

Οδηγός εγκατάστασης και υπολογισμού συστημάτων
με αντλίες θερμότητας **πολλαπλών λειτουργιών** GALLETTI



Επιμέλεια:

- Τσίτσος Νικόλαος Ναυπηγός Μηχανολόγος Ε.Μ.Π.
- Μυτιληναίος Βασίλειος Μηχανολόγος Μηχανικός
- Χρόνης Θωμάς Μηχανολόγος Μηχανικός



Η ΑΠΟΛΥΤΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ
ΓΙΑ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ
&
ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

ΨΥΞΗ + ΘΕΡΜΑΝΣΗ + ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΑ ΜΟΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ 365 ΗΜΕΡΕΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ



Hi**Warm**

Μονάδα πολλαπλών λειτουργιών
διαιρούμενου τύπου για οικιακές
εφαρμογές, ισχύος από 12 έως 33 kw.





MCP



Μονάδα πολλαπλών λειτουργιών τύπου package για οικιακές & εμπορικές εφαρμογές, ισχύος από 7 έως 41 kw.



Πολλαπλές λύσεις: ένα σύστημα, πολλές απαντήσεις



Πλεονεκτήματα συστημάτων πολλαπλών λειτουργιών

- Σύστημα φιλικό προς το περιβάλλον χάρη στους εξαιρετικούς βαθμούς απόδοσης COP και EER
- Μείωση χρήσης ορυκτών καυσίμων
- Κανένας κίνδυνος από εκρήξεις, φωτιά ή αναθυμιάσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων
- Πλήρης έλεγχος & προγραμματισμός με την απευθείας εποπτεία του συστήματος
- Χαμηλό κόστος συντήρησης
- Εξαιρετικά χαμηλή στάθμη θορύβου
- Όχι τοπικές εκπομπές CO₂ και μολυσματικών σωματιδίων
- Μεγάλη διαθεσιμότητα ενέργειας απορροφούμενη με πολλούς τρόπους από το περιβάλλον
- Οικολογική λύση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας



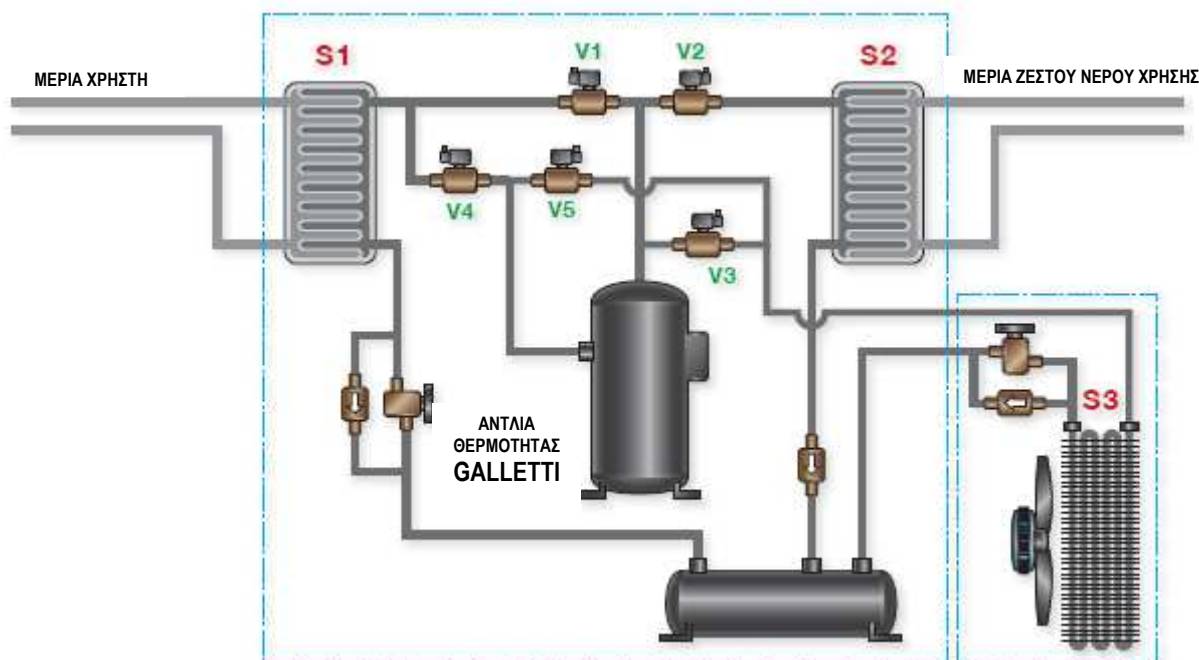
ΟΙ ΚΥΡΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ

Από εδώ και στο εξής, θα χρησιμοποιούμε τον όρο “**πολλαπλών λειτουργιών**” με την σωστή έννοια. Σε αυτήν την περίπτωση η μονάδα με δυνατότητα ολικής ανάκτησης κατά την διάρκεια της λειτουργίας θέρους (όχι περιστασιακή αναστροφή κύκλου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, με αποτέλεσμα την αναπόφευκτη απώλεια άνεσης και ενέργειας), αποκαλείται “**4σωλήνια**” μονάδα γιατί συνδέεται υδραυλικά σε δύο ξεχωριστά συστήματα. Το πρώτο είναι το σύστημα της ψύξης/θέρμανσης για το κτίριο και το δεύτερο είναι για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Παρακάτω θα αναλύσουμε τους 5 διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας μιας μονάδας **πολλαπλών λειτουργιών**:

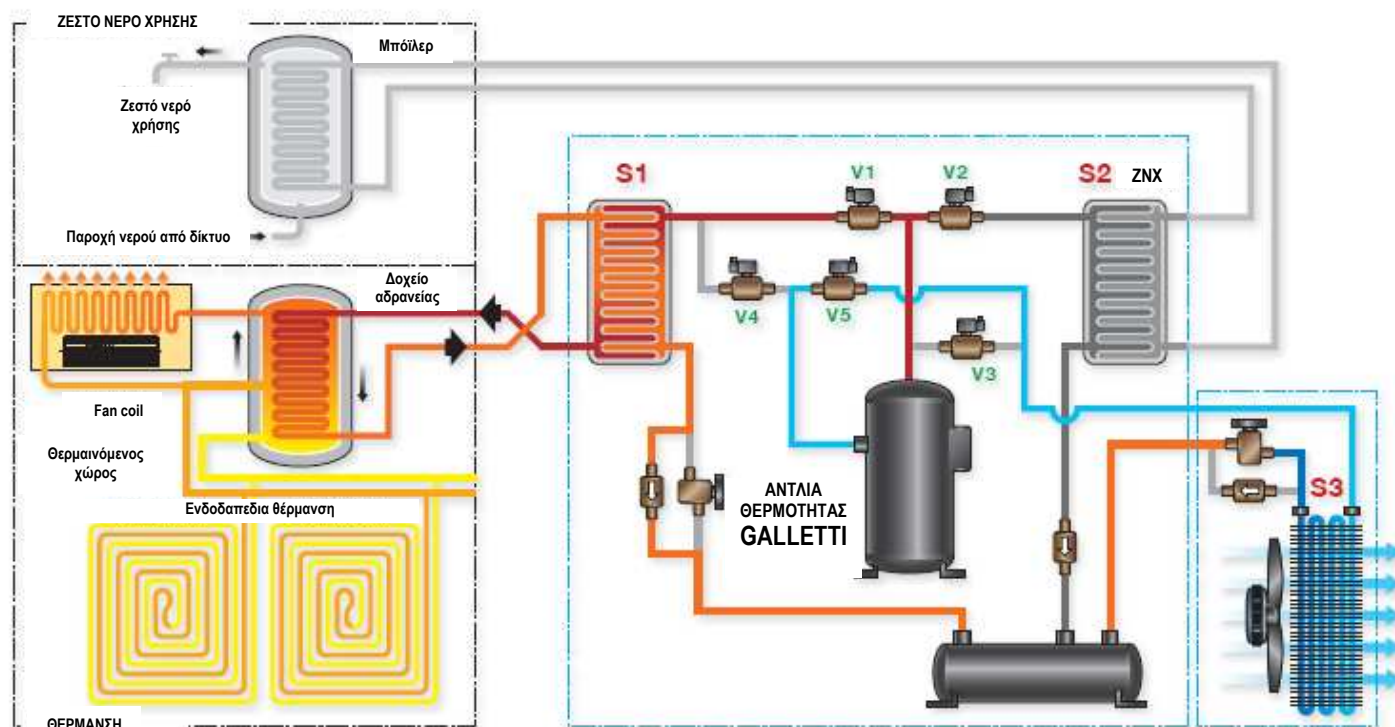
1. **Περίοδος θέρους**: Παραγωγή κρύου νερού σαν παραδοσιακός ψύκτης (εξατμιστής Freon-νερού στην “μεριά του χρήστη” και ο αερόψυκτος συμπυκνωτής στη “μεριά του στοιχείου”)
2. **Περίοδος θέρους**: Παραγωγή κρύου νερού με πλήρη ανάκτηση της θερμότητας συμπύκνωσης (ολική συμπύκνωση με νερό για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης(ZNX))
3. **Περίοδος χειμώνα**: Παραγωγή ζεστού νερού για θέρμανση σαν μια παραδοσιακή αντλία θερμότητας H.P (ο αερόψυκτος εξατμιστής στη “μεριά του στοιχείου” και ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής στη “μεριά του χρήστη”)
4. **Περίοδος χειμώνα**: Παραγωγή ZNX, προσωρινά σταματάει την παραγωγή του νερού για θέρμανση (δίνοντας προτεραιότητα στο ZNX). Με άλλα λόγια, αερόψυκτη εξατμισμό στη “μεριά του στοιχείου” και υδρόψυκτη συμπύκνωση στη “μεριά του χρήστη”
5. **Μέση περίοδος**: παραγωγή μόνο ζεστού νερού χρήσης ZNX (καλοκαίρι ή χειμώνα) με εξατμισμό από το στοιχείο.

Στο διάγραμμα απεικονίζεται η αρχή λειτουργίας του ψυκτικού κυκλώματος σε μία μονάδα **πολλαπλών λειτουργιών**:

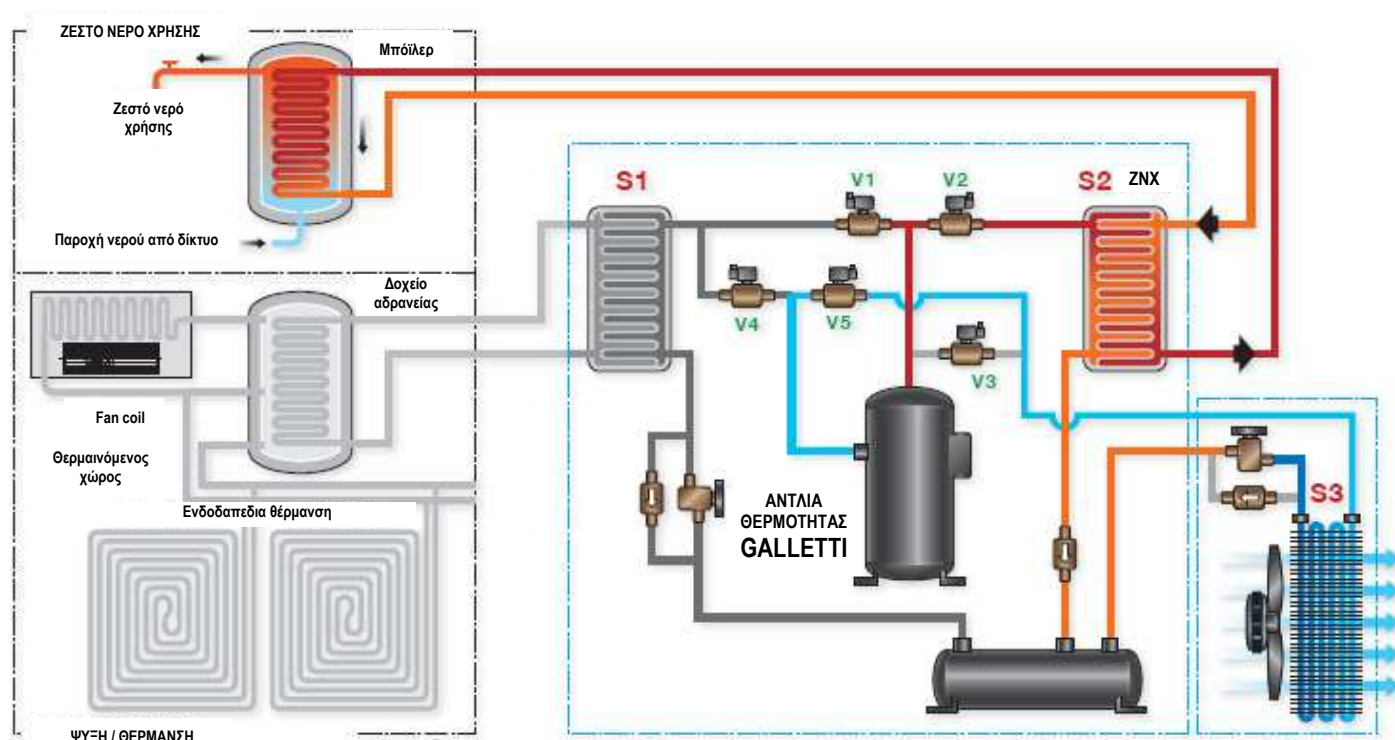


Η διαδρομή του ψυκτικού ρευστού για τις κύριες λειτουργίες της μονάδας ελέγχεται από τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, όπως εμφανίζονται στα σχέδια, οι οποίες ανοίγουν και κλείνουν σύμφωνα με την επιλεγείσα λειτουργία.

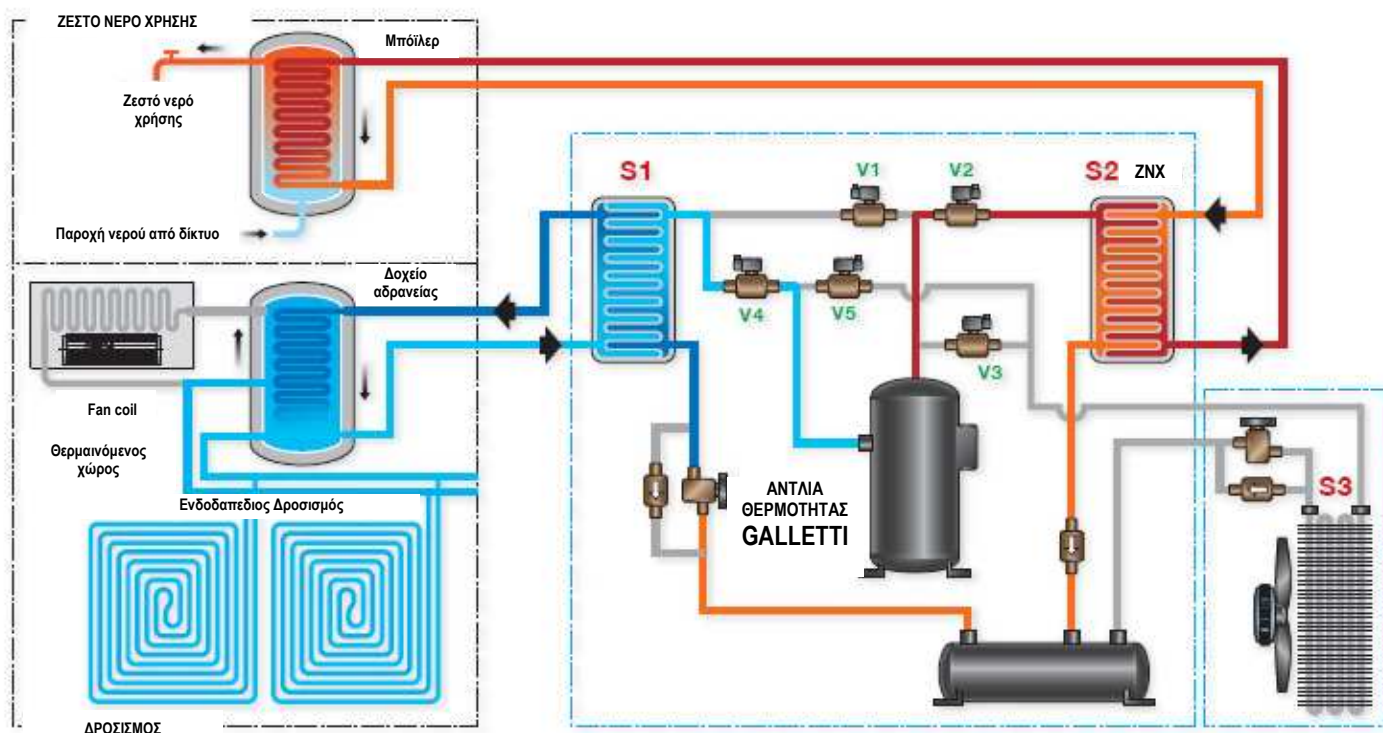
Περίοδος Χειμώνα



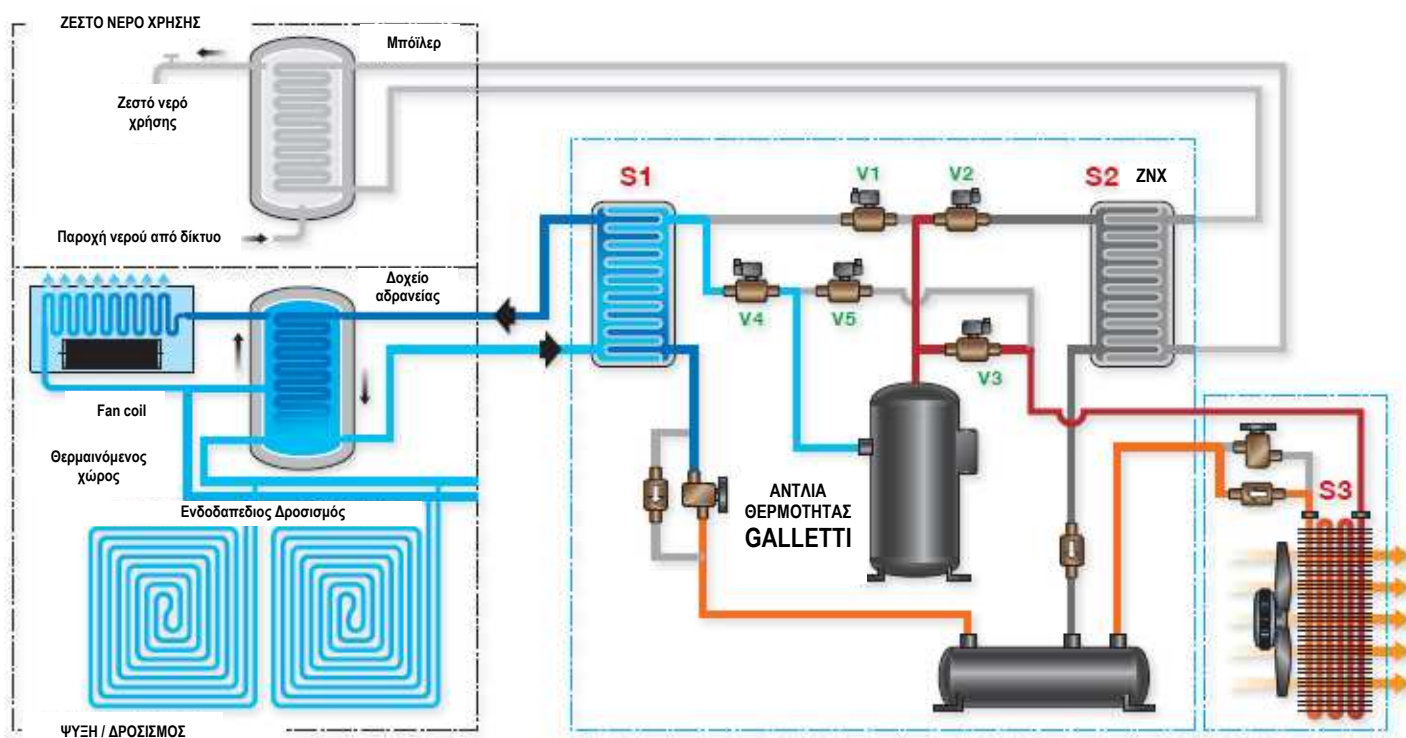
Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης / Μεσαία περίοδος



Περίοδος θέρους (ολική ανάκτηση θερμότητας)



Περίοδος θέρους



Στις μονάδες **“πολλαπλών λειτουργιών”** υπάρχει η δυνατότητα το ένα κύκλωμα να παρέχει ζεστό νερό χρήσης και το άλλο να συνεχίζει να παρέχει θέρμανση στο κτήριο. Η λύση αυτή εξασφαλίζει μέγιστη ευελιξία στο σύστημα. Στο διπλανό σχέδιο μπορούμε να δούμε τις πιθανές χρήσεις των μονάδων **“πολλαπλών λειτουργιών”**:



Όπως μπορούμε να δούμε, οι μονάδες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Αυτό είναι δυνατόν λόγω της μεγάλης ευελιξίας ελέγχου του ψυκτικού κυκλώματος το οποίο απαιτεί εξελιγμένο λογισμικό και εξαρτήματα.

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης είναι σε **προτεραιότητα**: αυτό σημαίνει ότι ανεξάρτητα από την λειτουργία του συστήματος (ψύξη ή θέρμανση), η μονάδα θα ξεκινήσει την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης όταν η δοθείς εντολή δοθεί από τον αισθητήρα που βρίσκεται στο δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού ή από κάποιον άλλο παρόμοιο θερμοστάτη.

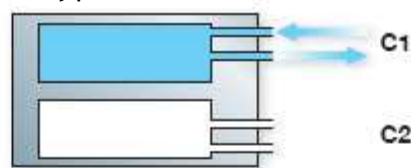
Μερικές επισημάνσεις:

Πρώτα απ' όλα, οι μονάδες **“πολλαπλών λειτουργιών”** (ON-OFF ή INVERTER) δεν είναι κατάλληλες για **“άμεση θέρμανση”**, οπότε απαιτείται θερμικό δοχείο αποθήκευσης για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

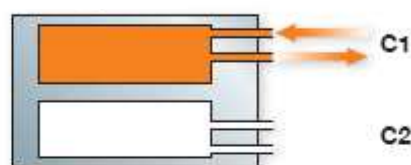
Η παραγωγή του οικιακού ζεστού νερού περιλαμβάνει την αποθήκευση θερμικής ενέργειας σε μία **“τεχνητή”** δεξαμενή νερού. Το νερό για οικιακή χρήση πρέπει να θερμαίνεται μέσω ενός ανοξειδωτου εναλλάκτη που βρίσκεται μέσα στην δεξαμενή. Με αυτό αποφεύγουμε την αποθήκευση του οικιακού νερού και δεν απαιτείται διενέργεια κύκλου anti-Legionella. Η λύση που προτείνουμε περιγράφεται με μεγαλύτερη ακρίβεια στο κεφάλαιο που αναφέρεται στην Δεξαμενή του Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX).

Αν παρόλα αυτά ο σχεδιαστής αποφασίσει να προμηθευτεί άλλη Δεξαμενή για ZNX, η επιλογή της πρέπει να είναι κατάλληλη για αποθήκευση πόσιμου ύδατος και να συνδέεται με ένα στοιχείο (για χρήση από την μονάδα **“πολλαπλών λειτουργιών”**) του οποίου το μέγεθος μάς επιτρέπει την κατάλληλη εναλλαγή θερμότητας σε σχέση με την ισχύ της μονάδας. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι δεν πρέπει το ζεστό νερό χρήσης να έρχεται σε επαφή με το υδραυλικό κύκλωμα των μονάδων **“πολλαπλών λειτουργιών”** (μετρήσεις πρέπει να γίνονται για να εξασφαλισθεί ότι είναι ξεχωριστά).

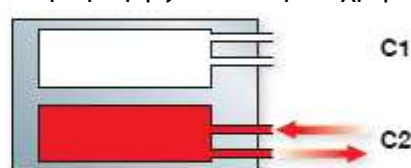
Ψύξη



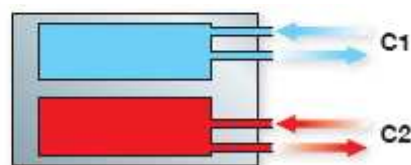
Θέρμανση



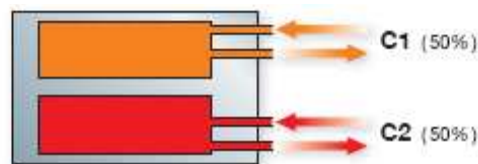
Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης



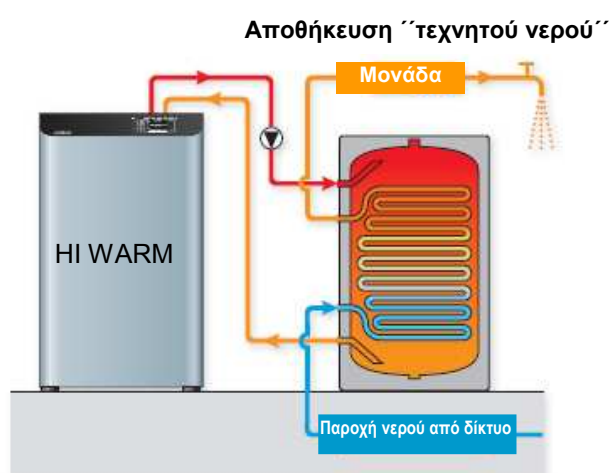
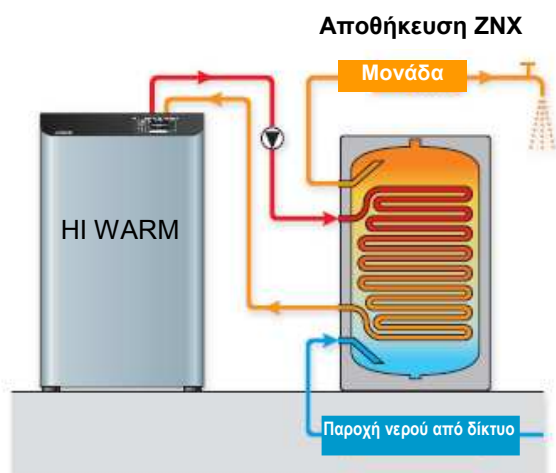
Ψύξη+Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης



Θέρμανση+Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

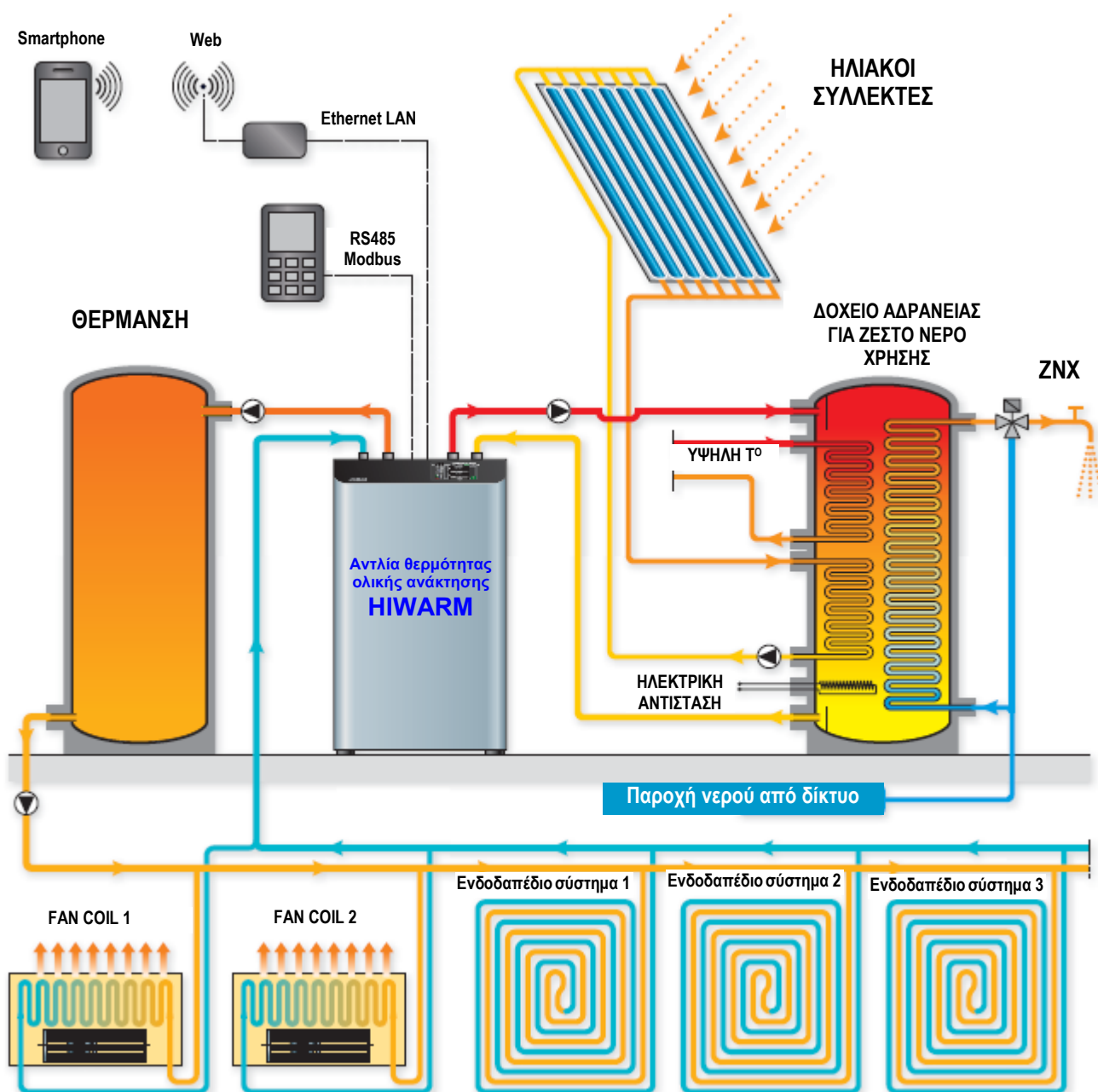


Επειδή απαιτείται η εφαρμογή κύκλου **anti-Legionella** (είναι προγραμματισμένο στο λογισμικό των αντλιών “**πολλαπλών λειτουργιών**”) με την ύπαρξη βοηθητικού μέσου θέρμανσης (π.χ. ηλεκτρική αντίσταση), αυτό έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερο κόστος ενέργειας κάτι το οποίο αποφεύγουμε με την χρήση της τεχνητής δεξαμενής αποθήκευσης ‘τεχνητού νερού’(όπως προαναφέρθηκε).



Τα κύρια μέρη στην πολυλειτουργική μονάδα

Τα κύρια μέρη μίας μονάδας “πολλαπλών λειτουργιών” περιγράφονται εν συντομία στο παρακάτω διάγραμμα:



Όπως αναφέραμε προηγουμένως, αυτή είναι η καρδιά ενός συστήματος “πολλαπλών λειτουργιών”. Είναι μία μονάδα με 4 συνδέσεις προς χρήση, με δύο εντελώς ανεξάρτητα υδραυλικά κυκλώματα, το ένα για την παραγωγή ζεστού & κρύου νερού για την θέρμανση/ψύξη και το άλλο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Η μονάδα μπορεί να στηθεί με όποιον τρόπο θεωρείται ο καλύτερος για τη σωστή λειτουργία του συστήματος (για παράδειγμα, το σύστημα με ή χωρίς αντλία νερού για την παραγωγή ΖΝΧ μπορεί να εγκατασταθεί μέσα ή έξω από την μονάδα αλλά η διαχείριση γίνεται από τις επαφές που υπάρχουν στον ηλεκτρικό πίνακα της μονάδας).

Το κομμάτι που συνδέεται με το σύστημα της θέρμανσης μπορεί να προσαρμοστεί με δεξαμενές νερού εσωτερικά ή εξωτερικά όταν εσωτερικά στο σύστημα υπάρχει πάντα αποθήκη για την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή **ΖΝΧ**.

Το σύστημα επίσης μπορεί να συνεργαστεί με ηλιακούς συλλέκτες (συνδέονται με το δοχείο **ΖΝΧ** σε έναν εναλλάκτη, με το υδραυλικό κύκλωμα να είναι ξεχωριστός από αυτό της μονάδας όπως

και επίσης με πηγή υψηλής θερμοκρασίας η οποία θα συνδεθεί με το δοχείο σε κατάλληλο εναλλάκτη).

Για τον έλεγχο της προτεραιότητας στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, η μονάδα διαθέτει ένα αισθητήριο το οποίο εισέρχεται στο δοχείο. Αυτός ο αισθητήρας ενεργοποιεί την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης όταν η θερμοκρασία στο δοχείο πέσει κάτω από την θερμοκρασία που ζητάμε.

Εναλλακτικά μία ψυχρή επαφή από έναν εξωτερικό θερμοστάτη μπορεί να συνδεθεί στον ηλεκτρικό πίνακα.

Η δεξαμενή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, η λειτουργία της δεξαμενής **ZNX** είναι να αποθηκεύεται ποσότητα ενέργειας (και σε θερμοκρασία) ώστε να ικανοποιεί τις ημερήσιες απαιτήσεις **ZNX** στην απαιτούμενη θερμοκρασία. Ενέργεια αποθηκεύεται στο **ZNX** (γι'αυτό το αναφέρουμε σαν "τεχνητό νερό") και συνδέεται με έναν ανοξείδωτο εναλλάκτη για άμεση παραγωγή. Η επιφάνεια του εναλλάκτη θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εγγυάται την παραγωγή ζεστού νερού τουλάχιστον στην ελάχιστη θερμοκρασία ανέσεως (40 °C).

Με άλλα λόγια οι υδραυλικές συνδέσεις με τη μονάδα "πολλαπλών λειτουργιών" είναι χωρίς εναλλάκτη: η μονάδα χρησιμοποιεί όλο το νερό του δοχείου.

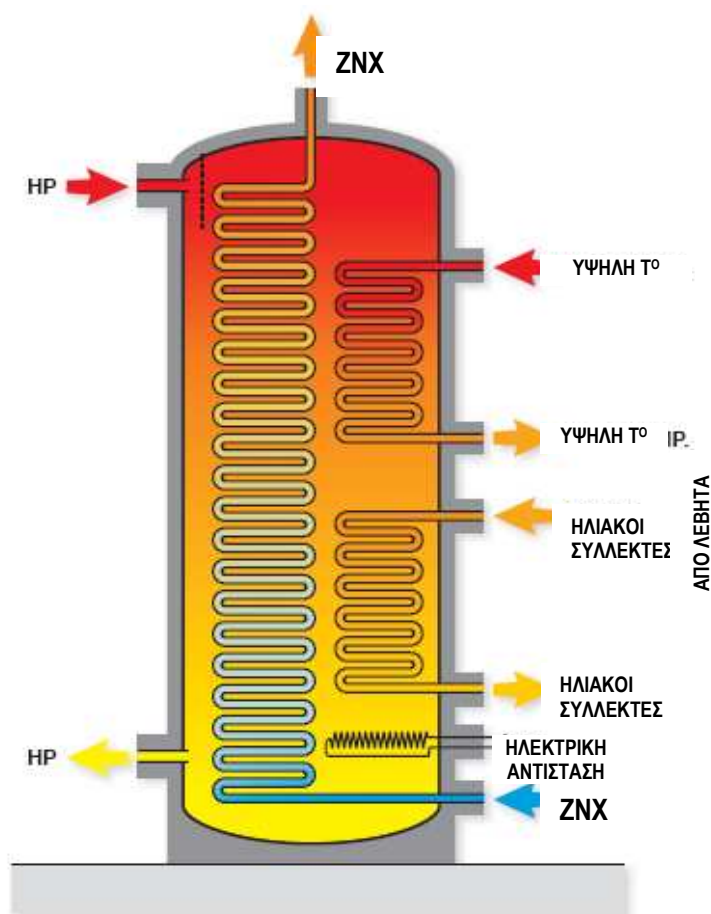
Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει πάντα επαρκής ποσότητα νερού μέσα στο δοχείο ώστε να εγγυάται τη σωστή λειτουργία της μονάδας (θέρμανση του **ZNX** χωρίς ανεπιθύμητα ΔT), χωρίς ο συμπιεστής να ανοίγει και να κλείνει συνεχώς λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό και γι'αυτό μείωση της ισχύος του εναλλάκτη.

Όπως βλέπουμε και στο σκίτσο, ο εναλλάκτης για την παραγωγή **ZNX** είναι πάντα αυτός με τη μεγαλύτερη επιφάνεια. Οι εναλλάκτες για τους ηλιακούς συλλέκτες και την πηγή υψηλής θερμοκρασίας έχουν μικρότερη επιφάνεια (λόγω του ότι η θερμοκρασία του νερού είναι υψηλή με αυτές τις πηγές).

Σας συμβουλεύουμε να εγκαταστήσετε έξτρα θερμαντήρα για επείγουσες περιπτώσεις στη βάση του δοχείου (εάν δυνατόν) από του οποίου η απορροφόμενη ενέργεια δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη απορροφόμενη ισχύ της μονάδας.

Σε περίπτωση βλάβης θα είναι εφικτό να "φορτώσουμε" τη δεξαμενή κατά τη διάρκεια της νύκτας έτσι ώστε να έχουμε παραγωγή **ZNX** τουλάχιστον σε μία αποδεκτή θερμοκρασία.

Θα πρέπει να επισημάνουμε κάποια σημεία για τις υδραυλικές συνδέσεις στην μονάδα "πολλαπλών λειτουργιών" (σημειώνεται ως HP στα σχέδια). Αρχικά, η είσοδος του νερού είναι στο κάτω μέρος και η είσοδος για το ζεστό νερό που



παράγεται από την μονάδα "πολλαπλών λειτουργιών" είναι στο επάνω μέρος του δοχείου. Στις υδραυλικές συνδέσεις, (στο σχέδιο εμφανίζονται με διακεκομμένη γραμμή) εφαρμόζεται ρύθμιση η οποία εξασφαλίζει τη σωστή διαστρωμάτωση εντός του δοχείου ώστε να αποφεύγουμε την ανάμειξη του ζεστού νερού που εισέρχεται από το πάνω μέρος το κρύο νερό που εισέρχεται από το κάτω μέρος.

Η διαστρωμάτωση είναι απαραίτητη ώστε να πετύχουμε την απαραίτητη ποσότητα ενέργειας και την παραγωγή **ZNX** σε ικανοποιητική υψηλή θερμοκρασία.

Το επάνω μέρος του δοχείου, συνεπώς, πρέπει πάντα να διατηρείται σε θερμοκρασία (π.χ. 50 °C) μεγαλύτερη από αυτή του ζεστού νερού (π.χ. 40 °C). Στη βάση, σε αντίθεση, καθώς η θερμοκρασία του νερού είναι κατά πολύ πιο κρύα (π.χ. 15 °C), η εναλλαγή θερμότητας είναι πιο επαρκής ακόμα και αν η θερμοκρασία του “τεχνητού νερού” είναι η ίδια με αυτήν του νερού από την μονάδα “**πολλαπλών λειτουργιών**”.

Μερικές ακόμα επισημάνσεις θα πρέπει να γίνουν για να μεγιστοποιήσουμε την απόδοση του δοχείου που έχει εναλλάκτη για σύνδεση με ηλιακούς συλλέκτες.

Την ζεστή περίοδο, η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή **ZNX** θα καλύπτεται κυρίως από την μονάδα “**πολλαπλών λειτουργιών**” και την ολική ανάκτηση (φυσιολογικά η μονάδα θα λειτουργεί και για την παραγωγή ψύξης). Με αυτό το σκεπτικό, η παρουσία ηλιακών συλλεκτών δεν είναι απαραίτητη κατά την περίοδο θέρους.

Το ίδιο δεν μπορεί να λεγχεί και για την περίοδο κατά την οποία η ψύξη δεν απαιτείται και το πλεονέκτημα της ολικής ανάκτησης δεν υπάρχει. Σε αυτήν την περίοδο οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να παράσχουν μέρος της ενέργειας για το **ZNX** χωρίς κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό είναι δυνατόν με τον όρο ότι η θερμοκρασία του νερού στο δοχείο είναι αρκετά χαμηλή ώστε να εξασφαλίζει την εναλλαγή θερμότητας από το νερό που παράγεται από τους συλλέκτες, το οποίο δεν είναι τόσο ζεστό όσο τους θερμούς μήνες.

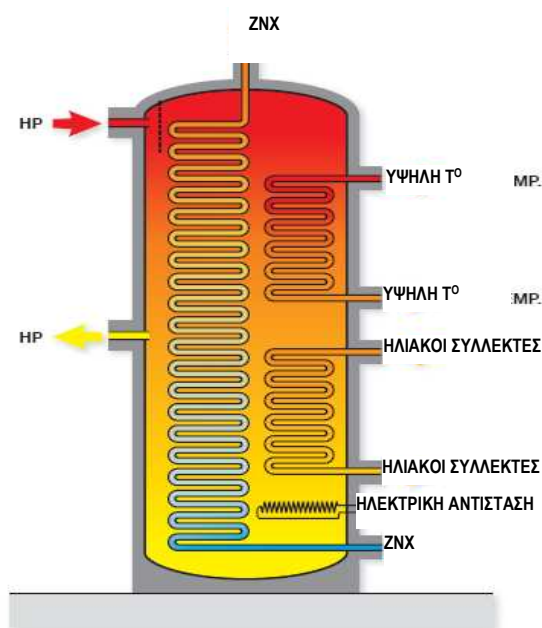
Με άλλα λόγια, το κάτω μέρος του δοχείου, (χάριν της διαστρωμάτωσης) θα πρέπει κατά προτίμηση να διατηρείται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το νερό που μας δίδει η μονάδα “**πολλαπλών λειτουργιών**” αλλά παραπάνω από το νερό της κεντρικής παροχής. Πρακτικά θα πρέπει να σκεφτούμε δύο περιοχές: μια με τον εναλλάκτη στη βάση και άλλη μια είσοδο του **ZNX** επάνω από τον εναλλάκτη των ηλιακών συλλεκτών.

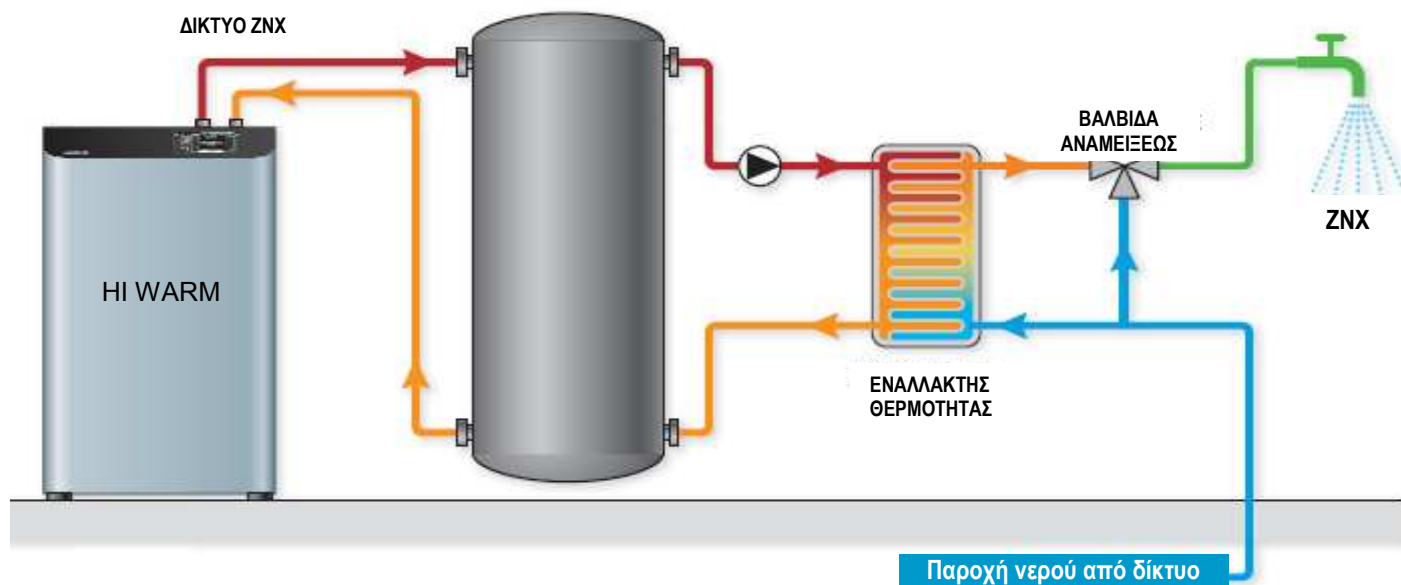
Το σκίτσο δίπλα παρουσιάζει το δοχείο που περιγράψαμε παραπάνω:

Το νερό από την κεντρική παροχή εισέρχεται στη βάση και σε κάθε περίπτωση προθερμαίνεται από τον εναλλάκτη των ηλιακών συλλεκτών πριν φτάσει στο επάνω μέρος του εναλλάκτη όπου η εναλλαγή γίνεται με το “τεχνητό νερό” το οποίο θερμαίνεται από την μονάδα **πολλαπλών λειτουργιών**.

Στο δοχείο του σκίτσου παραπλεύρως θα πρέπει να εκτιμήσουμε την ελάχιστη ποσότητα νερού που απαιτείται για την παραγωγή **ZNX** (από την μονάδα **πολλαπλών λειτουργιών**) η οποία πρέπει να είναι η ποσότητα του νερού που βρίσκεται μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του νερού από την αντλία θερμότητας. Αυτό επισημαίνεται στο σκίτσο με τη σήμανση “HP”.

Σε πολλές περιπτώσεις είναι πολύ συνήθης η χρήση “προπαρασκευαστή” **ZNX**, με την απαραίτητη ύπαρξη ενός δοχείου σε συνδυασμό με έναν εξωτερικό εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος ζεσταίνει κατευθείαν το νερό από την κεντρική παροχή με γρήγορο και αποδοτικό τρόπο. Η αντλία κυκλοφορίας που αποτυπώνεται στο παρακάτω σκίτσο ενεργοποιείται από ένα διακόπτη ροής του νερού όταν η βάνα ανοίγει για να εισέλθει νερό από την κεντρική παροχή ή ανοίγει (η βάνα) περιοδικά για ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού που παράγεται από τον εξωτερικό πλακοειδή εναλλάκτη.





Τα σημεία που πρέπει να λογαριάσουμε όταν υπολογίζουμε το σύστημα είναι η περιεκτικότητα του δοχείου “τεχνικού νερού” και η θερμική ικανότητα του πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας.

Σημείωση: Υπάρχουν εφαρμογές όπου το δοχείο **ΖΝΧ** είναι στην ουσία η αποθήκη του ζεστού νερού (από την ολική ανάκτηση), για παράδειγμα σε μία μονάδα κεντρικού κλιματισμού. Σε αυτήν την περίπτωση οι κανόνες που πρέπει να ακολουθηθούν είναι οι ίδιοι όπως στο σύστημα με το δοχείο αδρανείας.

Ένα ακόμη σημείο κλειδί, είναι η μόνωση του δοχείου **ΖΝΧ**, του οποίου οι απώλειες θα πρέπει να είναι όσον τον δυνατόν περιορισμένες έτσι ώστε η θερμοκρασία του νερού να συντηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Θα πρέπει το διάστημα μεταξύ της φάσης “φόρτωσης” του δοχείου με την φάση απόδοσης ενέργειας για **ΖΝΧ**, να είναι αρκετά μεγάλο. Ο συνήθης τύπος μόνωσης που χρησιμοποιείται είναι αφρός πολυουρεθάνης, περίπου 100 mm πάχους με συντελεστή $\lambda=0,038 \text{ W/mK}$.

Το δοχείο αδρανείας του συστήματος

Σαν γενικός κανόνας, αυτό είναι ένα απλό δοχείο αδρανείας με μοναδική λειτουργία την ύπαρξη της κατάλληλης ποσότητας νερού ώστε να εξασφαλίζει τη σωστή λειτουργία του συστήματος

Υπάρχουν αρκετές δυνατότητες. Κάποιες είναι καλύτερες από τις άλλες. Πιο συγκεκριμένα:

1. Δοχείο σε σειρά στη γραμμή επιστροφών του νερού (είσοδος στη μονάδα)

Αυτή είναι η συνηθέστερη λύση ώστε να ελαχιστοποιήσουμε τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στη γραμμή επιστροφών και επίσης να περιορίσουμε τις ώρες λειτουργίας του συμπιεστή. Αυτή η λύση δεν είναι πλέον απαραίτητη αφού οι ώρες λειτουργίας του συμπιεστή ρυθμίζονται ηλεκτρονικά.

2. Δοχείο σε σειρά στη γραμμή εξόδου του νερού (έξοδος από τη μονάδα προς τις εσωτερικές μονάδες)

Το πλεονέκτημα αυτής της λύσης είναι ότι μειώνει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο σύστημα των εσωτερικών μονάδων. Ωστόσο, το φορτίο λειτουργίας της μονάδας είναι το ίδιο με αυτό του συστήματος και αν για παράδειγμα οι μονάδες διαθέτουν 20δες βάνες, η μία θα πρέπει να λαμβάνει υπ’ όψιν της την διακύμανση του φορτίου. Βάνες εκτροπής (ή 30δες βάνες) ελαχιστοποιούν το πρόβλημα.

3. Δοχείο παράλληλα (υδραυλική σύνδεση με ενισχυτική αντλία νερού στην κατεύθυνση του συστήματος)

Είναι η λύση με τα περισσότερα πλεονεκτήματα. Σου επιτρέπει να διαμορφώνεις το φορτίο λειτουργίας της μονάδας σε συνάρτηση με το φορτίο λειτουργίας του συστήματος (αυτό μπορεί να μηδενίσει για παράδειγμα σε κρίσιμα ξεκινήματα της μονάδας ή μη θερμικών απαιτήσεων, κτλ). Η λειτουργία των μηχανισμών και οι μέθοδοι ρύθμισης είναι ελαφρώς πιο πολύπλοκες.

Εξαιρουμένης της λύσης με το δοχείο στη γραμμή επιστροφών, για τους αναφερόμενους λόγους, μπορούμε να συνοψίσουμε τις λειτουργίες του συστήματος με αποθήκη νερού όπως φαίνεται παρακάτω:

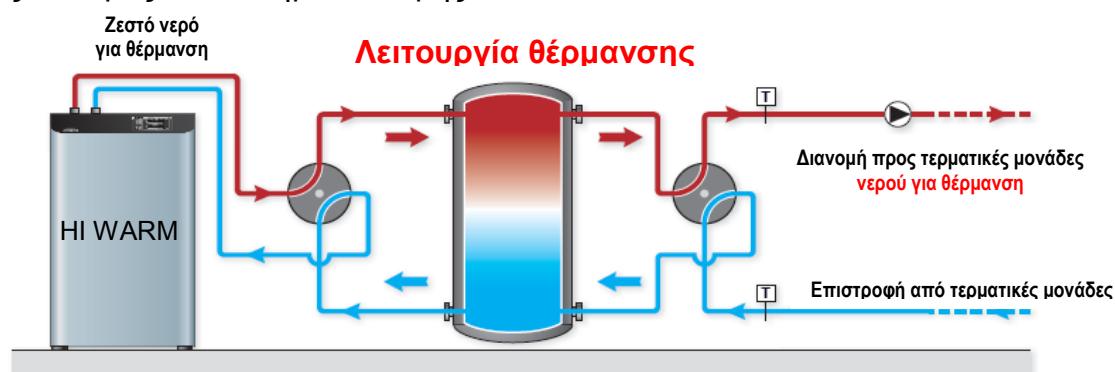
1. Μειώνει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας προς τις εσωτερικές μονάδες του συστήματος. Αν και η δυνατότητα να μειώσουμε την ελάχιστη ποσότητα νερού στο σύστημα πετυχαίνεται με την χρήση πολύπλοκων ελεγκτών με αλγόριθμους, η χαμηλής αδράνειας μονάδες δεν λειτουργούν τόσο καλά με την "βηματική" θερμοκρασία εισόδου νερού. Περισσότερες πληροφορίες για τη μείωση των διακυμάνσεων δίνονται στο κεφάλαιο με τίτλο "Επίδραση του φαινομένου αδρανείας σε σύστημα αποθήκευσης".
2. Συντήρηση της θερμοκρασίας επιστροφών προς τις μονάδες κατά την διάρκεια της λειτουργίας θέρμανσης/ψύξης και του σταματήματος για να δωθεί προτεραιότητα στην λειτουργία παραγωγής ΖΝΧ.
3. Μείωση της θερμοκρασίας επιστροφών προς τις μονάδες, στη λειτουργία της θέρμανσης, κατά τη διάρκεια της φάσης αποπάγωσης των μονάδων αέρος νερού, στην περίοδο του χειμώνα. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να ελαχιστοποιηθεί χρησιμοποιώντας μονάδες μεγάλης θερμικής αδράνειας, αλλά σε όλες τις άλλες περιπτώσεις αποτελεί πηγή μη άνεσης για τον τελικό χρήστη.

Όπως αναφέραμε παραπάνω, είναι δυνατόν το δοχείο που έχουμε στο διάγραμμα να παίξει τον ρόλο του "υδραυλικού διαχωριστή" για να εξασφαλίσουμε πλήρη ανεξαρτησία μεταξύ του φορτίου λειτουργίας της μονάδας και αυτού του συστήματος διανομής. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην απώλεια ενέργειας στο σύστημα ανάμειξης των επιστροφών.

Το σχέδιο παρακάτω εμφανίζει την εγκατάσταση ενός κυκλώματος όπου δύο 4οδες βάνες επιτρέπουν την παροχή του νερού προς και από το δοχείο ακολουθώντας τη φυσική πορεία και αποφεύγοντας τις απώλειες που αναφέραμε προηγουμένως.

Τα χρωματιστά βέλη αναφέρονται στη λειτουργία της θέρμανσης (στα αριστερά του δοχείου είναι η μονάδα που παράγει το ζεστό νερό και στα δεξιά το σύστημα διανομής).

Τα βέλη αντιστρέφονται στη λειτουργία της ψύξης. Το κρύο νερό εισέρχεται στο κάτω μέρος του δοχείου όπως και προς το σύστημα διανομής.



Σημείωση: Η περιεκτικότητα νερού στο σύστημα μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας στο πλαίσιο βηματικής λειτουργίας (για παράδειγμα, με 2οδες βάνες στα στοιχεία ή κάτι παρόμοιο). Αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν όταν διαστασιολογούμε το δοχείο.

Τερματικές μονάδες (οι συσκευές των δωματίων)

Όταν αναφερόμαστε σε τερματικές μονάδες εννοούμε τις μονάδες που διανέμουν την θέρμανση στους χώρους (αναφερόμαστε στην περίοδο χειμῶνος για ευκολία).

Εάν αναφερθούμε σε δύο τύπους συστημάτων, fan coils και ενδοδαπέδιο σύστημα, μπορούμε να κάνουμε μερικές συγκρίσεις και διακρίσεις.

1. Αρχικά, αυτό που αφορά τις μονάδες υψηλής ή χαμηλής αδράνειας είναι η θερμοκρασία του νερού. Ένα σύστημα στο οποίο υπάρχουν συμπιεστές και ψυκτικά ρευστά δεν θα είναι σε θέση, σε γενικές γραμμές, να παράγει νερό στην ίδια θερμοκρασία όταν υπάρχουν διακυμάνσεις στις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος. Η λειτουργία της Αντλίας θερμότητας εξαρτάται από την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα όσο αφορά την μέγιστη θερμική ισχύ και τη μέγιστη θερμοκρασία νερού. Επομένως πρέπει να ισορροπήσουμε τα πιο κρίσιμα σημεία λειτουργίας της μονάδας προσδιορίζοντας τη μέγιστη διαθέσιμη θερμική ισχύ, την θερμοκρασία του παρεχόμενου νερού προς τις μονάδες και τη συνολική θερμική ισχύ και κατά τις φάσεις αποπάγωσης "defrost phases" τις οποίες θα δούμε παρακάτω.
2. Αναφορικά με τον τύπο των μονάδων, θα πρέπει να εγγυώνται την ικανοποιητική θερμική ισχύ που απαιτείται, στην θερμοκρασία νερού που παράγει η μονάδα. Πρακτικά προβλήματα μπορούν να εμφανιστούν όταν σε κρίσιμες συνθήκες λειτουργίας, η θερμική ισχύς της μονάδας μειώνεται (αναπόφευκτο λόγω του θερμοδυναμικού κύκλου) καθώς μειώνεται και η θερμοκρασία του παραγόμενου νερού, με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης των εσωτερικών μονάδων και συνεπώς ανεπαρκή θέρμανση των χώρων. Υπάρχουν παραδείγματα τέλειας λειτουργίας εγκαταστάσεων με συνδυασμό θερμαντικών σωμάτων και αντλιών θερμότητας, αλλά οι μονάδες θα πρέπει να επιλεγούν με ιδιαίτερη προσοχή και σε συνδυασμό με την θερμοκρασία νερού.
3. Η ταχύτητα με την οποία ο χώρος θα θερμανθεί θα πρέπει να προσεγγιστεί σε σχέση με την επιλεγείσα χρήση. Το σύστημα θέρμανσης δαπέδου ή σωμάτων πάνελ δεν είναι κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτείται γρήγορη θέρμανση. Σε περιπτώσεις σταθερής χρήσης μπορούν να λειτουργήσουν σε θερμοκρασίες πιο ικανοποιητικές σε σχέση με την ενεργειακή απόδοση της μονάδας. Για χρήση κλιματισμού (όπως γίνεται με τα συστήματα απευθείας εκτονώσεως) είναι τεχνικά αδύνατον.
4. Οι φάσεις αποπάγωσης στις μονάδες αέρος-νερού θα πρέπει να μελετηθούν από δύο απόψεις: Την συνολική ισχύ που πρέπει να είναι ικανοποιητική ως προς τις απαιτήσεις (καθαρή απορροφόμενη + αποπάγωσης + αυτή που απορροφά το νερό) και την θερμοκρασία του νερού στο σύστημα που πρέπει να παραμένει σε ικανοποιητικά επίπεδα για τις εσωτερικές τερματικές μονάδες. Στην περίπτωση μονάδων με υψηλή αδράνεια (π.χ. ενδοδαπέδιο σύστημα), η θερμική ισχύς είναι ικανοποιητική ώστε να εγγυάται την εφεδρεία της ενέργειας που απαιτείται για την αποπάγωση (defrost). **Στην περίπτωση μονάδων με χαμηλή αδράνεια (π.χ. fan coils) θα πρέπει να εξασφαλιστεί ικανοποιητική ποσότητα νερού (όπως περιγράψαμε στο σχετικό κεφάλαιο).**

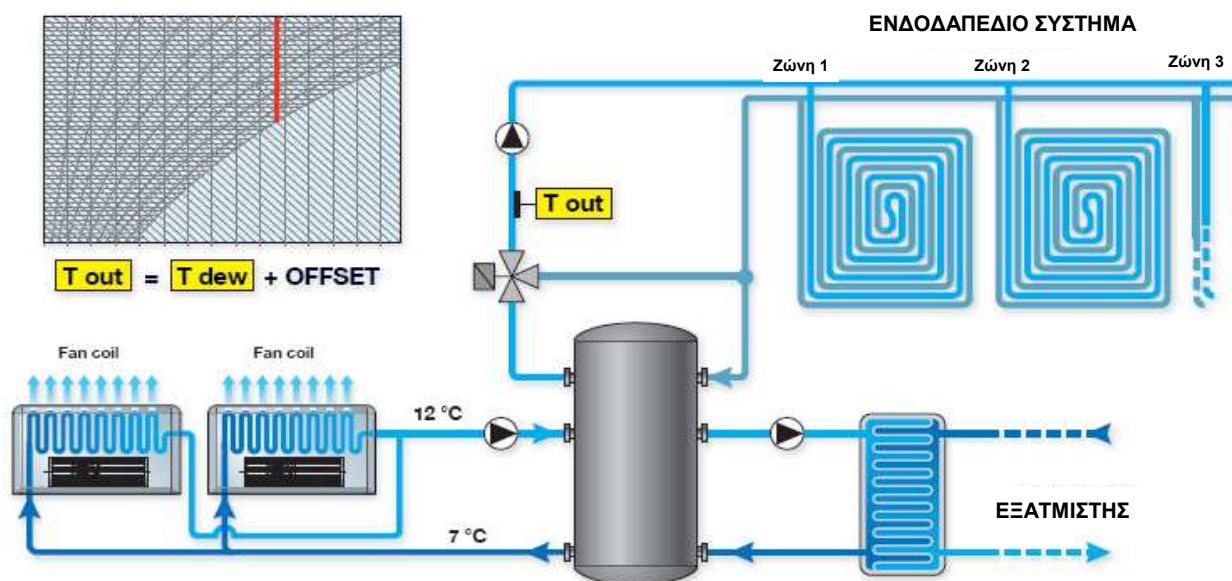
Ρύθμιση υγρασίας και θερμοκρασίας χώρου

Η αντλία θερμότητας σε συνδυασμό με fan coils ή άλλες μονάδες δυναμικής λειτουργίας μπορούν άνετα να ρυθμίσουν την υγρασία και την θερμοκρασία των κλιματιζόμενων χώρων. Η τοποθέτηση ενός fan coil στην ψευδοροφή σε συνεργασία με ενδοδαπέδιο σύστημα μπορεί να εγγυηθεί τη μέγιστη θερμοδυναμική απόδοση του ενδοδαπέδιου και τον έλεγχο της υγρασίας. Στην πραγματικότητα, αφού έχουμε παραγωγή κρύου νερού για τον κλιματισμό, καμία άλλη διάταξη δεν είναι απαραίτητη (η οποία θα έχει κατανάλωση ενέργειας και θα είναι πιο θορυβώδης λόγω της παρουσίας συμπιεστή, πχ αφυγραντές).

Το σχέδιο παρακάτω μας παρουσιάζει ένα "ευαίσθητο" ενδοδαπέδιο σύστημα δροσισμού (με έλεγχο του σημείου δρόσου) και fan coils τα οποία ελέγχουν την αφύγρανση με την χρήση κρύου νερού 7 °C που παράγει η μονάδα "πολλαπλών λειτουργιών".

Μερικά επιπλέον στοιχεία:

1. Η υγρασία φέρεται συνήθως σαν τέλειο αέριο, έτσι η αφύγρανση (ή ύγρανση) μπορεί να είναι ακριβής αλλά τα φαινόμενα γρήγορα εκτείνονται σε ολόκληρη την ποσότητα του αέρα του χώρου.
2. Για να αυξήσουμε την απόδοση του συστήματος, δεν είναι απαραίτητο η μονάδα “**πολλαπλών λειτουργιών**” να παράγει κρύο νερό 7 °C, είναι δυνατόν να λειτουργούμε την μονάδα σε θερμοκρασίες λίγο πάνω από τον μέσο όρο (κοντά σε αυτές που απαιτούνται από την ενδοδαπέδια) και να αλλάζουμε το σημείο λειτουργίας μόνο όταν η αφύγρανση απαιτείται π.χ. με ένα εξελεγμένο χειριστήριο το οποίο θα συνεργάζεται με τα fan coil.



Όπως βλέπουμε στο σχέδιο η θερμοκρασία στο ενδοδαπέδιο πρέπει να είναι τέτοια έτσι ώστε να αποφεύγουμε το φαινόμενο δημιουργίας συμπυκνωμάτων (γι' αυτό η θερμοκρασία πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το σημείο δρόσου, το οποίο θα υπολογισθεί π.χ. από το control του fan coil, μετρώντας την σχετική υγρασία του χώρου και την θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου).

Θερμοκρασία νερού και εκκίνηση – έλεγχος συμπύκνωσης

Ο συμπιεστής του ψυκτικού κυκλώματος των αντλιών θερμότητας εγγυάται υψηλή θερμοδυναμική απόδοση λόγω του ότι είναι τύπου scroll.

Αυτοί οι συμπιεστές, στην έκδοση με συνεχή μεταβολή ταχύτητας, λιπαίνονται με παροχή λαδιού, εξασφαλισμένη από την μικρή διαφορά της πίεσης στην αναρρόφηση και την κατάθλιψη (και όχι από φυγόκεντρη δύναμη, όπως συμβαίνει με τους συμπιεστές που λειτουργούν με σταθερή ταχύτητα).

Εάν η διαφορά στην πίεση είναι πολύ μικρή θα σταματήσει η παροχή λαδιού με κίνδυνο να κολλήσουν μηχανικά εξαρτήματα. Σε αυτήν την περίπτωση ενεργοποιείται ένας συναγερμός χαμηλής πίεσης σταματώντας την μονάδα ώστε να αποφευχθούν ανεπιθύμητες καταστάσεις. Χαμηλή πίεση συμπύκνωσης αντιστοιχεί, για ένα ρευστό, σε χαμηλή θερμοκρασία και είναι γεγονός ότι, αν ένα υγρό συμπύκνωσης ψυχθεί πολύ γρήγορα, η πίεση του θα πέσει ανάλογα.

Συνεπώς, αν η αντλία θερμότητας είναι στη θέρμανση και το νερό στη δεξαμενή είναι πολύ παγωμένο (είτε γιατί η δεξαμενή είναι ανενεργή για μεγάλο διάστημα είτε γιατί ξεκινάει τώρα για πρώτη φορά σε αυτήν την περίοδο είτε δεν έχει υπολογιστεί καλά), απομακρύνεται πολύ γρήγορα η θερμότητα από το ρευστό συμπύκνωσης. Στην περίπτωση των μονάδων με συμπιεστές on/off (σταθερά ταχύτητα περιστροφής), η λίπανση μπορεί να συντηρηθεί αλλά μια ξαφνική και σημαντική πτώση στην πίεση εξάτμισης μπορεί να προκαλέσει αχρείαστους κύκλους απόψυξης και πιθανόν να ενεργοποίηση τον πρεσοστάτη χαμηλής πίεσης.

Η ανταλλαγή θερμότητας στον συμπυκνωτή, εκ τούτου, πρέπει να μειωθεί. Υπάρχουν δυο τρόποι για να το κάνουμε αυτό:

- Χρήση μίας αντλίας νερού inverter : αυτό θα μειώνει συνεχώς το φορτίο που θα περνάει μέσα από τον συμπυκνωτή της αντλίας θερμότητας, μειώνοντας την συναλλαγή θερμότητας, οπότε διατηρούμε την ίδια θερμοκρασία αναρρόφησης και πίεσης στον συμπιεστή. Η αντλία inverter ελέγχεται κατευθείαν από τον επεξεργαστή της μονάδας ο οποίος βασίζεται στις τιμές της πίεσης που καταχωρούνται κάθε στιγμή για τον συμπυκνωτή.

Προτείνουμε αυτή τη λύση γιατί επιτρέπει ακριβή έλεγχο και χαμηλή κατανάλωση της αντλίας νερού

- Τοποθετώντας μια τριόδη βάνα μεταξύ του συμπυκνωτή και της δεξαμενής αποθήκευσης η οποία όταν ανοίξει, επιτρέπει την παράκαμψη του ζεστού νερού (από τον συμπυκνωτή) για προθέρμανση του κρύου φορτίου από την δεξαμενή αποθήκευσης. Σε αυτήν την περίπτωση το φορτίο που περνάει μέσα από τον συμπυκνωτή παραμένει σταθερό (η θερμοκρασία είναι αυτή που διαφέρει) με μια παρόμοια επίδραση στο πρώτο ψυκτικό ρευστό. Η τριόδη βάνα ελέγχεται από ένα σήμα που παραλείπεται από τον αισθητήρα θερμοκρασίας στην είσοδο του συμπυκνωτή, στην μεριά του νερού. Αυτή η λύση επιτρέπει σταθερή λειτουργία της αντλίας.

Υπολογίζοντας τις απαιτήσεις για ζεστό νερό χρήσης (ZNX)

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να υπογραμμίσει αρκετούς “αποδεκτούς” τρόπους υπολογισμού του ποσού ενέργειας που απαιτείται για την καθημερινή παραγωγή ZNX. Όπως υπογραμμίζουμε στον πρόλογο αυτής της έκδοσης, οι πληροφορίες που παρέχουμε δεν αντικαθιστούν τη δουλειά του σχεδιαστή - μηχανικού αλλά προσφέρουν ένα γρήγορο τρόπο στον υπολογισμό των απαιτούμενων ποσοτήτων.

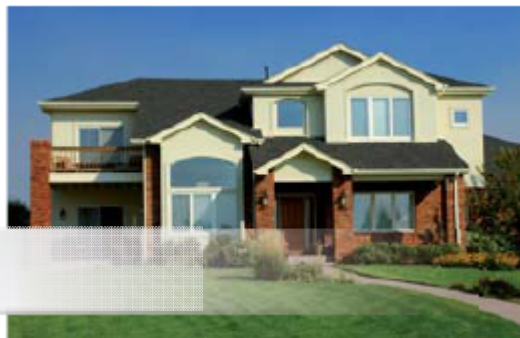
Το ίδιο ισχύει αν στο σύστημα υπάρχει **boiler** του οποίου η διαθέσιμη ενέργεια σε φάση αιχμής, αποφεύγει όποια δυσλειτουργία – ενόχληση στον τελικό χρήστη, ακόμα και όταν το μέγεθος της αποθήκης νερού είναι περιορισμένο.

Αυτή η μέθοδος είναι απλή και βασίζεται στη σύσταση R03/3 της ιταλική θερμοτεχνικής επιτροπής. Η σύσταση R03/3 έχει αντικατασταθεί από την UNI/TS 11300-1:2008 και UNI/TS 11300-2:2008 αλλά αποφασίσαμε να αναφερθούμε στην μέθοδο που προτείνει η R03

Η ιδέα είναι η εξής :

1. Υπολογίζουμε το ποσό της ενεργείας που χρειάζεται για να παραχθεί **ZNX**, παίρνοντας υπόψη μας τον τύπο του κτιρίου (σκοπός χρήσης και εμβαδόν επιφάνειας), τον αριθμό των κατοίκων, των θερμοκρασιών κλπ
2. Να προσδιορίσουμε την ελάχιστη ισχύ της πολυλειτουργικής μονάδας (για την παραγωγή **ZNX**) αφού δεχτούμε ένα “λογικό” χρόνο για τη θερμική φόρτωση της δεξαμενής αποθήκευσης.

Πρέπει να τονίσουμε αμέσως ότι η θερμική ισχύς που υπολογίζουμε με αυτόν τον τρόπο μπορεί να διαφέρει με αυτήν που απαιτείται για να θερμανθεί το κτήριο. Όταν επιλέγουμε τη μονάδα θα πρέπει να βάζουμε σε προτεραιότητα το μοντέλο που είναι ικανό να ανταπεξέλθει στις υψηλότερες απαιτήσεις λειτουργίας (όταν οι συνθήκες περιβάλλοντος είναι κρίσιμες).



Κτήρια οικιακής χρήσης

Μπορούμε να υπολογίσουμε το ποσόν της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση:

$$Q_{DHW} = V_{DHW} \times \rho_w \times C_{S,w} \times N_{dd} \times (T_w - T_o) \dots\dots\dots (1)$$

Όπου:

Q_{DHW} Θερμική απαίτηση για παραγωγή ZNX (kj)

V_{DHW} Ημερήσια απαίτηση για **ZNX** (lit/ημέρα)

ρ_w Πυκνότητα νερού (kg/m^3)

$C_{S,w}$ Ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού ($= 4186 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$)

N_{dd} Αριθμός ημερών που θεωρούμε για την μελέτη (για ευκολία $= 1$)

T_w Θερμοκρασία χρήσης του **ZNX** σε $^\circ\text{C}$ (φυσιολογικά 40°C)

T_o Θερμοκρασία νερού από την κεντρική παροχή σε $^\circ\text{C}$ (φυσιολογικά 15°C)

Φανταζόμενοι το “**θερμικό φορτίο**” του δοχείου σε μια συγκεκριμένη περίοδο χρόνου μπορούμε να προσδιορίσουμε την ελάχιστη απαιτούμενη ισχύ από την μονάδα πολλαπλών λειτουργιών με την παρακάτω απλή εξίσωση:

$$P_{DHW} = \frac{Q_{DHW}}{t_{RT}}$$

Όπου:

Q_{DHW} : Θερμική απαίτηση για παραγωγή ZNX (kj) από την εξίσωση (1)

P_{DHW} : Απαιτούμενη ισχύς (W) για να έχουμε την απαιτούμενη Q_{DHW} , για τον χρόνο λειτουργίας του HP

t_{RT} : Χρόνος λειτουργίας σε ZNX για επαναφόρτωση του δοχείου (s)

Για συνηθισμένες τιμές θερμοκρασίας της κεντρικής παροχής στους 15°C και παραγωγής **ZNX** στους 40°C

έχουμε τις παρακάτω απαιτήσεις για κτήρια οικιακής χρήσης (σωστός αριθμός λουτρών και τύπος συστήματος ελέγχου)

Εμβαδόν οικίας (m ²)	Απαιτήσεις νερού V _{DHW} (l/m ² την ημέρα)	Απαιτούμενη ενέργεια E _{DHW} (kJ/m ² την ημέρα)
S < 50	3	314
50 ≤ S < 120	2,5	262
120 ≤ S ≤ 200	2	210
S > 200	1,5	157

Οι συντελεστές διόρθωσης είναι οι παρακάτω:

Πλήθος λουτρών	Συντελεστής διόρθωσης F _s
1	1
2	1,33
≥ 3	1,66

Τύπος ελέγχου	Συντελεστής διόρθωσης F _s
Αυτόνομο	0,9
Όχι Αυτόνομο	1

Παρακάτω βλέπουμε ένα παράδειγμα υπολογισμού χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη μέθοδο (εμβαδόν οικίας 200 m² με 2 λουτρά και αυτόνομο έλεγχο)

Εμβαδόν οικίας (m ²)	V _{DHW} (l/m ² την ημέρα)	E _{DHW} (kJ/m ² την ημέρα)	F _s	F _d	T _{RT} (Ωρες)
200	2	210	1,33	0,9	3



Απαιτήσεις ZNX (l/ημέρα)	Απαιτούμενη ενέργεια (kJ/ημέρα)	Ισχύς μονάδας πολ. λειτουργιών (kW)
479	50274	4,7

Η απαιτούμενη ισχύς θα πρέπει να είναι εγγυημένη στις κρίσιμες συνθήκες λειτουργίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η υπολογισμένη ισχύς είναι για ημερήσια "φόρτωση" του δοχείου. Όταν το σύστημα είναι σε "διακοπτόμενη χρήση" (π.χ. Σαββατοκύριακα) θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τον χρόνο που απαιτείται για να φέρουμε το δοχείο στην απαιτούμενη θερμοκρασία εισόδου νερού πάνω από την θερμοκρασία ισορροπίας του συστήματος με την οποία ξεκινά.



Εμπορικά Κτήρια (όχι κατοικίες)

Οι απαιτήσεις ενέργειας για εμπορικά κτήρια (όχι κατοικίες), (ανά άτομο, ανά ημέρα) δίδονται στους παρακάτω πίνακες:

Τύπος κτηρίου	Απαιτήσεις V_{DHW} (l/άτομο - ημέρα)	Απαιτήσεις E_{DHW} (kj/άτομο - ημέρα)
Ξενοδοχείο- λουτρό με ντουζ	60	6280
Ξενοδοχείο- κρεβατοκάμαρα με λουτρό	120	12600
Ξενοδοχείο- κοινό λουτρό	50	5240
Κολλέγια - άλλες κτηριακές υποδομές	50	5240
Νοσοκομείο- κοινό λουτρό	50	5240
Κλινικές- λουτρό στη δωμάτιο	120	12600
Γραφεία	20	2100
Κτηριακές εγκαταστάσεις με ντουζ	40	4190

Χρησιμοποιούμε δυο συντελεστές πολλαπλασιασμού (τον αριθμό των ανθρώπων και την συχνότητα διαμονής) για να υπολογίσουμε την τελική τιμή. Οι δυο συντελεστές που καθορίζουν τον τύπο του ελέγχου του συστήματος και τον αριθμό των μπάνιων δεν λαμβάνονται πλέον στους υπολογισμούς.

Στο παράδειγμα πιο κάτω, υπάρχουν 20 άτομα σε δωμάτια ξενοδοχείου με λουτρό, η συχνότητα διαμονής είναι 0,8 και ο χρόνος απόκρισης 4 ώρες.

Αριθμός ατόμων No	V_{DHW} (l/άτομα την ημέρα)	E_{DHW} (kj/ άτομα την ημέρα)	Εδιαμ	T_{RT} (Ωρες)
20	120	12600	0,8	4

Απαιτήσεις ZNX (l/ημέρα)	Απαιτούμενη ενέργεια (kj/ημέρα)	Ισχύς μονάδας πολ. λειτουργιών (kW)
960	201600	14,0

Όπως είπαμε και προηγουμένως η απαιτούμενη ισχύς θα πρέπει επιλεγεί και να είναι εγγυημένη σε κρίσιμες συνθήκες λειτουργίας.

Πίνακες κατανάλωσης

Οι παρακάτω πίνακες (βασισμένοι σε άρθρα και τεχνικές μελέτες πολλών κατασκευαστών δοχείων ζεστού νερού) δίνουν μία γενική ιδέα για την κατανάλωση **ZNX** για διάφορες εφαρμογές:

Τύπος χρήσης	Λίτρα / ημέρα	Παρατηρήσεις
Σχολεία	5	Ανά άτομο
Στρατώνες	30	Ανά άτομο
Βιομηχανίες	20	Ανά άτομο
Γραφεία	5	Ανά άτομο
Κάμπινγκ	30	Ανά άτομο
Γυμναστήρια	35	Ανά χρήστη
Πλυντήρια	6	Ανά Kg ρούχων
Εστιατόρια	10	Ανά γεύμα
Μπαρ	2	Ανά ποτό

Η υπολογισμένη ενδεικτική κατανάλωση **ZNX** για κοινές οικιακές δραστηριότητες δίδονται στον πίνακα κάτω:

Τύπος χρήσης	Λίτρα / ημέρα	kWh 10-40 °C
Λουτήρες χεριών	2 ÷ 5	0,07 ÷ 0,17
Λουτήρες μαλλιών	5 ÷ 15	0,17 ÷ 0,52
Πλύσιμο πιάτων χειρωνακτικά	13 ÷ 20	0,45 ÷ 0,70
Ντουζ	30 ÷ 50	1,00 ÷ 1,70
Μπάνιο	120 ÷ 150	4,20 ÷ 5,20

Ο παραπάνω πίνακας μας επιτρέπει π.χ. να υπολογίσουμε την ποσότητα ζεστού νερού σε αιχμή, στην περίπτωση 3 ατόμων που κάνουν μπάνιο, ο ένας μετά τον άλλον, σε μία οικία.

Υπολογίζοντας τη διαθέσιμη ενέργεια για τη θέρμανση

Σε αυτήν την περίπτωση δε θα δώσουμε δεδομένα για τις θερμικές απαιτήσεις ενός κτιρίου για υπολογισμό. Το θέμα αυτό είναι πολύ περίπλοκο και η διαφορετικότητα σε πολλές περιπτώσεις είναι τέτοια που η χρήση κάποιου πίνακα θα μπορούσε πιθανότατα να προκαλέσει πολλούς λάθος υπολογισμούς. Ας συμφωνήσουμε λοιπόν ότι οι θερμικές απαιτήσεις ενός κτιρίου σε κρίσιμες σχεδιαστικές καταστάσεις είναι η δουλειά ενός ειδικού και απλώς θέμα συζήτησης για εμάς.

Αυτό που οφείλουμε να κάνουμε όμως είναι, σε κάθε επιλογή της μονάδας να έχει τις απαραίτητες προϋποθέσεις και να παρέχουμε πληροφορίες για να διασφαλίσουμε την ενέργεια που απαιτείται για τις συνθήκες ανέσεως του τελικού χρήστη ώστε να μην είναι η μονάδα ανεπαρκής.

Για να το κάνουμε αυτό πρέπει να σκεφτούμε μερικά πράγματα βασισμένα στη θερμοδυναμική της κάθε κατάστασης από τις ιδιότητες του συμπιεστή μέχρι την πραγματική λειτουργία των μονάδων.

Η παραγομένη θερμική ενέργεια σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος

Χωρίς να ασχολούμαστε με τα μαθηματικά του ψυκτικού κύκλου, απλά θα θυμηθούμε ότι το ψυκτικό φορτίο που παράγεται και θα αντιμετωπιστεί από τον συμπιεστή εξαρτάται από την πυκνότητα του αερίου στην είσοδο.

Στην αντλία θερμότητας ή στην παραγωγή **ZNX**, ο συμπιεστής παίρνει το ψυκτικό ρευστό που έχει εξατμιστεί στο στοιχείο τραβώντας θερμότητα από τον αέρα περιβάλλοντος (η θερμότητα μπορεί να ελευθερωθεί πάλι στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της συμπύκνωσης).

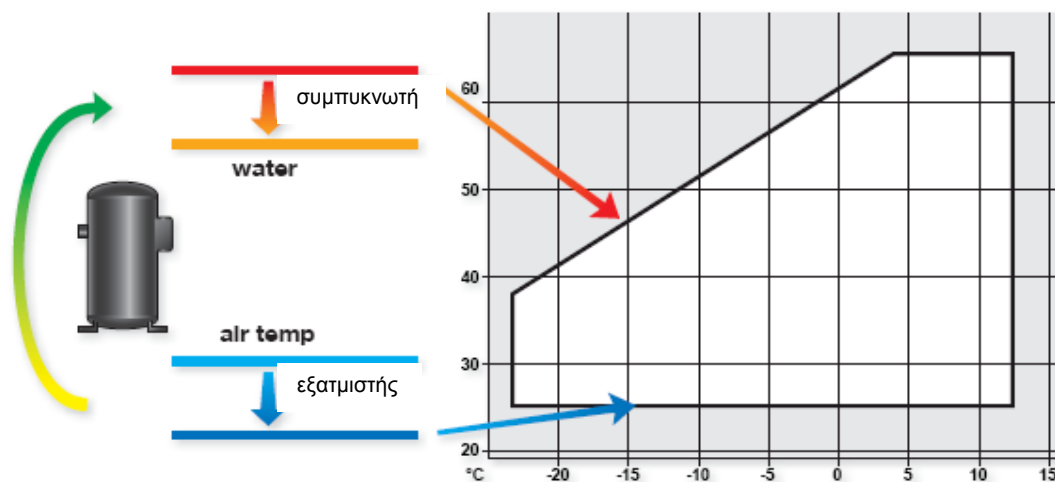
Η πυκνότητα του αερίου που χρησιμοποιείται μειώνεται σε σχέση με τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα και αυτό αναπόφευκτα οδηγεί σε μείωση της διαθέσιμης θερμικής ενεργείας. Αυτό πρέπει να το λάβουμε υπόψιν μας επίσης γιατί μια μείωση στην θερμοκρασία του αέρα μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των απαιτήσεων για θέρμανση.

Πρέπει λοιπόν να λάβουμε υπόψη μας την ισχύ που θα χρειαστούμε σε κρίσιμες συνθήκες. Πχ μια πτώση στην θερμοκρασία αέρα από τους 7°C (με σχετική υγρασία 87%) στους -5 μπορεί να μειώσει τη θερμική ισχύ της αντλίας θερμότητας 25-30%!!!!

Με αυτό το σκεπτικό, η επιλογή της μονάδας πρέπει να είναι αρκετά **ΓΕΝΝΑΙΟΔΩΡΗ** όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι πάνω από την κρίσιμη τιμή, όπου η θερμική ισχύς που παράγεται αυξάνεται και οι απαιτήσεις του κτιρίου να μειώνονται. Τα οφέλη της μονάδας με έλεγχο ισχύος είναι πολύ σημαντικά, ειδικά στην περίπτωση της μονάδας με συνεχή διαμόρφωση με 'inverter' συμπιεστή του οποίου η ηλεκτρική απόδοση είναι καταλληλότερη ακόμα και κατά τη διάρκεια της ρύθμισης.

Η μέγιστη θερμοκρασία του νερού που παράγεται και της θερμοκρασίας αέρα

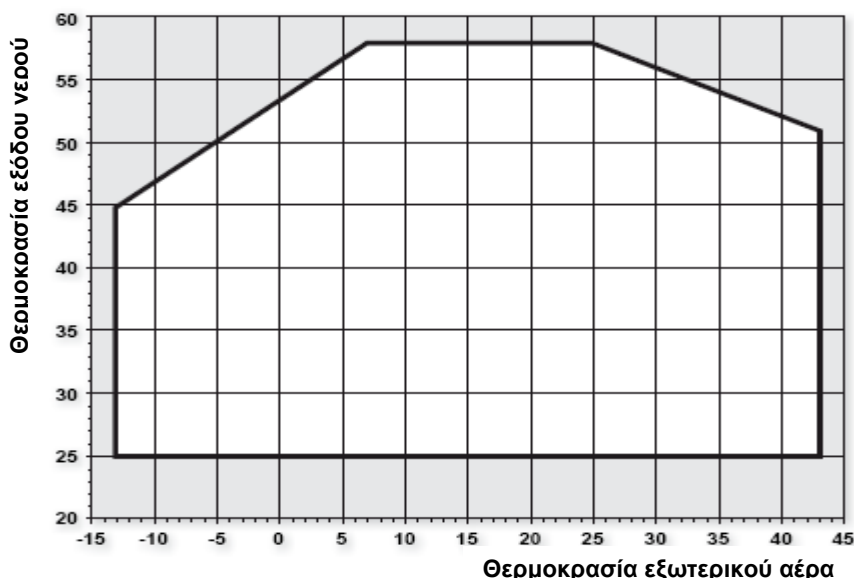
Αυτό είναι ένα απαραίτητο στοιχείο, συγκεκριμένα για την παραγωγή του **ZNX** και για να εγγυηθούμε τη σωστή παροχή ενέργειας στο περιβάλλον (ενέργεια που παράγεται από τις μονάδες). Το διάγραμμα κάτω δείχνει πως λειτουργεί η μονάδα (ειδικότερα όταν ζεσταίνει νερό στη μέγιστη θερμοκρασία για θέρμανση/**ZNX**) σε σχέση με το εύρος λειτουργίας του συμπιεστή.



cond: συμπυκνωτής
ev.: εξατμιστής

Με άλλα λόγια, όταν η εξωτερική θερμοκρασία τεθεί, υπάρχει ένα ΔT που καθορίζει την θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού κύκλου. Αυτό και το εύρος λειτουργίας του συμπιεστή. Μας δείχνουν ότι υπάρχει ένα όριο στη θερμοκρασία συμπύκνωσης και άρα και της θερμοκρασίας του νερού που παράγεται.

Το διάγραμμα παρακάτω δείχνει την τυπική πηγή θερμοκρασίας του νερού που παράγεται σε σχέση με την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα



Ολοκληρωμένο δίκτυο ενέργειας στην φάση απόψυξης (defrost phases)

Ας ξεκινήσουμε με μια απλή παραδοχή: ότι η αντλία θερμότητας αέρος-νερού είναι σε φάση απόψυξης. Η διαδικασία απόψυξης επιτρέπει στη μονάδα αέρος-νερού να αποτρέψει το σταδιακό 'πάγωμα' του στοιχείου του εξατμιστή το οποίο σε μια ορισμένη θερμοκρασία και βαθμό υγρασίας τείνει να καλύπτεται με πάγο ειδικά στο κάτω μέρος του στοιχείου (οι αντλίες θερμότητας νερού-νερού δεν έχουν αυτό το πρόβλημα). Το πάγωμα του εξατμιστή προκαλεί μια σταδιακή μείωση της εναλλαγής θερμότητας, οπότε και στη θερμοκρασία εξάτμισης(πίεση) στην οποία αν δεν παρθούν τα κατάλληλα μέτρα, θα ενεργοποιηθεί ο πρεσσοστάτης χαμηλής πίεσης ακόμα και έξω από το εύρος λειτουργίας του συμπιεστή. Βασικά το σταδιακό πάγωμα του στοιχείου προκαλεί σταδιακή μείωση της θερμικής ισχύος της μονάδας και πρέπει να εφαρμοστούν τρόποι για την απομάκρυνση και την εξασφάλιση της συναλλαγής θερμότητας. Ένας τρόπος είναι στη φάση της απόψυξης να γίνει αναστροφή του ψυκτικού κύκλου, μετατρέποντας το στοιχείο του εξατμιστή σε συμπυκνωτή και η ενέργεια του ζεστού ψυκτικού αερίου (ζεστού και συμπυκνωμένου) να λειώσει τον πάγο σε νερό το οποίο μετά να απομακρυνθεί από τα πτερύγια του στοιχείου.

Αυτή η λειτουργία χρειάζεται μια συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας που βασίζεται στην ποσότητα του πάγου που έχει σχηματιστεί στο εξωτερικό στοιχείο. Η ενέργεια που χρειάζεται παίρνεται από το ζεστό νερό του συστήματος (η μονάδα είναι σε λειτουργία ψύξης) του οποίου η θερμοκρασία θα μειωθεί(άρα χάνουμε θερμότητα), σε συγκεκριμένο βαθμό.

Έχουμε ήδη αναφέρει το πόσο σημαντικό είναι να λάβουμε υπόψη μας τη διακύμανση της παραγόμενης ισχύος της μονάδας σε σχέση με την θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος. Ας αναλύσουμε τώρα την έννοια της ολοκληρωμένης θερμικής ισχύος.

Οι κατασκευαστές μονάδων γενικά χρησιμοποιούν συντελεστές πολλαπλασιασμού για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης θερμικής ισχύος, με τιμές σε διαφορετικές θερμοκρασίες αέρα. Ακολουθεί ένα παράδειγμα:

Θερμοκρασία αέρα ξηρού θερμομέτρου (°C)

Συντελεστής πολλαπλασιασμού	-5	0	5	>5
Απλό χειριστήριο	0,89	0,88	0,94	1,00
Εξελιγμένο χειριστήριο	0,91	0,9	0,94	1,00

Βασικά, όπως η φάση απόψυξης απαιτεί η μονάδα να αντιστρέψει τη λειτουργία της, θα πρέπει να πάρουμε υπόψη μας ότι η τιμή της θερμικής ισχύος κατά τη διάρκεια της φάσης απόψυξης είναι αρνητική (ψυκτική ισχύς). Παίρνοντας υπόψη μας αυτό και υπολογίζοντας τη διάρκεια του κύκλου απόψυξης μπορούμε να υπολογίσουμε τη συνολική καθαρή ισχύ, η οποία είναι η συνεχής θερμική ισχύς (ενέργεια που μεταφέρεται στο νερό) ισοδύναμη με την παραγόμενη ισχύ και της αρνητικής ισχύος του κύκλου απόψυξης.

Γενικά, ο κύκλος απόψυξης περιλαμβάνει: μια παύση πριν την αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου (ο συμπίεστής σταματά), τον απαιτούμενο χρόνο που χρειάζεται για να λειτουργήσει η αντιστροφή του κύκλου (αρνητική ισχύς) και μια παύση με τον συμπίεστή κλειστό για την απομάκρυνση του αποψυγμένου νερού. Αν N_{DEF} είναι ο αριθμός των κύκλων απόψυξης στην διάρκεια μιας ώρας, μπορούμε να ορίσουμε (και να υπολογίσουμε) τους ακόλουθους χρόνους:

- t_1 Χρόνος παύσης του συμπίεστή πριν την εκκίνηση σε λειτουργία ψύξης για τη φάση απόψυξης
- t_d Χρόνος λειτουργίας ψύξης για τη φάση απόψυξης
- t_2 Χρόνος πριν το τέλος της λειτουργίας στην ψύξη
- t_{stop} Συνολικός χρόνος παύσης των συμπίεστών
- t_{DEF} Συνολικός χρόνος λειτουργίας στην ψύξη
- t_{Pdc} Πραγματικός χρόνος λειτουργίας στη θέρμανση (διάρκεια μέσα σε μία ώρα)

Για τις παρακάτω εξισώσεις:

$$t_{DEF} = t_D \times N_{DEF}$$

$$t_{STOP} = (t_1 + t_2) \times N_{DEF}$$

$$t_{HP} = 60 - t_{DEF} - t_{STOP}$$

$$P_{H, med} = \frac{P_{heat} \times t_{HP} - P_{DEF} \times t_{DEF}}{60}$$

όπου:

- $P_{HEAT, m}$ Πραγματική θερμική ισχύς, λαμβάνοντας υπόψη τους κύκλους απόψυξης
- P_{HEAT} Θερμική ισχύς της αντλίας θερμότητας σε συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία αέρα και νερού)
- P_{DEF} Ψυκτική ισχύς κατά την διάρκεια της απόψυξης (ψύκτης)
- t_{DEF} Συνολικός χρόνος λειτουργίας στην ψύξη
- t_{Pdc} Πραγματικός χρόνος λειτουργίας στη θέρμανση (διάρκεια μέσα σε μία ώρα)

Ένα αριθμητικό παράδειγμα:

Τιμές ισχύος			Χρόνος κύκλου απόψυξης		
P _{HEAT} (kW)	N _{Def} κύκλοι/ώρα	P _{DEF} (kW)	t ₁ (min)	t _d (min)	t ₂ (min)
15	2	15	0,5	2	0,5

Αυτό το παράδειγμα μας δείχνει τους χρόνους απόψυξης και οπότε μπορούμε να υπολογίσουμε την μέση ισχύ που απαιτείται για δύο κύκλους απόψυξης/ώρα

Χρόνος / ώρα			➔	Μέσος όρος ισχύος
t _{stop} (min)	t _{DEF} (min)	t _{Pdc} (min)		P _{HEAT, m} (kW)
2	4	54		12,5

Ανταποκρίνεται σε **μια μείωση της τάξης του 16,7%** συγκρινόμενο με το P_{heat} = 15Kw.

Το αποτέλεσμα μας υποδεικνύει το πόσο σημαντική είναι η σωστή επιλογή, ειδικά όταν η αντλία θερμότητας είναι η μόνη πηγή θερμότητας για το σύστημα.

Παρατήρηση: Η μέθοδος είναι προφανώς απλοποιημένη, καθώς η θερμική ισχύς εξαρτάται από τη θερμοκρασία νερού και το πρόβλημα χρειάζεται συνολική επίλυση και όχι απλό ισολογισμό.

Χαρακτηριστικά του συστήματος αποθήκευσης

Έχουμε ήδη μιλήσει για τη σημασία της ποσότητας νερού και τη χρησιμότητα της αδράνειας του συστήματος. Θα δούμε τώρα την επίπτωση του μεγέθους της δεξαμενής αποθήκευσης σε σχέση με τις θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της απόψυξης.

Παρακάτω είναι ένα παράδειγμα όπου η μικρότερη θερμοκρασία (την οποία θα θεωρήσουμε ομοιογενή χάρη απλότητας) στο τέλος του κύκλου απόψυξης για την επιλογή δοχείου αδρανείας είναι τουλάχιστον ίση με τη θερμοκρασία του κάτω ορίου (στο οποίο η εναλλαγή θερμότητας ή η θερμοκρασία αέρα που παράγεται διατηρείται σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο).

Παρατήρηση: αναφέρουμε πάλι ότι είναι μια απλοποιημένη μέθοδος

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις παρακάτω τιμές:

P_{DEF}	Ψυκτική ισχύς κατά τη διάρκεια της απόψυξης (ψύκτης)
t_{DEF}	Συνολικός χρόνος λειτουργίας στην ψύξη για την απόψυξη
T_{INIZ}	Αρχική θερμοκρασία του ρευστού (π.χ. νερό)
T_{FIN}	Τελική θερμοκρασία του ρευστού (π.χ. ελάχιστη αποδεκτή τιμή)
ρ	Πυκνότητα ρευστού
C_s	Ειδική Θερμοχωρητικότητα ρευστού
ΔT_{DEF}	Μείωση θερμοκρασίας ρευστού μετά την απόψυξη
E_{DEF}	Μεταφερόμενη ενέργεια προς το ρευστό κατά την διάρκεια της απόψυξης
V_{H_2O}	Ελάχιστος όγκος ρευστού για να λάβει μια τελική θερμοκρασία, όχι μικρότερη από T_{FIN}
$V_{H_2O, SP}$	Ελάχιστη όγκος ανά kW της θερμικής ισχύς της αντλίας θερμότητας

χρησιμοποιούμε την εξίσωση

$$V_{H_2O} = \frac{E_{DEF} \times 1000}{\rho_{DEF} \times C_s \times \Delta T_{DEF}}$$

Όπου:

$$E_{DEF} = P_{DEF} \times t_{DEF} \times 60$$

$$\Delta T_{DEF} = T_{IN} - T_{FIN}$$

Παρακάτω δίδεται ένα παράδειγμα για διευκρίνιση (υποθέτοντας ότι η ισχύς απόψυξης είναι πάνω κάτω ίδια με τη θερμική ισχύ της αντλίας θερμότητας, αν οι πίνακες που δείχνουν την πορεία της ψυκτικής ισχύος σε σχέση με τις θερμοκρασίες του αέρα και του νερού δεν είναι διαθέσιμοι).

Τιμή ισχύος και χρόνοι			Θερμοκρασίες		Χαρακτηριστικά ρευστού	
P _{HEAT} (kW)	P _{DEF} (kW)	t _{def} (min)	T _{INIZ} (°C)	T _{FIN} (°C)	ρ (kg/m ³)	C _s (kJ/kg °C)
45,0	45,0	2,0	50	40	990	4,187

Μπορούμε τώρα να καθορίσουμε τα δεδομένα της απόψυξης και την ελάχιστη περιεκτικότητα του δοχείου αποθήκευσης

Στοιχεία απόψυξης		Ελάχιστη περιεκτικότητα		Ακριβής περιεκτικότητα	
DT _{DEF} (°C)	E _{DEF} (kJ)	V _{H2O} (l)		V _{H2O} (l/kW)	
10	5400	130		2,9	

Αυτό είναι βέβαια μια εκτίμηση. Συμβουλεύουμε να παίρνεται ένα περιθώριο ασφαλείας.

Χαρακτηριστικά και επιλογή για το δοχείο αποθήκευσης

Ο σκοπός αυτής της παραγράφου είναι να εκτιμηθεί η πιθανή ελάχιστη θερμοκρασία στο δοχείο αποθήκευσης για την κατανάλωση ζεστού νερού, που μπορεί να θεωρείται (κατά τα δεδομένα σχεδιασμού) ως “κατανάλωση αιχμής”

Παρατήρηση: αναφέρουμε πάλι ότι είναι μια απλοποιημένη μέθοδος

Χάριν απλότητας, ας φανταστούμε έναν ορισμένο όγκο ζεστού νερού (που εισέρχεται στο δοχείο στην θερμοκρασία του νερού που έχουμε από την κεντρική παροχή και φεύγει στη θερμοκρασία σχεδιασμού) που να καταναλώνεται σε συγκεκριμένο χρόνο. Στο χειρότερο σενάριο, η θερμοκρασία στο δοχείο αποθήκευσης πέφτει αμέσως και η πολυλειτουργική μονάδα θα πρέπει να λειτουργήσει έτσι ώστε να αρχίσει να αναπληρώνει αυτή την πτώση θερμοκρασίας. Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει μια ροή θερμότητας μέσα στο δοχείο αποθήκευσης (η ισχύς της πολυλειτουργικής μονάδας) και μια εκτός (στο **ZNX**), η διαφορά μεταξύ των δύο καθορίζει την κατανάλωση ενέργειας από το δοχείο.

Κάνουμε τους πιο κάτω υπολογισμούς :

- V_{DHW}** : Η ανάληψη ζεστού νερού χρήσης (**ZNX**) από το δοχείο αποθήκευσης, σε λίτρα
P_{pdC} : Ισχύς αντλίας θερμότητας για την αποθήκευση του ζεστού νερού χρήσης (**ZNX**), σε kW
t_{DHW} : Διάρκεια ανάληψη ζεστού νερού χρήσης (**ZNX**) από το δοχείο αποθήκευσης, σε λεπτά
T_{IN} : Θερμοκρασία νερού από την κεντρική παροχή (τυπικά 15 °C)
T_{DHW} : Θερμοκρασία νερού εξόδου από το δοχείο (τυπικά 40 °C)
T_{INIZ} : Αρχική θερμοκρασία της αποθήκευσης νερού (μέσος όρος), σε °C
T_{FIN} : Τελική θερμοκρασία της αποθήκευσης νερού (μέσος όρος), σε °C (ελάχιστη αποδεκτή τιμή)
E_{pdC} : Μεταφερόμενη ενέργεια προς το δοχείο αποθήκευσης από την αντλία θερμότητας κατά την διάρκεια της κατανάλωσης, σε kJ
E_{DHW} : Καταναλισκόμενη ενέργεια από το δοχείο αποθήκευσης ZNX κατά την διάρκεια της κατανάλωσης, σε kJ
V_{H2O} : Ελάχιστος όγκος νερού στο δοχείο για να λάβει την τελική θερμοκρασία, όχι μικρότερη από T_{FIN}

Η εξίσωση είναι:

$$V_{H_2O} = \frac{(E_{DHW} - E_{HP}) \times 1000}{\rho \times C_s \times (T_{INIZ} - T_{FIN})}$$

Όπου:

$$E_{HP} = P_{HP} \times t_{DHW} \times 60$$

$$E_{DHW} = \rho \times V_{DHW} \times C_s \times (T_{DHW} - T_{IN})$$

Παρακάτω είναι ένα αριθμητικό παράδειγμα για καλύτερη κατανόηση:

Τιμή ισχύος και χρόνοι			Θερμοκρασίες ZNX		Θερμοκρασία δοχείου	
V _{DHW} (litri)	P _{HP} (kW)	t _{DHW} (min)	T _{IN} (°C)	T _{DHW} (°C)	T _{INIZ} (°C)	T _{FIN} (°C)
60	5,0	10	15	40	50	45

Μπορούμε τώρα να καθορίσουμε την είσοδο και έξοδο της ενέργειας και έτσι τον ελάχιστο όγκο νερού στο δοχείο αποθήκευσης:

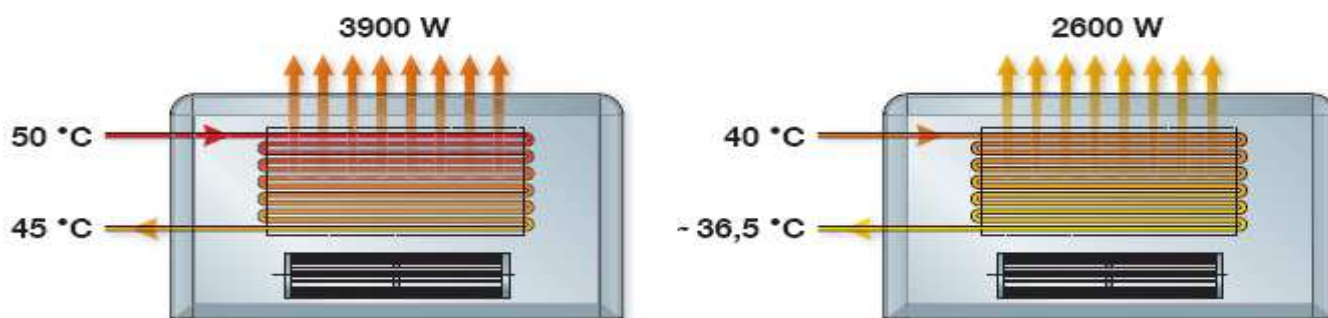
Εναλλαγή θερμότητας		➔	Ελάχιστη περιεκτικότητα
E _{HP} (kJ)	E _{DHW} (kJ)		V _{H2O} (l)
3000	6216		155

Αυτό είναι βέβαια μια εκτίμηση, οπότε συμβουλεύουμε να λαμβάνετε υπόψη σας ένα περιθώριο ασφαλείας.

Δυνατότητες μονάδας

Στην παράγραφο αυτή θα ασχοληθούμε με την μεταφερομένη ισχύ στο περιβάλλον (χώρος θέρμανσης ή ψύξης) σε κρίσιμες συνθήκες λειτουργίας. Χρησιμοποιούμε ένα αριθμητικό παράδειγμα που δείχνει πως η ισχύς για θέρμανση ποικίλει ανάλογα με τη θερμοκρασία εισόδου νερού (σε σταθερό φορτίο). Απλά αναφερόμαστε σε fan coils, οι κατασκευαστές των οποίων μας δίνουν μια μέθοδο για γρήγορο υπολογισμό.

Ας σκεφτούμε ένα μοντέλο όπου το νερό εισέρχεται σε θερμοκρασία 50°C και βγαίνει στους 45°C με θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C , η θερμική ισχύς θα είναι περίπου 3900 W (με παροχή νερού περίπου 680 l/h). Ας υποθέσουμε ότι η παροχή νερού παραμένει η ίδια και λόγω μιας απόψυξης με μη επαρκή ποσότητα νερού, η θερμοκρασία στην οποία το νερό εισέρχεται πέφτει κατευθείαν στους 40°C (με την ίδια παροχή νερού). Οπότε η παραγόμενη θερμική ισχύς γίνεται 2600 W.



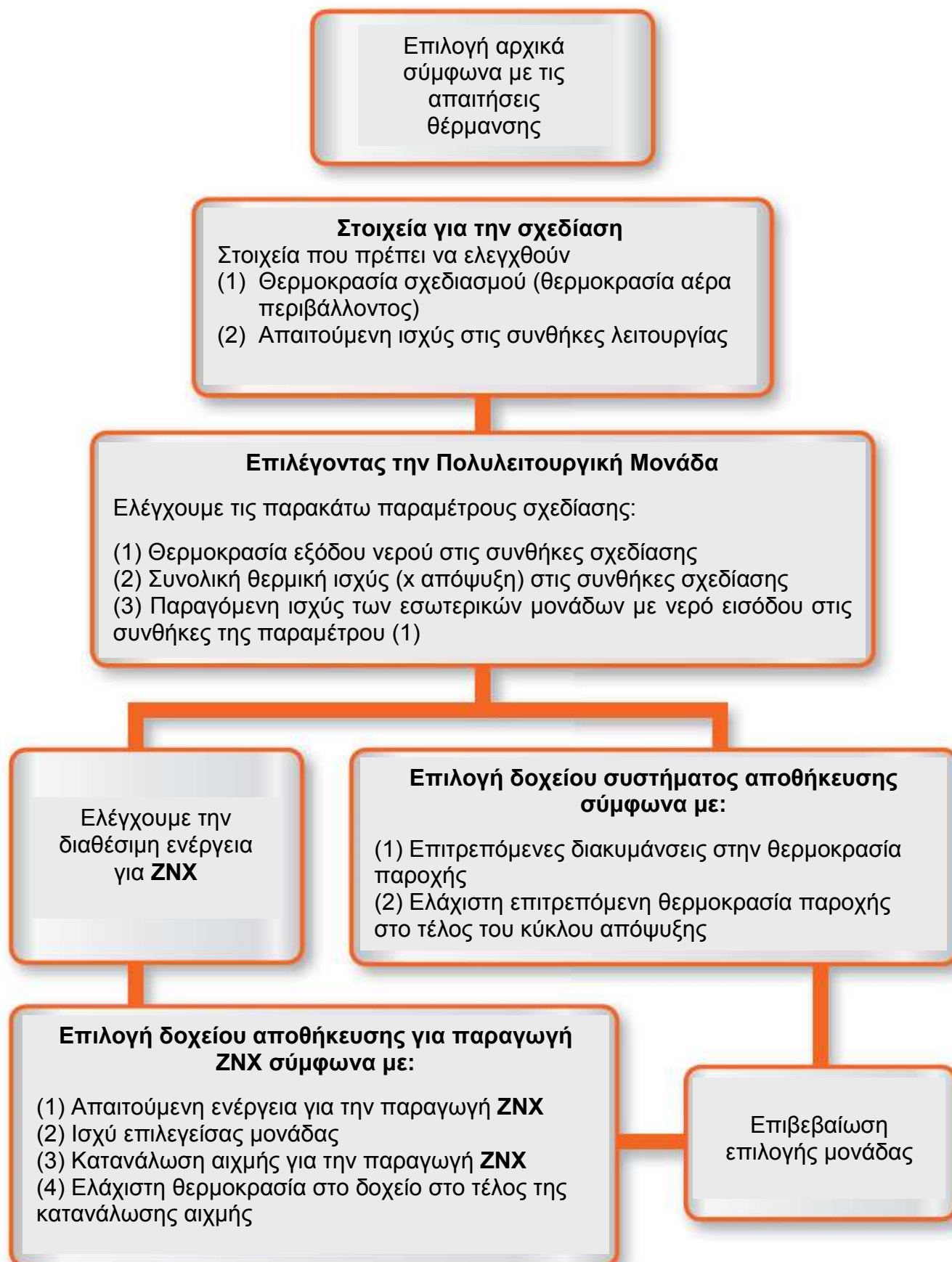
Αυτό το απλό παράδειγμα μας δείχνει ποσό σημαντικό είναι να υπολογίσουμε τη θερμοκρασία του νερού κατά τις κρίσιμες φάσεις λειτουργίας.

Επιλέγοντας την πολυλειτουργική μονάδα

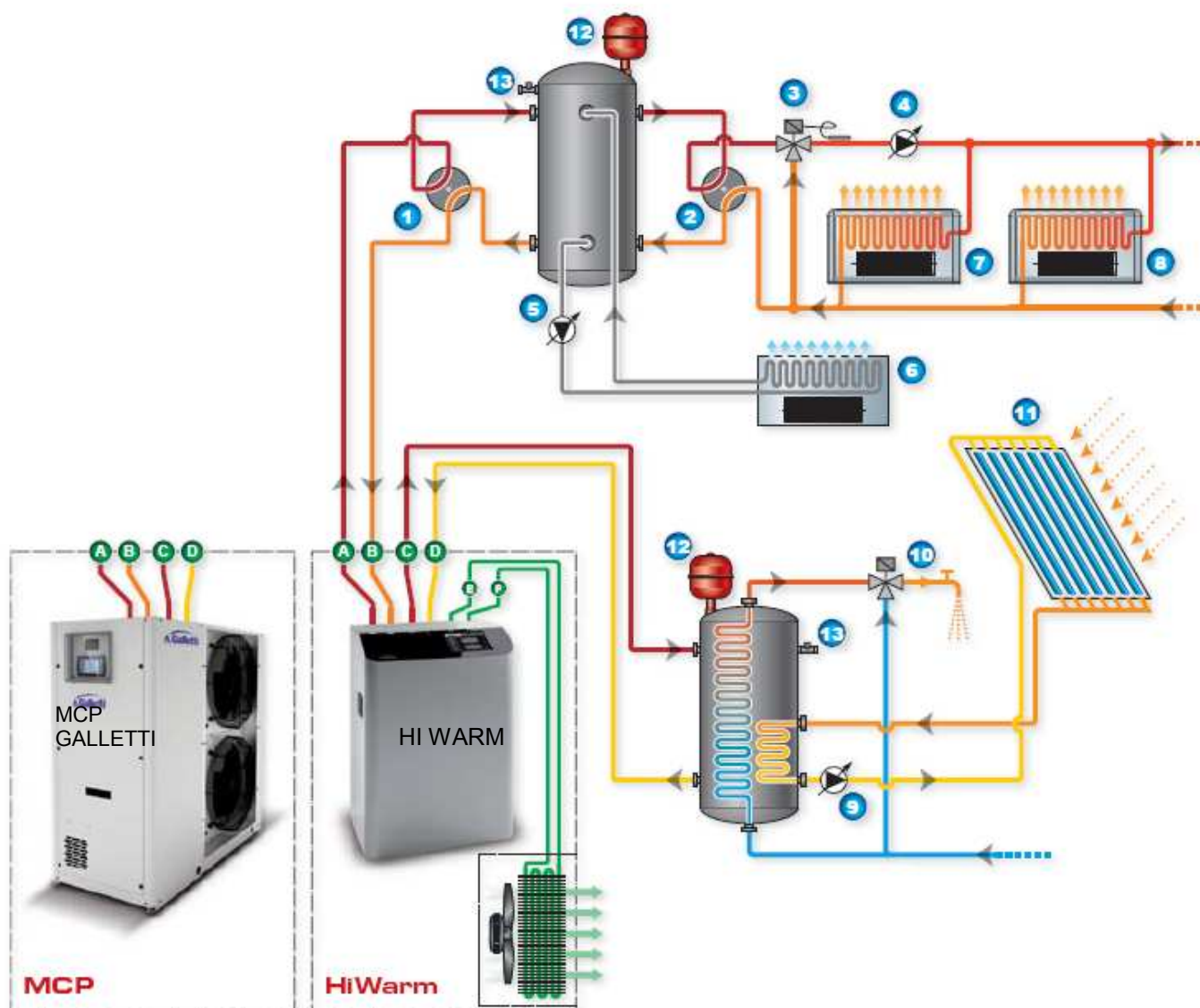
Παίρνοντας υπ' όψιν όλα αυτά που έχουμε πει ως τώρα, θα θέλαμε να προτείνουμε πώς να επιλέγουμε μια πολυλειτουργική μονάδα .

1. Πρώτα πρέπει να επιλέξουμε μια **“πολυλειτουργική μονάδα”** σύμφωνα με την ενέργεια που απαιτείται από τις σχεδιαστικές συνθήκες στην φάσης της θέρμανσης.
2. Πρέπει μετά να ελέγξουμε τις τιμές της αποδιδόμενης ισχύος κατά τον κύκλο απόψυξης, στη θερμοκρασία αέρα που έχει σχεδιαστεί το σύστημα, τη θερμοκρασία εξόδου νερού και τη συναλλασσόμενη θερμότητα από τις μονάδες fan coils στη θερμοκρασία εισόδου νερού.
3. Αν οι τιμές είναι όλες αποδεκτές μπορούμε μετά να ελέγξουμε την δεξαμενή αποθήκευσης για την παραγωγή του ZNX και για το σύστημα θέρμανσης.
4. Για την αποθήκευση του ZNX ελέγξτε την ελάχιστη περιεκτικότητα νερού σε σχέση με την ενέργεια που απαιτείται για ZNX. Η επιλεγείσα ισχύς της μονάδας για ZNX και η ελάχιστη θερμοκρασία της δεξαμενής αποθήκευσης πρέπει να είναι υπολογισμένες για την **“κατανάλωση αιχμής”**.
5. Η δεξαμενή αποθήκευσης για το σύστημα θέρμανσης επιλέγεται βάσει του φαινομένου της αδράνειας και της ισχύος που αντιστρέφεται κατά τη διάρκεια της φάσης απόψυξης.
6. Το κατάλληλο μέγεθος για την επιλεγείσα μονάδα βασίζεται σε όλα τα παραπάνω κριτήρια.

Το παρακάτω διάγραμμα συνοψίζει αυτή την μέθοδο:



Πρέπει να ελέγξετε το ποσό του **ZNX** και την απαιτούμενη ισχύ λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο του κτηρίου και τον αριθμό των κατοίκων, καθότι οι ενεργειακές απαιτήσεις ποικίλουν (για παράδειγμα ένα κτήριο ενεργειακής κλάσης A θα χρειάζεται ένα διαφορετικό σύστημα ανάλογα με το αν είναι ένας μόνο κάτοικος ή 4 κάτοικοι που χρησιμοποιούν **ZNX** κάθε πρωί).



1. 4οδη βάνα νερού
2. 4οδη βάνα νερού
3. 3οδη βάνα νερού
4. Αντλία νερού inverter (χρήστης)
5. Αντλία νερού inverter (αφύγρανση)
6. Fan coil για την αφύγρανση
7. Fan coil / ενδοδαπέδια θέρμανση
8. Fan coil (χρήστης)
9. Αντλία νερού inverter (ηλιακοί συλλέκτες)
10. ZNX
11. Ηλιακοί συλλέκτες
12. Δοχείο διαστολής νερού
13. Βαλβίδα ασφαλείας νερού

Συμπεράσματα

Πιστεύουμε ότι οι πληροφορίες που έχουμε δώσει δεν ήταν κουραστικές ή πολύ θεωρητικές ή με πολλούς μαθηματικούς όρους. Ήταν όμως ικανές να δώσουν έμφαση στη σωστή λειτουργία μιας πολυλειτουργικής μονάδας και ενός συστήματος θέρμανσης.

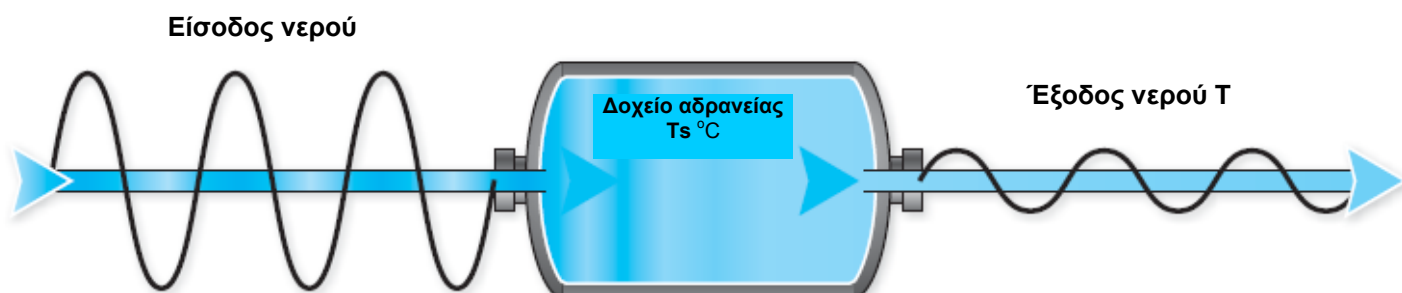
Κάποιες από τις απόψεις μας μπορεί να φαίνεται δύσκολο να εφαρμοστούν. Απολογούμαστε στον αναγνώστη και εμπιστευόμαστε αυτά που κατανοεί.

Παράρτημα: Το φαινόμενο αδράνειας στο σύστημα αποθήκευσης

Στην περίπτωση μιας μονάδας με on/off συμπιεστές (χωρίς ρύθμιση ψυκτικής ισχύος) η λειτουργία των συμπιεστών είναι, στην πράξη, διακοπτόμενη, αφού η απαίτηση ψύξης από τις εσωτερικές μονάδες μπορεί να μην ταιριάζει με το ψυκτικό φορτίο που παράγεται από την μονάδα. Στην περίπτωση των συστημάτων με χαμηλή περιεκτικότητα νερού, όπου το φαινόμενο της θερμικής αδράνειας είναι λιγότερο υπολογίσιμο, σας συμβουλεύουμε να ελέγχετε την περιεκτικότητα του νερού στο σύστημα για την ικανοποίηση των εσωτερικών μονάδων σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$V = \frac{P_F \times \Delta t}{\rho C_s \Delta T N_s}$$

V	Όγκος νερού στην μονάδα (m ³)
ρ	Πυκνότητα ρευστού m ³ /kg
C_s	Ειδική Θερμοχωρητικότητα ρευστού (j/kg x c ⁰)
Δt	Ελάχιστος χρόνος μεταξύ 2 εκκινήσεων των συμπιεστών (s)
ΔT	Επιτρεπόμενη διαφορά θερμοκρασίας του νερού (°C)
P_F	Ψυκτική ισχύς (W)
N_s	Αριθμός βημάτων ισχύος N ^o

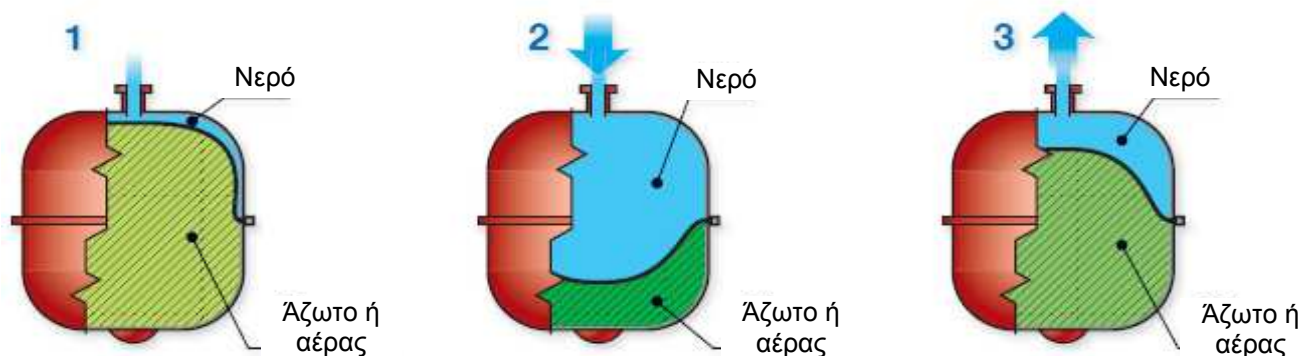


Παράρτημα: Υπολογισμός δοχείου διαστολής

Όπως πιθανόν ξέρετε, ο σκοπός ενός δοχείου διαστολής είναι να παραλαμβάνει τον όγκο νερού από τη θερμική διαστολή κατά τη μετάδοση θερμότητας σε ρευστό σε ένα κλειστό σύστημα (το οποίο μπορεί να προκαλέσει μέχρι και καταστροφή των σωληνώσεων). Επίσης να εξουδετερώνει το επιβλαβές για το σύστημα "πλήγμα πίεσης" (όταν η ροή του ρευστού σε έναν σωλήνα σταματήσει ξαφνικά απ' το κλείσιμο μιας βάνας). Αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται στα κλειστά δοχεία διαστολής τα οποία προγεμίζονται με άζωτο.

Το κλειστό δοχείο διαστολής έχει μεταλλικό εξωτερικό περίβλημα, μια ελαστική μεμβράνη και συνδέεται στο υδραυλικό σύστημα. Η μεμβράνη τεντώνεται όταν ο όγκος του νερού αυξάνει στο κύκλωμα. Αυτή η επιμήκυνση εξισορροπείται από το αέριο που γεμίζει τον εσωτερικό χώρο μεταξύ μεταλλικού τοιχώματος και μεμβράνης της μεταλλικής θήκης. Μετά τη διαστολή του νερού στο κύκλωμα, το αέριο το οποίο έχει συμπιεσθεί ωθεί το νερό στο πρωτεύον κύκλωμα.

Το σχέδιο παρακάτω δείχνει τη επαναφορά του όγκου με την διαστολή της μεμβράνης (συμπίεση του αερίου)



Παρακάτω είναι μια απλή εξίσωση (πηγή: ISPEL) υπολογισμού του ελάχιστου όγκου του δοχείου διαστολής:

$$V_{VASO} = \frac{V_W \times (E_F - E_i)}{1 - \left(\frac{P_{MIN}}{P_{MAX}} \right)}$$

Όπου:

V_{VASO} : Όγκος δοχείου διαστολής

E_f και E_i είναι οι συντελεστές για την διαστολή του νερού για τις τελική και αρχική (μέγιστη και ελάχιστη λειτουργία) θερμοκρασίες. Αυτοί δίδονται στον παρακάτω πίνακα για το νερό.

P_{max} και P_{min} είναι οι απόλυτες μέγιστη και ελάχιστη πίεση λειτουργίας (η ελάχιστη πιεση καθορίζεται από την προφόρτωση του δοχείου, η οποία πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,15 – 0,30 bar περισσότερη από την στατική πίεση όταν τοποθετήθηκε το δοχείο), V_W είναι ο όγκος του ρευστού στο σύστημα.

Επίσης ισχύει: $P_{απόλυτο} = P_{οργάνου} + P_{ατμοσφαιρικό}$ ή $P_{abs} = P_g + P_{atm}$

T	E
0°C	0,0001
5°C	0,0000
10°C	0,0003
15°C	0,0009
20°C	0,0018
25°C	0,0030
30°C	0,0043

T	E
35°C	0,0058
40°C	0,0078
45°C	0,0098
50°C	0,0121
55°C	0,0145
60°C	0,0170
65°C	0,0198

T	E
70°C	0,0227
75°C	0,0258
80°C	0,0290
85°C	0,0324
90°C	0,0359
95°C	0,0396
100°C	0,0434

Για παράδειγμα:

$$T_2 = 90^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{MIN}} = 1.5 \text{ bar,g}$$

$$P_{\text{MAX}} = 3.5 \text{ bar,g}$$

$$V_w = 1200 \text{ λίτρα}$$

$$V_{\text{VASO}} = \frac{1200 \times (0.0359 - 0.0009)}{1 - \left(\frac{2.5}{4.5} \right)} \cong 95 \text{ λίτρα}$$

Σημείωση: Εάν υπάρχει αντιπηκτικό υγρό στο σύστημα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι μεγαλύτερος από αυτόν του νερού, οπότε το δοχείο διαστολής θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΤΟ ΒΑΚΤΗΡΙΔΙΟ ΤΟΥ ΛΕΓΕΩΝΑΡΙΟΥ (legionella) ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Πρόληψη και έλεγχος μόλυνσης στο σύστημα νερού

Παρακάτω συνοψίζονται οι μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Τα μέτρα για την μακροχρόνια αποφυγή σχετίζονται με τον καλό σχεδιασμό του συστήματος ειδικότερα σε νοσοκομεία, εγκαταστάσεις θέρμανσης και γηροκομεία.

Θερμική αντιμετώπιση

Το φαινόμενο αποστείρωσης που βασίζεται στην αύξηση της θερμοκρασίας, τυγχάνει εφαρμογής σε νοσοκομεία και ξενοδοχεία. Τα συστήματα ζεστού νερού που κρατούνται σε θερμοκρασίες πάνω από 50°C είναι πιο δύσκολο να εμφανίσουν αποικία του βακτηριδίου. Η αύξηση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού είναι μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιείται για να ελέγξουν τη legionella στα συστήματα διανομής νερού. Θερμοκρασίες πάνω από 60°C καταπολεμούν το βακτήριο σε συνάρτηση με την διάρκεια έκθεσης σε αυτή την θερμοκρασία.

Θερμικό σοκ

Ανεβάζουμε τη θερμοκρασία ως τους 70-80°C για 3 ημέρες και αφήνουμε το νερό να τρέχει από την βρύση για περίπου 30 λεπτά την ημέρα. Κάποιοι προτείνουν να αδειάσουμε το δοχείο ζεστού νερού από πριν, να το καθαρίσουμε και να το απολυμαίνουμε με χλώριο (100mg/l για 12-14 ώρες).

Κατά τη διάρκεια της μεθόδου είναι σημαντικό να ελέγξουμε την θερμοκρασία του νερού ώστε αυτή να φτάσει και ή να ξεπεράσει τους 60°C. Εάν η θερμοκρασία δε φτάσει και δεν κρατηθεί εκεί, η διαδικασία δεν μπορεί να εξασφαλίσει την καταπολέμηση του βακτηριδίου.

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία δείγματα νερού πρέπει να πάνε για βακτηριδιακή ανάλυση και αν τα αποτελέσματα δείχνουν ακόμα ίχνη του βακτηριδίου, η διαδικασία θα πρέπει επαναληφθεί μέχρι να έχουμε αρνητικό αποτέλεσμα.

Οφέλη:

Δεν χρειάζεται κάποιος ιδιαίτερος εξοπλισμός, οπότε μπορεί να γίνει άμεση επέμβαση σε περίπτωση επιδημικού φαινομένου.

Μειονεκτήματα

Απαιτεί χρόνο και ανθρώπινο δυναμικό ή την εγκατάσταση αισθητήρων για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του νερού στα απομακρυσμένα σημεία και στις δεξαμενές καθώς και κατά τον χρόνο που έχουμε ροή νερού. Είναι ένας συστηματικός αλλά προσωρινός τρόπος καθώς το σύστημα νερού μπορεί να επαναποικισθεί μέσα σε διάφορες περιόδους, από κάποιες εβδομάδες έως μερικούς μήνες μετά το θερμικό σοκ, εάν η θερμοκρασία του νερού πέσει πάλι κάτω από τους 50°C.

Διατηρώντας συνεχή θερμοκρασία 55-60°C στο σύστημα και κάνοντας ανάμειξη με κρύο νερό

Αυτή η μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική αλλά απαιτεί υψηλή κατανάλωση ενέργειας και υψηλά κόστη και όχι πάντα συμβατά με τα γενικά κριτήρια ενεργειακής απόδοσης. Μπορεί επίσης να δημιουργήσει προβλήματα ασφάλειας στους χρήστες του συστήματος νερού.

Στην περίπτωση αυτή έχουμε δυο συστήματα ελέγχου όπου, το πρώτο (ένας θερμοστάτης ρυθμισμένος στους 55-60°C) ελέγχει την θερμοκρασία του νερού αποθήκευσης ενώ το δεύτερο (μίκτης) ελέγχει τη θερμοκρασία με την οποία το νερό διανέμεται, στους 42-44°C στο δίκτυο.

Λόγω των θερμοκρασιών που χρησιμοποιούνται, το βακτήριο της legionella δεν μπορεί να δημιουργηθεί στο δοχείο αλλά μπορεί στο δίκτυο διανομής και κυκλοφορίας

Για να πετύχουμε θερμική απολύμανση σε αυτά τα δυο σημεία πρέπει:

1. **Να παρακάμψουμε τον μίκτη με μια 2οδη βαλβίδα η οποία θα ελέγχεται από ένα χρονοδιακόπτη**
2. **Ρύθμιση στους 60° c (με έναν θερμοστάτη) της θερμοκρασίας παραγωγής του ζεστού νερού.**
3. **Να ανεβάζουμε την θερμοκρασία της βαλβίδας bypass για μισή ώρα το βράδυ όταν δεν έχουμε μεγάλη κατανάλωση ζεστού νερού, κυκλοφορώντας το νερό στους 60°C.**

Στην περίπτωση των συστημάτων όπου το νερό παράγεται και διανέμεται στους 45-48°, σε μια θερμοκρασία λίγο υψηλότερη από την κανονική δηλαδή, η τελική ρύθμιση γίνεται με την βρύση. Λόγω των σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών το βακτηρίδιο μπορεί να περάσει στο δοχείο και το δίκτυο διανομής. Υπάρχουν 3 λόγοι που η θερμική απολύμανση δεν είναι πρακτική για αυτά τα συστήματα.

1. Επειδή χρησιμοποιείς μόνο συστήματα ελέγχου δύο σημείων: του σημείου λειτουργίας παραγωγής (40-45°) και του σημείου απολύμανσης (60°)
2. Είναι δύσκολο να ελέγξεις τον χρόνο απολύμανσης γιατί θα πρέπει να ανεβάζεις την θερμοκρασία όχι μόνο στο δοχείο αλλά και στο δίκτυο διανομής.
3. Το νερό θα πρέπει να διανέμεται σε πολύ υψηλή θερμοκρασία και μετά την απολύμανση γιατί δεν υπάρχει έλεγχος του δοχείου παραγωγής. Συνήθως, λόγω των δυσκολιών, είναι πιο βολικό να αλλάζεις σύστημα ελέγχου και να χρησιμοποιείς αυτό με τον θερμοστάτη και τον μίκτη.-

This image shows a full page of blank white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for writing or drawing. There are no margins, text, or other markings present.



Αριστείδου 22, 19200 Ελευσίνα
Τηλ: 210 5548414, 210 5547692, Fax: 210 5549289
e-mail: info@tsitsos.gr, website: www.tsitsos.gr

