



# Αντλίες Θερμότητας

**Παναγιώτης Ε. Τόλιας**

Ηλεκτρολόγος/Μηχανικός

Δ/νοντας της Τεχνικής Εταιρίας

Μελετών &

Κατασκευών Η/Μ έργων ΑΝΑΔΡΑΣΗ

(Μέρος πρώτο)

Οι αντλίες θερμότητας είναι συσκευές που λειτουργούν με βάση την αντιστροφή του θερμοδυναμικού κύκλου και αποτελούν πλήρη συστήματα κλιματισμού – θέρμανσης. Οι συσκευές αυτές αφαιρούν θερμότητα από μία πηγή θερμότητας με τη βοήθεια ενός εξάτμιστή, μειώνοντας την θερμοκρασία του χώρου όπου είναι εγκατεστημένος αυτός, ενώ ταυτόχρονα το ψυκτικό μέσο που εισέρχεται μέσα στον εξάτμιστή, σε υγρή μορφή, εξατμίζεται σε χαμηλή θερμοκρασία και πίεση. Το ψυκτικό μέσο κατόπιν αναρροφάται από τον συμπιεστή, ο οποίος καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια συμπιέζει τον ψυκτικό ατμό προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσής του. Κατόπιν ο θερμός ψυκτικός ατμός, σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία, εκκενώνεται μέσα στον συμπυκνωτή, όπου και αποδίδει θερμική ενέργεια 2,5 με 3 φορές περίπου μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ενέργεια που έχει καταναλωθεί από τον συμπιεστή. Ο συμπυκνωτής με την σειρά του αποδίδει την ενέργεια αυτή σε μία άλλη πηγή θερμότητας. Ανάλογα με την λειτουργία που θέλουμε να πετύχουμε (ψύξη ή θέρμανση) ο συμπυκνωτής μετατρέπεται σε εξάτμιστή και αντίστροφα με τη βοήθεια μιας ειδικής τετράοδης βαλβίδας που είναι ενσωματωμένη στην αντλία θερμότητας. Έτσι, κατά τη λειτουργία της ψύξης, η θερμότητα αναρροφάται από τον χώρο που απαιτείται να κλιματιστεί και αποδίδεται σε μία εξωτερική πηγή θερμότητας (αέρας, νερό, γη), ενώ κατά τη λειτουργία της θέρμανσης η θερμότητα αναρροφάται από μία εξωτερική πηγή θερμότητας (αέρας, νερό, γη) και αποδίδεται στον χώρο που απαιτείται να θερμανθεί. Οι αντλίες θερμότητας, ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιούν για την μεταφορά της θερμότητας και την εξωτερική πηγή στην οποία προσδίδεται ή αναρροφάται η ενέργεια, κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

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

Παρακάτω θα αναφερθούμε μόνο στους συνηθέστερους τύπους που χρησιμοποιούνται στην χώρα μας και πιο συγκεκριμένα στις αντλίες αέρα – αέρα και αέρα – νερού. Σε επόμενο άρθρο μας θα κάνουμε εκτενή αναφορά και στις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους – νερού και εδάφους – αέρα), που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια.

## Αντλίες Θερμότητας αέρα-αέρα

Είναι ο πιο ευρέως διαδεδομένος τύπος αντλίας θερμότητας στο εμπόριο και έχει ως κύριο χαρακτηριστικό ότι η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο μέσω του αέρα και με την βοήθεια δύο μονάδων εξάτμι-

σης – συμπύκνωσης τύπου ανεμιστήρα - στοιχείου. Ανάλογα με την θέση του επιμέρους εξοπλισμού από τον οποίο συγκροτείται τις διακρίνουμε σε:

- Αυτόνομες (τύπου compact & τύπου packaged), στις οποίες όλος ο εξοπλισμός (εξατμιστής, συμπιεστής, συμπυκνωτής κ.λ.π.) βρίσκεται μέσα σε ένα ενιαίο κοινό κέλυφος.
- Διαιρούμενες (τύπου split), στις οποίες η εσωτερική μονάδα εξάτμισης-συμπύκνωσης τοποθετείται στον κλιματιζόμενο χώρο και η εξωτερική μονάδα συμπίεσης – συμπύκνωσης – εξάτμισης τοποθετείται στο εξωτερικό περιβάλλον. Η σύνδεση μεταξύ τους γίνεται με ψυκτικό δίκτυο από ειδικές χαλκοσωλήνες ανάλογης διαμέτρου.
- Πολυδιαιρούμενες (τύπου multi, VRV ή VRF), οι οποίες αποτελούνται από δύο ή και πολύ περισσότερες εσωτερικές μονάδες εξάτμισης - συμπύκνωσης, που τοποθετούνται σε διάφορους κλιματιζόμενους χώρους, και την εξωτερική μονάδα συμπίεσης-συμπύκνωσης-εξάτμισης που τοπο-

Δοχείο αδρανείας πρέπει να τοποθετείται πάντα





Η έναρξη λειτουργίας των αντιστάσεων θα πρέπει να

γίνεται αυτόματα, μέσω εξωτερικού θερμοστάτη

θετείται στο εξωτερικό περιβάλλον. Η σύνδεση μεταξύ τους γίνεται με ψυκτικά δίκτυα από ειδικές χαλκοσωλήνες ανάλογης διαμέτρου.

Η επιλογή του μεγέθους των αντλιών θερμότητας αέρα – αέρα γίνεται από τους καταλόγους και τους πίνακες απόδοσης, σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας, του εκάστοτε κατασκευαστή, αφού πρώτα προσδιορισθούν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και υπολογισθούν αναλυτικά τα ψυκτικά φορτία και οι θερμικές απώλειες.

Η σωστή επιλογή μιας αντλίας θερμότητας αέρα – αέρα γίνεται πάντα για λειτουργία σε ψύξη, με βάση το αισθητό και το ολικό φορτίο, καθώς και τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (συνήθως για την Ελλάδα εξωτερική θερμοκρασία +40°C, εσωτερική θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου +25°C και υγρού βολβού +17,85°C, που αντιστοιχεί σε σχετική υγρασία 50%).



Κατάλληλη είναι η αντλία θερμότητας που η αισθητή και ολική απόδοσή της υπερκαλύπτει το αισθητό και ολικό φορτίο στις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας που εμείς έχουμε καθορίσει. Αφού γίνει η επιλογή του μοντέλου που καλύπτει τις απαιτήσεις σε λειτουργία ψύξης, γίνεται ο έλεγχος απόδοσης του σε λειτουργία θέρμανσης, με βάση τις θερμικές απώλειες και τις συνθήκες λειτουργίας που έχουν προσδιορισθεί από εμάς (συνήθως για την νότια Ελλάδα εξωτερική θερμοκρασία +0°C, εσωτερική θερμοκρασία +20°C και την βόρεια Ελλάδα εξωτερική θερμοκρασία

-5°C, εσωτερική θερμοκρασία +20°C). Αν το επιλεγθέν μοντέλο τυχάνει να μην καλύπτει τις απαιτήσεις σε λειτουργία θέρμανσης τότε, αν μεν υπάρχει άλλη κύρια πηγή θέρμανσης που καλύπτει τις θερμικές απώλειες αγνοούμε την έλλειψη αυτή, αν όμως δεν υπάρχει άλλη κύρια πηγή θέρμανσης τότε είτε θα πρέπει να επιλέξουμε μεγαλύτερο μοντέλο ή περισσότερες μονάδες, είτε θα πρέπει να προσθέσουμε ηλεκτρικές αντιστάσεις ανάλογης ισχύος, προκειμένου να καλυφθούν οι ελλείψεις. Η δυνατότητα προσθήκης ηλεκτρικών αντιστάσεων σε διάφορα μοντέλα, προβλέπεται από το εργοστάσιο κατασκευής τους και μπορεί να ζητηθεί σαν πρόσθετος εξοπλισμός. Σε μοντέλα όμως που δεν προβλέπεται εργοστασιακά, μπορεί να τοποθετηθούν πρόσθετες αντιστάσεις, αλλά μόνο σε αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα τύπου packaged ή καναλάτες. Σε αυτή την περίπτωση οι αντιστάσεις τοποθετούνται πάνω στον αεραγωγό προσαγωγής, με την απαραίτητη προϋπόθεση ότι αυτές θα δύναται να τεθούν σε λειτουργία μόνο όταν λειτουργεί ο ανεμιστήρας της εσωτερικής μονάδας (απαιτείται υποχρεωτικά η τοποθέτηση πρόσθετου πιεζοστάτη αέρα). Η έναρξη λειτουργίας των αντιστάσεων θα πρέπει να γίνεται αυτόματα, μέσω εξωτερικού θερμοστάτη που τοποθετείται συνήθως στο περιβάλλον και ενεργοποιεί τις αντιστάσεις όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος πέσει κάτω από μία τιμή που έχει ορισθεί από εμάς.

Ένας επιπλέον έλεγχος που θα πρέπει να γίνει σχετικά με την απόδοση της εκάστοτε αντλίας θερμότητας αέρα-αέρα και αφορά μόνο τις μονάδες τύπου split, multi & vrv-vrf, είναι ο έλεγχος με βάση τον συντελεστή μείωσης της απόδοσης λόγω του μήκους των ψυκτικών σωληνώσεων και της διαφοράς ύψους μεταξύ της εξωτερικής και της εσωτερικής μονάδας.

Η εγκατάσταση των αντλιών θερμότητας αέρα-αέρα θα πρέπει να γίνεται υποχρεωτικά με βάση τα τεχνικά εγχειρίδια και manual των κατασκευαστικών οίκων. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει επίσης να δίνεται στην πλήρωση της εγκατάστασης μονάδων τύπου split, multi & vrv-vrf με την σωστή ποσότητα ψυκτικών υγρών, με βάση το μήκος των

ψυκτικών δικτύων και τις απαιτήσεις του κατασκευαστή.

### Αντλίες θερμότητας αέρα-νερού

Τις αντλίες θερμότητας αέρα νερού τις συναντάμε κυρίως σε μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις κεντρικού κλιματισμού και η λειτουργία τους συνδυάζεται με fan coils και κλιματιστικές μονάδες αέρα - νερού. Τελευταία συναντάμε τις αντλίες θερμότητας και σε εγκαταστάσεις ενδοδαπέδιας θέρμανσης και δροσισμού, λόγω της πολύ καλής ενεργειακής τους απόδοσης. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι η μεν μεταφορά θερμότητας από και προς τον χώρο γίνεται μέσω του νερού, η δε μεταφορά θερμότητας από και προς το περιβάλλον γίνεται μέσω του αέρα. Κύρια συστατικά εξαρτήματα μιας αντλίας θερμότητας αέρα – νερού είναι -εκτός από τον συμπιεστή και την τετράοδη βαλβίδα αντιστροφής του κύκλου- ο εναλλάκτης ψυκτικού ρευστού – νερού, μέσω του οποίου τροφοδοτούνται τα fan coils και οι κλιματιστικές μονάδες, καθώς και η μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου, μέσω της οποίας γίνεται η μεταφορά θερμότητας από και προς τον αέρα του περιβάλλοντος.

Η επιλογή του μεγέθους των αντλιών θερμότητας αέρα – νερού γίνεται από τους καταλόγους και τους πίνακες απόδοσης, σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας, του εκάστοτε κατασκευαστή, αφού πρώτα προσδιορισθούν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και υπολογισθούν αναλυτικά τα ψυκτικά φορτία και οι θερμικές απώλειες. Η σωστή επιλογή μιας αντλίας θερμότητας αέρα – νερού γίνεται πάντα για λειτουργία σε ψύξη, με βάση το ολικό φορτίο αιχμής του κτιρίου και όχι το άθροισμα των μέγιστων φορτίων του κάθε επί μέρους χώρου, και με βάση τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (συνήθως για την Ελλάδα εξωτερική θερμοκρασία +40°C, θερμοκρασία νερού στην έξοδο από την αντλία +7°C, θερμοκρασία στην είσοδο της αντλίας +12°C).

Κατάλληλη είναι η αντλία θερμότητας που η ολική απόδοσή της σε ψύξη υπερκαλύπτει το ολικό ψυκτικό φορτίο αιχμής του κτιρίου στις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας. Αφού γίνει η επιλογή του μοντέλου που καλύπτει τις απαιτήσεις





Η εκκίνηση χωρίς την παρουσία εξουσιοδοτημένου

τεχνικού του προμηθευτή περικλείει το κίνδυνο έκ-

πτωσης και μη αναγνώρισης από μέρους του της

εργοστασιακής εγγύησης της αντλίας θερμότητας

σε λειτουργία ψύξης γίνεται ο έλεγχος απόδοσης του συγκεκριμένου μοντέλου σε λειτουργία θέρμανσης, με βάση τις συνολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου και τις συνθήκες που έχουν προσδιορισθεί (συνήθως για την νότια Ελλάδα εξωτερική θερμοκρασία +0°C, θερμοκρασία νερού στην έξοδο από την αντλία +45°C, θερμοκρασία στην είσοδο της αντλίας +40°C και την βόρεια Ελλάδα εξωτερική θερμοκρασία -5°C, θερμοκρασίες εισόδου – εξόδου του νερού οι ίδιες). Αν το επιλεγθέν μοντέλο τυγχάνει να μην καλύπτει τις απαιτήσεις σε λειτουργία θέρμανσης, οι ελλείψεις συνήθως καλύπτονται από ηλεκτρικές αντιστάσεις που τοποθετούνται στο δοχείο αδρανείας της εγκατάστασης και λειτουργούν αυτόματα μέσω εξωτερικού θερμοστάτη που τοποθετείται συνήθως στο περιβάλλον και ενεργοποιεί τις αντιστάσεις, όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος πέσει κάτω από μία τιμή που έχει ορισθεί από εμάς.

Για την εύρυθμη λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας αέρα – νερού απαιτείται οπωσδήποτε να γίνουν δύο επιπλέον έλεγχοι. Ο έλεγχος της ροής νερού στην αντλία θερμότητας, καθώς και ο έλεγχος για την ελάχιστη ποσότητα νερού που απαιτείται να υπάρχει εντός του δικτύου (σωλήνες, fan coils, κλιματιστικές μονάδες, αντλία θερμότητας).

Η απαιτούμενη για τη λειτουργία των fan coils και των κλιματιστικών μονάδων παροχή νερού πρέπει να βρίσκεται εντός των ορίων που δίνει ο κατασκευαστής, προκειμένου να λειτουργήσει απρόσκοπτα η αντλία θερμότητας. Η παροχή αυτή, σε περίπτωση που το σύστημα αυτοματισμού της εγκατάστασης λειτουργεί με τρίοδες βαλβίδες προοδευτικής λειτουργίας ή καθόλου ρύθμιση, ισούται με το άθροισμα των επιμέρους παροχών των κλιματιστικών μονάδων και των fan coils. Αν η συνολική παροχή που θα προκύψει βρίσκεται εντός των αποδεκτών από τον κατασκευαστή ορίων, τότε η επιλογή μας έχει ολοκληρωθεί. Αν όμως η συνολική παροχή που προκύψει βρίσκεται εκτός των απαιτούμενων από τον κατασκευαστή ορίων, τότε θα πρέπει να γίνει ένας επανέλεγχος στην επιλογή, τόσο των

κλιματιστικών μονάδων και fan coils, όσο και της αντλίας θερμότητας. Αν κατόπιν του ελέγχου διαπιστωθεί ότι δεν έχει γίνει κάποιο λάθος, τότε το πιθανότερο είναι η εκτός ορίων συνολική παροχή νερού να οφείλεται στο ότι η επιλογή των fan coils και των κλιματιστικών μονάδων για τον κάθε χώρο έχει γίνει με βάση το ψυκτικό φορτίο αιχμής του, ενώ η επιλογή της αντλίας θερμότητας έχει γίνει με βάση το ολικό ψυκτι-



κό φορτίο αιχμής του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να μειώσουμε την παροχή νερού προς την εγκατάσταση κατά ένα μικρό ποσοστό, ώστε αυτή να βρεθεί εντός των προβλεπόμενων από τον κατασκευαστή ορίων. Αυτό δεν πρόκειται να προξενήσει κανένα πρόβλημα στην αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης, γιατί η αιχμή ψυκτικού φορτίου του κάθε χώρου δεν εμφανίζεται ταυτόχρονα σε όλους τους χώρους. Ποτέ δεν πρέπει η παροχή νερού στην εγκατάσταση να είναι έξω από τα όρια που δίνει ο κατασκευαστής της αντλίας θερμότητας, καθότι υπάρχει σοβαρός κίνδυνος δυσλειτουργιών και καταστροφής βασικών της εξαρτημάτων.

Η ελάχιστη ποσότητα νερού που πρέπει να περιέχεται σε μία εγκατάσταση που λειτουργεί με αντλία θερμότητας αέρα - νερού είναι 3,5 lit/KW ψυκτικής απόδοσης της αντλίας, για κοινές εφαρμογές, και 10 lit/ KW ψυκτικής απόδοσης της αντλίας για βιομηχανικές εφαρμογές και εφαρμογές ψύξης, που ενδέχεται να λειτουργούν με χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες.

Υπολογίζοντας όλη την ποσότητα του νερού που περιέχεται στην εγκατάσταση (σωλήνες, fan coils, κλιματιστικές

συσκευές, αντλία θερμότητας) και συγκρίνοντάς την με το αποτέλεσμα που προκύπτει, βάσει του παραπάνω κανόνα, αν διαπιστωθεί έλλειμμα ποσότητας νερού, τότε υποχρεωτικά θα πρέπει να τοποθετηθεί πριν από τον κυκλοφορητή της εγκατάστασης δοχείο αδρανείας αναλόγου μεγέθους.

Σύμφωνα με την προσωπική μας εμπειρία, δοχείο αδρανείας πρέπει να τοποθετείται πάντα, ανεξάρτητα από το τι θα προκύψει από τον παραπάνω έλεγχο μιας και μέσω αυτού διασφαλίζεται η εύρυθμη και οικονομική λειτουργία της αντλίας θερμότητας αέρα - νερού.

Η εγκατάσταση και σύνδεση μιας αντλίας θερμότητας με τα υδραυλικά και ηλεκτρικά δίκτυα θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την μελέτη, τα manual του κατασκευαστικού οίκου, καθώς και τις οδηγίες ειδικού στον κεντρικό κλιματισμό επιβλέποντος μηχανικού. Επίσης, η πρώτη εκκίνηση λειτουργίας της εκάστοτε αντλίας θερμότητας αέρα – νερού θα πρέπει να γίνεται από εξουσιοδοτημένο τεχνικό του προμηθευτή – αντιπροσώπου (συνήθως παρέχεται δωρεάν από τον εκάστοτε προμηθευτή), παρουσία του εγκαταστάτη και του επιβλέποντα μηχανικού. Αυτό επιβάλλεται να γίνει προκειμένου να εντοπιστούν έγκαιρα πιθανά λάθη ή παραλείψεις στην κατασκευή ή πιθανά κατασκευαστικά ή λειτουργικά προβλήματα στην ίδια την αντλία θερμότητας. Η εκκίνηση χωρίς την παρουσία εξουσιοδοτημένου τεχνικού του προμηθευτή περικλείει το κίνδυνο έκπτωσης και μη αναγνώρισης από μέρους του της εργοστασιακής εγγύησης της αντλίας θερμότητας.

