίτερα μεγάλος, επειδή θα παρουσιάζει μεγάλα φορτία που θα απαιτήσουν μεγάλα μηχανήματα. Ένα μήκος 5,5 m για μία σωστή εγκατάσταση της ΚΚΜ, μαζί με τους αεραγωγούς, που μπορεί στην ανάγκη να μειωθεί σε 4,2 m, είναι αρκετό (βλέπε σχήμα Α-1). Επίσης θα χρειαστεί και κάποιος αποθηκευτικός χώρος για τα εργαλεία και τα όργανα μετρήσεων.

3. Ο εξοπλισμός για την προσομοίωση των καλοκαιρινών συνθηκών

Ο πιο απλός τρόπος για την προσομοίωση των καλοκαιρινών συνθηκών στο εργαστήριο είναι να υπάρχουν, επιπλέον του συστήματος θέρμανσης, μερικά ηλεκτρικά καλοριφέρ. Μπορεί όμως να υπάρχει και σύστημα με ανεξάρτητη θέρμανση με ένα μικρό λέβητα ή έναν επιπλέον κλάδο θερμαντικών σωμάτων που να απομονώνεται εύκολα ή να υπάρχουν αυτόνομα κλιματιστικά (split units) κλπ.

Ακόμη θα πρέπει να υπάρχει υγραντήρας χώρου για την **αύξηση της υγρασίας** στο εργαστήριο. Το καλοκαίρι η ειδική υγρασία έχει μεγάλες τιμές και το χειμώνα μικρές. Όταν γίνονται ασκήσεις κλιματισμού, θα πρέπει να επιτυγχάνεται, πριν από την έναρξη της άσκησης, η προσομοίωση στο χώρο, όχι μόνο της θερμοκρασίας αλλά και της σχετικής υγρασίας.

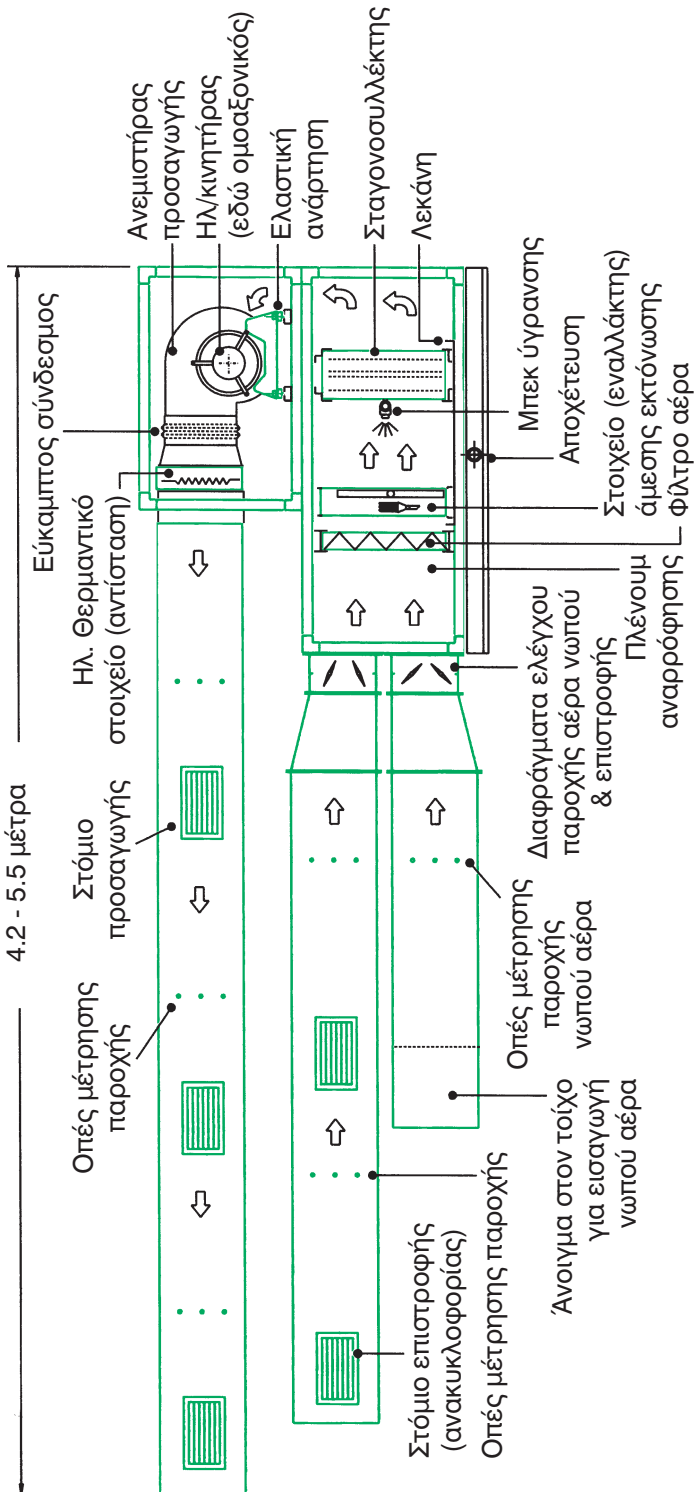
Ο πλέον ιδανικός τρόπος για τη δημιουργία των συνθηκών προσομοίωσης είναι να υπάρχει **μία ημικεντρική κλιματιστική μονάδα (ΗΚΜ) με υγραντήρα**, που θα λειτουργεί ως αντλία θερμότητας, ισχύος περίπου διπλάσιας από την ισχύ της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας που θα αναφέρουμε παρακάτω. Αυτή η μονάδα, εκτός του ότι θα μπορεί κατά το χειμώνα να κάνει προσομοίωση των ψυκτικών φορτίων, θα έχει την ίδια δυνατότητα και κατά το καλοκαίρι, οπότε θα μπορεί να κάνει προσομοίωση των θερμικών φορτίων. Επίσης, όταν δεν χρησιμοποιείται για προσομοίωση των φορτίων, θα μπορεί να χρησιμοποιείται και αυτή σε ασκήσεις κλιματισμού.

Επίσης θα πρέπει να υπάρχει και εξοπλισμός προσομοίωσης της θερμοκρασίας του νωπού αέρα. Όταν θα εκτελούνται ασκήσεις με εισαγωγή νωπού αέρα στην ΚΚΜ, θα πρέπει ο νωπός αέρας να είναι θερμοκρασίας τουλάχιστον 35°C. Το ερώτημα είναι πώς θα επιτευχθεί αυτό αφού τέτοιες θερμοκρασίες δεν υπάρχουν στη σχολική περίοδο εκτός από σπάνιες περιπτώσεις. Εξ άλλου δεν θα μπορεί ο καθηγητής να περιμένει αν τυχόν κάποια ημέρα δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις εκτέλεσης κάποιας άσκησης. Ο μοναδικός τρόπος είναι να υπάρχουν ηλεκτρικές αντιστάσεις στον αεραγωγό του νωπού αέρα, για να θερμαίνουν τον αέρα σε θερμοκρασία 35°C (περίπου). Επίσης θα πρέπει να υπάρχει και υγραντήρας ατμού για την αύξηση της σχετικής υγρασίας τουλάχιστον στο 30%. Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε παρακάτω, όταν θα περιγράψουμε το δίκτυο των αεραγωγών.

4. Η κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ)

Το βασικότερο εργαλείο για την εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων στον κλιματισμό είναι να υπάρχει η κατάλληλη κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) και ένα δίκτυο αεραγωγών συνδεδεμένο με αυτήν. Οι διαστάσεις του κάθε τμήματος της ΚΚΜ δεν χρειάζεται να είναι μεγαλύτερες από 700x700 mm (ιδανικό το 500x500 mm) και το μήκος της να υπερβαίνει τα 1,5 m. Θα πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια ώστε η ΚΚΜ να είναι κατά το δυνατόν μικρότερη.

Ο εξοπλισμός της καλό είναι να καλύπτει τα παρακάτω αναφερόμενα για να μπορούν να εκτελεστούν οι όλες οι προβλεπόμενες εργαστηριακές ασκήσεις.



Σχήμα Γ. 1 Τυπική διάταξη μίας εργαστηριακής ΚΚΜ

Με την ΚΚΜ μπορούν να πραγματοποιηθούν πάρα πολλές ασκήσεις, ανάλογα και με τη διάθεση και τη φαντασία διδασκόντων και διδασκομένων. Στο δεύτερο κεφάλαιο του μέρους “Α” του βιβλίου έχουμε αρκετές τέτοιες εκφωνήσεις ασκήσεων ενώ στο πρώτο μέρος έχουμε ορισμένες από αυτές με πλήρη ανάπτυξη για να χρησιμεύσουν ως υποδείγματα εκτέλεσης των άλλων ασκήσεων.

Στο σχήμα (Γ.1) έχουμε τη διάταξη μίας εργαστηριακής ΚΚΜ και ένα στοιχειώδες δίκτυο αεραγωγών, που περιλαμβάνει όμως τα απολύτως αναγκαία για τις ασκήσεις στο μικρό διαθέσιμο χώρο του εργαστηρίου. Σ’ αυτήν τη διάταξη η ΚΚΜ περιλαμβάνει τον εξής βασικό εξοπλισμό:

- Το φίλτρο του αέρα, κατηγορίας G3 ή G4.
- Το στοιχείο το οποίο, για μία γρήγορη και φθηνή λύση, θα μπορεί να είναι άμεσης εκτόνωσης. Η ισχύς του, για ένα τυπικό εργαστήριο, εκτιμάται ότι θα πρέπει να είναι της τάξεως των 7- 8 kW.
- Τον υγραντήρα, τη λεκάνη συγκέντρωσης των συμπυκνωμάτων και το σταγονοσυλλέκτη.
- Τον ανεμιστήρα, ο οποίος, για την αποφυγή τυχόν ατυχήματος, είναι καλύτερα να έχει απευθείας σύνδεση με τον κινητήρα του (ομοαξονικός). Δηλαδή χωρίς τροχαλίες και ιμάντες.
- Τις ηλεκτρικές αντιστάσεις των οποίων ισχύς θα είναι 30-60% της ψυκτικής ισχύος της κλιματιστικής μονάδας. Τυπική τιμή είναι τα 4 kW. Αυτές θα δίνουν το φορτίο σε δύο βήματα με 2 και με 4 kW. Αν είναι σε ένα βήμα εξυπηρετεί να είναι 3 kW. Οι ηλεκτρικές αντιστάσεις προορίζονται καταρχήν για την εκτέλεση ασκήσεων με αναθέρμανση του αέρα, αλλά θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξίσου καλά και σε ασκήσεις θέρμανσης.

Η ψυκτική ισχύς της ΚΚΜ, όπως ήδη αναφέραμε, εκτιμάται ότι θα είναι της τάξεως των 7-8 kW. Δηλαδή θα αρκεί για τη λειτουργία της μία εξωτερική μονάδα όπως είναι ενός μεγάλου αυτόνομου κλιματιστικού μηχανήματος, η οποία θα μπορεί να στηριχτεί άνετα σε οποιονδήποτε εξωτερικό τοίχο. Το σύστημα θα λειτουργεί ως αντλία θερμότητας για την εκτέλεση ασκήσεων τόσο σε ψύξη όσο και σε θέρμανση.

Το σύστημα αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων θα είναι τέτοιο που θα επιτρέπει είτε τη συγκέντρωση τους σε ογκομετρικό δοχείο είτε την αποστολή τους στην αποχέτευση.

5. Επιπλέον εξοπλισμός της ΚΚΜ

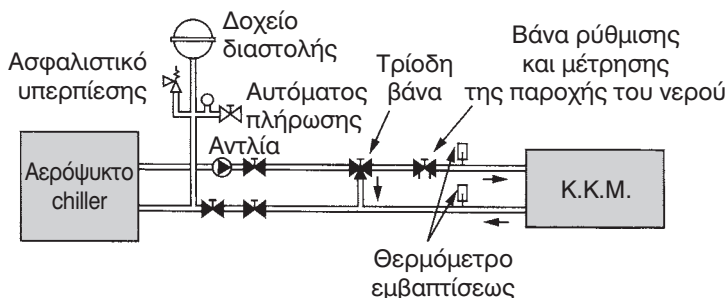
Ανάλογα με το διαθέσιμο χώρο του εργαστηρίου μπορεί η ΚΚΜ που να εγκατασταθεί να περιλαμβάνει και άλλον επιπλέον εξοπλισμό. Ενδεικτικά αναφέρουμε, ως πρόσθετο εξοπλισμό, τα εξής:

- Τμήμα παράκαμψης του αέρα (by pass), για την εκτέλεση ασκήσεων με παραγωγή προκλιματισμένου αέρα.
- Πλακοειδή εναλλάκτη εξοικονόμησης ενέργειας. Η παρουσία του εναλλάκτη αυξάνει σημαντικά το κόστος της ΚΚΜ, αλλά συγχρόνως αυξάνει πάρα πολύ την ποικιλία των ασκήσεων που θα μπορούσαν να εκτελεστούν. Παράλληλα οι μαθητές θα εξοικειωθούν με την έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας την οποία θα βλέπουν στην πράξη και θα είναι σε θέση να την υπολογίσουν.

6. Βελτιωμένη μορφή της ΚΚΜ

Η μορφή της ΚΚΜ που περιγράφηκε στην παράγραφο 4 είναι μία βασική, οικονομική λύση που σχεδιάστηκε με κύριο κριτήριο το χαμηλό κόστος. Το ορθότερο είναι να κατασκευαστεί ΚΚΜ που να έχει δύο στοιχεία νερού, αντί να έχει το ψυκτικό στοιχείο άμεσης εκτόνωσης και τις ηλεκτρικές αντιστάσεις. Το σύστημα με νερό είναι περισσότερο ευέλικτο, πιο ρεαλιστικό και επιτρέπει την εκτέλεση μεγαλύτερης ποικιλίας ασκήσεων, είναι όμως και πολύ πιο δαπανηρό.

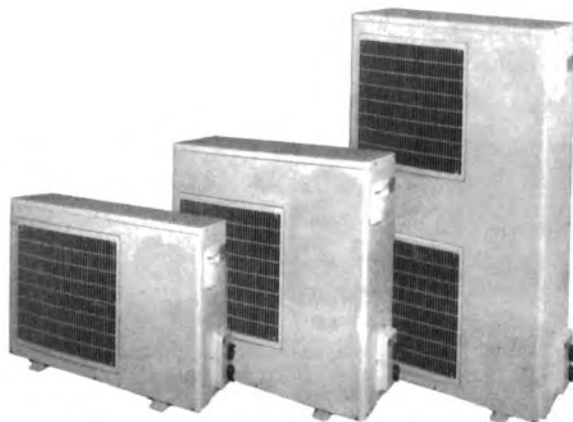
Αν το στοιχείο της ΚΚΜ το θέλουμε να είναι νερού, τότε, για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται να παρεμβληθεί μεταξύ της εξωτερικής μονάδας και της ΚΚΜ ένας εναλλάκτης θερμότητας νερού-ψυκτικού υγρού. Στην περίπτωση μας κρίνεται σκόπιμο να υπάρχει και μία τριόδη βάνα προοδευτικής λειτουργίας πριν την είσοδο του νερού στο στοιχείο. Η διάταξη σύνδεσης του στοιχείου φαίνεται στο σχήμα (Γ.2).



Σχήμα Γ.2 Η διάταξη για τη σύνδεση στοιχείου νερού

Η εγκατάσταση στην περίπτωση στοιχείου νερού, εκ πρώτης όψεως, φαίνεται να είναι πιο δαπανηρή και πιο περίπλοκη. Μπορεί όμως να απλουστευθεί πολύ με τη χρήση της κατάλληλης εξωτερικής μονάδας. Για την τροφοδοσία του ψυκτικού στοιχείου μπορεί να υπάρχει ένας μικρός αερόψυκτος ψύκτης νερού (chiller) ή αντλία θερμότητας στην ταράτσα, πράγμα που θα διευρύνει ακόμη περισσότερο τις δυνατότητες για εκτέλεση εργασιών ασκήσεων. Τέτοια μηχανήματα υπάρχουν και σε μικρά μεγέθη.

Στο σχήμα (Γ.3) βλέπουμε τέτοιες αυτόνομες εξωτερικές κλιματιστικές μονάδες αέρος-νερού (αερόψυκτα μικρά chiller), των οποίων η ονομαστική ψυκτική ισχύς κυμαίνεται από 5,2 μέχρι 11,2 kW, με αντίστοιχη κατανάλωση ρεύματος 2,1 μέχρι 4,6 KW ($COP \approx 2,5$). Τα συστήματα αυτά είναι μικρών διαστάσεων, π.χ οι μονάδες του σχήματος (Γ.3), είναι όλες πλάτους 800 mm (περίπου όπως οι εξωτερικές μονάδες ψυκτικού υγρού). Είναι επίσης πλήρως εφοδιασμένα με αντλία και δοχείο διαστολής και τοποθετούνται πολύ εύκολα. Τα μόνα απαραίτητα για να συνδεθούν με την ΚΚΜ είναι οι σωληνώσεις και οι βάνες.



Σχήμα Γ.3 Εξωτερικές μονάδες αέρος-νερού μικρής ισχύος, που περιέχουν αντλία και δοχείο διαστολής.

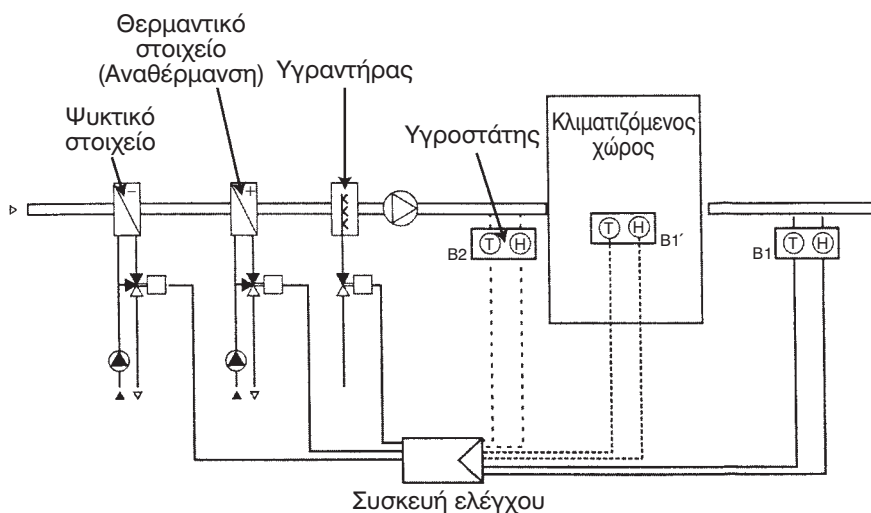
Για την κατασκευή ενός συστήματος με νερό ισχύος 8 kW, θα απαιτηθεί χαλκοσωλήνας νερού $\Phi 28$ για τη σύνδεση του στοιχείου και ένας κυκλοφορητής ή μικρή αντλία παροχής περίπου 0,4-0,5 L/s με μανομετρικό ύψος 50-60 kPa. Θα τοποθετηθεί και μία βάνα με κατάλληλες αναμονές για τη μέτρηση της παροχής του νερού στο ψυκτικό στοιχείο και δύο θερμομέτρα εμβάπτισης για τη μέτρηση την θερμοκρασίας του νερού πριν και μετά την ΚΚΜ. Τέλος θα χρειαστεί και ένα μικρό δοχείο διαστολής (το πολύ των 10 L) καθώς και μία μόνιμη σύνδεση με το δίκτυο ύδρευσης, μέσω αυτόματου πλήρωσης.

Ακόμη πληρέστερη είναι η διάταξη όπου αντί για ηλεκτρικές αντιστάσεις υπάρχει ένα ακόμη στοιχείο νερού που προορίζεται για την αναθέρμανση ή ακόμη και για τη θέρμανση του αέρα. Η σύνδεσή του θα είναι ανάλογη με αυτή του ψυκτικού στοιχείου που φαίνεται στο σχήμα (Γ.2).

Για την τροφοδότηση του θερμαντικού στοιχείου με θερμό νερό, μπορεί να χρησιμοποιείται το δίκτυο κεντρικής θέρμανσης του σχολείου ή κάποιο ηλεκτρομπόιλερ ή ακόμη, λόγω της μικρής ισχύος του, μπορεί να χρησιμοποιείται ένας ταχυθερμοσίφωνας.

7. Ο αυτοματισμός της λειτουργίας της ΚΚΜ

Θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένας θερμοστάτης που θα είναι τοποθετημένος στο χώρο και θα επενεργεί στο ψυκτικό στοιχείο καθώς και τρεις υγραστάτες που θα επενεργούν στο ψυκτικό στοιχείο, στον υγραντήρα και στις ηλεκτρικές αντιστάσεις αναθέρμανσης. Οι υγραστάτες θα βρίσκονται τοποθετημένοι μέσα στον αεραγωγό απαγωγής του αέρα. Ο πρώτος υγραστές θα δίνει εντολή να γίνει αφύγρανση (λειτουργία του ψυκτικού στοιχείου) όταν η υγρασία είναι υψηλή. Ο δεύτερος υγραστές, όταν η υγρασία είναι χαμηλή, θα δίνει εντολή για ύγρανση. Ο τρίτος θα δίνει εντολή στις ηλεκτρικές αντιστάσεις να λειτουργήσουν (αναθέρμανση) ή στο θερμαντικό στοιχείο, όταν, παρ' όλη την αφύγρανση μέσω του στοιχείου, εξακολουθεί να διαπιστώνεται υψηλή υγρασία στο χώρο.



Σχήμα Γ.4 Μία πλήρης διάταξη αυτοματισμού της λειτουργίας της ΚΚΜ, με στοιχεία νερού (που είναι η πλέον πλήρης από τις προτεινόμενες εναλλακτικές λύσεις για την ΚΚΜ)

Σε περίπτωση που το σύστημα λειτουργεί με νερό, ο θερμοστάτης αντί να δίνει εντολή διακοπής ή έναρξης της λειτουργίας του στοιχείου, θα επενεργεί στην τρίοδη βάνα του στοιχείου η οποία θα είναι προοδευτικής λειτουργίας.

Τα παραπάνω αναφερόμενα είναι μερικές γενικές αρχές για το σύστημα αυτοματισμού που θα χρησιμοποιηθεί. Ο αυτοματισμός της λειτουργίας μπορεί να είναι πολύ πιο απλός ή πολύ πιο περίπλοκος ή ακόμη να γίνεται και με μία τυποποιημένη ηλεκτρονική διάταξη, όπως αυτές που προορίζονται ειδικά για τον αυτοματισμό της λειτουργίας των ΚΚΜ. Η σύνδεση θα γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Μία πλήρης διάταξη σύνδεσης του συστήματος αυτοματισμού δίδεται στο σχήμα (Γ.4). Δεχόμαστε ότι έχουμε τη βελτιωμένη μορφή της ΚΚΜ που αναφέραμε στην παράγραφο 6, ότι δηλαδή έχουμε ΚΚΜ με στοιχεία νερού.

8. Το δίκτυο των αεραγωγών

Το δίκτυο των αεραγωγών αρχικά θα είναι μικρό, αλλά σταδιακά θα επεκτείνεται ανάλογα και με τις ασκήσεις που θα εκτελούνται. Στο σχήμα (Γ.1), φαίνεται ένα αρχικό δίκτυο αεραγωγών. Το δίκτυο αυτό στόχο έχει να δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για την εκτέλεση κάποιων βασικών ασκήσεων και όχι να αποτελέσει το τελικό δίκτυο του εργαστηρίου.

Οι αεραγωγοί θα είναι οι εξής τρεις:

- Ο αεραγωγός προσαγωγής νωπού αέρα από το περιβάλλον. Αυτός θα έχει μόνο ένα μεγάλο στόμιο για την είσοδο του αέρα. Η παροχή του αέρα θα ρυθμίζεται μέσω ενός τάμπερ που θα βρίσκεται πριν από την είσοδο στην ΚΚΜ. Απαιτούνται επίσης ηλεκτρικές αντιστάσεις και υγραντήρας ατμού για την προσομοίωση, μέσα στο χειμώνα ή την άνοιξη, των συνθηκών του νωπού αέρα κατά το καλοκαίρι. Η προσομοίωση αυτή είναι απαραίτητη για την εκτέλεση ασκήσεων, για τους λόγους που αναφέραμε και στην παράγραφο 3.
- Ο αεραγωγός του αέρα επιστροφής, ο οποίος θα διαθέτει δύο τουλάχιστο στόμια τα οποία θα είναι εφοδιασμένα με ρυθμιστικό διάφραγμα. Όπως συμβαίνει και με τον αεραγωγό του νωπού αέρα, η παροχή του αέρα θα ρυθμίζεται μέσω ενός τάμπερ που θα βρίσκεται πριν από την εισαγωγή της ΚΚΜ. Με την κατάλληλη θέση του συστήματος των δύο τάμπερ, μπορεί να ρυθμίζεται η επιθυμητή σχέση νωπού αέρα-αέρα ανακυκλοφορίας.

- Ο αεραγωγός του πρωτεύοντος αέρα, ο οποίος θα διαθέτει τρία τουλάχιστο στόμια με ρυθμιστικό διάφραγμα. Αυτός ο αεραγωγός θα επεκταθεί σταδιακά με την προσθήκη και άλλων τμημάτων στο εργαστήριο. Κατά τις επεκτάσεις θα πρέπει να παρεμβάλλονται τάμπερ σε διάφορα σημεία για την αποκοπή κάποιων τμημάτων που ενδεχομένως θα δημιουργούσαν πρόβλημα στις ασκήσεις. Αν ο αεραγωγός αυτός επεκταθεί πολύ, θα πρέπει να επεκταθεί και ο αεραγωγός του αέρα ανακυκλοφορίας.

Το δίκτυο θα επεκτείνεται με την προσθήκη αεραγωγών από τους μαθητές. Οι αεραγωγοί αυτοί δεν θα είναι μόνο τετράγωνοι, αλλά και κυκλικοί καθώς και εύκαμπτοι.

Το βασικό δίκτυο αεραγωγών που βλέπουμε στο σχήμα A-1, για KKM 8 kW, αποτελείται από αεραγωγούς 300x300 mm. Αυτό προκύπτει από τη σχέση:

$$q_s = 1,2 \times Q \times \Delta t \quad (\Gamma.1)$$

Όπου, αν δεχτούμε ότι η θερμοκρασία του χώρου είναι 27°C και του προσαγόμενου αέρα 16°C, έχουμε $\Delta t = 11^\circ\text{C}$ και η σχέση (Γ.1) λαμβάνει τη μορφή:

$$q_s = 13,2 \times Q \quad (\Gamma.2)$$

Για ολικό φορτίο 8000 W και με την παραδοχή $\text{SHF} \approx 0,75$, έχουμε $q_s = 8000 \times 0,75 = 6000 \text{ W}$ από τη σχέση (Γ.2) προκύπτει $Q = 8000 / 13,2 = 606 \text{ L/s} \approx 600 \text{ L/s}$. Η παροχή αυτή, για ταχύτητα αέρα τουλάχιστον 7,5 m/s, οδηγεί σε διατομή αεραγωγού 280 x 280 mm. Η ταχύτητα αέρα, σ' αυτόν τουλάχιστον τον αεραγωγό, καλό είναι να είναι σχετικά υψηλή για τη μεγαλύτερη αξιοπιστία των μετρήσεων. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του αέρα, τόσο πιο αξιόπιστες είναι οι μετρήσεις που λαμβάνονται. Π.χ. αξιόπιστες μετρήσεις με σωλήνα Pitot και με συνήθη μανόμετρα απαιτούν ταχύτητα αέρα τουλάχιστον 7,5 m/s. Για μικρότερες ταχύτητες απαιτούνται μανόμετρα υψηλής ακρίβειας.

Μεγαλύτεροι αεραγωγοί θα είχαν ως αποτέλεσμα σχετικά χαμηλές ταχύτητες του αέρα (κάτω των 7,5 m/s) και σχετική αβεβαιότητα στη μέτρηση των ταχυτήτων του αέρα (θα αναφερθούμε σ' αυτό το πρόβλημα αναλυτικά στην επόμενη παράγραφο). Βέβαια, αν το εργαστήριο διαθέτει τον ανάλογο εξοπλισμό ακρίβειας για τη μέτρηση των ταχυτήτων του αέρα, αυτονόητο είναι ότι μπορεί να έχουμε και κάπως μικρότερες ταχύτητες (συνιστάται όμως όχι κάτω των 5 m/s).

Οι αεραγωγοί νωπού αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας καλό είναι να είναι λίγο μικρότεροι, π.χ. 250 x 250 mm, επειδή, όταν θα λειτουργούν και οι δύο, θα διαρρέονται από μικρότερες παροχές αέρα.

Με την παραδοχή ότι ο νωπός αέρας θα είναι μέχρι 50% της συνολικής παροχής της ΚΚΜ, δηλαδή μέχρι 300 L/s, ο αεραγωγός νωπού αέρα θα έχει και ηλεκτρικές αντιστάσεις, ισχύος 10 kW περίπου. Οι αντιστάσεις αυτές θα είναι σε βήματα ανά 2,5 kW (δηλαδή θα μπορεί να δώσει ισχύ 2,5-5-7,5-10 kW). Για παροχή αέρα 300 L/s, ο υγραντήρας ατμού, για να επιτύχει την αύξηση της σχετικής υγρασίας στο 30-35%, χρειάζεται να είναι παροχής ατμού 3,5 g/s. Οι παραπάνω υπολογισμοί έγιναν με την παραδοχή ότι οι συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος είναι 8°C/30%.

9. Τα σημεία μέτρησης της ταχύτητας του αέρα και τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν

Όπως αναφέραμε στο βιβλίο “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II”, στις παραγράφους (9-9) και (9-10), η απόλυτα ακριβής μέτρηση της παροχής του αέρα είναι πολύ δύσκολη ακόμη και κάτω από ιδανικές συνθήκες μέτρησης. Πόσο μάλλον στις διατάξεις που είναι περιορισμένες στο μικρό χώρο ενός εργαστηρίου. Για να ληφθούν μετρήσεις με κάποια αξιοπιστία θα πρέπει ο αεραγωγός να είναι μεγάλης διατομής, η ταχύτητα του αέρα να είναι τουλάχιστον 7,5 m/s και το σημείο μέτρησης να απέχει τουλάχιστον 8 διαμέτρους από το πλησιέστερο σημείο διαταραχής της ροής του αέρα (καμπύλη, στόμιο κλπ.). Αυτές όλες μαζί οι προϋποθέσεις μπορούν να ισχύσουν μόνο σ’ έναν μεγάλο κεντρικό αεραγωγό μίας πραγματικής κλιματιστικής εγκατάστασης, εφόσον φυσικά έχει γίνει η σχετική πρόβλεψη από τον μελετητή.

Στην εργαστηριακή μας διάταξη, σε όλους τους αεραγωγούς, θα πρέπει να υπάρχουν τα κατάλληλα σημεία για τη μέτρηση της παροχής του αέρα. Εδώ δημιουργείται το πρόβλημα με τις αποστάσεις των σημείων μέτρησης, επειδή από το πλησιέστερο σημείο διαταραχής της ροής του αέρα θα πρέπει να υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα το οποίο, όπως είπαμε, να είναι ίσο με τουλάχιστον 8 διαμέτρους του αεραγωγού για τη λήψη σχετικά αξιόπιστων μετρήσεων. Τις απαιτούμενες αυτές αποστάσεις ελάχιστα εργαστήρια είναι σε θέση να τις καλύψουν. Π.χ. για τον αεραγωγό 300x300 mm, που υποδείξαμε προηγουμένως ως κατάλληλο για το εργαστήριό μας, έχουμε ισοδύναμη υδραυλική διάμετρο 328 mm (βλ. παράγραφο 4-6 του βιβλίου ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II, πίνακας 4-3) και κατά συνέπεια χρειαζόμαστε ευθύγραμμο μήκος της τάξεως των $8 \times 0,328 \approx 2,6$ m από

το πλησιέστερο σημείο διαταραχής της ροής του αέρα. Αυτή η απόσταση είναι δύσκολο να εξασφαλιστεί στα περισσότερα τουλάχιστον εργαστήρια.

Η ύπαρξη αεραγωγών μικρής διαμέτρου και η απουσία επαρκούς χώρου θα έχουν ως συνέπεια τη μεγάλη απόκλιση στις μετρήσεις των παροχών του αέρα. Αυτή η αβεβαιότητα στις ασκήσεις που έχουν σχέση με μέτρηση παροχών αέρα ή με τη ρύθμιση του δικτύου των αεραγωγών δεν θα έχει σοβαρές επιπτώσεις. Όμως, σημασία σ' αυτές τις ασκήσεις έχει κυρίως να γνωρίσουν οι μαθητές τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μέτρηση ή η ρύθμιση και όχι τόσο η ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Αντίθετα, η έλλειψη της ακρίβειας στη μέτρηση της παροχής του αέρα θα δημιουργήσει ενδεχομένως ένα σοβαρό πρόβλημα στις ασκήσεις ψυχομετρίας. **Αν π.χ. η παροχή του αέρα υπολογιστεί με μεγάλη απόκλιση από την πραγματική, μπορεί να προκύψουν αλλόκοτα συμπεράσματα**, όπως π.χ. ότι ο συντελεστής παράκαμψης της KM έχει αρνητική τιμή. Για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων στις μετρήσεις της παροχής του αέρα και για την εκτέλεση των ασκήσεων κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, γίνονται οι εξής συστάσεις:

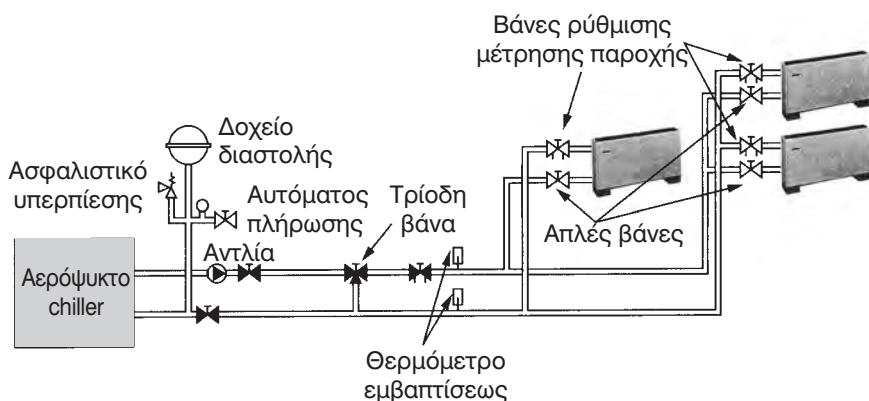
- Αν είναι δυνατόν να υπάρχει από ένα τουλάχιστο σημείο μέτρησης σε κάθε αεραγωγό που να έχει τις προϋποθέσεις ως προς το μήκος που απαιτείται για τη σωστή μέτρηση του αέρα ή τουλάχιστον να τις προσεγγίζει. Φυσικά μπορούν και πρέπει να υπάρχουν και άλλα σημεία.
- Στις παραπάνω θέσεις που θα πληρούν ή που θα πλησιάζουν τις προϋποθέσεις καλής μέτρησης, θα πρέπει να προβλεφθούν πολλές μετρήσεις ανά θέση. Συνιστάται η ύπαρξη από 5 τουλάχιστον σημείων μέτρησης σε κάθε πλευρά του αεραγωγού. Δηλαδή για τη μέτρηση της παροχής στην κάθε θέση να απαιτούνται 25 μετρήσεις και να υπολογιστεί ο μέσος όρος όλων αυτών των μετρήσεων για την εύρεση της ταχύτητας του αέρα.

10. Το δίκτυο των τοπικών κλιματιστικών μονάδων νερού (FCU)

Το δίκτυο αυτό θα περιλαμβάνει 3 τουλάχιστον τοπικές κλιματιστικές μονάδες νερού (Fan Coil Units ή FCU), με τη διάταξη που φαίνεται στο σχήμα (Γ.5). Θα πρέπει να είναι συγκρότημα μικρής ισχύος, προκειμένου να μη δημιουργηθεί μεγάλη θέρμανση ή ψύξη των χώρων. Αν οι συνθήκες στον εργαστηριακό χώρο είναι εκτός συνθηκών άνεσης, θα καταστεί πολύ δύσκολη η εκτέλεση των ασκήσεων.

Τα τρία FCU που θα απαιτηθούν για τη διαμόρφωση του δικτύου θα είναι των εξής τύπων:

- Το πρώτο θα είναι παροχής αέρα περίπου 100 L/s (M 200 cfm) με δύο κυκλώματα και με πτερυγιοφόρο μετωπική επιφάνεια περίπου 0,08 m².
- Το δεύτερο θα είναι παροχής αέρα περίπου 150 L/s (M 300 cfm) με τρία κυκλώματα και με πτερυγιοφόρο μετωπική επιφάνεια περίπου 0,12 m².
- Το τρίτο θα είναι παροχής αέρα περίπου 200 L/s (M 400 cfm) με έξι κυκλώματα και με πτερυγιοφόρο μετωπική επιφάνεια περίπου 0,16m².



Σχήμα Γ.5 Τυπική διάταξη μίας εργαστηριακής εγκατάστασης Fan Coil Units (FCU) με τρία μόνο FCU.

Διευκρινίζεται ότι το FCU με παροχή αέρα 200 L/s, κατά κανόνα, έχει 3 κυκλώματα, αλλά το συγκεκριμένο θα πρέπει να παραγγελθεί με 6 για την πληρότητα της εργαστηριακής εγκατάστασης, προκειμένου να διακρίνουν οι μαθητές τις διαφορές στη λειτουργία των FCU όταν έχουν διαφορετικούς αριθμούς κυκλωμάτων. Συνήθως 6 κυκλώματα έχουν τα αμέσως μεγαλύτερα FCU (παροχή αέρα από 300 L/s και άνω), αλλά εμείς δεν θέλουμε εγκατάσταση μεγάλης ισχύος, για τους λόγους που προαναφέραμε.

Οι παροχές του αέρα και οι αποδόσεις θα πρέπει να είναι **πιστοποιημένες** από τη Eurovent ή από το ARI ή τουλάχιστον από κάποιον αξιόπιστο φορέα που υπάρχει στην Ελλάδα (π.χ. από το Ε.Μ.Π.). Η πιστοποίηση αυτή είναι απαραίτητη για την εκτέλεση των ασκήσεων.

Το σύστημα αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων θα είναι τέτοιο ώστε να επιτρέπει είτε τη συγκέντρωσή τους σε ογκομετρικό δοχείο είτε την αποστολή τους στην αποχέτευση.

Η ψυκτική ισχύς του συστήματος, ανάλογα και με την αφύγρανση μπορεί να κυμαίνεται από 5-8 kW. Ένα εξωτερικό ψυκτικό μηχάνημα της τάξεως των 7-8 kW, όπως αυτό που προτείνεται για την ΚΚΜ, είναι αρκετό. Θα υπάρχει και ένας πλακοειδής εναλλάκτης για την παραγωγή του ψυχρού ή του θερμού νερού.

Ακόμη πιο ολοκληρωμένη θα είναι η εγκατάσταση, αν το σύστημα είναι υδρόψυκτο με **πύργο ψύξης**, οπότε θα υπάρχει στην όλη διάταξη και ένας μικρός πύργος ψύξης για την εκτέλεση ασκήσεων.

Το δίκτυο θα έχει έναν κυκλοφορητή παροχής νερού 0,4-0,5 L/s και πίεσης 40-50 kPa (δεν χρειάζεται κανονική αντλία λόγω του μικρού αριθμού των FCU). Το δοχείο διαστολής θα είναι πολύ μικρό. Αρκεί ένα δοχείο μόλις των 10 L. Το σύστημα θα είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο ύδρευσης μέσω του αυτομάτου πλήρωσης.

Θα υπάρχει μία κεντρική βάνα ρύθμισης της παροχής με υποδοχές για τη μέτρηση της πίεσης και της παροχής του νερού. Αντίστοιχες βάνες θα υπάρχουν και στην εισαγωγή των FCU.

Το κάθε FCU θα διαθέτει διακόπτη θέρους-χειμώνα, θερμοστάτη χώρου και διακόπτη ανεμιστήρα τριών ταχυτήτων. Επιθυμητή, αλλά όχι αναγκαία, είναι η ύπαρξη τρίοδης βάνας προοδευτικής λειτουργίας και ηλεκτρονικού ρυθμιστή της θερμοκρασίας χώρου, ο οποίος θα δίνει εντολή συγχρόνως και στις τρεις τρίοδες βάνες των FCU.

Επειδή η ισχύς του εξωτερικού ψυκτικού συγκροτήματος είναι η ίδια τόσο για την ΚΚΜ όσο και για το δίκτυο των FCU, θα μπορούσε, αν υπάρχει πρόβλημα εξωτερικού χώρου ή χρημάτων, να χρησιμοποιηθεί η ίδια εξωτερική μονάδα και για τις δύο περιπτώσεις. Αυτό όμως θα στερούσε από την εργαστηριακή εγκατάσταση τη δυνατότητα εκτέλεσης ασκήσεων κλιματισμού με προκλιματισμένο αέρα, κατά τις οποίες θα πρέπει να λειτουργούν συγχρόνως και τα δύο συστήματα (της ΚΚΜ και των FCU).

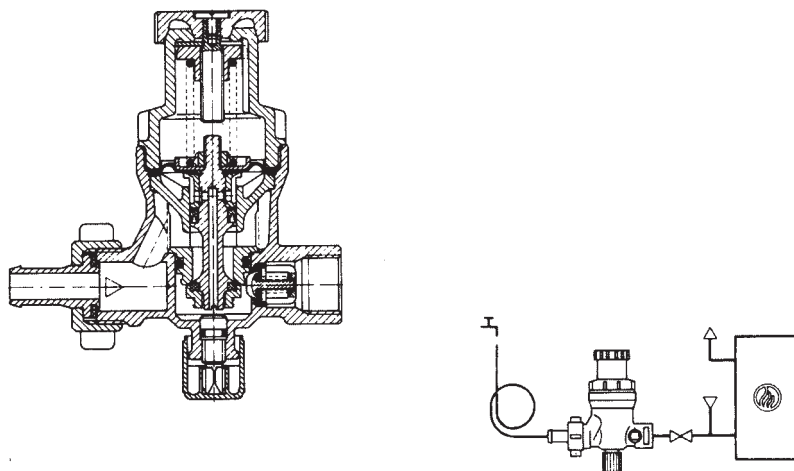
11. Ο αυτόματος πλήρωσης και το ασφαλιστικό υπερπίεσης

Στα σχήματα (Γ.3) και (Γ.5), είδαμε τις διατάξεις νερού της ΚΚΜ (αν το στοιχείο είναι νερού) και των FCU. Σ' αυτές θα παρατηρήσατε ίσως ότι υπάρχουν και τα εξής δύο εξαρτήματα:

- Το ασφαλιστικό υπερπίεσης
- Ο αυτόματος πλήρωσης

Ασφαλιστικά υπερπίεσης υπάρχουν για διάφορες πιέσεις. Στην προκειμένη περίπτωση, επειδή το μανομετρικό ύψος είναι μικρό, αρκεί ένα ασφαλιστικό των 300 kPa (3 bar).

Ο αυτόματος πλήρωσης φαίνεται σε τομή στο σχήμα (Γ.6). Η εργασία εγκατάστασης και ρύθμισής του κανονικά ανήκει στην περιοχή εργασιών του τεχνίτη υδραυλικού. Η ρύθμιση όμως είναι πολύ απλή, αλλά αν δεν γίνει σωστά, μπορεί ακόμη και να μη λειτουργεί το σύστημα.



Σχήμα τοποθέτησης

Σχήμα Γ.6 Ο αυτόματος πλήρωσης

12. Λοιπά εξαρτήματα του εργαστηριακού εξοπλισμού

Εκτός από τα παραπάνω τρία βασικά συστήματα, δηλαδή της προσομοίωσης των ψυκτικών φορτίων, του δικτύου της ΚΚΜ με τους αεραγωγούς και του δικτύου νερού των FCU, απαιτείται και μία σειρά από μεμονωμένα εξαρτήματα για την εκτέλεση συγκεκριμένων ασκήσεων. Τα εξαρτήματα αυτά και οι αντίστοιχες ασκήσεις στις οποίες απαιτούνται φαίνονται στον πίνακα (Γ.1).

Πίνακας Γ.1 Μεμονωμένα εξαρτήματα εξοπλισμού του εργαστηρίου

Περιγραφή εξοπλισμού	Ασκήσεις για τις οποίες προορίζονται
Ένα μικρό αυτόνομο κλιματιστικό μηχάνημα (split-unit), με πιστοποιημένες αποδόσεις και παροχή αέρα.	• Ασκήσεις ψυχομετρίας • Εγκατάσταση split unit • Συντήρηση των split unit
Στοιχεία από διάφορες ΚΜ. Αυτά θα πρέπει να προέρχονται από FCU, από μονάδες DX (με διανομέα), από συμπυκνωτές και από μικρές ΚΚΜ ή ΗΚΜ.	• Διαστασιολόγηση στοιχείων • Τεχνική περιγραφή στοιχείου υπό αντικατάσταση (για τη σύνταξη παραγγελίας) • Εξωτερικός χημικός καθαρισμός στοιχείων
Αντλητικό συγκρότημα νερού. Δεν είναι απαραίτητο να διαθέτει πτερωτή (για τη μείωση του κόστους). Δεν θα είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένο, για λόγους ασφάλειας.	• Έλεγχος ευθυγράμμισης - ευθυγράμμιση αντλιών • Συντήρηση αντλιών (αλλαγή σαλαμάστρας, κόμπλερ, ελαστικών δακτυλίων και ενδεχομένως αντικατάσταση ρουλεμάν)
Εναλλάκτης κελύφους-σωλήνων.	• Χημικός καθαρισμός εναλλάκτη • Τάπωμα ελαττωματικών σωλήνων • Αντικατάσταση σωλήνων
Πλακοειδής εναλλάκτης νερού, λυόμενος.	• Συντήρηση του πλακοειδούς εναλλάκτη (καθαρισμός, αντικατάσταση πλακών)

13. Όργανα μετρήσεων - Εργασία

Τα απαιτούμενα όργανα για μετρήσεις και οι ασκήσεις κατά τις οποίες κυρίως θα χρησιμοποιούνται αναφέρονται στον πίνακα (Γ.2). Τα περισσότερα όργανα είναι αρκετά ακριβά και ορισμένα από αυτά θα χρησιμοποιούνται ελάχιστα. Το ιδανικό φυσικά είναι το κάθε εργαστήριο να έχει όλα τα εργαλεία και τα όργανα που χρειάζονται, ανεξάρτητα από το βαθμό που αυτά χρησιμοποιούνται, φυσικά προτεραιότητα θα πρέπει να δοθεί στην προμήθεια των οργάνων που χρησιμοποιούνται περισσότερο.

Πίνακας Γ.2 Όργανα και εργαλεία που απαιτούνται στο εργαστήριο

Περιγραφή οργάνων και εργαλείων	Χρήση	Ασκήσεις που θα χρησιμοποιείται
Θερμόμετρο - Υγρόμετρο χώρου	Τακτική	Ασκήσεις ψυχομετρίας
Θερμόμετρο επαφής	Τακτική	Ασκήσεις ψυχομετρίας Ρύθμιση δικτύου νερού
Δύο αυτόματα καταγραφικά	Σπάνια	Ασκήσεις ψυχομετρίας
Ανεμόμετρο	Τακτική	Ασκήσεις ψυχομετρίας Ρύθμιση των στομιών του δικτύου αεραγωγών Έλεγχος συνθηκών άνεσης στο χώρο
Σωλήνας pitot με το μανόμετρό του	Τακτική	Ασκήσεις ψυχομετρίας Μετρήσεις ταχύτητας σε αεραγωγούς Ρύθμιση του δικτύου αεραγωγών
Αμπερομετρική τσιμπίδα	Τακτική	Ασκήσεις ψυχομετρίας Ρύθμιση δικτύου αεραγωγών κλπ
Πολύμετρο	Τακτική	Ασκήσεις ψυχομετρίας Θέματα ασφάλειας κλπ.
Όργανο μέτρησης των παροχών νερού μέσω καταλλήλων διακοπών	Τακτική	Ασκήσεις ψυχομετρίας Ρύθμιση δικτύου νερού
Αντλία χημικού καθαρισμού + πλαστικό βαρέλι, ανθεκτικό στα καυστικά υγρά	Σπάνια	Μόνο στην άσκηση του χημικού καθαρισμού εναλλάκτη κελύφους-σωλήνων
Ψεκαστήρας	Σπάνια	Μόνο στην άσκηση συντήρησης των ΚΜ για το χημικό καθαρισμό του στοιχείου
Χάρακας μηχανουργείου - φίλερ - λάμες σε διάφορα μικρά πάχη (μέχρι 1 mm).	Σπάνια	Μόνο στον έλεγχο ευθυγράμμισης και στην ευθυγράμμιση αντλιών
Εξολκέας ρουλεμάν	Σπάνια	Μόνο αν στην άσκηση συντήρησης αντλιών συμπεριληφθεί και η αντικατάσταση ρουλεμάν
Εργαλεία ψυκτικού	Τακτική	Το εργαστήριο θα πρέπει ήδη να τα διαθέτει από τις αντίστοιχες ασκήσεις της ψύξης
Εργαλεία υδραυλικού	Σπάνια	Μόνο για την άσκηση αντικατάστασης στοιχείου σε ΚΜ ή ανεμιστήρα σε FCU
Εργαλεία ελασματοουργού κατασκευής αεραγωγών	Σπάνια	Μόνο για τις ασκήσεις κατασκευής αεραγωγών και τοποθέτησης στομιών
Ογκομετρικές φιάλες	Τακτική	Συγκέντρωση συμπυκνωμάτων για τον υπολογισμό του λανθάνοντος φορτίου

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Προσοχή στην ασφάλεια. Το ατύχημα παραμονεύει παντού, ακόμη και σε χώρους που εργάζονται έμπειροι τεχνικοί. Στο χώρο ενός εργαστηρίου μπορεί να συμβούν ατυχήματα, ιδίως μάλιστα αν λάβουμε υπόψη και την έλλειψη πρακτικής πείρας από τη μεριά των μαθητών. Θα πρέπει ο καθηγητής και οι μαθητές να είναι πολύ προσεκτικοί και να μην εκτίθενται σε κανέναν κίνδυνο.

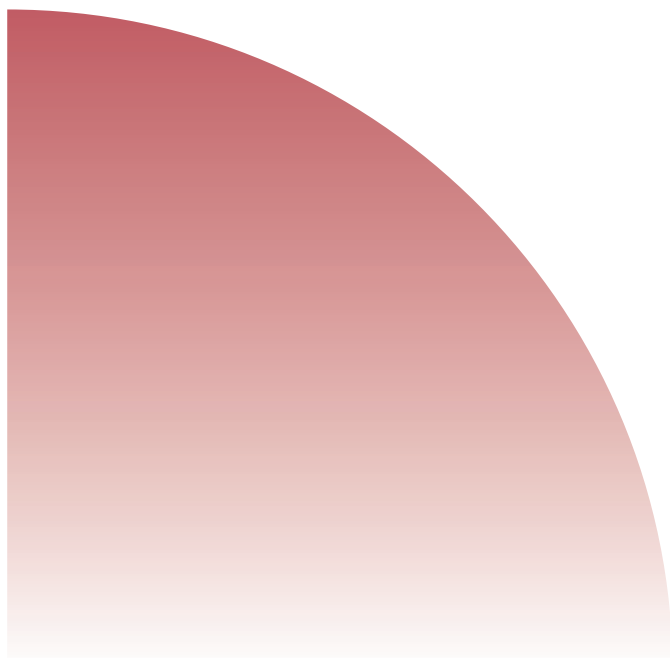
Προτιμήστε να διαθέτετε λιγότερο εξοπλισμό αλλά να λάβετε περισσότερα μέτρα ασφάλειας. Επίσης θα πρέπει να γίνεται βίωμα στους μαθητές ότι η ασφάλεια είναι πάνω από όλα. Κάθε υλική ζημιά αποκαθίσταται, η ζημιά όμως που θα γίνει σε άνθρωπο είναι επώδυνη και μπορεί να μην αποκαθίσταται.

Μερικά από τα στοιχειώδη μέτρα ασφάλειας που πρέπει να λαμβάνονται είναι:

- Να υπάρχουν προφυλακτήρες στα κινούμενα μέρη των μηχανημάτων.
- Να φοράνε οι μαθητές γάντια προστασίας όταν εκτελούνται εργασίες με λαμαρίνες ή με άλλα κοφτερά αντικείμενα.
- Να υπάρχουν τα ειδικά γυαλιά για προστασία των ματιών από γρέζια, σκόνες κλπ.
- Οι φιάλες αερίων (οξυγόνου, προπανίου, ασετιλίνης) να είναι εφοδιασμένες με βαλβίδες προστασίας έναντι φλογοεπιστροφής.
- Να γίνεται τακτικός καθαρισμός των δαπέδων των χώρων ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να γλιστρήσει κάποιος.
- Να υπάρχει ρελέ διαφυγής (αντιηλεκτροπληξιακός διακόπτης) στον ηλεκτρικό πίνακα του εργαστηρίου.
- Να υπάρχει καλή γείωση στον ηλεκτρικό πίνακα και όλες οι πρίζες να είναι σούκο με γείωση.
- Να ελέγχεται η αντίσταση της γείωσης τουλάχιστο μία φορά το χρόνο.

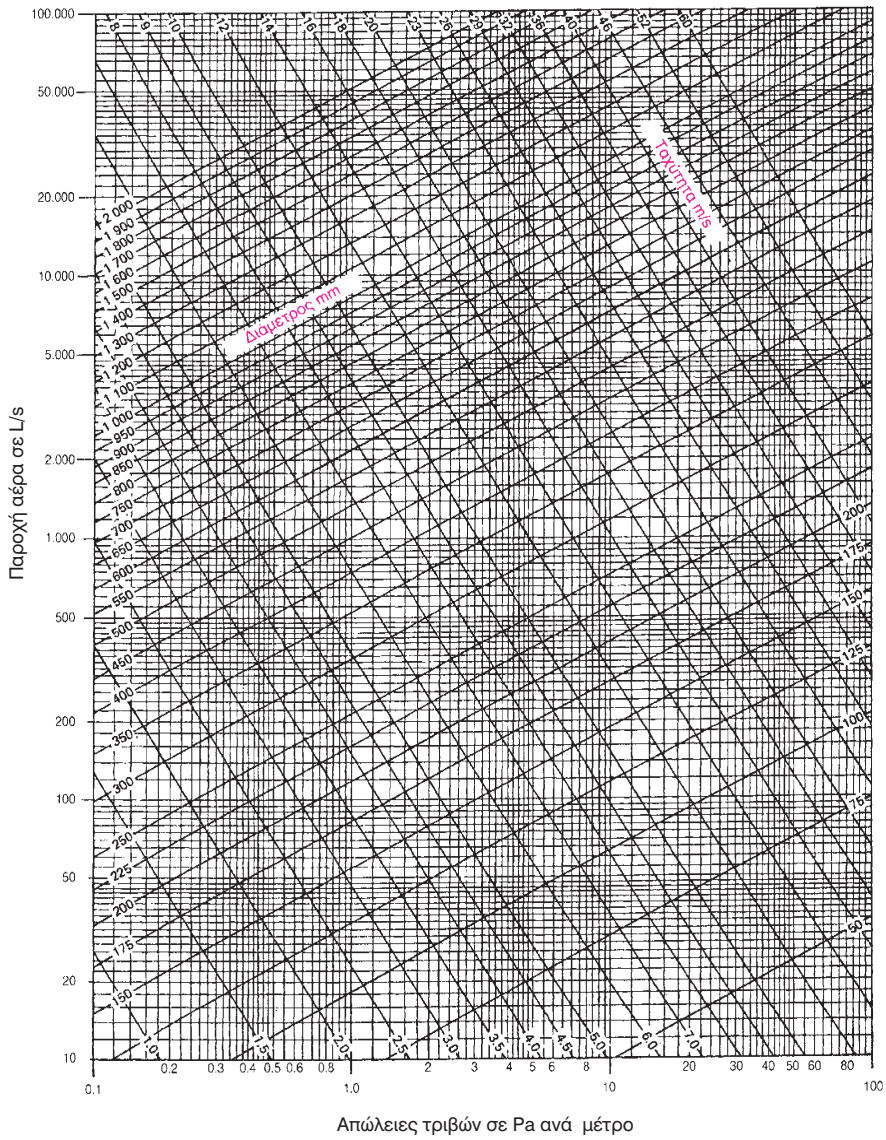
ΜΕΡΟΣ Δ

ΠΙΝΑΚΕΣ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

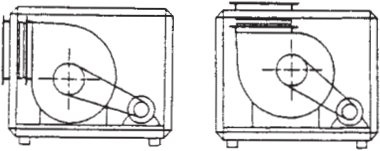
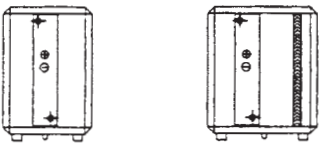
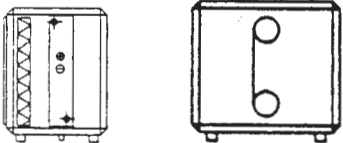
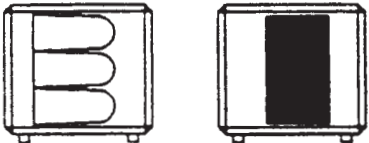
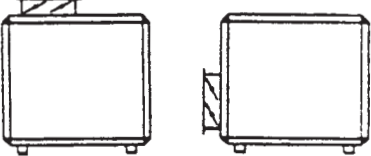
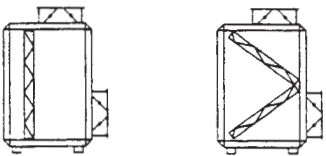
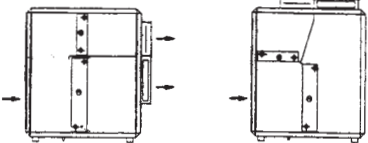
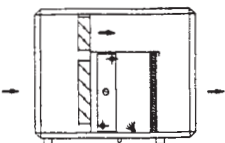
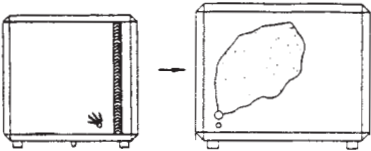
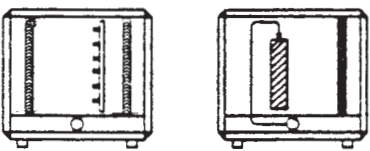
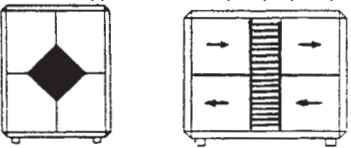
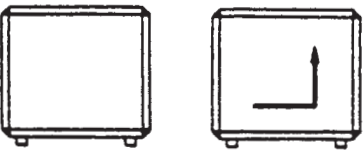
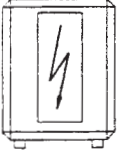


Συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στη Θέρμανση και στον Κλιματισμό

Περιγραφή συμβόλου	Συμβολισμός κατά ISO	Συμβολισμός κατά ASHRAE	Τυπική μονάδα
Επιφάνεια	A	A	m ²
Ειδική θερμότητα	C _p	C _p	kJ/kg·K
Ενεργός Θερμοχωρητικότητα	C	-	kJ/K
Συντελεστής, γενικά	C	C	-
Ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας	U	U	W/m ² K
(Συντελεστής) θερμικής αγωγιμότητας	k	k	W/m·K
Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας	h	h	W/m ² K
Ειδική ενθαλπία	h	h	kJ/kg
Ενθαλπία	H	H	kJ
Μήκος	L ή l	L ή l	m
Διάκενο ή μικρό πάχος	δ	-	mm
Μάζα	m	m	kg
Αριθμός, γενικά	N ή n	N ή n	-
Πίεση	p	p	kPa
Ισχύς	P	P	kW
Θερμικό ή ψυκτικό φορτίο	Φ	q	W
Θερμότητα	Q	Q	kJ
Παροχή σε όγκο	q _v	Q	L/s
Παροχή σε μάζα	q _m	w	g/s
Θερμοκρασία σε °C	t	t	°C
Θερμοκρασία σε K	T	T	K
Ειδικός όγκος	v	v	m ³ /kg
Όγκος	V	V	m ³
Ταχύτητα	v	V	m/s
Βάρος	W	W	kg
Ειδική υγρασία	-	W	g/kg
Σχετική Υγρασία	-	φ	%
Διαφορά δύο μεγεθών	Δ	Δ	-
Χρόνος	t	θ	s
Βαθμός απόδοσης	η	η	%
Πυκνότητα	ρ	ρ	kg/m ³
Ακτίνα	R ή r	R ή r	m
Διάμετρος	D ή d	D ή d	m
Ενέργεια (γενικά)	E	E	kJ
Πυκνότητα μεταφερόμενης ενέργειας	φ	-	W/m ²



Συμβολισμοί τμημάτων ΚΚΜ

Τμήμα ανεμιστήρα 	Τμήμα στοιχείων απλό και με σταγονοσυλλέκτη 
Φίλτρο απλό και στοιχείο - Φίλτρο σε ρολό 	Τμήμα σακκόφιλτρων - Απόλυτων φίλτρων 
Τμήμα με τάμπερ 	Κιβώτιο μίξης με φίλτρα 
Τμήμα πολλαπλών ζωνών-οριζόντιο-κατακόρυφο 	Τμήμα παράκαμψης (by-pass) 
Υγραντήρας νερού - Υγραντήρας ατμού 	Τμήμα καταιονισμού νερού - Υγραντήρας pan 
Εξοικονομητές Πλακοειδής Περιστροφικός 	Τμήμα ηχοπαγίδας 
Plenum (Κενό τμήμα) - ευθύ και γωνιακό 	Τμήμα ηλεκτρικών αντιστάσεων 

ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ R₂₂

Θερμοκρ.	Απόλυτη πίεση	Ειδικός όγκος		Ειδική πυκνότητα		Ειδική ενθαλπία			Ειδική εντροπία	
°C	bar	Υγρού m ³ /kg	Ατμού m ³ /kg	Υγρού kg/m ³	Ατμού kg/m ³	Υγρού kJ/kg	Λανθ. kJ/kg	Ατμού kJ/kg	Υγρού kJ/kgK	Ατμού kJ/kgK
-5	4.2135	0.76831	55.3394	1.30155	0.01807	194.176	209.320	403.496	0.97870	1.75628
-4	4.3564	0.77028	53.5682	1.29823	0.01867	195.335	208.540	403.876	0.98297	1.75775
-3	4.5070	0.77226	51.8553	1.29490	0.01928	196.497	207.755	404.252	0.98724	1.75924
-2	4.6594	0.77427	50.2274	1.29154	0.01991	197.662	206.963	404.625	0.99150	1.75475
-1	4.8157	0.77629	48.6517	1.28817	0.02055	198.829	206.165	404.994	0.99575	1.75326
0	4.9759	0.77834	47.1354	1.28479	0.02122	200.000	205.361	405.361	1.00000	1.75179
1	5.1401	0.78041	45.6757	1.28139	0.02189	201.174	204.550	405.724	1.00424	1.75034
2	5.3083	0.78249	44.2702	1.27797	0.02259	202.351	203.733	406.084	1.00848	1.74889
3	5.4806	0.78460	42.9166	1.27453	0.02330	203.530	202.910	406.440	1.01271	1.74746
4	5.6571	0.78673	41.6124	1.27108	0.02403	204.713	202.080	406.793	1.01694	1.74604
5	5.8378	0.78889	40.3556	1.26760	0.02478	205.899	201.243	407.143	1.02116	1.74463
6	6.0228	0.79107	39.1441	1.26412	0.02555	207.089	200.400	407.499	1.02537	1.74324
7	6.2122	0.79327	37.9759	1.26061	0.02633	208.281	199.550	407.831	1.02958	1.74185
8	6.4059	0.79549	36.8493	1.25708	0.02714	209.477	198.693	408.159	1.03379	1.74047
9	6.6042	0.79775	35.7624	1.25353	0.02796	210.675	197.829	408.504	1.03799	1.73911
10	6.8070	0.80002	34.7136	1.24997	0.02881	211.877	196.958	408.835	1.04218	1.73775
11	7.0144	0.80232	33.7013	1.24638	0.02967	213.083	196.079	409.162	1.04637	1.73640
12	7.2265	0.80465	32.7239	1.24277	0.03056	214.291	195.194	409.485	1.05056	1.73506
13	7.4433	0.80701	31.7801	1.23915	0.03147	215.503	194.301	409.804	1.05474	1.73373
14	7.6650	0.80939	30.8683	1.23550	0.03240	216.719	193.400	410.119	1.05892	1.73241
15	7.8915	0.81180	29.9874	1.23183	0.03335	217.937	192.492	410.430	1.06309	1.73109
16	8.1229	0.81424	29.1361	1.22813	0.03432	219.160	191.577	410.736	1.06726	1.72978
17	8.3593	0.81671	28.3131	1.22442	0.03532	220.385	190.653	411.038	1.07142	1.72848
18	8.6008	0.81922	27.5173	1.22068	0.03634	221.615	189.721	411.338	1.07559	1.72719
19	8.8475	0.82175	26.7477	1.21692	0.03739	222.848	188.782	411.629	1.07974	1.72590
20	9.0993	0.82431	26.0032	1.21313	0.03846	224.084	187.834	411.918	1.08390	1.72462
21	9.3564	0.82689	25.2829	1.20932	0.03955	225.324	186.877	412.202	1.08805	1.72334
22	9.6189	0.82954	24.5857	1.20548	0.04067	226.568	185.913	412.481	1.09220	1.72206
23	9.8867	0.83221	23.9107	1.20162	0.04182	227.816	184.939	412.755	1.09634	1.72080
24	10.160	0.83491	23.2572	1.19773	0.04300	229.068	183.957	413.025	1.10048	1.71953
25	10.439	0.83765	22.6242	1.19382	0.04420	230.324	182.965	413.289	1.10462	1.71827
26	10.723	0.84043	22.0111	1.18987	0.04543	231.583	181.965	413.548	1.10876	1.71701
27	11.014	0.84324	21.4169	1.18590	0.04669	232.847	180.955	413.802	1.11290	1.71576
28	11.309	0.84610	20.8411	1.18190	0.04798	234.115	179.935	414.050	1.11703	1.71450
29	11.611	0.84899	20.2829	1.17787	0.04930	235.387	178.906	414.293	1.12116	1.71325
30	11.919	0.85193	19.7417	1.17381	0.05065	236.664	177.867	414.530	1.12530	1.71200
31	12.232	0.85491	19.2168	1.16971	0.05204	237.944	176.817	414.762	1.12943	1.71075
32	12.552	0.85793	18.7076	1.16559	0.05345	239.230	175.758	414.987	1.13355	1.70950
33	12.878	0.86101	18.2135	1.16143	0.05490	240.520	174.687	415.207	1.13768	1.70826
34	13.210	0.86412	17.7341	1.15724	0.05639	241.814	173.606	415.420	1.14181	1.70701
35	13.548	0.86729	17.2686	1.15301	0.05791	243.114	172.514	415.627	1.14594	1.70578
36	13.892	0.87051	16.8168	1.14875	0.05946	244.418	171.410	415.828	1.15007	1.70450
37	14.243	0.87378	16.3779	1.14445	0.06106	245.727	170.294	416.021	1.15420	1.70325
38	14.601	0.87710	15.9517	1.14012	0.06269	247.041	169.167	416.208	1.15833	1.70199
39	14.965	0.88048	15.5375	1.13574	0.06436	248.361	168.027	416.388	1.16246	1.70073
40	15.335	0.88392	15.1351	1.13133	0.06607	249.686	166.875	416.561	1.16659	1.69948
41	15.712	0.88741	14.7439	1.12687	0.06782	251.016	165.710	416.726	1.17073	1.69819
42	16.096	0.89097	14.3636	1.12237	0.06962	252.352	164.531	416.883	1.17486	1.69692
43	16.487	0.89459	13.9938	1.11783	0.07146	253.694	163.339	417.033	1.17890	1.69564
44	16.885	0.89828	13.6341	1.11324	0.07335	255.042	162.133	417.174	1.18315	1.69436
45	17.290	0.90203	13.2841	1.10861	0.07528	256.396	160.912	417.308	1.18730	1.69308
46	17.702	0.90586	12.9436	1.10392	0.07726	257.756	159.676	417.432	1.19145	1.69175
47	18.121	0.90976	12.6122	1.09919	0.07929	259.123	158.425	417.548	1.19570	1.69043
48	18.548	0.91374	12.2895	1.09441	0.08137	260.497	157.158	417.655	1.19977	1.68911
49	18.982	0.91779	11.9753	1.08957	0.08351	261.877	155.875	417.752	1.20393	1.68777

* 1 bar = 100 kPa = 14,5 psi

Η πτώση πίεσης του νερού σε χαλυβδοσωλήνες βαρέος τύπου

Θερμοκρασία νερού $t = 10^{\circ}\text{C}$								
	1/2"		3/4"		1"		1 1/4"	
V m/s	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa
0,4	0,069	0,132	0,131	0,109	0,206	0,095	0,369	0,078
0,5	0,086	0,229	0,163	0,190	0,257	0,168	0,462	0,118
0,6	0,103	0,362	0,196	0,302	0,309	0,239	0,554	0,164
0,8	0,137	0,756	0,261	0,540	0,412	0,405	0,739	0,277
1,0	0,171	1,236	0,327	0,818	0,514	0,611	0,924	0,419
1,2	0,206	1,741	0,392	1,148	0,617	0,860	1,108	0,587
1,4	0,240	2,327	0,457	1,534	0,720	1,149	1,293	0,782
1,6	0,275	2,990	0,523	1,977	0,823	1,477	1,478	1,002
1,8	0,309	3,734	0,588	2,472	0,926	1,843	1,662	1,247
2,0	0,343	4,571	0,653	3,019	1,029	2,246	1,847	1,523
2,25	0,386	5,732	0,735	3,776	1,158	2,803	2,078	1,914
2,50	0,429	7,017	0,817	4,612	1,286	3,417	2,309	2,349
2,75	0,472	8,426	0,898	5,526	1,415	4,108	2,540	2,828
3,00	0,515	9,959	0,980	6,519	1,543	4,867	2,771	3,349
	1 1/2"		2"		2 1/2"		3"	
V m/s	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa
0,4	0,507	0,064	0,826	0,047	1,414	0,033	1,970	0,027
0,5	0,634	0,096	1,033	0,070	1,767	0,050	2,462	0,041
0,6	0,761	0,134	1,240	0,098	2,121	0,070	2,954	0,057
0,8	1,015	0,227	1,653	0,167	2,828	0,119	3,939	0,097
1,0	1,269	0,343	2,066	0,253	3,534	0,180	4,924	0,147
1,2	1,522	0,481	2,479	0,354	4,241	0,254	5,909	0,206
1,4	1,776	0,640	2,892	0,473	4,948	0,339	6,894	0,275
1,6	2,030	0,819	3,305	0,610	5,655	0,435	7,878	0,353
1,8	2,283	1,027	3,719	0,763	6,362	0,542	8,863	0,441
2,0	2,537	1,259	4,132	0,933	7,069	0,662	9,848	0,540
2,25	2,854	1,580	4,648	1,167	7,952	0,830	11,079	0,676
2,50	3,171	1,936	5,165	1,426	8,836	1,017	12,310	0,827
2,75	3,489	2,326	5,681	1,714	9,720	1,223	13,541	0,993
3,00	3,806	2,751	6,198	2,029	10,603	1,446	14,772	1,173

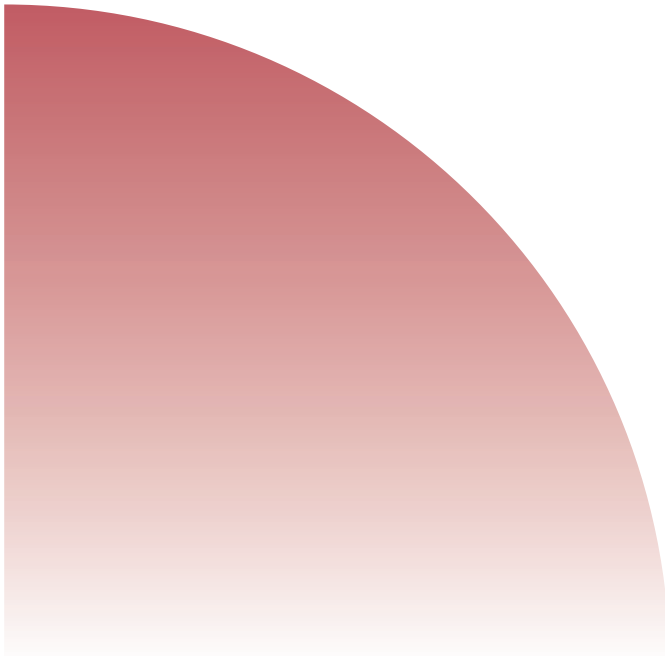
Για $t = 50^{\circ}\text{C}$, πολλαπλασιάστε το Δp με 0,9, για $t = 30^{\circ}\text{C}$ με 0,95

Η πτώση πίεσης του νερού σε χαλκοσωλήνες

Θερμοκρασία νερού $t = 10^{\circ}\text{C}$								
	16 x 1		18 x 1		22 x 1		28 x 1,5	
V m/s	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa
0,4	0,062	0,130	0,080	0,118	0,126	0,101	0,196	0,088
0,5	0,077	0,217	0,100	0,198	0,157	0,172	0,245	0,150
0,6	0,092	0,331	0,121	0,304	0,188	0,266	0,294	0,214
0,8	0,123	0,658	0,161	0,609	0,251	0,468	0,393	0,354
1,0	0,153	1,081	0,201	0,916	0,314	0,693	0,491	0,524
1,2	0,184	1,491	0,241	1,262	0,377	0,955	0,589	0,723
1,4	0,215	1,956	0,281	1,656	0,440	1,253	0,687	0,950
1,6	0,246	2,475	0,322	2,094	0,502	1,587	0,785	1,204
1,8	0,276	3,045	0,362	2,579	0,565	1,955	0,883	1,483
2,0	0,307	3,668	0,402	3,107	0,628	2,355	0,981	1,787
2,25	0,346	4,519	0,452	3,826	0,707	2,901	1,104	2,201
2,50	0,384	5,445	0,502	4,610	0,785	3,496	1,227	2,652
2,75	0,423	6,446	0,553	5,456	0,864	4,138	1,349	3,143
3,00	0,461	7,519	0,603	6,363	0,942	4,826	1,472	3,673
	35 x 1,5		42 x 1,5		54 x 2		64 x 2	
V m/s	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa	Q L/s	Δp kPa
0,4	0,322	0,076	0,478	0,060	0,785	0,044	1,130	0,035
0,5	0,402	0,114	0,597	0,089	0,981	0,065	1,413	0,052
0,6	0,482	0,157	0,716	0,123	1,178	0,090	1,696	0,072
0,8	0,643	0,260	0,955	0,204	1,570	0,150	2,261	0,120
1,0	0,804	0,386	1,194	0,302	1,963	0,223	2,826	0,178
1,2	0,965	0,533	1,433	0,418	2,355	0,308	3,391	0,246
1,4	1,125	0,700	1,672	0,549	2,748	0,404	3,956	0,324
1,6	1,286	0,887	1,910	0,695	3,140	0,513	4,522	0,411
1,8	1,447	1,093	2,149	0,857	3,533	0,633	5,087	0,507
2,0	1,608	1,317	2,388	1,035	3,925	0,765	5,652	0,612
2,25	1,809	1,625	2,686	1,277	4,416	0,943	6,359	0,756
2,50	2,010	1,961	2,985	1,541	4,906	1,139	7,065	0,915
2,75	2,211	2,325	3,283	1,827	5,397	1,352	7,772	1,088
3,00	2,412	2,715	3,582	2,134	5,888	1,583	8,478	1,274

Για $t = 50^{\circ}\text{C}$, πολλαπλασιάστε το Δp με 0,8, για $t = 30^{\circ}\text{C}$ με 0,9

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



1 – ΤΕΧΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ & ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

- 1.1. ASHRAE - Fundamentals
- 1.2. ASHRAE - HVAC Systems and Equipment
- 1.3. ASHRAE - HVAC Applications
- 1.4. ASHRAE - Refrigeration
- 1.5. ASHRAE - Load Calculation Manual
- 1.6. ASHRAE - Air Conditioning Engineer's Handbook
- 1.7. J. KLOTE & J. MILKE - Smoke management
- 1.8. CARRIER - System design manual
- 1.9. TRANE - Applications Engineering Manual
- 1.10. TOUR & ANDERSSON - Balancing manuals 1,2
- 1.11. BROWN & MARCO - Introduction to heat transfer
- 1.12. D.Q.KERN - Process of heat transfer
- 1.13. A. FRAAS - Heat exchangers
- 1.14. RECKNAGEL & SPRENGER - Θέρμανση και κλιματισμός
- 1.15. EUROVENT - Directory of certified products
- 1.16. ΕΥΓΕΝΙΔΙΟ ΙΔΡΥΜΑ - Κλιματισμός
- 1.17. Ν.Α.ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗ - Σημειώσεις μηχανικής των ρευστών
- 1.18. Β.Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ - Θέρμανση και κλιματισμός
- 1.19. Α. ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ - Κλιματισμός
- 1.20. Κ. ΔΙΑΚΟΥΜΑΚΟΥ - Η απόδοση των Κεντρικών Μονάδων Κλιματισμού

2 – ΠΡΟΤΥΠΑ - ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

- 2.1. ISO-31 «Units & Symbols»
- 2.2. ISO-7345 «Thermal Insulation - Physical quantities & definitions»
- 2.3. ISO-6946 «Thermal Insulation - Calculation methods»
- 2.4. ISO-9164 «Space heating requirements for residential buildings»
- 2.5. EN-832 «Calculation of energy use for residential buildings»
- 2.6. EN-779 «Particulate Air Filters»
- 2.7. EN-1822 «Particle Air Filters»
- 2.8. EN-12097 «Ventilation for buildings»
- 2.9. ANSI ARI-410 «Air Cooling & Air Heating Coils»
- 2.10. ASHRAE 62-1989 «Ventilation for Acceptable Air Quality»

3 – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

- 3.1 . Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86 - Κλιματισμός
- 3.2 . Νόμος 16/1996 (τεχνική οδηγία ΕΟΚ 89/654) «Προδιαγραφές ασφαλείας εργασιακών χώρων»
- 3.3 . Νόμος 1568/85 «Υγιεινή και Ασφάλεια Εργαζομένων»

4 – ΤΕΧΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

- 4.1 . ASHRAE Journal
- 4.2 . ΔΕΛΤΙΟ Πανελληνίου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων
- 4.3 . ΤΕΧΝΙΚΑ
- 4.4 . -20/+35

5 – ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ASHRAE, Νο1,SI

Copyright © 1992 by the American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. www.ashrae.org Used by permission.

6 – ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η τυπική διάταξη της εργαστηριακής Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας σχεδιάστηκε από την εταιρία «Βασιλειάδης - Dynatherm ABEE»

7 – ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Οι συμβολισμοί των τμημάτων των Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων, που φαίνονται στη σελίδα 364, έχουν ληφθεί από τον αντίστοιχο τεχνικό οδηγό της εταιρίας “Χ.&Β. ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ Α.Β.Ε.”

8 – ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ

Αναφέρονται παρακάτω, κατά **αλφαβητική σειρά**, όλες οι εταιρείες που συμμετείχαν στην προσπάθεια της σύνταξης του παρόντος βιβλίου, δίνοντας την άδεια στους συγγραφείς του βιβλίου να χρησιμοποιήσουν ως πηγές διάφορα τεχνικά τους φυλλάδια, φωτογραφίες, σχήματα κλπ.

Τους εκφράζουμε τις θερμές μας ευχαριστίες.

ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ & ΥΙΟΙ Α.Ε.

ΒΙΟΣΩΛ Α.Β.Ε.

ΔΑΜΠΑΣΙΝΑΣ ΘΕΡΜΟΨΥΚΤΙΚΗ Α.Β.Ε.Ε.

ΔΡΑΚΟΣ-ΠΟΛΕΜΗΣ Α.Ε.

ΤΕΨΑ Ε.Π.Ε.

Χ.&Β. ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ Α.Β.Ε.

ΑΑΦ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ALCO, MYL, EURO-AIR (HELCOMA)

CONDAIR (ΒΙΟΣΩΛ Α.Β.Ε.)

CARRIER (CARRIER HELLAS Α.Ε.)

DAIKIN (KLIMATAIR Α.Ε.)

HOVAL (ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.)

INTERTHERM (Γ. Ι. ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Ε.Π.Ε.)

JOHNSON CONTROLS, THIES (ΜΑΝΤΑΝΟΒΙΤΣ - ΚΑΤΣΑΡΟΣ Α.Ε.Β.Ε.)

LIEBERT (ΑΛΦΑ-ΓΚΡΙΣΙΝ INFOTECH Α.Ε.)

MICROAIR (ΖΗΣΗ Ε.Π.Ε)

POLYKEM Α.Ε.

**SIEMENS, HVAC PRODUCTS (SIEMENS BUILDING TECHNOLOGY -
ΥΠΟΚ/ΜΑ ΕΛΛΑΔΑΣ)**

TA (TETRAGON HELLAS Ε.Π.Ε.)

TESTO (SIGMA HELLAS Ε.Π.Ε.)

TRANE (TRANE HELLAS Α.Ε.)

YORK (YORK HELLAS Α.Ε.)

WILO (WILO HELLAS Α.Β.Ε.Ε.)

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ

Το παρόν βιβλίο προορίζεται αποκλειστικά για παιδαγωγικούς σκοπούς. Η εκμετάλλευση των πνευματικών δικαιωμάτων του παρόντος βιβλίου έχει μεταβιβαστεί από τους συγγραφείς στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

Εξαιρούνται ο **ψυχομετρικός χάρτης της ASHRAE**, καθώς και οι **φωτογραφίες** και τα **σχήματα** που προέρχονται από τρίτους. Επί αυτών το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο έχει μόνο την **άδεια χρήσης** τους για τις ανάγκες του παρόντος βιβλίου.

ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ

Τα παροράματα, τόσο του βιβλίου της θεωρίας “ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ II”, όσο και του παρόντος εργαστηριακού οδηγού υπάρχουν στην αντίστοιχη ιστοσελίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Διεύθυνση internet

[http:// www.pi-schools.gr](http://www.pi-schools.gr)

[http:// www.pi-schools.gr](http://www.pi-schools.gr)

Επιλέξτε κατά σειρά:

- ΤΕΕ (Τομείς)
- Μηχανολογικός
- Παροράματα βιβλίων Μηχανολογικού Τομέα

Σημείωση: Η παραπάνω διαδικασία ίσχυε κατά το χρόνο της συγγραφής του βιβλίου και είναι πιθανό να έχει αλλάξει

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Κωδικός Βιβλίου: 0-24-0059
ISBN Set 978-960-06-3192-0
Τ.Β' 978-960-06-3194-4



(01) 000000 0 24 0059 4