

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ – Δ.Ε.ΤΗ.Π.

**ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΤΕΥΧΟΣ : «ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ»**

ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ & ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ
Δ.Ε.ΤΗ.Π.
Ιούνιος 2014

Περιεχόμενα

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	2
2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	4
2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΧΕΙΑ	4
2.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	4
2.3. ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	5
2.4. ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΩΝ	7
2.5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	8
2.6. ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ	9
2.7. ΔΙΚΤΥΟ ΠΡΟΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	11
2.8. ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	14



Εικόνα 1. Κεντρικό Αντλιοστάσιο ΔΕΤΗΠ στην νότια είσοδο της Πτολεμαΐδας

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Στα πλαίσια της αξιοποίησης του δυναμικού συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, που υπήρχε λόγω της κατασκευής των Ατμοηλεκτρικών Σταθμών (ΑΗΣ) της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) στην Πτολεμαΐδα και με δεδομένα την εγγύτητα στην πόλη και το χαμηλό κόστος παραγωγής της θερμικής ενέργειας από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας, τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής, την ικανοποιητική δόμηση της πόλης Πτολεμαΐδας και την πολύ καλή χρηματοδότηση από το πρόγραμμα της Ε.Ε. VALOREN, ο Δήμος Πτολεμαΐδας (σήμερα Δήμος Εορδαίας) αποφάσισε και υλοποίησε **το πρώτο μεγάλης κλίμακας σύστημα τηλεθέρμανσης (τ/θ) στην Ελλάδα.**

Το σύστημα της Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας **τέθηκε σε λειτουργία τον Δεκέμβριο του 1993** και από το 1994 την διαχείριση του έχει αναλάβει η Δημοτική Επιχείρηση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας [Δ.Ε.ΤΗ.Π.], η οποία ανήκει στον Δήμο Εορδαίας.

- **1991-1993:** Αρχικά η τ/θ αναπτύχθηκε στο κεντρικό τμήμα της πόλης (Α' Φάση) και περιέλαβε τα εξής υποσυστήματα:
 - τις εγκαταστάσεις απομάστευσης ατμού και μετάδοσης θερμότητας στον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας,
 - τον δίδυμο μεταφοράς θερμικής ενέργειας από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας προς την πόλη,
 - τα αντλιοστάσια μεταφοράς και διανομής,
 - το δίκτυο διανομής στο ευρύτερο κέντρο της πόλης (Ζώνη Α)
 - τους θερμικούς υποσταθμούς σύνδεσης των κτιρίων (καταναλωτών).

Στη συνέχεια η τ/θ αναπτύχθηκε, λόγω τόσο του καινοτόμου χαρακτήρα του έργου όσο και της απαίτησης υψηλών κεφαλαίων επένδυσης, σε διαδοχικές χρονικές περιόδους και φάσεις για να καλύψει το σύνολο της πόλης, όπως αναλύεται χρονικά παρακάτω:

- **1995:** βελτιστοποιήθηκε το αρχικό δίκτυο διανομής της Α' Φάσης,
- **2000:** κατασκευάστηκε η πρώτη μεγάλη επέκταση του δικτύου διανομής της πόλης (Β' Φάση), η οποία τέθηκε σε λειτουργία ταυτόχρονα με το λεβητοστάσιο αιχμής - εφεδρείας και το πρόσθετο αντλιοστάσιο διανομής,
- **2001:** αυτοματοποιήθηκε πλήρως η λειτουργία των αντλιοστασίων της τηλεθέρμανσης,
- **2004:** ενισχύθηκε το σύστημα με θερμική ενέργεια 25 MWth από τον ΑΗΣ ΛΚΔΜ, ο οποίος στην συνέχεια αποσύρθηκε το φθινόπωρο του 2013,
- **2006:** εγκαταστάθηκαν οι δεξαμενές αποθήκευσης θερμότητας (3X600 μ³, 105 MWhth), οι οποίες συμβάλλουν στην κάλυψη του θερμικού φορτίου αιχμής και στην ομαλή παραγωγή θερμικής ενέργειας,
- **2007:** κατασκευάστηκε επέκταση του δικτύου διανομής (Γ' Φάση) που περιέλαβε τον περιμετρικό δακτύλιο της πόλης (διαμέτρου DN300) και τμήματα εκατέρωθεν αυτού και ταυτόχρονα συνδέθηκε η περιοχή και το Μποδοσάκειο Νοσοκομείο Πτολεμαΐδας,
- **2011:** κατασκευάστηκε ο αγωγός μεταφοράς ΑΗΣ Καρδιάς – Πτολεμαΐδα,
- **2013:** ολοκληρώθηκε η δεύτερη μεγάλη επέκταση του δικτύου διανομής στην πόλη της Πτολεμαΐδας (Δ' Φάση).

Οι μελέτες εφαρμογής των έργων της τ/θ εκπονήθηκαν από την ANKO A.E.

Το Τμήμα Μελετών & Επίβλεψης της ΔΕΤΗΠ μελέτησε και υλοποίησε την αναβάθμιση των συστημάτων αυτοματισμού, την εποπτεία και επίβλεψη υλοποίησης όλων των έργων και προμηθειών και τις επικαιροποιήσεις των μελετών εφαρμογής.

Τα μοναδικά περιβαλλοντικά, οικονομικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα έχουν καταστήσει την τ/θ αποκλειστικό σχεδόν τρόπο θέρμανσης των κατοίκων της Πτολεμαΐδας.

2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΧΕΙΑ

Με το Σύστημα της Τηλεθέρμανσης η πόλη της Πτολεμαΐδας τροφοδοτείται με θερμότητα κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου (Οκτώβριος- Μάιος).

Τα κύρια μέρη – συστήματα από τα οποία αποτελείται η τηλεθέρμανση Πτολεμαΐδας είναι τα εξής:

- I. Εγκαταστάσεις παραγωγής θερμικής ενέργειας.
- II. Δίκτυο Μεταφοράς και Αντλιοστάσια Μεταφοράς θερμικής ενέργειας.
- III. Δίκτυο Διανομής και Αντλιοστάσια Διανομής θερμικής ενέργειας.
- IV. Θερμικοί Υποσταθμοί και Αντλιοστάσια Υποπεριοχών της πόλης.
- V. Εγκατάσταση Αποθήκευσης θερμικής ενέργειας.
- VI. Θερμικοί Υποσταθμοί και δίκτυα καταναλωτών.

2.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η παραγωγή της θερμότητας πραγματοποιείται μέσω καύσης λιγνίτη στις συμπαραγωγικές ατμοηλεκτρικές μονάδες της ΔΕΗ και για τις ανάγκες αιχμής του θερμικού φορτίου και εφεδρείας, μέσω καύσης πετρελαίου στον λέβητα της Δ.Ε.ΤΗ.Π.

Αναλυτικότερα η παραγωγή θερμότητας γίνεται:

1. στην συμπαραγωγική εγκατάσταση του ΑΗΣ ΛΚΔΜ, με θερμική ισχύ **25 MW_{th}**, (ο σταθμός αποσύρθηκε από την ΔΕΗ το έτος 2013)
2. στην συμπαραγωγική εγκατάσταση της Μονάδας III του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας, με θερμική ισχύ **50 MW_{th}**, (ο σταθμός θα αποσύρθεί από την ΔΕΗ την περίοδο 2014-2015)
3. στις συμπαραγωγικές εγκαταστάσεις των Μονάδων III και IV του ΑΗΣ Καρδιάς, με θερμική ισχύ **100 MW_{th}** και
4. στο λεβητοστάσιο αιχμής – εφεδρείας, το οποίο βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του κεντρικού αντλιοστασίου της Δ.Ε.ΤΗ.Π. (εικ. 1), στο χώρο του πρώην αγροκηπίου της Πτολεμαΐδας, με καύσιμο πετρέλαιο και λέβητα ισχύος **25 MW_{th}**.

Συμπαραγωγή: Με την εγκατάσταση της Συμπαραγωγής - δηλαδή της ταυτόχρονης παραγωγής - Ηλεκτρικής και Θερμικής ενέργειας [**ΣΗΘ**], αυξάνεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων της ΔΕΗ, έναντι της ξεχωριστής παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, εξοικονομείται πρωτογενές καύσιμο και μειώνονται οι συνολικές εκπομπές ρύπων.

Η ΣΗΘ του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας και Καρδιάς γίνεται με απομάστευση ατμού από τις βαθμίδες της μέσης και χαμηλής πίεσης των ατμοστροβίλων των λιγνιτικών μονάδων. Στην

συνέχεια ο ατμός ψύχεται και συμπυκνώνεται σε κατάλληλους εναλλάκτες ατμού - νερού, τύπου κελύφους - σωλήνα (Shell & Tube) όπου γίνεται η μετάδοση θερμότητας, θερμαίνοντας το νερό των επιστροφών της τ/θ από την πόλη, από τους 65°C-70°C στους 115°C -120°C.

Λέβητας εφεδρείας –αιχμής: Ο αυτόνομος, χαλύβδινος λέβητας υπέρθερμου νερού για την παραγωγή θερμότητας εφεδρείας –αιχμής, είναι ονομαστικής ισχύος 24,71 MW_{th} και έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- είναι τριπλής διαδρομής καυσαερίων,
- διαθέτει δύο καυστήρες και δύο ανεξάρτητους φλογοθαλάμους,
- έχει την δυνατότητα καύσης εναλλακτικά πετρελαίου, υγραερίου/φυσικού αερίου ή μαζούτ,
- παράγει θερμό νερό 120°C,
- είναι ονομαστικής πίεσης PN 16 bar,
- έχει πιστοποιημένο βαθμό απόδοσης 93,1% και διαθέτει οικονομητήρα (economizer) για βελτίωση του βαθμού απόδοσης.

2.3. ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Το υπέρθερμο νερό των 115°C-120°C που παράγεται στους ΑΗΣ, προσάγεται με τους αγωγούς μεταφοράς στο κεντρικό αντλιοστάσιο της Δ.Ε.ΤΗ.Π. που βρίσκεται στο 0,5 χλμ ΕΟ Πτολεμαΐδας – Κοζάνης (εικ.1), στη συνέχεια διανέμεται στην πόλη με τους αγωγούς διανομής, μεταδίδει την θερμότητα στους καταναλωτές όπου και ψύχεται και επιστρέφει μέσω των αγωγών επιστροφής για επαναθέρμανση στους ΑΗΣ.

Το δίκτυο μεταφοράς τ/θ αποτελείται από δύο αυτόνομους κλάδους:

Α) 1^{ος} κλάδος μεταφοράς: αποτελείται από δίδυμους χαλύβδινους μονωμένους αγωγούς, τον αγωγό προσαγωγής και τον αγωγό επιστροφής, ονομαστικής διαμέτρου DN 400 mm έκαστος, οι οποίοι οδεύουν παράλληλα, σε μήκος 5,6 km και διασυνδέουν την Μονάδα III του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας με την πόλη της Πτολεμαΐδας. Τμήμα του εν λόγω αγωγού είναι υπέργειο και το υπόλοιπο υπόγειο εντός μη επισκέψιμης σήραγγας από σκυρόδεμα.

Σε συνέχεια του παραπάνω αγωγού προς τον νότο, υπάρχει ο αγωγός μεταφοράς ο οποίος αποτελείται από δίδυμους χαλύβδινους προμονωμένους αγωγούς, τον αγωγό προσαγωγής και τον αγωγό επιστροφής, ονομαστικής διαμέτρου DN 300 mm έκαστος, οι οποίοι οδεύουν παράλληλα, σε μήκος 1,5 km και διασυνδέουν τον ΑΗΣ ΛΚΔΜ με την πόλη της Πτολεμαΐδας.

Ο αγωγός προσαγωγής μεταφέρει το υπέρθερμο νερό θερμοκρασίας 120°C, μέσω του αντλιοστασίου αποστολής Α3, μέχρι τα αντλιοστάσια διανομής Α1 και Α11, τα οποία προωθούν το υπέρθερμο νερό προς το δίκτυο διανομής της πόλης, ενώ ο α-

αγωγός επιστροφής, επιστρέφει για επαναθέρμανση στους ΑΗΣ το ψυχρό νερό που απέδωσε στην πόλη τη θερμική του ενέργεια, μέσω του αντλιοστασίου Α2.

Η κυκλοφορία του νερού στο θερμικό κλειστό κύκλωμα: ΑΗΣ, αγωγός προσαγωγής, δίκτυο διανομής, αγωγός επιστροφής στους ΑΗΣ, πραγματοποιείται με τα εγκατεστημένα αντλιοστάσια Α1, Α11, Α2, Α3.

Τα αντλιοστάσια Α1, Α11 και Α2 είναι εγκατεστημένα σε κοινό κτίριο - το κεντρικό αντλιοστάσιο - στην είσοδο της Πτολεμαΐδας, όπου βρίσκεται και το λεβητοστάσιο, ενώ το αντλιοστάσιο Α3 είναι εγκατεστημένο σε κτίριο που βρίσκεται στο προαύλιο του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας.

Β) 2^{ος} κλάδος μεταφοράς: αποτελείται από δίδυμους υπόγειους χαλύβδινους προμονωμένους αγωγούς, τον αγωγό προσαγωγής και τον αγωγό επιστροφής, ονομαστικής διαμέτρου DN 500 mm έκαστος, οι οποίοι οδεύουν παράλληλα, σε μήκος 16,7 km και διασυνδέουν τις Μονάδες III και IV του ΑΗΣ Καρδιάς με την πόλη της Πτολεμαΐδας (εικ. 2). Τμήμα του 2^{ου} κλάδου μεταξύ αντλιοστασίου ΑΚ1 και ΑΗΣ Καρδιάς έχει ονομαστική διάμετρο DN 600 mm και μήκος 400 μέτρα.



Εικόνα 2. Αγωγοί Μεταφοράς ΑΗΣ Καρδιάς.

Ο αγωγός προσαγωγής μεταφέρει το υπέρθερμο νερό θερμοκρασίας 120°C, μέσω του αντλιοστασίου αποστολής ΑΚ1, μέχρι τα αντλιοστάσια διανομής Α1, Α11 και Α4, ενώ ο αγωγός επιστροφής, επιστρέφει μέσω του αντλιοστασίου ΑΚ2, στον ΑΗΣ Καρδιάς για επαναθέρμανση το ψυχρό νερό που απέδωσε στην πόλη τη θερμική του ενέργεια.

Η κυκλοφορία του υπέρθερμου νερού στο θερμικό κλειστό κύκλωμα: ΑΗΣ Καρδιάς, αγωγός προσαγωγής, κεντρικό αντλιοστάσιο, αγωγός επιστροφής στον ΑΗΣ, πραγματοποιείται με τα εγκατεστημένα αντλιοστάσια ΑΚ1 και ΑΚ2. Τα αντλιοστάσια Α4, Α1, Α11 που είναι υδραυλικά διαχωρισμένα από τα αντλιοστάσια ΑΚ1 και ΑΚ2 μέσω εναλλακτών θερμότητας, προωθούν το υπέρθερμο νερό προς το δίκτυο διανομής της πόλης.

Τα αντλιοστάσια ΑΚ2, Α4, είναι εγκατεστημένα σε κοινό κτίριο στην είσοδο της πόλης, όπου βρίσκονται τα Α1, Α11 και Α2 και το λεβητοστάσιο, ενώ το αντλιοστάσιο ΑΚ1 είναι εγκατεστημένο σε κτίριο που βρίσκεται στο προαύλιο του ΑΗΣ Καρδιάς.

2.4. ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΩΝ

Το δίκτυο διανομής πόλης είναι υπόγειο, αποτελούμενο από προμονωμένους χαλύβδινους σωλήνες ίδιων τεχνικών προδιαγραφών με το δίκτυο μεταφοράς και διακρίνεται σε **πρωτεύον και δευτερεύον**. Το πρωτεύον δίκτυο διανομής λειτουργεί με θερμοκρασίες προσαγωγής – επιστροφής 115°C-65°C και το δευτερεύον δίκτυο διανομής με ονομαστικές θερμοκρασίες προσαγωγής – επιστροφής 80°C-60°C.



Εικόνα 3 Αντλιοστάσιο Διανομής A11

Τα αντλιοστάσια διανομής A1, A11 (εικ. 3) και A4 από το κεντρικό αντλιοστάσιο, καταθλίβουν το υπέρθερμο νερό θερμοκρασίας 115°C-120°C στο πρωτεύον δίκτυο διανομής, που τροφοδοτεί :

α. δέκα (10) κύριους Θερμικούς Υποσταθμούς Υποπεριοχής, που βρίσκονται σε επιλεγμένα σημεία της πόλης, και

β. απευθείας τα κτίρια μέσω Θερμικών Υποσταθμών Καταναλωτών.

Πιο συγκεκριμένα:

- Στους Υποσταθμούς Υποπεριοχής μέσω πλακοειδών εναλλακτών θερμότητας νερού - νερού μεταδίδεται η θερμότητα στο δευτερεύον δίκτυο διανομής της πόλης με υποβιβασμό της θερμοκρασίας από τους 115°C στους 80°C-90°C. Οι εν λόγω υποσταθμοί μέσω των αντλητικών συγκροτημάτων τους, ανακυκλοφορούν το θερμό νερό στο δευτερεύον δίκτυο διανομής και τροφοδοτούν απ' ευθείας τα εσωτερικά δίκτυα των καταναλωτών (κτιρίων), όπου για τη ρύθμιση των θερμικών φορτίων έχουν εγκατασταθεί **Θερμικοί Υποσταθμοί Καταναλωτών, χωρίς** εναλλάκτες θερμότητας. Οι υποσταθμοί καταναλωτών είναι απαραίτητοι για την ρύθμιση του θερμικού φορτίου. Το παραπάνω σύστημα σύνδεσης των καταναλωτών με την τ/θ ονομάζεται **άμεσο**, διότι δεν παρεμβάλλεται εναλλάκτης στο κτίριο μεταξύ καταναλωτή και τ/θ. Κατασκευάστηκε στην Α' Φάση της τ/θ.



Εικόνα 4. Πρωτεύον Δίκτυο Διανομής - Έμμεσο σύστημα

- Το πρωτεύον δίκτυο (εικ.4) τροφοδοτεί, εκτός από τους Υποσταθμούς Υποπεριοχής και απευθείας τα κτίρια, μέσω Θερμικών Υποσταθμών Καταναλωτών, στους οποίους υπάρχουν πλακοειδής εναλλάκτες θερμότητας νερού-νερού. Μέσω των εναλλακτών μεταδίδεται η θερμότητα στις εσωτερικές εγκαταστάσεις θέρμανσης των καταναλωτών. Το παραπάνω σύστημα σύνδεσης των καταναλωτών με την τ/θ ονομάζεται **έμμεσο**, διότι

παρεμβάλλεται εναλλάκτης σε κάθε κτίριο μεταξύ καταναλωτή και δικτύου τ/θ. Με αυτό το σύστημα υπάρχει υδραυλικός διαχωρισμός μεταξύ του πρωτεύοντος δικτύου διανομής τ/θ και εσωτερικής εγκατάστασης καταναλωτή, κάτι που δεν συμβαίνει στο άμεσο σύστημα. Κατασκευάστηκε στις επόμενες φάσεις μετά την Α' Φάση της τ/θ.

Το υπέρθερμο νερό του πρωτεύοντος δικτύου διανομής, μετά την απόδοση της θερμότητας στους 10 Υποσταθμούς Υποπεριοχών (άμεσο σύστημα) και στους Υποσταθμούς Καταναλωτών (έμμεσο σύστημα) και τον υποβιβασμό της θερμοκρασίας του στους 65°C, επιστρέφει στο κεντρικό αντλιοστάσιο και προωθείται στους ΑΗΣ Πτολεμαΐδας και ΑΗΣ Καρδιάς για επαναθέρμανση.

2.5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το 2006 τέθηκε σε λειτουργία το **πρώτο μεγάλης κλίμακας σύστημα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας για τηλεθερμάνσεις στην Ελλάδα.**

Το σύστημα περιλαμβάνει δεξαμενές υπό πίεση, κατάλληλης χωρητικότητας, στις οποίες θερμική ενέργεια με τη μορφή θερμού νερού αποθηκεύεται, για να χρησιμοποιηθεί όταν αυτό απαιτηθεί. Πιο συγκεκριμένα στις δεξαμενές αποθηκεύεται θερμική ενέργεια κατά τις νυχτερινές ώρες, όταν η ζήτηση φορτίου της πόλης είναι μικρή, για να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της ημέρας, καλύπτοντας την πρωϊνή και απογευματινή αιχμή ζήτησης θερμικού φορτίου. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται : α) ορθολογική διαχείριση της ενέργειας, β) ομαλοποίηση της λειτουργίας των συμπαραγωγικών μονάδων, αφού δεν απαιτείται πλέον η παρακολούθηση, σε στιγμιαία χρονικά βάση, της θερμικής ζήτησης της πόλης και γ) ελαχιστοποίηση της λειτουργίας του λεβητοστασίου αιχμής με αποτέλεσμα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη κατά την λειτουργία της τ/θ.



Εικόνα 5. Δεξαμενές αποθήκευσης θερμικής ενέργειας - Κεντρικό αντλιοστάσιο ΔΕΗΠ.

Το σύστημα περιλαμβάνει τρεις (3) κατακόρυφες, κυλινδρικές, δεξαμενές αποθήκευσης, συνολικής χωρητικότητας 1.800 m³, ονομαστικής πίεσης PN 6,5 bar, ύψους 15,7 m και διαμέτρου 7,66 m, κατασκευασμένων από χαλυβδοελάσματα, εδραζόμενων σε θεμελίωση από οπλισμένο σκυρόδεμα και θερμομονωμένων με πετροβάμβακα. Είναι εγκατεστημένες εντός του αύλειου χώρου του κεντρικού αντλιοστασίου της ΔΕΗΠ, στη νοτιοανατολική πλευρά του γηπέδου. (Εικ. 5)

2.6. ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ

Οι θερμικοί υποσταθμοί (Θ.Υ/Σ) καταναλωτών διακρίνονται σε αυτούς του έμμεσου συστήματος (εικ. 6), οι οποίοι διαθέτουν εναλλάκτη θερμότητας και στους υποσταθμούς του άμεσου συστήματος, χωρίς εναλλάκτη.

Σε κάθε περίπτωση σκοπός των Θ.Υ/Σ είναι η ρύθμιση του προοδιδόμενου θερμικού φορτίου στους καταναλωτές, ανάλογα με την ζήτηση, καθώς επίσης και η μέτρηση της αποδιδόμενης θερμότητας στους καταναλωτές.



Εικόνα 6. Θερμικός υποσταθμός καταναλωτή - έμμεσο σύστημα.

Οι Θ.Υ/Σ συνήθως τοποθετούνται στους χώρους των υπαρχόντων λεβητοστασίων, όπου πραγματοποιείται ταυτόχρονα παραλληλισμός με τους λέβητες, με τρόπο τέτοιο ώστε οι δεύτεροι να αποτελούν εφεδρεία σε περίπτωση διακοπής της λειτουργίας της τ/θ. Σε κάθε περίπτωση ο χώρος εγκατάστασης του θερμικού υποσταθμού στα κτίρια πρέπει να πληρεί τις ιδιαίτερες προϋποθέσεις του Γ.Ο.Κ.

Ο κάθε Θ.Υ/Σ αποτελείται από ένα σύνολο οργάνων, συσκευών και εξαρτημάτων και έχει τη βασική δυνατότητα να πραγματοποιεί:

- **Εναλλαγή θερμότητας** μεταξύ του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος κυκλώματος, μέσω κατάλληλου εναλλάκτη αντιρροής τύπου επαλλήλων πλακών, για θερμοκρασιακά χαρακτηριστικά πρωτεύοντος 110°C/65°C και δευτερεύοντος 60°C/80°C. Στους Θ.Υ/Σ άμεσου συστήματος δεν υπάρχει εναλλάκτης θερμότητας.
- **Μέτρηση** της προσδιδόμενης στο κτίριο θερμικής ενέργειας μέσω διάταξης θερμιδομέτρησης, εγκατεστημένης στο πρωτεύον κύκλωμα (κύκλωμα τηλεθέρμανσης). Περιλαμβάνει μετρητή ροής, αισθητήρια θερμοκρασιών προσαγωγής και επιστροφής και συσκευή χρονικής ολοκλήρωσης της στιγμιαίας μετρούμενης ισχύος, με δυνατότητα αποθήκευσης των πληροφοριών αυτών και μεταφοράς σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- **Ρύθμιση** του προσδιδόμενου θερμικού φορτίου μέσω συνεχούς ελέγχου και ρύθμισης της θερμοκρασίας του νερού, που προσάγεται από το δευτερεύον κύκλωμα στο κτίριο και περιορισμού της μέγιστης παροχής πρωτεύοντος κυκλώματος στα ονομαστικά κάθε φορά μέσω κατάλληλης ηλεκτροδικλείδας εγκατεστημένης στο πρωτεύον κύκλωμα.
- **Περιορισμό** της θερμοκρασίας επιστροφής (εξόδου) του πρωτεύοντος κυκλώματος, μέσω κατάλληλου αισθητηρίου για το σκοπό αυτό, συνδεδεμένου στον προγραμματιστή λειτουργίας. Έτσι εξασφαλίζεται ότι το εύρος της θερμοκρασιακής πτώσης στο σύστημα της τηλεθέρμανσης θα έχει τις επιθυμητές τιμές των 50-65°C.

- **Περιορισμό** της μέγιστης (όριο ασφαλείας) όπως και της ελάχιστης θερμοκρασίας προσαγωγής του δευτερεύοντος κυκλώματος στο κτίριο, κατά προτεραιότητα έναντι της καμπύλης αντιστάθμισης.
- Δυνατότητα επιλογής κανονικής και περιορισμένης λειτουργίας του θερμικού υποσταθμού, με κριτήριο την επιθυμητή κανονική τιμή θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων και αντίστοιχα την μειωμένη τιμή ($\pm 5^{\circ}\text{C}$). Η επιλογή αυτή αποτελεί είτε μόνιμη κατάσταση (κανονική λειτουργία ή περιορισμένη λειτουργία) είτε διαδέχεται η μία λειτουργία την άλλη, μέσω κατάλληλης ρύθμισης εβδομαδιαίου χρονοδιακόπτη.
- Δυνατότητα διατήρησης της επιθυμητής θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων στην τιμή των 20°C και αποφυγής υπέρβασης του ανωτέρω ορίου των 22°C , μέσω κατάλληλου αισθητηρίου εσωτερικού χώρου.
- Δυνατότητα αυτοελέγχου του συστήματος ρύθμισης, όπως και προστασία από παγετό των υγρών της διεργασίας, όταν ο θερμικός υποσταθμός βρίσκεται σε κατάσταση εκτός λειτουργίας.
- Δυνατότητα αυξομείωσης της επιλεγόμενης καμπύλης ρύθμισης, μέσω παράλληλης μετατόπισης αυτής, με κριτήριο την θερμοκρασία εσωτερικών χώρων. Δυνατότητα ελέγχου ON/OFF της λειτουργίας του κυκλοφορητή.

Οι θερμικοί υποσταθμοί που χρησιμοποιούνται στο σύστημα τ/θ είναι διαφορετικών ονομαστικών μεγεθών. Έχουν εγκατασταθεί **2.525** Θ.Υ/Σ έμμεσου συστήματος και **1.223** Θ.Υ/Σ άμεσου συστήματος και εξυπηρετούνται συνολικά **14.978** αυτόνομοι θερμαινόμενοι χώροι (διαμερίσματα, γραφεία και καταστήματα).

Όλα τα όργανα, εξαρτήματα και συσκευές που συνιστούν τον κάθε θερμικό υποσταθμό φέρονται συναρμολογημένα σε κατάλληλο μεταλλικό πλαίσιο, έτσι ώστε να είναι εύκολη και απλή η μεταφορά και η χωροθέτηση τους στα λεβητοστάσια των κτιρίων.

Στο δευτερεύον κύκλωμα εγκαθίσταται κατάλληλη βαλβίδα ασφαλείας. Στο πρωτεύον κύκλωμα υπάρχει κατάλληλη διάταξη για εκκένωση και εξαερισμό. Επίσης τοποθετούνται στα δύο κυκλώματα κατάλληλα φίλτρα.

Όλα τα όργανα και εξαρτήματα του πρωτεύοντος κυκλώματος είναι σχεδιασμένα για ονομαστική πίεση PN 25bar, του δευτερεύοντος για ονομαστική πίεση PN 6bar, ο εναλλάκτης θερμότητας είναι σχεδιασμένος για PN 25bar και οι μέγιστες θερμοκρασίες πρωτεύοντος και δευτερεύοντος καθορίζονται σε 120°C και 90°C αντίστοιχα.

Όλες οι συνδέσεις των οργάνων και του εναλλάκτη είναι λυόμενες, ενώ τα ειδικά τεμάχια των κυκλωμάτων (συστολές, γωνίες, κ.λ.π.) και οι σωληνώσεις συγκολλητά.

Μεγάλο μέρος των Θ.Υ/Σ ελέγχεται από απόσταση, μέσω ασύρματων επικοινωνιών τόσο για το έλεγχο λειτουργίας τους (**τηλεέλεγχος**) όσο και για την ασύρματη μετάδοση των μετρήσεων θερμικής ενέργειας (**τηλεμετρία**).

2.7. ΔΙΚΤΥΟ ΠΡΟΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Με εξαίρεση ένα τμήμα του αγωγού μεταφοράς ΑΗΣ Πτολεμαΐδας - πόλη, το υπόλοιπο δίκτυο της τ/θ (αγωγοί μεταφοράς, διανομής, καταναλωτών) έχει κατασκευαστεί με προμονωμένους χαλύβδινους αγωγούς, εγκατεστημένους υπόγεια απ' ευθείας στο έδαφος, σύμφωνα με το ευρωπαϊκά πρότυπα EN 253, EN 448, EN 488, EN 489, EN 13941, EN 14419.

Ο προστατευτικός σωλήνας (περίβλημα) των αγωγών είναι κατασκευασμένος από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) και η θερμική μόνωση που τοποθετείται μεταξύ του εσωτερικού χαλύβδινου αγωγού και του περιβλήματος αποτελείται από στερεό αφρό πολυουρεθάνης (PURE).

Για την σύνδεση των προμονωμένων αγωγών χρησιμοποιούνται ειδικοί μονωτικοί σύνδεσμοι (μούφες) ενώ για τις αλλαγές κατεύθυνσης και διατομών, ειδικά προμονωμένα ή επί τόπου μονωμένα εξαρτήματα καμπυλών, διακλαδώσεων και συστολών.

Κατά την εγκατάσταση των αγωγών τοποθετούνται ειδικά τεμάχια (μαξιλάρια) από πλαστικό, στις θέσεις όπου οι υπόγειοι προμονωμένοι αγωγοί υφίστανται εγκάρσια μετατόπιση εξαιτίας των θερμικών συστολοδιαστολών (π.χ. διατάξεις απορρόφησης διαστολών L, διακλαδώσεις T, γωνίες κ.τ.λ.). Σκοπό έχουν να επιτρέπουν την ελεύθερη, κατά το δυνατό, εκτόνωση των αγωγών, που διαφορετικά θα παρεμποδίζονταν από το περιβάλλον έδαφος.

Σύστημα Ανίχνευσης Διαρροών (ΣΑΔ).

Το υπόγειο δίκτυο τ/θ διαθέτει σύστημα ανίχνευσης - εντοπισμού διαρροών, με σκοπό τον έγκαιρο εντοπισμό υγρασίας στη μόνωση των σωλήνων, λόγω αστοχίας του χαλυβδοσωλήνα ή εισροής υγρασίας από το περιβάλλον έδαφος. Το ΣΑΔ αποτελείται από ένα σύνολο υλικών, εξαρτημάτων και παρελκόμενων συναρμολογημένων μεταξύ τους έτσι ώστε να είναι ικανό αυτό να λειτουργήσει. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, κάθε σωλήνας του δικτύου περιέχει στη μόνωσή του δύο χάλκινα καλώδια, εκ των οποίων το ένα χρησιμεύει για τον εντοπισμό του προβλήματος και το άλλο για τη μεταφορά ή επιστροφή σημάτων. Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην εκπομπή παλμών υψηλής ταχύτητας (παρόμοια με τη λειτουργία του ραντάρ) από τη συσκευή εντοπισμού προς τα κανάλια ελέγχου (διαδρομές καλωδίων αγωγών). Εάν δεν υπάρχει σε κανένα σημείο της υπό έλεγχο σωλήνωσης υγρασία ή άλλο πρόβλημα μεταξύ του καλωδίου ελέγχου (εντός της μόνωσης) και του χαλυβδοσωλήνα, τότε οι παλμοί μεταφέρονται και επιστρέφουν σταθερά. Εάν υπάρχει οποιαδήποτε ανωμαλία στο σύστημα, δηλαδή υγρασία (προερχόμενη από διαρροή ή από το περιβάλλον έδαφος) μεταξύ του καλωδίου ελέγχου και του χαλυβδοσωλήνα, η οποία δημιουργεί αγωγή οδό ή υπάρχει διακοπή του κυκλώματος ή υπάρχει βραχυκύκλωμα των καλωδίων, τότε ο παλμός ανακλάται στο σημείο που υπάρχει το πρόβλημα και η συσκευή ελέγχου εμφανίζει το είδος του προβλήματος και την ακριβή του θέση.

Απομόνωση, εκκένωση, εξαερισμός ανακυκλοφορία δικτύου.

Για την απομόνωση, εκκένωση, τον εξαερισμό και την ανακυκλοφορία του νερού της τ/θ τοποθετήθηκαν σε κατάλληλα σημεία του δικτύου αντίστοιχες χαλύβδινες δικλείδες προδιαγραφών λειτουργίας νερού τ/θ.

Παραλαβή θερμικών συστολοδιαστολών.

Για την αντιμετώπιση των θερμικών συστολοδιαστολών του δικτύου εφαρμόζονται δύο μέθοδοι - τεχνικές :

- α) Τα ευθύγραμμα τμήματα (με εξαίρεση το δίκτυο της Α' Φάσης) του δικτύου εγκαταστάθηκαν με θερμική προένταση, διαδικασία σκοπός της οποίας είναι η επίτευξη εντατικών συνθηκών στους υπόγειους σωλήνες, τέτοιων ώστε οι καταπονήσεις τους λόγω θερμικών συστολοδιαστολών να είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων. Η θερμική προένταση πραγματοποιείται με τη χρήση ειδικών εξαρτημάτων των αντισταθμιστών εκκίνησης (startup compensators).
- β) Τα ευθύγραμμα τμήματα του δικτύου της Α' Φάσης καθώς επίσης οι περιοχές των κόμβων και των ακραίων τμημάτων εγκαταστάθηκαν με διαμορφώσεις των σωλήνων σε μορφή «L», «U» και «Z». Οι εν λόγω διαμορφώσεις παραλαμβάνουν τις συστολοδιαστολές και περιορίζουν τις καταπονήσεις των σωλήνων εντός των ορίων.

Μέχρι σήμερα έχουν εγκατασταθεί **295.176 μέτρα** αγωγών τηλεθέρμανσης, προσαγωγής και επιστροφής, όπως αναλύονται στον παρακάτω πίνακα, σε μέτρα μήκους:

ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ		1992	1993	1995	1999	2003	2005	2007	2010	2012			
ΘΕΣΗ ΑΓΩΓΟΥ	DN	ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ										ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (όρυγμα)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (προσ. + επιστρ.)
A3 - A2	DN 400	5.290											
A3 - ΑΗΣ ΠΤΟΛ/ΔΑΣ	DN 400	350											
A3 - ΑΗΣ ΛΚΔΜ	DN 300					1.286							
ΑΗΣ ΛΚΔΜ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ - ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΛΚΔΜ (ΕΡΓΟ ΔΕΗ)	DN 300					200							
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΖΕΦ/ΒΙΟΠΑ/ΑΕΒΑΛ - ΤΜΗΜΑ Α'	DN 400								916				
A1-A2 - ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ (ΑΚ1)	DN 500									16.699			
ΑΚ1 - ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ ΔΕΗ ΜΟΝ. III & IV (ΕΡΓΟ ΔΕΗ)	DN 600									422			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (όρυγμα)		5.640				1.486			916	17.121	25.163		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (προσ. + επιστρ.)		11.280				2.972			1.832	34.242		50.326	
ΘΕΣΗ ΑΓΩΓΟΥ	DN	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ										ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (όρυγμα)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (προσ. + επιστρ.)
			Α' ΦΑΣΗ	Α' ΦΑΣΗ ΒΕΛΤ.	Β' ΦΑΣΗ		Γ' ΦΑΣΗ Κ.ΦΟΥΦΑ	Γ' ΦΑΣΗ ΜΠΟΔΟΣ. ΝΟΣ.		Δ' ΦΑΣΗ			
Δ.Δ	DN 500		0	0	456		0	0		0	456	912	
Δ.Δ	DN 400		539	0	1.319		0	0		0	1.858	3.716	
Δ.Δ	DN 350		0	0	407		0	0		0	407	814	
Δ.Δ	DN 300		220	0	1.646		0	1.464		0	3.330	6.660	
Δ.Δ	DN 250		157	0	452		0	295		0	904	1.808	
Δ.Δ	DN 200		843	190	1.589		0	3.235		731	6.588	13.176	
Δ.Δ	DN 150		1.610	225	1.924		192	382		1.112	5.445	10.890	
Δ.Δ	DN 125		1.391	730	2.165		60	274		628	5.248	10.496	
Δ.Δ	DN 100		1.162	155	1.719		24	73		1.320	4.453	8.906	
Δ.Δ	DN 80		2.500	205	2.775		216	323		2.437	8.456	16.912	
Δ.Δ	DN 65		1.669	75	4.355		0	348		5.626	12.073	24.146	
Δ.Δ	DN 50		701	0	5.887		0	392		15.820	22.800	45.600	
Δ.Δ	DN 40		59	0	0		0	0		0	59	118	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (όρυγμα)			10.851	1.580	24.694		492	6.786		27.674	72.077		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (προσ. + επιστρ.)			21.702	3.160	49.388		984	13.572		55.348		144.154	
ΠΑΡΟΧΕΣ	DN	ΔΙΚΤΥΟ ΠΑΡΟΧΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ										ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (όρυγμα)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (προσ. + επιστρ.)
			Α' ΦΑΣΗ		Β' ΦΑΣΗ		Γ' ΦΑΣΗ Κ.ΦΟΥΦΑ	Γ' ΦΑΣΗ ΜΠΟΔΟΣ. ΝΟΣ.		Δ' ΦΑΣΗ			
Δ.Π(ΡΕΧ)(1")	DN 32		846		0		0	0		0	846	1.692	
Δ.Π(ΡΕΧ)(11/4")	DN 40		1.151		0		0	0		0	1.151	2.302	
Δ.Π(ΡΕΧ)(11/2")	DN 50		873		0		0	0		0	873	1.746	
Δ.Π(ΡΕΧ)(2")	DN 65		778		0		0	0		0	778	1.556	
Δ.Π (1")	DN 25		0		9.759		430	1.821		20.989	32.999	65.999	
Δ.Π(11/4")	DN 32		0		7.810		277	887		2.184	11.158	22.317	
Δ.Π(11/2")	DN 40		1		1.342		0	283		0	1.626	3.253	
Δ.Π(2")	DN 50		1		641		0	85		0	727	1.453	
Δ.Π(21/2")	DN 65		4		185		0	0		0	189	379	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (όρυγμα)			3.654		19.738		707	3.076		23.173	50.348		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (προσ. + επιστρ.)			7.308		39.476		1.414	6.152		46.346		100.696	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (όρυγμα)		147.588											
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (προσ. + επιστρ.)		295.176											

2.8. ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η λειτουργία της τ/θ είναι αυτοματοποιημένη και ελέγχεται από τον θάλαμο ελέγχου (control room) του κεντρικού αντλιοστασίου.

Κύριες παράμετροι λειτουργίας του συστήματος τ/θ είναι:

- Η παροχή όγκου του νερού.
- Η διαφορική πίεση σε υδραυλικά απομακρυσμένους κόμβους του δικτύου.
- Οι θερμοκρασίες του νερού στο πρωτεύον και δευτερεύον δίκτυο της τ/θ.
- Η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα.
- Η σχετική πίεση του νερού.
- Η διαθεσιμότητα των μονάδων της ΔΕΗ και του λέβητα της ΔΕΤΗΠ.

Το αυτοματοποιημένο σύστημα περιλαμβάνει:

- Προγραμματιζόμενους ελεγκτές - PLC και λογισμικό προγραμματισμού PLC.
- Λογισμικό SCADA.
- Υπολογιστές PC και εκτυπωτές.
- Μονάδες αδιάλειπτης τάσης UPS.
- Ρυθμιστές στροφών – inverters των αντλιών μεταφοράς και διανομής.
- Μεταδότες πίεσης και θερμοκρασίας.
- Εξοπλισμό ασύρματης επικοινωνίας.

