**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ**

**8.1** **ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ** **ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

**1.** **Με** **ποιό** **τρόπο** **γίνεται** **η** **εξουδετέρωση** **των** **αντιστάσεων** **τριβής** **σε** **ένα** **κλειστό** **κύκλωμα** **κεντρικής** **θέρμανσης;**

Η εξουδετέρωση των αντιστάσεων τριβής γίνεται με την πρόσδοση στο νερό ενέργειας, με τη διαφορά πίεσης μεταξύ αναρρόφησης και κατάθλιψης μιας αντλίας. Η αντλία αυτή στην Κεντρική Θέρμανση λέγεται **κυκλοφορητής**, επειδή έχουμε κυκλοφορία του νερού σε κλειστό κύκλωμα.

**2.** **Ποιός** **είναι** **ο** **ρόλος** **του** **κυκλοφορητή** **σε** **ένα** **δίκτυο** **κεντρικής** **θέρμανσης;**

Ο ρόλος λοιπόν του κυκλοφορητή είναι η δημιουργία της απαιτούμενης Δρ στα άκρα του δικτύου (Α-Κ), ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη για την εγκατάσταση παροχή του φορέα της θερμότητας.

**3.** **Περιγράψτε** **έναν** **κυκλοφορητή**

Ο κυκλοφορητής είναι ουσιαστικά:

 μια ηλεκτροκίνητη φυγοκεντρική αντλία με ενσωματωμένο στο κέλυφός της τον ηλεκτροκινητήρα και κατασκευαστικές προδιαγραφές/ κατάλληλες για εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης.

 Είναι ανθεκτικός σε θερμοκρασίες της τάξης των 120°C υδρολίπαντος και

  δεν απαιτεί συντήρηση.

 Η λειτουργία του είναι ικανοποιητικά αθόρυβη, με την προϋπόθεση ότι έχει γίνει σωστή επιλογή του μεγέθους του καθώς και των διαμέτρων των σωλήνων.

**4.** **Τι** **πρόβλημα** **προκαλούν** **οι** **πολλές** **στροφές** **στον** **κυκλοφορητή** **και** **οι** **μικροί** **διάμετροι** **στο** **δίκτυο;** **τι** **πρέπει** **να** **προσέχουμε;**

Γενικά οι πολλές στροφές και οι μικρές διάμετροι (μεγάλες ταχύτητες) **ευνοούν** **τους** **θορύβους.** Χρειάζεται επίσης προσοχή στη στήριξη των σωλήνων στα δομικά στοιχεία του κτιρίου (μέριμνα ηχομόνωσης), γιατί από τα σημεία αυτά **μεταδίδεται** **ο** **θόρυβος** **σε** **όλο** **το** **κτίριο.**

**5.** **Τι** **γνωρίζετε** **για** **την** **ρύθμιση** **των** **στροφών** **στους** **κυκλοφορητές;**

Οι σύγχρονοι κυκλοφορητές έχουν δυνατότητες ρύθμισης των στροφών τους, ώστε να προσαρμόζονται καλύτερα στις απαιτήσεις των εγκαταστάσεων.

Η ρύθμιση αυτή άλλοτε είναι **χειροκίνητη** και άλλοτε, **σε** **σύγχρονους** **τύπους,** **αυτόματη**.

Στους ηλεκτρονικά ελεγχόμενους κυκλοφορητές υπάρχουν δυνατότητες **αυτόματων** **ρυθμίσεων** (με βάση δεδομένα θερμοκρασίας ή πίεσης), καθώς και δυνατότητα χρονικού προγραμματισμού.

**6.** **Τι** **εξασφαλίζουμε** **με** **την** **ρύθμιση** **στροφών** **στους** **κυκλοφορητές**

Εξασφαλίζεται:

 **οικονομικότερη** λειτουργία

 και **χαμηλότερη** **στάθμη** **θορύβου**.

**8.2** **ΣΥΝΔΕΣΗ** **ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ**

**7.** **Από** **τι** **εξαρτάται** **η** **πίεση** **που** **επικρατεί** **στα** **διάφορα** **σημεία** **του** **δικτύου** **κεντρικής** **θέρμανσης;**

Στα διάφορα σημεία ενός δικτύου Κεντρικής Θέρμανσης, κατά τη λειτουργία του, επικρατούν πιέσεις διαφορετικών τιμών. Η κατανομή των πιέσεων στο δίκτυο εξαρτάται από το σημείο σύνδεσης του κυκλοφορητή.

**8.** **Σε** **σχέση** **με** **ποιο** **σημείο** **εξετάζουμε** **την** **πίεση** **που** **επικρατεί** **στο** **δίκτυο;**

Η πίεση σε κάθε σημείο εξετάζεται, συνήθως, σε σχέση με την πίεση που επικρατεί σε ένα σημείο του δικτύου (ουδέτερο σημείο), όπου έχει τιμή ανεξάρτητη από τη λειτουργία του κυκλοφορητή (**πίεση** **ηρεμίας**). Το σημείο αυτό πρακτικά είναι στη θέση σύνδεσης του ασφαλιστικού συστήματος και η πίεσή του εξαρτάται από το είδος και τα χαρακτηριστικά του δοχείου διαστολής.

 Αν έχουμε ανοιχτό δοχείο, η πίεση ηρεμίας, μετρημένη σε ύψος στήλης νερού, ισούται με το στατικό ύψος της εγκατάστασης (ύψος μεταξύ στάθμης νερού στο δοχείο και σημείου σύνδεσης του σωλήνα πλήρωσης).

 Στο κλειστό δοχείο η πίεση ηρεμίας ισούται με την πίεση λειτουργίας του δοχείου.

Θεωρούμε θετικές (υπερπιέσεις) τις πιέσεις με τιμή μεγαλύτερη από την πίεση ηρεμίας και αρνητικές (υποπιέσεις) τις μικρότερες.

Ανάλογα με τη σχετική θέση του ουδέτερου σημείου ως προς τον κυκλοφορητή, έχουμε διαφορετικές κατανομές πιέσεων στο δίκτυο.

**9.** **Περιγράψτε** **το** **είδος** **της** **πίεσης** **που** **επικρατεί** **στο** **δίκτυο** **όταν** **ο** **κυκλοφορητής** **συνδέεται** **στην** **προσαγωγή.**

Κυκλοφορητής στην προσαγωγή

Από την κατάθλιψη έως το ουδέτερο σημείο (σύνδεση σωλήνα πλήρωσης) έχουμε υπερπιέσεις (+), ενώ από το ουδέτερο σημείο ως την αναρρόφηση έχουμε υποπιέσεις (-), σε σχέση πάντα με την πίεση ηρεμίας που είναι το ύψος της στάθμης του σωλήνα πλήρωσης.

**10.** **Περιγράψτε** **το** **είδος** **της** **πίεσης** **που** **επικρατεί** **στο** **δίκτυο** **όταν** **ο** **κυκλοφορητής** **συνδέεται** **στην** **επιστροφή.**

Κυκλοφορητής στην επιστροφή

Από την κατάθλιψη έως το ουδέτερο σημείο έχουμε υπερπιέσεις {+), ενώ από το ουδέτερο σημείο έως την αναρρόφηση έχουμε υποπιέσεις (-).

**11.** **Τι** **κίνδυνοι** **υπάρχουν** **όταν** **το** **δίκτυο** **είναι** **σε** **υποπίεση**;

Η περίπτωση να βρίσκεται το δίκτυο σε υποπίεση περικλείει δύο κινδύνους:

 Αν η πίεση στο πιο απομακρυσμένο (ψηλότερο) σώμα είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική, θα έχουμε είσοδο αέρα στο δίκτυο από μη πλήρως αεροστεγείς συνδέσεις (διακόπτες κ.λ.π.), με προβλήματα και λειτουργικά και φθοράς των σωλήνων, λόγω διάβρωσης από το οξυγόνο του αέρα.

 Χαμηλή πίεση στην αναρρόφηση του κυκλοφορητή, κάτω από ένα όριο που εξαρτάται από τον τύπο του, θα δημιουργήσει προβλήματα ομαλής λειτουργίας του. Πράγματι η αύξηση της ταχύτητας στην είσοδο της αντλίας, πριν από την πτερωτή, σημαίνει μείωση της στατικής πίεσης (νόμος Bernoulli) και ενδεχόμενη ατμοποίηση του νερού. Αυτό μπορεί να συμβεί, γιατί όσο μικρότερη είναι η πίεση τόσο μικρότερη είναι και η θερμοκρασία ατμοποίησης. Οι φυσαλίδες του ατμού προκαλούν το φαινόμενο της “σπηλαίωσης". Στη συνέχεια, όταν περάσουν στην πτερωτή, στην περιοχή των μεγάλων πιέσεων, εμφανίζονται βίαια φαινόμενα που διαβρώνουν τα μέταλλα.

**12.** **Γιατί** **συνίσταται** **να** **συνδέεται** **ο** **κυκλοφορητής** **στην** **αναχώρηση** **του** **νερού** **από** **το** **λέβητα** **προς** **τα** **σώματα;** **(προσαγωγή** **)**

Συνίσταται, λοιπόν, να συνδέεται ο κυκλοφορητής στην αναχώρηση του νερού από το λέβητα προς τα σώματα γιατί έχουμε υπερπίεση στο μεγαλύτερο μέρος του δικτύου και **έτσι** **αποφεύγονται** **οι** **κίνδυνοι** **που** **παρουσιάζονται** **όταν** **έχουμε** **υποπίεση** **στο** **δίκτυο**. **Δηλαδή:**

 **είσοδο** **αέρα** **στο** **δίκτυο** **από** **μη** **πλήρως** **αεροστεγείς** **συνδέσεις** (διακόπτες κ.λ.π.), με προβλήματα και λειτουργικά και φθοράς των σωλήνων, λόγω διάβρωσης από το οξυγόνο του αέρα.

 **Χαμηλή** **πίεση** **στην** **αναρρόφηση** **του** **κυκλοφορητή,** **κάτω** **από** **ένα** **όριο** **που** **εξαρτάται** **από** **τον** **τύπο** **του,** **θα** **δημιουργήσει** **προβλήματα** **ομαλής** **λειτουργίας** **του.** Πράγματι η αύξηση της ταχύτητας στην είσοδο της αντλίας, πριν από την πτερωτή, σημαίνει μείωση της στατικής πίεσης (νόμος Bernoulli) και ενδεχόμενη ατμοποίηση του νερού. Αυτό μπορεί να συμβεί, γιατί όσο μικρότερη είναι η πίεση τόσο μικρότερη είναι και η θερμοκρασία ατμοποίησης. Οι φυσαλίδες του ατμού προκαλούν το φαινόμενο της “σπηλαίωσης". Στη συνέχεια, όταν περάσουν στην πτερωτή, στην περιοχή των μεγάλων πιέσεων, εμφανίζονται βίαια φαινόμενα που διαβρώνουν τα μέταλλα.

**13.** **Πού** **δεν** **πρέπει** **να** **μην** **συνδέεται** **ο** **κυκλοφορητής** **;**

Ο κυκλοφορητής **δεν** **πρέπει** **να** **συνδέεται** **σε** **θέση** **μεταξύ** **του** **λέβητα** **και** **του** **σωλήνα** **ασφάλειας** (όταν και αυτός είναι στην προσαγωγή), όπου, άλλωστε, απαγορεύεται και η σύνδεση οποιουδήποτε διακόπτη.

**8.3** **ΣΤΟΙΧΕΙΑ** **ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ**

**8.3.1** **Χαρακτηριστικά** **μεγέθη**

**14.** **Ποιά** **είναι** **τα** **βασικά** **τεχνικά** **χαρακτηριστικά** **του** **κυκλοφορητή;** **Ποιές** **σχέσεις** **τα** **περιγράφουν;**

Κάθε αντλία είναι μια εργομηχανή, που μετατρέπει το μηχανικό έργο που της παρέχει ο κινητήρας της σε δυναμική ενέργεια, που παραλαμβάνεται από το υγρό του δικτύου της. Τα βασικά λοιπόν τεχνικά χαρακτηριστικά της είναι:

 Η **ισχύς** **της** **Ρα** (σε W), δηλαδή η υδραυλική ενέργεια ανά μονάδα χρόνου, που τη χαρακτηρίζει από πλευράς μεγέθους.

 Ο **βαθμός** **απόδοσης** **της** **η** που τη χαρακτηρίζει από πλευράς ποιότητας. Αν είναι Ρκ η ισχύς του κινητήρα της, τότε είναι

**η** **=** **Pα/Pκ** (<1)

Εδώ αναφερόμαστε στη μηχανική ισχύ του κινητήρα, η οποία συνδέεται με την ηλεκτρική ισχύ (την ηλεκτρική ενέργεια που απορροφάται από το δίκτυο στη μονάδα του χρόνου) με τη σχέση

**η** **=** **Ρκ/Ρηλ** (<1)

**15.** **Ποιά** **χαρακτηριστικά** **από** **πλευρά** **λειτουργίας** **του** **κυκλοφορητή** **μας** **ενδιαφέρουν** **οι** **τιμές** **τους;** **σε** **τι** **μονάδες** **τις** **μετράμε;** **και** **ποιά** **σχέση** **τις** **συνδέει;**

Από πλευράς λειτουργίας μας ενδιαφέρουν οι τιμές της :

**παροχής** **V** **(σε** **m3** **/** **h** **ή** **I** **/** **h)** και του **"μανομετρικού** **ύψους"** **Η** **(σε** **mm** **ή** **m** **ΣΝ).**

Αν χρησιμοποιήσουμε τις μονάδες του S.I., όλα τα παραπάνω μεγέθη συνδέονται με τη σχέση:

**Ρα** **=** **V** **•** **Η** **•** **ρ** **•** **g**

όπου **ρ** **η** **πυκνότητα** του υγρού και **g** **η** **επιτάχυνση** της βαρύτητας. Στην πράξη, για την επιλογή του κυκλοφορητή, μας ενδιαφέρουν κυρίως τα μεγέθη V και Η, γιατί ταυτίζονται με την απαιτούμενη παροχή και τη διαθέσιμη Δρ για την εγκατάσταση. Χρησιμοποιούνται λοιπόν οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας των κυκλοφορητών, για τις οποίες θα μιλήσουμε στη συνέχεια.

**16.** **Τι** **γίνεται** **αν** **μεταβάλουμε** **τις** **στροφές** **λειτουργίας** **ενός** **κυκλοφορητή;** **(αντλίας)**

Αν μεταβληθούν οι στροφές της αντλίας, (κάτι που συχνά παρέχεται ως ενδιαφέρουσα δυνατότητα από πολλούς κατασκευαστές**),** **μεταβάλλονται** **και** **τα** **υπόλοιπα** **χαρακτηριστικά** **της**. Αν με δείκτες 1 και 2 συμβολίσουμε τα χαρακτηριστικά ενός κυκλοφορητή για στροφές η1 και η2, τότε είναι :

**V1/V2=η1/η2**

**Η1/** **Η2** **=** **(η1** **/** **η2)2**

**Ρ1/** **Ρ2** **=** **(η1** **/** **η2)3**

**8.3.2** **Καμπύλες** **λειτουργίας**

**17.** **Περιγράψτε** **την** **καμπύλη** **λειτουργίας** **του** **κυκλοφορητή.**

Σύμφωνα με τη **Ρα** **=** **V** **•Η** **•** **ρ** **•** **g** για συγκεκριμένες στροφές λειτουργίας ενός κυκλοφορητή , το γινόμενό V•H είναι σταθερό και εξαρτάται από την ισχύ του. Αυτό σημαίνει ότι, αν αυξηθεί το ένα από τα μεγέθη αυτά, θα μειωθεί το άλλο. Η γραφική απεικόνιση της σχέσης αυτής είναι μια καμπύλη σε σύστημα συντεταγμένων V-Η, που κάθε σημείο της (ζεύγος τιμών) αντιπροσωπεύει μια κατάσταση λειτουργίας. Ονομάζεται χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας του κυκλοφορητή και είναι αποφασιστική για την επιλογή του.

**Συνεργασία** **κυκλοφορητών**

**18.** **Τι** **γίνεται** **όταν** **συνδέουμε** **δυο** **κυκλοφορητές** **σε** **σειρά;**

 Παράλληλη σύνδεση:

Στη σύνδεση αυτή**,** **για** **κάθε** **μανομετρικό** **η** **παροχή** **της** **συστοιχίας** **είναι** **διπλάσια** από την αντίστοιχη του κάθε κυκλοφορητή.

**19.** **Τι** **γίνεται** **όταν** **συνδέουμε** **δυο** **κυκλοφορητές** **παράλληλα;**

 Σύνδεση σε σειρά:

Στη σύνδεση αυτή, **για** **κάθε** **παροχή** **το** **μανομετρικό** **της** **συστοιχίας** **είναι** **διπλάσιο** από το αντίστοιχο του κάθε κυκλοφορητή.

**8.3.3** **Η** **επιλογή** **του** **κυκλοφορητή**

**20.** **Από** **που** **επιλέγουμε** **τον** **κατάλληλο** **κυκλοφορητή;**

Ο κατάλληλος κυκλοφορητής επιλέγεται με τη βοήθεια των χαρακτηριστικών καμπυλών λειτουργίας διαφόρων τύπων. Το κριτήριο είναι να περιέχει στην καμπύλη του σημείο λειτουργίας με τις τιμές των Δρ (Η) και V του δικτύου ή παραπλήσιες.

***Πρέπει*** ***να*** ***αποφεύγονται*** ***σημεία*** ***λειτουργίας*** ***στις*** ***ακραίες*** ***περιοχές*** ***των*** ***λειτουργίας*** ***των*** ***κυκλοφορητών*** ***,*** ***γιατί*** ***τότε*** ***έχουμε*** ***μειωμένο*** ***βαθμό*** ***απόδοσης.***

**21.** **Από** **που** **προκύπτει** **το** **πραγματικό** **σημείο** **λειτουργίας** **του** **κυκλοφορητή;**

Το πραγματικό σημείο λειτουργίας **προκύπτει** **από** **την** **τομή** **των** **χαρακτηριστικών** **καμπυλών** **λειτουργίας** **κυκλοφορητή** **-** **δικτύου,** **αν** **χαραχτούν** **στο** **ίδιο** **σύστημα** **συντεταγμένων.**

Ορισμένες φορές απαιτείται η διόρθωση κάποιων επιλογών (κυρίως ρυθμίσεων των διακοπτών και ονομαστικής ισχύος των σωμάτων) μετά την επιλογή του κυκλοφορητή και τον προσδιορισμό του σημείου συνεργασίας του με το δίκτυο. Η χρήση του Η/Υ και των κατάλληλων προγραμμάτων είναι και εδώ πολύ εξυπηρετική και παρέχει μεγάλη οικονομία χρόνου και κόπου. Πάντως απαιτείται και στην περίπτωση αυτή καλή γνώση του αντικειμένου και εμπειρία, ώστε να έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

**Εμπειρική** **επιλογή** **κυκλοφορητή**

**22.** **Πως** **γίνεται** **η** **εμπειρική** **επιλογή** **κυκλοφορητή;** **είναι** **σωστό** **να** **γίνεται** **αυτό** **τον** **τρόπο;**

Ορισμένες φορές η εκτίμηση του μεγέθους του κυκλοφορητή γίνεται με βάση τη διάμετρο του σωλήνα στον οποίο θα συνδεθεί. Αυτό είναι αυθαίρετο και πρέπει να αποφεύγεται, γιατί συνήθως οδηγεί σε λάθος επιλογές.

**23.** **Από** **ποιό** **τύπο** **μπορούμε** **να** **υπολογίσουμε** **την** **παροχή** **του** **κυκλοφορητή** **,** **με** **σχετική** **ακρίβεια;**

 Η παροχή μπορεί να εκτιμηθεί με σχετική ακρίβεια, αν είναι γνωστή η Δt = tv - tr της εγκατάστασης, από τη σχέση:

**V=** **QΛ** **/** **Δt**

όπου V η παροχή σε I / h και QΛ η ισχύς του λέβητα σε Kcal / h.

**24.** **Ποιά** **είναι** **τα** **διαθέσιμα** **όρια** **μανομετρικού** **ύψος** **που** **παίρνουμε** **όταν** **υπολογίζουμε** **κυκλοφορητή** **σε** **δισωλήνιο** **και** **ποιο** **σε** **μονοσωλήνιο;**

 Για δισωλήνιο σύστημα διανομής **Η=2,5** **÷** **3** **m** **ΣΝ**

 Γ ια μονοσωλήνιο σύστημα διανομής **Η** **=** **4** **÷6** **m** **ΣΝ**

**25.** **Τι** **κάνουμε** **αν** **οι** **το** **μέγεθος** **του** **κυκλοφορητή** **που** **επιλέξουμε** **είναι** **μεγάλο;**

Τα όρια αυτά των μανομετρικών υψών είναι πολύ μεγάλα για λόγους ασφάλειας. Αν λοιπόν κατά τη δοκιμή αποδειχτεί το μέγεθος που επιλέχτηκε μεγάλο (θόρυβοι ροής), **μπορεί** **να** **στραγγαλιστεί** **η** **ροή** **από** **τους** **διακόπτες** **της** **γραμμής** **του** **κυκλοφορητή**, ώστε να απορροφηθεί ένα μέρος του διαθέσιμου μανομετρικού. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι πολύ εξυπηρετική η δυνατότητα ρύθμισης στροφών του κυκλοφορητή, που την έχουν πολλοί σύγχρονοι τύποι. Υπενθυμίζουμε τη σχέση μεταξύ στροφών και μανομετρικού Η1 / Η2 = (η1 / η2)2

**26.** **Με** **ποιο** **σχετικά** **καλό** **τρόπο** **μπορούμε** **να** **προσεγγίσουμε** **το** **απαιτούμενο** **μανομετρικό;**

Μια πιο καλή προσέγγιση του απαιτούμενου μανομετρικού, αφού εκτιμηθούν τα μήκη των σωληνώσεων, **μπορεί** **να** **γίνει** **με** **τη** **βοήθεια** **της** **σχέσης** **Δρ** **=** **L** **R** **και** **των** **εξής** **ορίων:**

 Για τις κεντρικές στήλες θεωρούμε πτώση πίεσης 10-20 mm Σ.Ν. ανά m μήκους των σωλήνων και προσαυξάνουμε τη συνολική πτώση κατά 20 -40 % για τις αντιστάσεις των εξαρτημάτων.

 Για κυκλώματα μονοσωλήνιου συστήματος από χαλκοσωλήνα, θεωρούμε πτώση πίεσης 40 - 60 mm Σ.Ν. ανά m μήκους των σωλήνων και προσαυξάνουμε τη συνολική πτώση κατά 50 -70 % για τις αντιστάσεις των εξαρτημάτων.

 Το σύνολο που θα προκύψει από τις Δρ των σωληνώσεων το προσαυξάνουμε κατά 15-20 % για τις αντιστάσεις των στοιχείων του λεβητοστασίου.