



EXECUTIVE DESIGN SHEET **OF A RETURN HEAT PUMP IN HOTEL**

by Dr Karagiorgas

Technology under suggestion: Return Hot Water Heat Pump

This Sheet is issued from the visit dated: 21/02/2004

Local and Person visited

Hotel Name	Hotel HILTON Athens
Persons visited	Botis Georges
Position	Maintenance Manager
Address	46 Vassilissis Sofias Avenue, Athens, Greece 11528
Telephone:	Tel: +30-210-7281000
Fax:	Fax: +30-210-7281111
e-mail:	hiltonathens.gr
Date of study	12/04/2004





ENGLISH SUMMARY

1. Hotel- details

Name : HILTON
Location : Athens, Attica
Client Activity : Business and tourism
Geography : City type
Operational Season : over the year
Occupied area : 4456 m²
Number of beds : 432

2. Description of technology

The return heat pump unit in the Athens Hilton Hotel, of capacity 255,8 kW, supplies the necessary hot water production, equal to 50450 lit/day. This amount represents 1.706.137 kWh per year energy consumption.

The unit cooling capacity is equal to 568.7 kW while the heating capacity is 824,5 kW. The unit control is based on the desired temperature of the hot water to be supplied at the condenser outlet.

Usually this temperature level is fixed at 55 °C with a temperature difference of 5 K.

3. Economic parameters

For this hot water production, the unit fees are yearly 47.272 €, while a conventional oil burner would make 133.079 €.

For the above calculation of fees, we took a **tariff list B1** which equals to **0,088€**.

A payback period of 2,2 years is estimated.



ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Για την δυνατότητα ανάκτησης της απορριπτόμενης θερμότητας από το σύστημα ψύξης θα χρησιμοποιείται η Αντλία Θερμότητας Νερού – Νερού ΑΘΝΝ κάθε φορά που διαμορφώνεται απαίτηση ψύξης στην εγκατάσταση.

Ο έλεγχος της Αντλίας Θερμότητας Νερού – Νερού θα γίνεται με βάση την επιθυμητή θερμοκρασία παραγωγής θερμού νερού στην έξοδο του συμπυκνωτή. Η επιθυμητή θερμοκρασία εξόδου θα είναι 55 °C με διαφορά θερμοκρασίας 5 °C.

Σκοπός της ΑΘΝΝ είναι να παραλαμβάνει και να ψύχει την απαιτούμενη ποσότητα των επιστρεφόμενων από το δίκτυο διανομής νερών, ώστε να παρέχει τη μέγιστη δυνατή ανάκτηση θερμότητας που είναι δυνατό να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί από το δίκτυο διανομής θερμού νερού.

Το ψυχρό νερό που παράγεται από την ΑΘΝΝ παροχετεύεται στον συλλέκτη πριν από τις αναχωρήσεις των επιστροφών των Ψυκτικών Συγκροτημάτων. Η θερμοκρασία του ψυχρού νερού της ΑΘΝΝ καθορίζεται κάθε φορά από τις απαιτήσεις θερμού νερού και συνεπώς δεν είναι σταθερή.

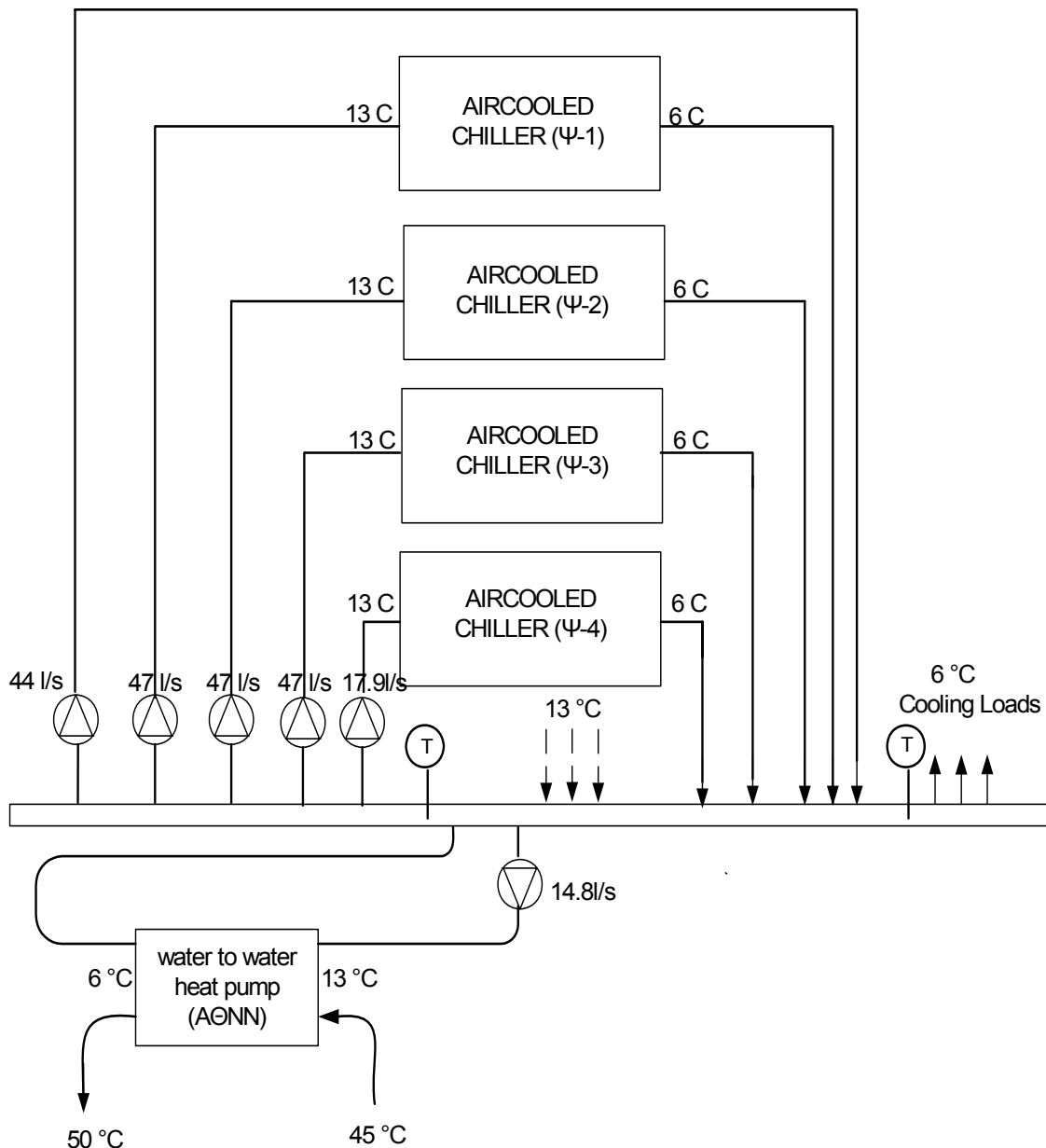
ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΡΓΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΝ ATHENS HILTON

Περιγραφή Λειτουργιών

1. Ψυχρό Νερό στο πρωτεύον δίκτυο παραγωγής ψυχρού νερού
2. Λειτουργία Ψυκτών #1 ως #4
3. Λειτουργία Ψύκτη #5
4. Συλλέκτης ανάκτησης θερμού νερού
5. Λειτουργία Πύργων Ψύξης
6. Νερό ψυγείων
7. Μετάδοση σημείων ελέγχου μέσω πρωτοκόλλου

HOTEST



Αναλυτικά:

1. Ψυχρό Νερό στο πρωτεύον δίκτυο παραγωγής ψυχρού νερού.

Τοποθετούνται από ένα αισθητήριο θερμοκρασίας εμβαπτίσεως με κωδικό **T2-4**, και **T2-3** στην προσαγωγή / επιστροφή αντίστοιχα στο ψυχοστάσιο.

Τοποθετείται ένα αισθητήριο θερμοκρασίας εμβαπτίσεως με κωδικό **T2-2** στην είσοδο του συστήματος ψυκτών, στο +2.00, μετά από το σημείο ανάμιξης του νερού που επιστρέφει από τα φορτία με το νερό που παρακάμπτεται μέσω του Bypass.



$$Q(W)=4,18*L/(3,600)S*DT$$

LT/DAY	W*H	KW*H	TEM	total KW*H
500	23.222	23	5	116
2500	116.111	116	7	813
2500	116.111	116	9	1.045
2500	116.111	116	3	348
4950	229.900	230	1	230
1500	69.667	70	1	70
7000	325.111	325	3	975
4000	185.778	186	5	929
1000	46.444	46	1	46
17000	789.556	790	1	790
2000	92.889	93	1	93
4000	185.778	186	1	186
1000	46.444	46	1	46

kWh/y/kWα/θ 3000.064

€/kWα/θ 81.13589

€/y/kWα/θ 37

y 2.2

5.687	kWh PER DAY	
170.614	kWh PER MONTH	30 days
1.706.137	kWh PER YEAR	10 months

OIL Costs:	0.040	€/kWH	WINTER SEASON
	68.245	€/ ETOΣ	

OIL Costs:	0.078	€/kWH	SUMMER SEASON
	133.079	€/ ETOΣ	

568.7 conditions in/out: 6 °C - 12 °C

255.8

824.5 conditions in/out: 50 °C - 55 °C

ELECTRICIT	0.088	€/kWH
	47.272	€/ ETOΣ

7 **try yourself here !**

5.772

173.145

1.731.450

955.414
420.1681 84.03361345



Τοποθετείται ένα αισθητήριο θερμοκρασίας εμβαπτίσεως με κωδικό **T2-1** στην έξοδο του συστήματος ψυκτών, στο +2.00, μετά από το σημείο ανάμιξης του νερού που προσάγεται από τους ψύκτες με το νερό που παρακάμπτεται μέσω του Bypass, και πριν την πρώτη διανομή φορτίων ψυχρού νερού.

Οι 4 ψύκτες RTHC παραλληλίζονται ισοδύναμα, ενώ ο 5ος Ψύκτης RTWB λειτουργεί συνεχώς και έχει προτεραιότητα σαν βασικός ψύκτης ανάκτησης θερμότητας ή μικρών ψυκτικών φορτίων.

Στο ισοζύγιο των φορτίων, ο ένας Ψύκτης RTHC είναι εφεδρικός.

Ο κεντρικός πίνακας ελέγχου Tracer Summit BCU, επιτηρεί τη λειτουργία του συστήματος και ενεργοποιεί (προσθέτει) ή απενεργοποιεί (αφαιρεί) ψύκτες ως εξής:

Λογική Πρόσθεσης - Η λογική πρόσθεσης συγκρίνει την θερμοκρασία εξόδου του συστήματος προς τα φορτία, με το σημείο ρύθμισης της θερμοκρασίας παροχής (6,5 °C) + την νεκρή ζώνη (1 °C). Αν η θερμοκρασία εξόδου υπερβαίνει το σημείο ρύθμισης + την νεκρή ζώνη, δημιουργείται η απαίτηση για προσθήκη ψύκτη. Αν η απαίτηση για προσθήκη υφίσταται για 15 λεπτά, προστίθεται (ενεργοποιείται) ο επόμενος ψύκτης. Αν εμφανιστεί ταυτόχρονη απαίτηση προσθήκης και αφαίρεσης εκτελείται η προσθήκη.

Λογική Αφαίρεσης - Αν η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου – εξόδου νερού (ΔT) του συστήματος είναι μικρότερο από το ΔT της αφαίρεσης τότε δημιουργείται η απαίτηση για αφαίρεση. Αν η απαίτηση για αφαίρεση υφίσταται συνεχώς για 20 λεπτά, τότε αφαιρείται ψύκτης.

Το ΔT της αφαίρεσης είναι ένα μέτρο για την απομένουσα ισχύ του ψυκτικού συστήματος αν ο ψύκτης, που πρόκειται να αφαιρεθεί απενεργοποιηθεί. Η τιμή της αφαίρεσης του ΔT υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα:

- Το ΔT σχεδίασης του συστήματος ψυχοστασίου.
- Η ψυκτική ισχύς του ψύκτη που θα αφαιρεθεί
- Η ψυκτική ισχύς των ψυκτών που είναι σε λειτουργία.
- Η συνολική ψυκτική ισχύς όλων των ψυκτών.
- Η νεκρή ζώνη αφαίρεσης θερμοκρασίας

Περιστροφή Ψυκτών - Η διαδοχή των ψυκτών γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε ο τελευταίος ψύκτης που ενεργοποιείται είναι ο πρώτος που θα απενεργοποιηθεί. Εβδομαδιαία γίνεται περιστροφή της σειράς των ψυκτών.

2. Λειτουργία Ψυκτών #1 ως #4

Η εκκίνηση των αντλιών ψυχρού νερού, γίνεται από το ΑΚΕ TRANE με κωδικό PCM 1.1 για τους ψύκτες #1, #3 και PCM 1.2 για τους ψύκτες #2, #4.

Για να αποφευχθεί τυχόν υπερφόρτωση του μετασχηματιστή ισχύος, επιτηρείται το ηλεκτρικό φορτίο του, με αναλογικό σήμα 0-10V που λαμβάνεται μέσω του BMS JOHNSON CONTROLS. Το σύστημα ελέγχου παρεμβαίνει χαμηλώνοντας το όριο ανώτατης ηλεκτρικής φόρτισης του ψύκτη, ώστε να διατηρείται το ηλεκτρικό φορτίο του μετασχηματιστή στο επιθυμητό όριο. Στη συνέχεια, για να διατηρείται η θερμοκρασία εξόδου νερού από τον ψύκτη στους 7°C, ρυθμίζεται η παροχή νερού



των αντλιών, μέσα στα όρια ασφαλούς λειτουργίας του ψύκτη, με ρύθμιση στροφών του αντίστοιχου **INV EVP-1** έως **INV EVP-4**.

Αν παρά τις ενέργειες που περιγράφονται παραπάνω, η απορροφούμενη ισχύς από το μετασχηματιστή, αυξηθεί τόσο ώστε ο μετασχηματιστής να μην διαθέτει την απαραίτητη ισχύ για να λειτουργήσει ο ψύκτης, το BMS JOHNSON CONTROLS, ανοίγει την ψυχρή επαφή που είναι συνδεδεμένη στο “emergency stop” του ψύκτη, και ο ψύκτης σταματά αμέσως, ακολουθούμενος από τις αντλίες που τον εξυπηρετούν.

Σε κάθε ψύκτη τοποθετούνται ηλεκτρονικοί διακόπτες ροής, που συνδέονται στην τοπική μονάδα ελέγχου του ψύκτη, για την επιβεβαίωση ύπαρξης της ελάχιστης αναγκαίας ροής νερού στον εξαμιστή και στον συμπυκνωτή.

Η εκκίνηση των αντλιών συμπυκνωτή, γίνεται από το AKE TRANE με κωδικό PCM 1.1 για τους ψύκτες #1, #3 και PCM 1.2 για τους ψύκτες #2, #4.

Για να επιτευχθεί η ομαλότερη εκκίνηση και λειτουργία των ψυκτών, ρυθμίζεται η παροχή νερού των αντλιών, με ρυθμιστή στροφών του αντίστοιχου **INV CDS-1** έως **INV CDS-4**, λαμβάνοντας υπ’ όψιν τις παραμέτρους λειτουργίας του ψύκτη (πίεσεις ψυκτικού, λαδιού κτλ).

Για να εξοικονομηθεί ενέργεια, επιτηρείται η διαφορά πίεσης συμπύκνωσης – εξατμίσης, η οποία έχει την τάση να μειωθεί σε συνθήκες μερικού φορτίου, και γίνεται επαναρύθμιση των στροφών της αντλίας, ώστε να διατηρηθεί στα 380 Pa (ρυθμιζόμενο)

3. Λειτουργία Ψύκτη #5

Ο 5ος Ψύκτης RTWB έχει δύο τρόπους λειτουργίας:

- Όταν δεν υπάρχουν θερμαντικά φορτία ή το ψυκτικό φορτίο είναι πολύ χαμηλό, τότε αναρροφά από την κεντρική επιστροφή και προσάγει στην κεντρική προσαγωγή μέσω της δίοδης **YSV-1**. Το σημείο ρύθμισης εξόδου νερού από τον εξαμιστή είναι 7° C.
- Όταν υπάρχουν θερμαντικά φορτία, αναρροφά από την κεντρική επιστροφή και προσάγει ψυχρό νερό στην κεντρική επιστροφή μέσω της δίοδης **YSV-2**. Σε αυτή τη λειτουργία, γίνεται διόρθωση του σημείου ρύθμισης εξόδου νερού από τον εξαμιστή ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία εξόδου του συμπυκνωτή τους 55° C.

Η εκκίνηση των αντλιών εξαμιστή και συμπυκνωτή, γίνεται από τον Ψηφιακό πίνακα επάνω στον Ψύκτη με ψυχρές επαφές, που διαθέτει.

Για την επιβεβαίωση ύπαρξης ροής νερού στον εξαμιστή και στον συμπυκνωτή, τοποθετούνται ηλεκτρονικοί διακόπτες ροής, που συνδέονται στην τοπική μονάδα ελέγχου του ψύκτη,

4. Συλλέκτης ανάκτησης θερμού νερού.

Από τον συλλέκτη αυτό αναρροφούν οι αντλίες θερμού νερού Pcr-2, Pcr-3 πρωτεύοντος εναλλακτών HX-1 και HX-5.



Επίσης από τον συλλέκτη αυτόν αναρροφά η αντλία Pcr-4 που καταθλίβει προς το δίκτυο νερού του Πύργου Ψύξης.

Σε κάθε αντλία νερού τοποθετείται διαφορικός πιεσοστάτης νερού **WPD-3**, **WPD-4**, **WPD-5** για την επιβεβαίωση λειτουργίας.

Επάνω στον συλλέκτη αυτόν τοποθετείται ένα αισθητήριο εμπάπτισης **T2-7** πριν την είσοδο του 1ου εναλλάκτη, **T2-8** μετά την έξοδο του 1ου εναλλάκτη, **T2-9** μετά την έξοδο του 2ου εναλλάκτη.

Από τη διαφορά θερμοκρασίας του αισθητηρίου T2-9 με τη θερμοκρασία του νερού στην έξοδο του συμπυκνωτή του ψύκτη #5 διαπιστώνεται η ύπαρξη θερμαντικών φορτίων.

Το ΑΚΕ TRANE με κωδικό PCM 1-4, ρυθμίζει τους ρυθμιστές στροφών INV Pcr-2, INV Pcr-3, ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη θερμοκρασία εξόδου από κάθε εναλλάκτη. Επίσης ρυθμίζει την βαλβίδα **YCV-1** που βρίσκεται στην έξοδο του εναλλάκτη HX-1 σε διαδοχή με το INV PRC-2. Τέλος ρυθμίζει παροχή νερού προς το δίκτυο του Πύργου Ψύξης μέσω του INV Prc 4, ώστε η θερμοκρασία εισόδου συμπυκνωτή του ψύκτη #5 να είναι 50° C.

5. Λειτουργία Πύργων Ψύξης

- Στον Πύργο Ψύξης CT-1, τοποθετείται σε κάθε μια από τις δύο εισόδους νερού μία 2-οδος ηλεκτροκίνητη βαλβίδα 2-θέσων **YSV-5 & YSV-6**. Στην έξοδο του πύργου ψύξης, στο σωλήνα παραλληλισμού, τοποθετείται ένα αισθητήριο θερμοκρασίας εμπάπτισης **T2-10**.
- Αντίστοιχα, στον αντίστοιχο Πύργο Ψύξης CT-2, τοποθετείται σε κάθε μια από τις δύο εισόδους νερού μία 2-οδος ηλεκτροκίνητη βαλβίδα 2-θέσων **YSV-7 & YSV-8** και ένα αισθητήριο θερμοκρασίας εμπάπτισης **T2-11**, στην έξοδο του πύργου ψύξης, στο σωλήνα παραλληλισμού.

Καθορισμός θερμοκρασίας

Το σημείο ρύθμισης θερμοκρασίας νερού εξόδου από τους πύργους υπολογίζεται λαμβάνοντας υπ' όψιν τη θερμοκρασία υγρού βολβού περιβάλλοντος (υπολογιζόμενη από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία), τη φόρτιση των ψυκτών, και τις θερμοκρασίες νερού των ψυκτών. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με τη χρήση ειδικού αλγόριθμου σχεδιασμένου από την TRANE, ο οποίος επιτυγχάνει τη βέλτιστη εξοικονόμηση ενέργειας στο σύστημα, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την καλή λειτουργία του. Το σημείο ρύθμισης της θερμοκρασίας εξόδου νερού από τους πύργους περιορίζεται εντός της περιοχής της επιτρεπόμενης θερμοκρασίας εισόδου νερού στους συμπυκνωτές των ψυγείων.

Λειτουργία βαλβίδων

- Ανάλογα με την λειτουργία των αντλιών των συμπυκνωτών, ενεργοποιούνται οι βαλβίδες 2-θέσων **YSV-5** ως **YSV-8**. Μια βαλβίδα παραμένει πάντα ανοικτή για να εξασφαλιστεί η κυκλοφορία νερού προς το δίκτυο των ψυγείων.



- Αν η θερμοκρασία εξόδου νερού από τους πύργους γίνει χαμηλότερη από την κατώτατη επιτρεπτή (20 °C), οι βαλβίδες 2-θέσεων **YSV-5** ως **YSV-8** κλείνουν και οι βαλβίδες παράκαμψης **YSV-3** και **YSV-4** ανοίγουν.

Λειτουργία ανεμιστήρων

Οι ανεμιστήρες των Πύργων ελέγχονται από τις αντίστοιχες μονάδες ελέγχου AKE TRANE με κωδικούς PCM 2-1 και PCM 2-2 ως εξής:

- Όταν κάποια από τις 2-οδες βαλβίδες του πύργου ανοίξει, υπολογίζεται η επιθυμητή φόρτιση του ανεμιστήρα, για τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας νερού.
- Όταν η επιθυμητή φόρτιση, είναι ως 20% λειτουργεί ο μικρός κινητήρας στη χαμηλή ταχύτητα, από 20% ως 40% ενεργοποιείται η υψηλή ταχύτητα, ενώ πάνω από το 40% σταματάει ο μικρός κινητήρας και ενεργοποιείται ο μεγάλος ο οποίος λειτουργεί μέσω inverter σε εύρος 40% ως 100%.
- Σε περίπτωση βλάβης του Inverter, λειτουργεί ο κινητήρας δύο ταχυτήτων και τίθεται εντός / εκτός σε δύο βήματα HIGH/LOW, κάνοντας βηματικό έλεγχο της θερμοκρασίας εξόδου νερού από τον πύργο.
- Αν οι κάποιος από τους χειροκίνητους επιλογικούς διακόπτες του πίνακα τεθεί σε θέση άλλη της «Auto», όλες οι εντολές των κινητήρων του αντίστοιχου πύργου ψύξης απενεργοποιούνται.

6. Νερό ψυγείων

Τοποθετείται από ένα αισθητήριο θερμοκρασίας εμβαπτίσεως **T-5 & T-6** στην είσοδο / έξοδο νερού για τα ψυγεία.

Η εκκίνηση των αντλιών PC-6 και PC-7 γίνεται από το AKE TRANE με κωδικό PCM 1-3.

Σε κάθε αντλία νερού τοποθετείται διαφορικός πρεσσοστάτης νερού **WPD-1 & WPD-2** για την επιβεβαίωση λειτουργίας.

Σε περίπτωση που δεν λειτουργεί η εγκατάσταση παραγωγής ψυχρού νερού και δεν διατίθεται κυκλοφορία νερού από τους Πύργους Ψύξης, τότε δίδεται εντολή προς τις δύοδες ηλεκτροκίνητες βαλβίδες 2-θέσεων **YSV-3 & YSV-4** έτσι ώστε να παρακάμψουν τους Πύργους CT-1 και CT-2.

7. Μετάδοση σημείων ελέγχου μέσω πρωτοκόλλου.

Μέσω της συσκευής TCI-b, θα γίνεται μεταφορά πληροφοριών προς το BMS JOHNSON CONTROLS σε πρωτόκολλο ModBus.