



## ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ

### ΑΠΟ ΤΟ 17<sup>ο</sup>/2021 ΠΡΑΚΤΙΚΟ της 9<sup>ης</sup> ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2021 ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΡΤΑΙΩΝ

**Αριθ. Απόφασης 117/2021**

**ΘΕΜΑ:**

**ΑΔΑ:**

**«Έγκριση μελέτης Εγκατάσταση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για θέρμανση του 1ου Δημοτικού Σχολείου Άρτας στο πλαίσιο της δράσης GOAL NZEBs»**

Στην Άρτα, σήμερα την 9η Απριλίου ημέρα Παρασκευή και ώρα 09:00 π.μ. συνήλθε σε δια περιφοράς συνεδρίαση η Οικονομική Επιτροπή του Δήμου Αρταίων, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 77 του Ν.4555/2018 (ΦΕΚ Α'133) και την εγκύκλιο 60249/22-9-2020 (ΑΔΑ:Ω0Ν346ΜΤΛ6-ΙΘ9) του Υπουργείου Εσωτερικών, ύστερα από την 6447/2-4-2021 έγγραφη πρόσκληση, του Προέδρου της Οικονομικής Επιτροπής, η οποία επιδόθηκε και δημοσιεύθηκε νόμιμα, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 77 του Ν.4555/2018 (ΦΕΚ Α'133) και την εγκύκλιο 163/ 33282/29-5-2020 του Υπουργείου Εσωτερικών.

Αφού διαπιστώθηκε νόμιμη απαρτία, δηλαδή σε σύνολο εννέα (9) μελών βρέθηκαν παρόντα τα παρακάτω έξι ( 6 ) μέλη:

#### ΠΑΡΟΝΤΕΣ

- |                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 1.- Χρήστος Κ. Τσιρογιάννης        | (Πρόεδρος) |
| 2.- Σιαφάκας Χριστόφορος           | μέλος      |
| 3.- Χαρακλιάς Κωνσταντίνος         | »          |
| 4.- Λιόντος Νικόλαος               | »          |
| 5.- Σφήκας Δημήτριος               | »          |
| 6.- Βασιλάκη-Μητρογιώργου Βικτωρία | »          |

#### ΑΠΟΝΤΕΣ

- 1.- Ταπραντζή-Κοίλια Πολυξένη (Τζένη)
  - 2.- Κοσμάς Ηλίας
  - 3.- Καλλώνης Ευστράτιος
- Οι οποίοι δεν έλαβαν μέρος αν και νόμιμα κλήθηκαν

Καθήκοντα Γραμματέα Οικονομικής Επιτροπής εκτελεί ο Θεόδωρος Ντέμσιας.

Ομόφωνα το συμβούλιο αποφάσισε για την συζήτηση οχτώ (8) εκτός ημερήσιας θεμάτων.

Ο κ. Πρόεδρος για το 5ο έκτακτο θέμα της ημερήσιας διάταξης: **«Έγκριση μελέτης Εγκατάσταση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για θέρμανση του 1ου Δημοτικού Σχολείου Άρτας στο πλαίσιο της δράσης GOAL NZEBs»** έθεσε υπόψη την αριθμ. 8/2021 μελέτη της Διεύθυνσης Τεχνικών στην εισαγωγή της οποίας αναφέρονται τα εξής:

Το αντικείμενο της παρούσας τεχνικής έκθεσης αφορά στην εγκατάσταση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας στο 1<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο Άρτας. Η αντλία θερμότητάς θα παράγει θερμό νερό για τα θερμαντικά σώματα που βρίσκονται εγκατεστημένα στο σχολείο ώστε να εξυπηρετούνται οι ανάγκες θέρμανσης των χώρων. Κατά αυτόν τον τρόπο θα αντικατασταθεί ο παραδοσιακός λέβητας πετρελαίου που τώρα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του κτιρίου. Το έργο είναι πιλοτικού και επιδεικτικού χαρακτήρα και υλοποιείται στα πλαίσια του έργου GOAL nZEBs (Greece cOllaborates with ALbania for nZEBs) του Προγράμματος Διασυνοριακής Συνεργασίας «Ελλάδα - Αλβανία 2014-2020», γενικός στόχος του οποίου είναι η μετατροπή δημοσίων κτιρίων σε κτίρια nZEB (σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης). Στο έργο GOAL nZEBs θα επιτευχθεί μέσω της υλοποίησης τριών (3) επιδεικτικών έργων εξοικονόμησης ενέργειας σε 5 δημόσια κτίρια στην Ελλάδα και την Αλβανία. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγεται και το 1<sup>ο</sup> Δημοτικό σχολείο Άρτας.

Η εκτιμώμενη αξία του έργου ανέρχεται στο ποσό των 173.425,41€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ 24%

Στη συνέχεια ο Πρόεδρος έδωσε το λόγο στα μέλη κ.κ. Δημοτικούς Συμβούλους οι οποίοι τοποθετήθηκαν σχετικά με το θέμα. Οι απόψεις αυτών και οι όποιες τυχόν αντιρρήσεις των, κατεγράφησαν αναλυτικά στα πρακτικά. Ακολούθως ο Πρόεδρος κάλεσε την Οικονομική Επιτροπή για να αποφασίσει σχετικά.

### **Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Λαμβάνοντας υπόψη τις διατάξεις του Ν. 4555/2018, το Ν. 4623/19 και αυτές που αναφέρονται στο εισηγητικό της παρούσης και την μελέτη της ΤΥΔ

**ΑΠΟΦΑΣΙΖΕΙ ΟΜΟΦΩΝΑ**

Α.- Την έγκριση της μελέτης το έργου: Εγκατάσταση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για θέρμανση του 1ου Δημοτικού Σχολείου Άρτας στο πλαίσιο της δράσης GOAL NZEBs ως εξής:

**ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ  
ΤΟΥ 1<sup>ΟΥ</sup> ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΑΡΤΑΣ**

**Τεχνική Περιγραφή και Τεχνικές Προδιαγραφές****ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	5
2.1	Θέση του κτιριακού συγκροτήματος .....	5
2.2	Περιγραφή του κτιρίου .....	6
2.3	Υπολογισμός θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων.....	9
3.	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ	11
3.1	Γενικά στοιχεία.....	11
3.2	Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας.....	14
3.3	Συστήματα θέρμανσης/ψύξης εντός κτιρίου.....	15
3.4	Πλεονεκτήματα Συστημάτων Γεωθερμίας .....	16
4.	ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΓΗΙΝΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	16
4.1	Κατασκευή κατακόρυφων γήινων εναλλακτών θερμότητας.....	17
5.	ΦΡΕΑΤΙΟ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ – ΣΚΑΜΜΑΤΑ ΟΔΕΥΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	22
6.	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	22
6.1	Γενικά.....	22
6.2	Κανονισμοί – Βοηθήματα .....	23
6.3	Προτεινόμενο κλειστό σύστημα ΓΑΘ.....	23
6.4	Διαστασιολόγηση Κλειστού συστήματος ΓΑΘ.....	24
6.4.1	Σωληνώσεις .....	25
6.4.2	Εγκατάσταση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και του λοιπού μηχανολογικού εξοπλισμού του μηχανοστασίου .....	26
6.4.3	Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας.....	26
6.4.4	Αντλία κυκλοφορίας .....	28
6.4.5	Ασφαλιστικό σύστημα – Δοχείο διαστολής .....	31
6.4.6	Απαερωτής – Διαχωριστής στερεών .....	33
6.4.7	Συλλέκτες PP-R Φ75.....	33
6.4.8	Αυτόματα εξαεριστικά .....	34
6.4.9	Αυτόματος πλήρωσης .....	34
6.4.10	Μανόμετρα.....	34
6.4.11	Θερμόμετρα .....	34

6.4.12 Λοιπά Εξαρτήματα (γωνίες, μούφες κλπ) .....	34
6.4.13 Αιθυλενογλυκόλη .....	36
6.4.14 Αποκατάσταση του προαύλιου χώρου μετά την ολοκλήρωση των εργασιών .....	36
6.4.15 Αποξήλωση υφιστάμενου και εγκατάσταση νέου συστήματος θέρμανσης.	37
6.4.16 Νέες τερματικές μονάδες θέρμανσης .....	38
6.5 Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις .....	38
6.5.1 Αναβάθμιση της υφιστάμενης γραμμής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας....	38
6.5.2 Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας.....	47
6.5.3 Θερμιδομετρητής .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το αντικείμενο της παρούσας τεχνικής έκθεσης αφορά στην εγκατάσταση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας στο 1<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο Άρτας. Η αντλία θερμότητάς θα παράγει θερμό νερό για τα θερμαντικά σώματα που βρίσκονται εγκατεστημένα στο σχολείο ώστε να εξυπηρετούνται οι ανάγκες θέρμανσης των χώρων. Κατά αυτόν τον τρόπο θα αντικατασταθεί ο παραδοσιακός λέβητας πετρελαίου που τώρα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του κτιρίου. Το έργο είναι πιλοτικού και επιδεικτικού χαρακτήρα και υλοποιείται στα πλαίσια του έργου GOAL nZEBs (Greece cOllaborates with ALbania for nZEBs) του Προγράμματος Διασυνοριακής Συνεργασίας «Ελλάδα - Αλβανία 2014-2020», γενικός στόχος του οποίου είναι η μετατροπή δημοσίων κτιρίων σε κτίρια nZEB (σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης). Στο έργο GOAL nZEBs θα επιτευχθεί μέσω της υλοποίησης τριών (3) επιδεικτικών έργων εξοικονόμησης ενέργειας σε 5 δημόσια κτίρια στην Ελλάδα και την Αλβανία. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγεται και το 1<sup>ο</sup> Δημοτικό σχολείο Άρτας.

Η εκτιμώμενη αξία του έργου ανέρχεται στο ποσό των 173.425,41€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ 24%

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ****Θέση του κτιριακού συγκροτήματος**

Το 1<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο Άρτας βρίσκεται εντός της πόλης σε πολύ κεντρικό σημείο. Στο ευρύτερο οικόπεδο είναι κτισμένο και το 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο-Λύκειο. Η θέση των σχολείων εντός της πόλεως της Άρτας φαίνονται στον παρακάτω χάρτη:



Εικόνα 2.1: Χωροθέτηση 1<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Άρτας.



Εικόνα 2.2: Φωτογραφίες από το κτίριο και το Περιβάλλον Χώρο

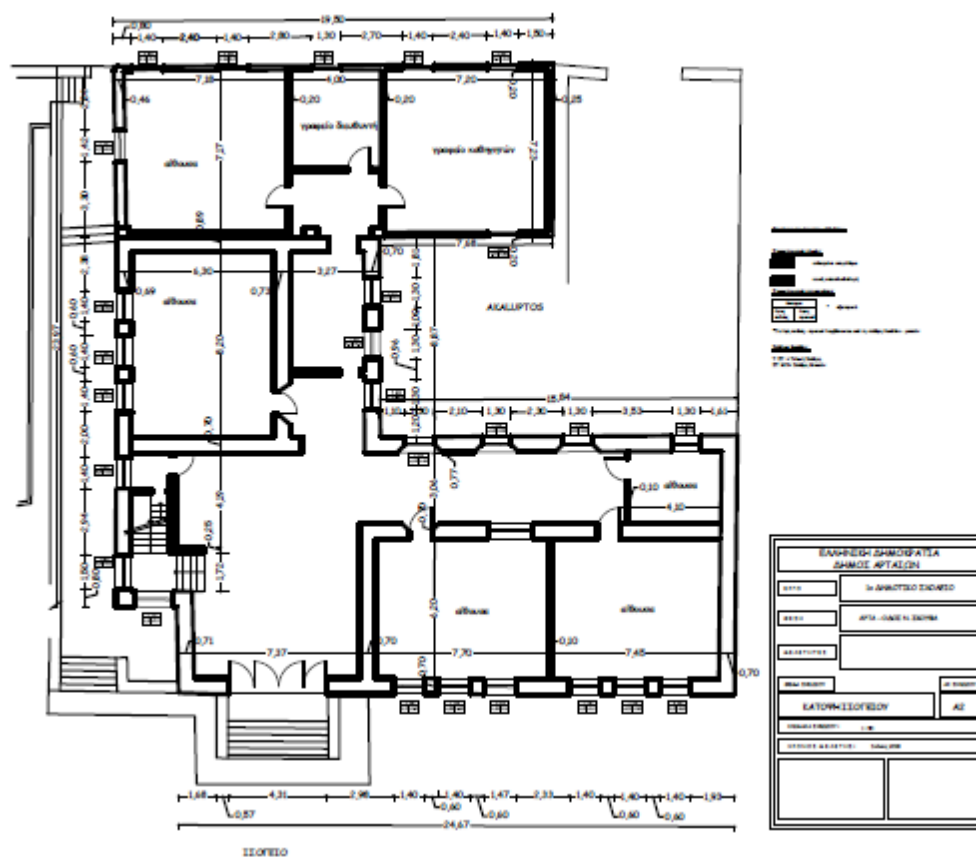
## **Περιγραφή του κτιρίου**

Το 1ο Δημοτικό Σχολείο Άρτας βρίσκεται σε διώροφο λιθόκτιστο κτίριο με επικάλυψη από κεραμοσκεπή, κατασκευής προ του 1955. Εντός του αύλειου χώρου αναπτύσσεται επίσης, κτίριο ανεξάρτητο, με φέρων οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στο εν λόγω ισόγειο κτίριο λειτουργεί αίθουσα πολλαπλών χρήσεων – εκδηλώσεων, κυλικείο και οι χώροι υγιεινής του σχολείου (τρεις διακριτοί χώροι με ανεξάρτητες εισόδους).

Για τη θέρμανση του σχολείου χρησιμοποιείται συμβατικός λέβητας πετρελαίου ισχύος 160.000 kcal/h. Ο λέβητας τροφοδοτεί με ζεστό νερό κλασσικό δισωλήνιο κύκλωμα με σώματα καλοριφέρ παλαιού τύπου. Τα σώματα βρίσκονται εγκατεστημένα τόσο στις αίθουσες διδασκαλίας όσο και στους διαδρόμους. Ο λέβητας καθώς και το σύστημα διανομής και κυκλοφορίας του νερού βρίσκονται εγκατεστημένα σε ειδικό δωμάτιο στο υπόγειο του κτιρίου (λεβητοστάσιο). Το λεβητοστάσιο ηλεκτροδοτείται από ξεχωριστή παροχή Ηλ. Ρεύματος (Αρ παροχής: 60900829.).

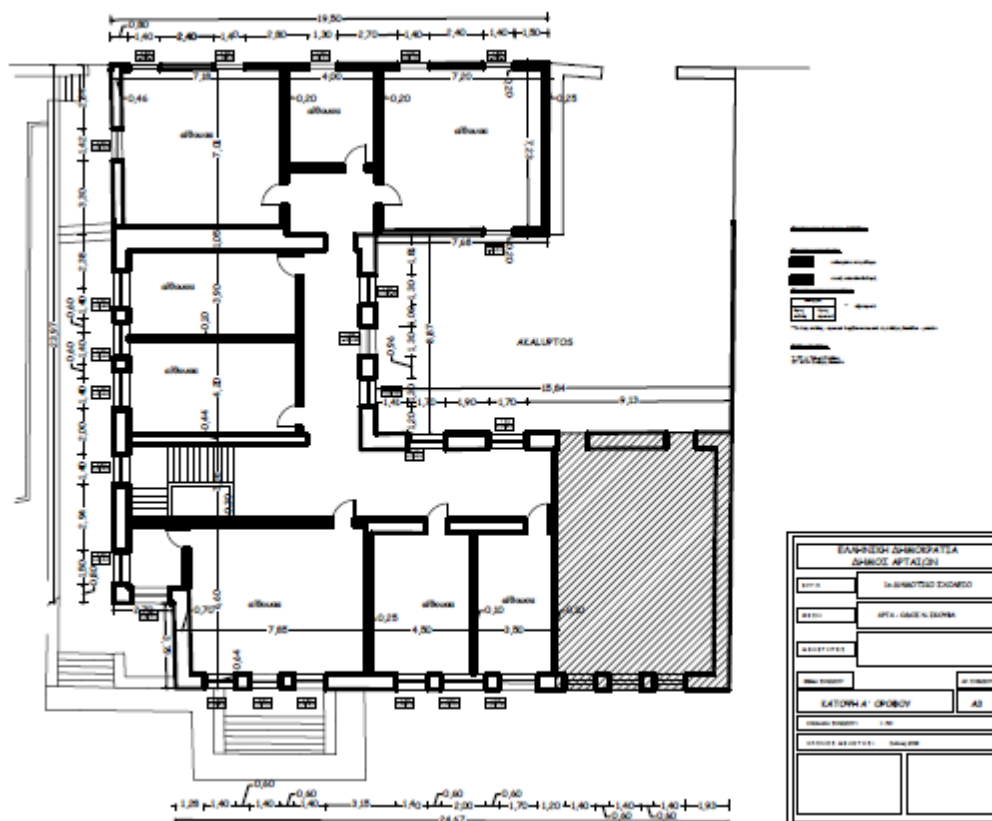
Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Δήμου Αρταίων και με βάσει τα τιμολόγια αγορών, το σχολείο καταναλώνει 2.000 λίτρα πετρέλαιο το χρόνο για θέρμανση σε μια περίοδο που διαρκεί από Νοέμβριο έως Μάρτιο. Παρακάτω παρουσιάζονται σχέδια με τις κατόψεις του κτιρίου.





### Σχέδιο 2.2: Κάτοψη Ισογείου





### Σχέδιο 2.3: Κάτοψη 1<sup>ου</sup> Ορόφου

## Υπολογισμός θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων

Ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων έγινε με τη χρήση του λογισμικού 4M και σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις TOTEE 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTEE.

Η αναλυτική μεθοδολογία υπολογισμού, οι παραδοχές, καθώς και τα συνοπτικά και αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στη Μελέτη Θερμικών Απωλειών του Παραρτήματος Μελέτες – Υπολογισμοί της παρούσας έκθεσης.

Σημειώνεται ότι, η διαστασιολόγηση των θερμαντικών σωμάτων γίνεται θεωρώντας θερμοκρασία νερού προσαγωγής 55 °C και επιστροφής 45 °C ώστε να ταιριάζει με την βέλτιστη απόδοση της ΓΑΘ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση μεγαλύτερων θερμαντικών σωμάτων (καλοριφέρ) των υφιστάμενων που όμως δεν αποτελεί πρόβλημα εφόσον υπάρχει ο διαθέσιμος χώρος για την εγκατάστασή τους.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα συνοπτικά αποτελέσματα των υπολογισμών όπου προκύπτει ότι για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης του κτιριακού

συγκροτήματος απαιτείται η εγκατάσταση **μονάδας ισχύος τουλάχιστον 75.5 kW<sub>θ</sub>**.

Ονομασία χώρου	Θερμικές Απώλειες		Ελάχιστη θερμική ισχύς θερμαντικών σωμάτων		
	kcal/h	W	Σώμα 1, W	Σώμα 2, W	Σώμα 3, W
<b>Y1</b>	4.110	4.780	4.780		
<b>Y2</b>	2.297	2.671	2.671		
<b>I1</b>	4.515	5.251	2.625	2.625	
<b>I2</b>	1.359	1.581	1.581		
<b>I3</b>	5.694	6.622	2.207	2.207	2.207
<b>I4</b>	1.990	2.314	1.157	1.157	
<b>I5a</b>	333	387	387		
<b>I5b</b>	2.908	3.382	3.382		
<b>I6a</b>	4.702	5.468	2.734	2.734	
<b>I6b</b>	3.116	3.624	3.624		
<b>I7</b>	1.706	1.984	992	992	
<b>I8</b>	2.960	3.442	1.721	1.721	
<b>I9</b>	1.672	1.945	1.945		
<b>O1</b>	4.302	5.003	2.502	2.502	
<b>O2</b>	1.298	1.510	1.510		
<b>O3</b>	5.400	6.280	3.140	3.140	
<b>O4a</b>	323	376	376		
<b>O4β</b>	1.693	1.969	1.969		
<b>O4γ</b>	2.002	2.328	1.164	1.164	
<b>O5α</b>	2.805	3.262	1.631	1.631	
<b>O5β</b>	776	902	902		

<b>05γ</b>	1.785	2.076	2.076		
<b>06</b>	3.983	4.632	2.316	2.316	
<b>07</b>	1.718	1.998	1.998		
<b>08</b>	1.397	1.625	1.625		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>75.414</b>			

Πίνακας 3.1: Αποτελέσματα υπολογισμών θερμικών απωλειών

### ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που θα υλοποιηθούν 1<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο Άρτας αφορούν την εγκατάσταση κλειστού κατακόρυφου συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης.

Το κλειστό κατακόρυφο σύστημα Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας θα αποτελείται από τυφλές γεωτρήσεις στις οποίες θα κυκλοφορεί διάλυμα νερού με αιθυλενογλυκόλης σε κλειστό κύκλωμα, μεταφέροντας στη Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας την απαιτούμενη ενέργεια. Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται, διαστασιολογείται το σύστημα και ορίζονται οι τεχνικές προδιαγραφές του συνόλου του κλειστού συστήματος ΓΑΘ για την κάλυψη των θερμικών αναγκών του κτιρίου.

#### **Γενικά στοιχεία**

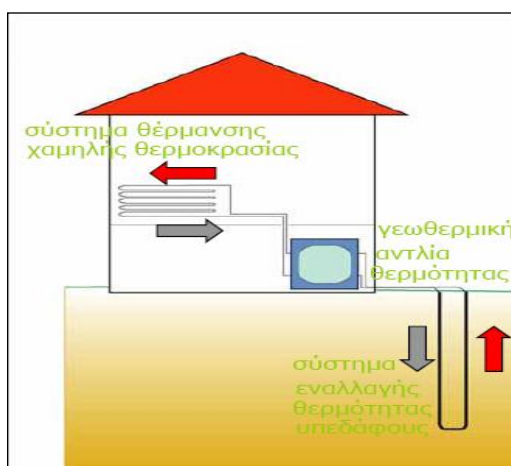
Μία μορφή γεωθερμικής ενέργειας, που σήμερα έχει πολύ ενδιαφέρουσα εφαρμογή, είναι η αβαθής γεωθερμία. Είναι η ενέργεια που προέρχεται από μικρό βάθος και εκμεταλλεύεται την θερμότητα των επιφανειακών γεωλογικών σχηματισμών που δεν χαρακτηρίζονται ως γεωθερμικό δυναμικό ( $T < 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) και χρησιμοποιείται για θέρμανση, ψύξη χώρων και παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ). Τα συστήματα Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) αξιοποιούν την πρακτικά σταθερή θερμοκρασία του εδάφους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Έτσι επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση των αντλιών θερμότητας έναντι των αντίστοιχων συμβατικών συστημάτων με εξοικονόμηση ενέργειας έως και 70%.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι διαδεδομένες στην Ευρώπη, και ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Σουηδία, η Αυστρία, η Ελβετία, η Γερμανία και η Γαλλία, όπου έχει

αναπτυχθεί και καθιερωθεί η αντίστοιχη τεχνολογία και πρακτικές, και όπου συστήματα γεωθερμικών αντλιών θερμότητας λειτουργούν αξιόπιστα επί σειρά δεκαετιών. Η αβαθής γεωθερμία είναι διαθέσιμη και εκμεταλλεύσιμη παντού ανεξάρτητα από την ύπαρξη γεωθερμικού δυναμικού. Τα συστήματα ΓΑΘ μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πληθώρα εφαρμογών όπως κτίρια γραφείων, οικίες, πολυκατοικίες, αθλητικά κέντρα, θερμοκήπια, κολυμβητήρια κτλ.

Ένα σύστημα ΓΑΘ αποτελείται από:

- Το σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός του εδάφους
- Η γεωθερμική αντλία θερμότητας και
- Το σύστημα θέρμανσης χαμηλής θερμοκρασίας ή/και ψύξης εντός του κτιρίου.



Εικόνα 3.1: Σύστημα ΓΑΘ

Ένα σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός του εδάφους μπορεί να είναι είτε κλειστό είτε ανοικτό. Στο κλειστό κύκλωμα, οι ΓΕΘ είναι είτε οριζόντιοι, δηλαδή σωλήνες εντός του εδάφους σε οριζόντια διάταξη μέσα σε τάφρους, σε βάθος μεταξύ 1,2 m και 2,0 m (Εικόνα 3.2α) το οποίο εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν, είτε κατακόρυφοι (Εικόνα 3.2β) (Borehole Heat Exchangers BHEs), δηλαδή σωλήνες εντός του εδάφους σε κατακόρυφη διάταξη μέσα σε γεωτρήσεις. Οι σωλήνες αυτοί είναι κατασκευασμένοι συνήθως από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE) ή ακτινοδικτυωμένο πολυαιθυλένιο,

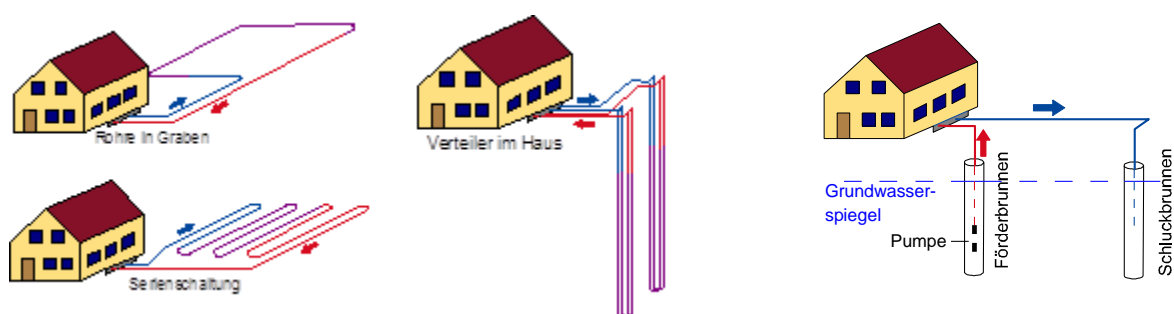
έχουν διάρκεια ζωής το λιγότερο 50 έτη, και τυπική εξωτερική διάμετρο 32 ή 40 mm . Ανάλογα με το εύρος της θερμοκρασίας λειτουργίας η πλήρωση του σωλήνα πραγματοποιείται με νερό ή μίγμα νερού και αντιψυκτικού υγρού.

Στο ανοικτό κύκλωμα το νερό αντλείται από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα από την παραγωγική γεώτρηση, και επαναδιοχετεύεται σε αυτόν με δεύτερη γεώτρηση την γεώτρηση επανεισαγωγής. (Εικόνα 3.2γ).

Παρόλο που οι κατακόρυφοι ΓΕΘ έχουν υψηλότερο κόστος από τους αντίστοιχους οριζόντιους, οι κατακόρυφοι χρησιμοποιούνται στις περισσότερες περιπτώσεις επειδή έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Απαιτείται λιγότερος χώρος σε σχέση με τους οριζόντιους ΓΕΘ.
- Δεν αντιμετωπίζονται ορισμένες τεχνικές δυσκολίες που ενδεχομένως παρουσιάζονται στις υδρογεωτρήσεις.

Η τυπική τεχνολογία για την κατασκευή ενός κατακόρυφου ΓΕΘ περιλαμβάνει απλό ή διπλό σωλήνα σχήματος "U" (Εικόνα 3) ο οποίος τοποθετείται σε μια ή περισσότερες κατακόρυφες γεωτρήσεις, συνήθως 50 έως 110 m βάθος η καθεμία. Μεταξύ των σωλήνων σχήματος "U" και των τοιχωμάτων των γεωτρήσεων πραγματοποιείται πλήρωση με ρευστοκονίαμα (Εικόνα 4) ή σπανιότερα πλήρωση με νερό γεώτρησης (Σκανδιναβική πρακτική), εάν ο υδροφόρος ορίζοντας της περιοχής βρίσκεται σε μικρό βάθος και η αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών υδροφόρων οριζόντων δεν δημιουργεί πρόβλημα.



Εικόνα 3.2: Διατάξεις γεωεναλλακτών θερμότητας: οριζόντιοι (α), κατακόρυφοι (β), υδρογεωτρήσεις παραγωγής και επανεισαγωγής (γ).

Παρόλο που οι κατακόρυφοι ΓΕΘ έχουν υψηλότερο κόστος από τους αντίστοιχους οριζόντιους, οι κατακόρυφοι χρησιμοποιούνται στις περισσότερες περιπτώσεις επειδή απαιτείται λιγότερος χώρος σε σχέση με τους οριζόντιους ΓΕΘ.

Η τυπική τεχνολογία για την κατασκευή ενός κατακόρυφου ΓΕΘ περιλαμβάνει απλό ή διπλό σωλήνα σχήματος "U" (Εικόνα 3.3) ο οποίος τοποθετείται σε μια ή περισσότερες κατακόρυφες γεωτρήσεις, συνήθως 50 έως 110 m βάθος η καθεμία. Μεταξύ των σωλήνων σχήματος "U" και των τοιχωμάτων των γεωτρήσεων πραγματοποιείται πλήρωση με ρευστοκονίαμα (Εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.3: Κατώτερο τμήμα του κατακόρυφου γεωεναλλάκτη εργοστασιακής κατασκευής σχήματος "U"



Εικόνα 3.4: Άποψη πληρωμένου με κονίαμα κατακόρυφου ΓΕΘ διπλού σωλήνα σχήματος "U"

### **Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας**

Οι ΓΑΘ είναι αντλίες θερμότητας κυρίως νερού-νερού αλλά και νερού-ψυκτικού μέσου χρησιμοποιούνται για θέρμανση και ψύξη κτιρίων, καθώς επίσης και για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



*Εικόνα 3.5: Άποψη ΓΑΘ/μηχανοστασίου του βιοκλιματικού κτιρίου του ΚΑΠΕ.*

Σε αντίθεση με την κατάσταση που επικρατούσε πριν από 10 χρόνια, σήμερα στην αγορά είναι διαθέσιμες υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας υψηλής απόδοσης. Συνήθως χρησιμοποιούνται σπειροειδείς (scroll) συμπιεστές με ρύθμιση on-off και σαν ψυκτικά υγρά ευρέως χρησιμοποιούμενα τα R134a και R410A, τα οποία έχει καλύτερες ιδιότητες μετάδοσης θερμότητας και καλύτερη απόδοση σε αναστρέψιμα συστήματα για λειτουργία θέρμανσης/ψύξης. Μελλοντική τάση είναι η χρήση συμπιεστών μεταβλητής ισχύος.

Ο συντελεστής ενεργειακής απόδοσης (COP) των ΓΑΘ ορίζεται ο λόγος της αποδιδόμενης ενέργειας προς την ηλεκτρική κατανάλωση, και αφορά μια συγκεκριμένη στιγμή, ή συνθήκες. Τυπικές τιμές των COP για συνδυασμό της αντλίας θερμότητας με ΓΕΘ και ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης είναι μεταξύ 3,5 και 6,0. Στην περίπτωση που η αντλία θερμότητας συνδέεται με ανοικτό σύστημα δηλαδή με υδρογεώτρηση, οι τυπικές τιμές των COP είναι μεταξύ 4,0 και 6,5.

### **Συστήματα θέρμανσης/ψύξης εντός κτιρίου**

Η ενεργειακή απόδοση των συστημάτων ΓΑΘ ενισχύεται, όταν η θερμοκρασία λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου είναι χαμηλή. Σε περίπτωση λειτουργίας ψύξης, υψηλότερες θερμοκρασίες του συστήματος ψύξης οδηγούν σε καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι το ενδοδαπέδιο σύστημα, το ενδοτοιχίο, τα Fan-Coil Units (FCUs) και οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες με αεραγωγούς (Air Handle Units - AHUs). Στην περίπτωση ψύξης, τα καλύτερα συστήματα από πλευράς ενεργειακής απόδοσης είναι τα συστήματα οροφής και τα ενδοτοιχία συστήματα. Στις περιπτώσεις μεγάλων κτιρίων (π.χ γραφεία, ξενοδοχεία κτλ) τα προτεινόμενα συστήματα θέρμανση – ψύξης εντός του κτιρίου είναι Fan-Coil Units και Air Handle Units.

### **Πλεονεκτήματα Συστημάτων Γεωθερμίας**

Τα συστήματα ΓΑΘ παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συστήματα συμβατικών καυσίμων:

- Όριμη και αξιόπιστη τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον.
- Μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub>.
- Εξοικονόμηση ενέργειας >50% σε σχέση με συμβατικές τεχνολογίες για θέρμανση/ψύξη/ZNX.
- Εξασφάλιση ανοδικής πορείας της αγοράς και με τη συμβολή της κοινοτικής οδηγίας EPBD.
- Μείωση των δαπανών της κατοικίας για θέρμανση και κλιματισμό από 25-75% .
- Παροχή δωρεάν ενέργειας από το υπέδαφος για θέρμανση και ψύξη κτιρίων, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.
- Μακροπρόθεσμη αύξηση της αξίας του κτιρίου.
- Χαμηλό κόστος συντήρησης εγκατάστασης και εξοπλισμού.
- Απουσία θορύβου κατά την λειτουργία της εγκατάστασης.
- Δεν χρειάζονται πυροπροστασία.
- Παρέχουν υψηλής ποιότητας άνεση στους εσωτερικούς χώρους.
- Απαιτείται μικρότερος χώρος για την εγκατάσταση του εξοπλισμού σε σχέση με το συμβατικό λεβητοστάσιο. Δεν απαιτείται λέβητας, δεξαμενή πετρελαίου, και καπνοδόχος, ενώ δεν απαιτείται καμία συντήρηση στους γεωεναλλάκτες.
- Αναπτυσσόμενη αγορά – ρυθμός ανάπτυξης 25% ανά έτος.
- Συμβολή στην ενεργειακά αειφόρο ανάπτυξη.
- Εφαρμόζονται σε όλα τα κτιριακά συγκροτήματα όπως: μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, δημόσια κτίρια, βιομηχανίες, σχολεία, βιβλιοθήκες, ξενοδοχεία, spa, αγροτικές επιχειρήσεις (θερμοκήπια), αθλητικές εγκαταστάσεις, βιοτεχνίες, βιομηχανίες, θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών, κ.τ.λ.

### **ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΓΗΙΝΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

Για την υλοποίηση του έργου, προτείνεται να κατασκευασθούν 12 τυφλές γεωτρήσεις (κατακόρυφοι γήινοι εναλλάκτες θερμότητας-ΓΕΘ) βάθους εκάστης 100 m. Οι κατακόρυφοι γήινοι εναλλάκτες θερμότητας θα έχουν μεταξύ τους



αξονική απόσταση 6 m με γενικά εύκολη όδευση των σωλήνων στο χώρο που θα τοποθετηθεί το μηχανοστάσιο.

**Οι θέσεις των γεωτρήσεων τηρούν όλες τις οριζόμενες αποστάσεις για οικόπεδα εντός σχεδίου, όπως ακριβώς αυτές ορίζονται στο Άρθρο 3 του Δ9Β,Δ/Φ166/ΟΙΚ 18508/5552/207 (ΦΕΚ 1595/25-10-2004).**

Οι κατακόρυφοι γήινοι εναλλάκτες θερμότητας (ΓΕΘ) της υπό μελέτη περίπτωσης σχεδιάζονται για λειτουργία θέρμανσης λαμβάνοντας υπόψη την ειδική απόληψη θερμότητας από το υπέδαφος ή για λειτουργία ψύξης λαμβάνοντας αντίστοιχα την απόδοση στο υπέδαφος.

Στους κατακόρυφους γήινους εναλλάκτες θερμότητας (γεωτρήσεις):

- **Το διάλυμα νερού- αιθυλενογλυκόλης θα κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα.**
- **Δεν εμπεριέχεται ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός (π.χ. υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα).**
- **Δεν γίνεται καμία απόληψη υπόγειου νερού, ενώ αυτές δεν στεγάζονται σε οποιαδήποτε κατασκευή, π.χ. οικίσκο, κιόσκι, στέγη, απλά βρίσκονται θαμμένες κάτω από το τελικώς διαμορφωμένο επίπεδο του εδάφους.**

**Από τα παραπάνω προκύπτει ότι δεν προκαλείται καμία αρνητική επίπτωση στο περιβάλλον από την κατασκευή τους και κυρίως δεν επηρεάζεται ούτε κατά την εγκατάσταση ούτε κατά την λειτουργία ο υδροφόρος ορίζοντας.**

#### **Κατασκευή κατακόρυφων γήινων εναλλακτών θερμότητας**

Οι γεωτρήσεις θα πρέπει να διανοιχτούν από εξειδικευμένο συνεργείο, με το οποίο ο ανάδοχος θα πρέπει να συνεργασθεί στον προγραμματισμό των εργασιών και στον ακριβή προσδιορισμό όλων των στοιχείων που καθορίζουν την εξέλιξη του έργου.

Οι σωληνώσεις, που πρόκειται να βυθιστούν στην γεώτρηση θα παραληφθούν στο επιθυμητό μήκος κουλούρας τουλάχιστον 110 m με συγκολλημένο το εξάρτημα «U» το οποίο θα φέρει αντίστοιχη πιστοποίηση από τον κατασκευαστή. Η σωλήνωση θα καθαριστεί με νερό, θα πληρωθεί με νερό και θα τεθεί υπό πίεση 16 bar για περίοδο τουλάχιστον τεσσάρων ωρών. Η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση της πίεσης κατά την περίοδο αυτή δεν επιτρέπεται να ξεπεράσει τα 1,5 bar υπό σκιά και σε

θερμοκρασία περιβάλλοντος 20 °C. Στη συνέχεια τα δύο ελεύθερα άκρα της σωλήνωσης θα τεθούν υπό ατμοσφαιρική πίεση, και ενώ η σωλήνωση παραμένει πλήρης με νερό, θα ταπωθούν. Η σωλήνωση τότε θα είναι έτοιμη για βύθιση. Η σωλήνωση θα είναι από πολυαιθυλένιο 3<sup>ης</sup> γενιάς Φ32 PN16 (HDPE Φ32 PN16). Σε κάθε γεώτρηση θα τοποθετηθούν δυο ζεύγη σωληνώσεων.

Επίσης θα τοποθετηθεί και μια σωλήνωση (grouting pipe) από πολυαιθυλένιο 3<sup>ης</sup> γενιάς Φ40 PN16 (HDPE Φ40 PN16) όπου θα χρησιμοποιηθεί για την πλήρωση της γεώτρησης με ένεμα από το πυθμένα της γεώτρησης και προς τα επάνω δηλαδή με την μέθοδο down-up.

Οι γεωτρήσεις θα έχουν ενιαία διάμετρο 6<sup>1/2</sup>" και θα διανοιχτούν στα σημεία που προβλέπει η μελέτη με χρήση ειδικού εξοπλισμού που θα απαιτηθεί. Οι γεωτρήσεις προτείνεται να κατασκευασθούν με υδραυλικό γεωτρήπανο, θετικής κυκλοφορίας με χρήση μπεντονιτικού πολφού ή αέρα και αφρού ή αέρα. Επίσης θα κριθεί από τον χειριστή του γεωτρήπανου αν γίνει χρήση περιφραγματικής χαλύβδινης σωλήνωσης στα πρώτα μέτρα της διάτρησης για να αποφευχθούν καταπτώσεις των τοιχωμάτων των γεωτρήσεων.

Αμέσως μετά τη διάνοιξη και τον καθαρισμό της γεώτρησης, θα βυθιστεί μέσα σε αυτήν η προετοιμασμένη διπλή σωλήνωση (Διπλό-Υ) (γεμισμένη με νερό) και η σωλήνωση πλήρωσης (grouting pipe) και αμέσως μετά θα πρέπει να ξεκινήσει η διαδικασία πλήρωσης της γεώτρησης με προπαρασκευασμένο μίγμα κονιάματος υψηλής θερμικής αγωγιμότητας (enhanced grouting), το οποίο θα έχει θερμική αγωγιμότητα (thermal conductivity) τουλάχιστον  $\lambda=2,00 \text{ W/mK}$  από το κατώτερο σημείο της γεώτρησης προς τα πάνω με χρήση ειδικής αντλίας. Για την βύθιση των σωληνώσεων θα χρησιμοποιηθεί ειδικό βαρίδι το οποίο θα είναι χαλύβδινο ελάχιστου βάρους 25 kg και κατάλληλα διαμορφωμένο για την εύκολη βύθιση του εντός της γεώτρησης. Το ειδικό βαρίδι θα προσαρμοστεί με ειδικό εξάρτημα στο κατώτατο σημείο του εξαρτήματος Υ.



Εικόνα 4.1: Ειδικό Βαρίδι



Εικόνα 4.2: Εξάρτημα U



Εικόνα 4.3: Σύνδεση Εξαρτήματος U με βαρίδι

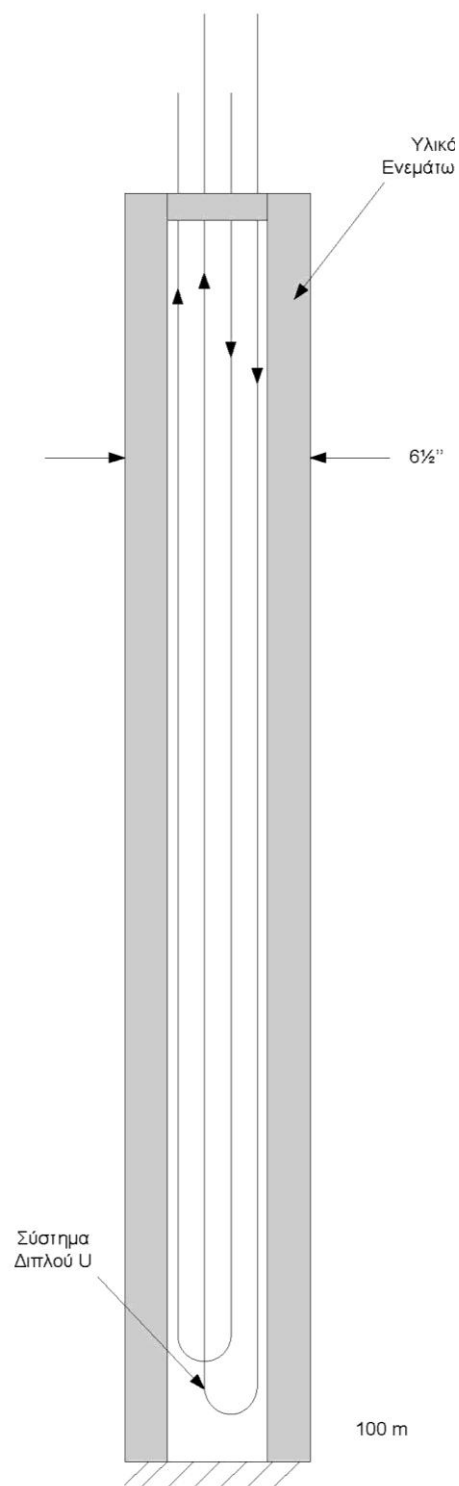
Για να διατηρούν οι σωληνώσεις σταθερές τις αποστάσεις μεταξύ τους κατά την βύθισή τους στην γεώτρηση θα γίνει χρήση ειδικών αποστατών για σωλήνες διαμέτρου  $\Phi 32$  και με εσωτερική οπή  $\Phi 45$  για την διέλευση του σωλήνα ενεμάτωσης. Οι αποστάτες θα τοποθετούνται σε απόσταση μεταξύ τους όχι μεγαλύτερη των 5,00 m.

Εικόνα 4.4: Αποστάτης

Οι γεωτρήσεις θα πληρωθούν με θερμοαγώγιμο ένεμα (αγωγιμότητα 2,00 W/mK) με τη χρήση του σωλήνα πλήρωσης  $\Phi 40$  από τον πυθμένα της γεώτρησης προς τα επάνω. Το θερμοαγώγιμο ένεμα χρησιμοποιείται για να διασφαλίσει την μεταφορά της θερμότητας από το έδαφος προς τα τοιχώματα του σωλήνα του γεωεναλλάκτη. Το θερμοαγώγιμο κονίαμα θα είναι μίγμα προπαρασκευασμένο και η μίξη θα πραγματοποιηθεί με χρήση ειδικού αναδευτήρα σε αναλογία με νερό σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή του κονιάματος.

Ο εργολάβος θα υποβάλει λεπτομέρειες για το προτεινόμενο θερμοαγώγιμο ένεμα το οποίο προτείνει και λεπτομέρειες για την προτεινόμενη μέθοδο ανάμειξης του ενέματος και εισαγωγής του στη γεώτρηση.

Μετά την πλήρωση της γεώτρησης με το υλικό ενεμάτωσης, η διπλή σωλήνωση θα παραμείνει πλήρης με νερό με τα δύο άνω άκρα της ταπωμένα. Στην Εικόνα 4.5 παρουσιάζεται η τομή ενός κατακόρυφου γήινου εναλλάκτη θερμότητας μετά την ολοκλήρωσή του.



Εικόνα 4.5: Τομή κατακόρυφων γήινων εναλλακτών θερμότητας.

**ΦΡΕΑΤΙΟ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ – ΣΚΑΜΜΑΤΑ ΟΔΕΥΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ**

Τα δύο ζεύγη σωληνώσεων των γεωεναλλάκτων τύπου διπλού-Υ θα καταλήγουν συνδεδεμένα με θερμοκόλληση μέσω ειδικών εξαρτημάτων (Υ) σε ένα ζεύγος σωλήνων από πολυαιθυλένιο διαμέτρου 40 χιλιοστών 3ης γενιάς ονομαστικής πίεσης 16 ατμοσφαιρών (HDPE Φ40 PN16), οι οποίες θα προεκτείνονται μέχρι τους συλλέκτες στο διαμορφωμένο φρεάτιο στον προαύλιο χώρο του σχολικού συγκροτήματος.

Το κάθε ζεύγος σωληνώσεις Φ40 από κάθε γεώτρηση θα οδεύουν εντός σκάμματος στο φρεάτιο εσωτερικών διαστάσεων 2,50 m με 1,50 m και βάθους 1,00 m το οποίο θα είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα όπου οι σωλήνες θα συνδέονται με τους συλλέκτες (collector) προσαγωγής και επιστροφής του ρευστού από και προς το πεδίο των γήινων εναλλακτών θερμότητας. Τα σκάμματα -όπου θα τοποθετηθούν οι σωληνώσεις Φ40- θα έχουν πλάτος 1,00 m και βάθος 0,50 m εντός των οποίων θα τοποθετούνται οι σωληνώσεις με επιστροφή άμμου πάχους 0,10 m και έπειτα τα υλικά εκσκαφής του σκάμματος απαλλαγμένα από όγκους για την αποφυγή τραυματισμών των σωληνώσεων.

Το φρεάτιο θα είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα C16/20. Ο οπλισμός για την πλάκα του πυθμένα θα είναι S500. Τα τοιχεία οπλίζονται με δομικό πλέγμα, με ενίσχυση στις οριζόντιες και κατακόρυφες γωνίες. Οι ξυλότυποι θα τοποθετηθούν εσωτερικά και εξωτερικά από τους τοίχους. Το πάχος των τοιχείων και της πλάκας του πυθμένα θα είναι τουλάχιστον 15,00 cm. Οι σωληνώσεις θα εισέρχονται και θα εξέρχονται από το φρεάτιο μέσα από οπές που θα προβλεφθούν κατά την ξυλοτύπηση του φρεατίου. Το καπάκι του φρεατίου θα είναι χαλύβδινο κάλυμμα (2 τεμάχια ή περισσότερα) ώστε να μπορεί να κλείνει και να ανοίγει εύκολα το οποίο θα πρέπει να κλειδώνει. Επίσης το πλαίσιο στο οποίο θα στηρίζεται το κάλυμμα θα πρέπει να είναι χαλύβδινο κατάλληλο ώστε να προσαρμόζεται το κάλυμμα και να εξασφαλίζει στεγανότητα στο φρεάτιο.

**ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ****Γενικά**

Η μελέτη αυτή αφορά στην εγκατάσταση κλειστού συστήματος θέρμανσης με ΓΑΘ για θέρμανση του 1<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Άρτας. Στη συνέχεια περιγράφονται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, οι ενεργειακές απαιτήσεις, καθώς και οι ποσότητες και η ποιότητα των διακινούμενων ρευστών. Επίσης, γίνεται μνεία για τις οχλήσεις και την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων.

### **Κανονισμοί – Βοηθήματα**

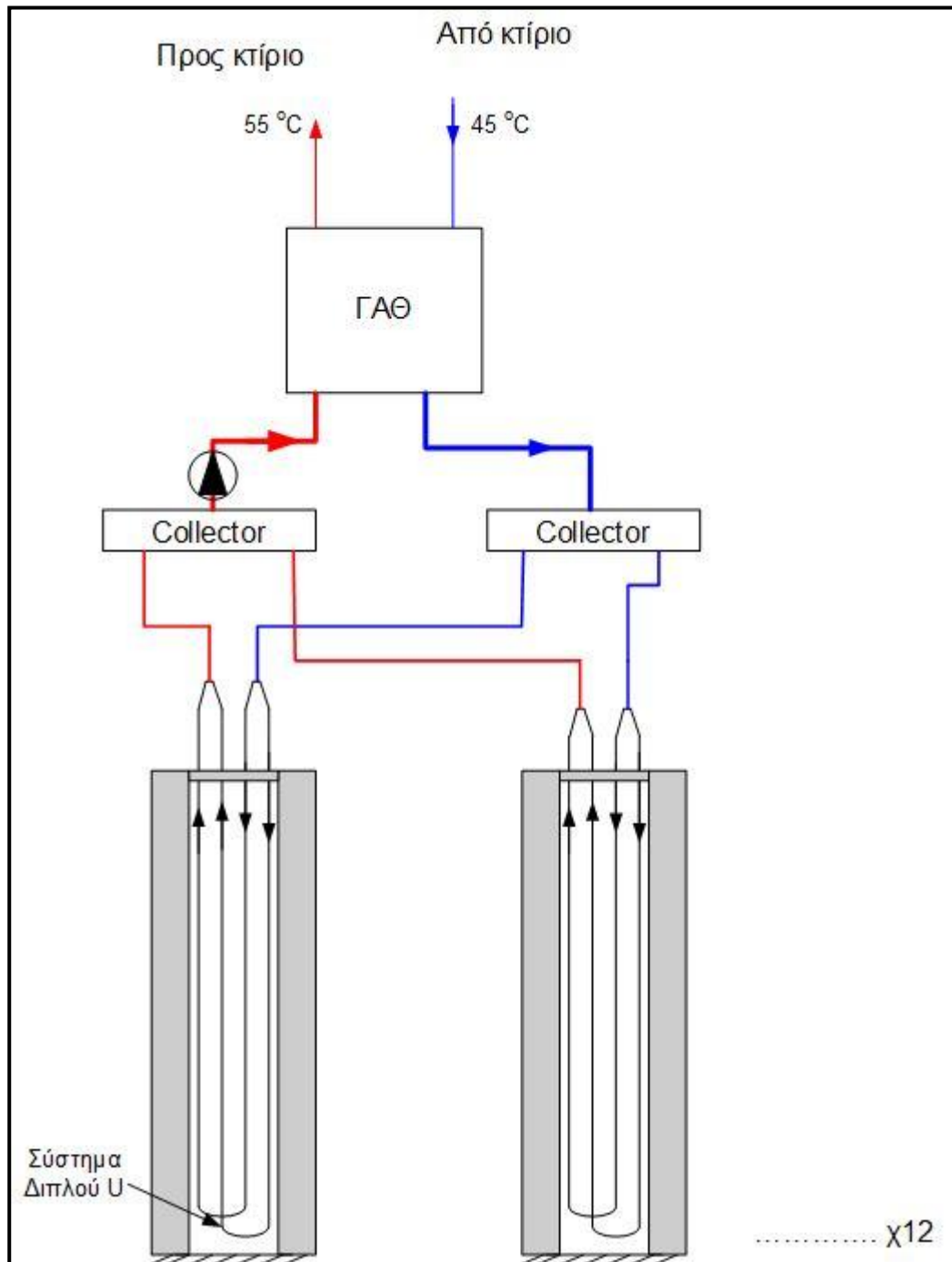
Οι εγκαταστάσεις μελετήθηκαν σύμφωνα με τους παρακάτω Κανονισμούς και τεχνικά βοηθήματα:

1. Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN.
2. VDI4640 – Thermal use of underground, December 2000.
3. ASHRAE Handbooks – Fundamentals 1985, Applications 1995, Systems and Equipment 1996.

### **Προτεινόμενο κλειστό σύστημα ΓΑΘ**

Η συνολική ισχύς για θέρμανση του κτιρίου είναι 75,41 kWth. Η θερμοκρασία σχεδιασμού του νερού προσαγωγής των θερμαντικών σωμάτων θα είναι στους 55 °C ενώ η επιστροφή στους 45 °C.

Το 100% της συνολικής ισχύος θα καλυφθεί από κλειστό κατακόρυφο σύστημα εναλλαγής με το έδαφος και Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας. Το σύστημα εναλλαγής με το έδαφος θα αποτελείται από 12 κατακόρυφους γήινους εναλλάκτες θερμότητας βάθους 100 m έκαστος, οι οποίοι θα συνδέονται με μία Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας. Η κατασκευή των κατακόρυφων γήινων εναλλακτών θερμότητας θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με την περιγραφή-προδιαγραφές της παραγράφου 4 της παρούσας τεχνικής περιγραφής.



Εικόνα 6.1: Μονογραμμικό Διάγραμμα κλειστού συστήματος ΓΑΘ.

### Διαστασιολόγηση Κλειστού συστήματος ΓΑΘ

Για το κλειστό σύστημα κατακόρυφων γήινων εναλλακτών θερμότητας προτείνεται η κατασκευή 12 τυφλών γεωτρήσεων και η βύθιση πλαστικών σωλήνων πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας σε διάταξη "U" μέσα σε αυτές. Οι 12 ΓΕΘ συνδέονται σε έναν συλλέκτη (κολεκτέρ), ο οποίος στη συνέχεια θα συνδέεται με μία Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας μέσω μίας σωλήνωσης στο χώρο του μηχανοστασίου του κτιρίου. Στη συνέχεια αναλύεται ο βασικός εξοπλισμός που προβλέπεται να εγκατασταθεί έως και την Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας εντός του μηχανοστασίου.



- Σωληνώσεις Γήινων Εναλλακτών Θερμότητας (HDPE Φ32 PN16).
- Ενδιάμεσο δίκτυο σωληνώσεων Γήινων Εναλλακτών Θερμότητας – κολεκτέρ (HDPE Φ40 PN10).
- Συλλέκτες (κολεκτέρ) (πολυπροπυλενίου PP-R Φ75).
- Ενδιάμεσο δίκτυο σωληνώσεων κολεκτέρ – ΓΑΘ (πολυπροπυλενίου PP-R Φ75).
- Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας.
- Αντλία κυκλοφορίας.
- Διατάξεις απαέρωσης και διαχωρισμού στερεών των δικτύων.
- Ασφαλιστικό σύστημα - Δοχεία διαστολής.

#### Σωληνώσεις

Οι σωληνώσεις των γεωεναλλακτών θα είναι HDPE 100/16bar/Φ32 (κατά EN12201) τύπου διπλού-U βάσει του οποίου υπολογίζεται η απαιτούμενη ταχύτητα ώστε να επικρατούν οι κατάλληλες συνθήκες για μέγιστη μετάδοση θερμότητας και αντιστοίχως οι απώλειες πίεσης. Σύμφωνα με τα παραπάνω για κάθε κατακόρυφο γήινο εναλλάκτη θερμότητας ισχύουν τα εξής:

<b><u>Σωληνώσεις Γήινων Εναλλακτών Θερμότητας HDPE PN16 Φ32</u></b>	
Παροχή για κάθε σωλήνα	0,13 l/s
Στοιχεία Σωλήνωσης τύπου-U	PE100/16 bar/Φ32
Ταχύτητα	0,24 m/s
Γραμμικές Απώλειες Πίεσης σωλήνωσης	0,09 bar/100m

<b><u>Ενδιάμεσο δίκτυο σωληνώσεων ΓΕΘ – κολεκτέρ HDPE PN10 Φ40</u></b>	
Παροχή συνόλου γεωτρήσεων	0,26 l/s
Στοιχεία Σωλήνωσης	PE100/10 bar/Φ40
Ταχύτητα	0,29 m/s
Γραμμικές Απώλειες Πίεσης σωλήνωσης	0,05 bar/100m

<b><u>Ενδιάμεσο δίκτυο σωληνώσεων κολεκτέρ – ΓΑΘ PP-R Φ75</u></b>	
Παροχή συνόλου γεωτρήσεων	2,98 l/s
Στοιχεία Σωλήνωσης	PP-R Φ75
Ταχύτητα	0,80 m/s
Γραμμικές Απώλειες Πίεσης σωλήνωσης	0,3 bar/100m

Εγκατάσταση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και του λοιπού μηχανολογικού εξοπλισμού του μηχανοστασίου

Στα κατακόρυφα διαγράμματα (βλέπε Σχέδιο ΓΑΘ-2 στο Παράρτημα Χαρτών – Σχεδίων) αποτυπώνονται όλες οι συνιστώσες του μηχανοστασίου και ο μηχανολογικός του εξοπλισμός. Αυτό μπορεί να χωριστεί στα κάτωθι διακριτά μέρη:

- Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ)
- Μηχανολογικός εξοπλισμός του κλειστού κυκλώματος ΓΑΘ – Πεδίο Γεωεναλλακτών
- Μηχανολογικός εξοπλισμός και σωληνώσεις του κυκλώματος ΓΑΘ – Δοχείο Αδρανείας
- Μηχανολογικός εξοπλισμός και σωληνώσεις του κυκλώματος Δοχείο Αδρανείας – κολεκτέρ

Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας

Η Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ) που προδιαγράφεται θα είναι τύπου νερού-νερού με εργαζόμενο μέσο R410A και με κατάλληλο σύστημα ρύθμισης λειτουργίας, ώστε να επιτυγχάνεται ο βέλτιστος βαθμός απόδοσης ανάλογα με τις διακυμάνσεις των φορτίων του κτιρίου. Επίσης η ΓΑΘ θα πρέπει να έχει τουλάχιστον δυο συμπιεστές (Tandem), ένα ψυκτικό κύκλωμα και ρύθμιση της ισχύος 50%/100%.

Ο ελάχιστος βαθμός απόδοσης σε θέρμανση (COP) της ΓΑΘ θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,00 στις παρακάτω συνθήκες:

Απαιτήσεις σε θέρμανση  $>76 \text{ kW}_\theta$  σε συνθήκες  $55/45 \text{ }^\circ\text{C}$  στο κύκλωμα θέρμανσης του κτιρίου.

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας θα πρέπει να είναι αναγνωρισμένη από το Διεθνή Οργανισμό Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (IGSHPA) ή να είναι πιστοποιημένη από το Διεθνή Οργανισμό Γεωθερμίας GEOEXCHANGE ή από EUROVENT ή από άλλο ισοδύναμο αναγνωρισμένο πιστοποιητικό.

#### *Αυτοματισμοί*

Η αντλία θερμότητας θα διαθέτει πλήρη σύστημα αυτοματισμών και ελέγχου για την προστασία του υδραυλικού και ηλεκτρολογικού κυκλώματος της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.

Επιπλέον, το σύστημα αυτοματισμού της αντλίας θερμότητας θα περιλαμβάνει αυτόματη συνεχή ρύθμιση της λειτουργίας του κυκλοφορητή, έτσι ώστε ο κυκλοφορητής να ξεκινάει τουλάχιστον 1 min πριν την εκκίνηση του συμπιεστή και να σταματάει τουλάχιστον 1 min μετά το σταμάτημα του συμπιεστή.

Ο συμπιεστής θα είναι εφοδιασμένος με κύκλωμα ομαλής εκκίνησης (soft starter), έτσι ώστε να περιορίζονται οι αιχμές της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος κατά την εκκίνηση.

Στον πίνακα χειρισμών της ΓΑΘ, θα υπάρχει υποχρεωτικά επιτηρητής τάσης για την προστασία της μαζί με τα όποια υλικά απαιτούνται για την προστασία της (ρελέ, κλπ). Γενικά οι διατάξεις ελέγχου και ασφαλείας θα είναι εργοστασιακά εγκατεστημένες εντός της μονάδος. Οι ελεγκτές θα έχουν επαφές για την ενεργοποίηση των συμπιεστών μετασχηματιστή ενσωματωμένο στον διακόπτη ισχύος με προστασία έναντι βραχυκυκλώματος. Θα υπάρχει επίσης επιτηρητής φάσεων (έλεγχος διαδοχής, έλλειψη φάσης κλπ) ο οποίος θα είναι εργοστασιακά εγκατεστημένος.

Ο έλεγχος της λειτουργίας της ΓΑΘ θα γίνεται από μια μονάδα ελέγχου με μικροεπεξεργαστή. Ο έλεγχος θα γίνεται μέσω ενός θερμοστάτη και θα έχει τις παρακάτω δυνατότητες:

- Προστασία από συχνές εκκινήσεις τουλάχιστον 5 min.
- Προστασία έναντι υπότασης.
- Προστασία έναντι υπέρτασης.

- Διακοπή λειτουργίας σε περίπτωση υπερπίεσης – υποπίεσης ψυκτικού μέσου.
- Τερματισμός μονάδος σε περίπτωση ανίχνευσης πάγου.
- Αντιπαγωτική προστασία – Επιλογή Set Point.

#### Αντλία κυκλοφορίας

Η αντλία κυκλοφορίας επιλέγεται με βάση την παροχή του πεδίου γήινων εναλλακτών θερμότητας και τις αντίστοιχες απώλειες.

Στη συνέχεια αναλύεται ο υπολογισμός των απωλειών πίεσης.

#### Αντιστάσεις τριβών στα τοιχώματα ευθέως σωλήνα:

Η πτώση πίεσης υπολογίζεται με βάση την εξίσωση Darcy-Weisbach:

$$\Delta p = f (L/D) \rho v^2 / 2$$

όπου:

$\Delta p$ : η πτώση πίεσης (Pa)

$f$ : ο αδιάστατος συντελεστής τριβών

$D$ : η εσωτερική διάμετρος σωλήνα (m)

$\rho$ : η πυκνότητα του μέσου (για το νερό 1000 kg/m<sup>3</sup>)

$v$ : η ταχύτητα ροής (m/s)

$L$ : το μήκος του σωλήνα (m)

Ο αδιάστατος συντελεστής τριβών ( $f$ ) είναι συνάρτηση της απόλυτης τραχύτητας του σωλήνα ( $\epsilon$ ), της διαμέτρου του ( $D$ ) και του αριθμού Reynolds ( $Re$ ) και λαμβάνεται κατά Colebrook από τη σχέση:

$$1/f = 1,74 - 2 \log_{10} (2 \epsilon / D + 18,7 Re^{-1/4})$$

όπου:

$$Re = D v \rho / \mu$$

και  $\mu$  το δυναμικό ιξώδες του ρευστού (Pa s)

Τοπικές αντιστάσεις: Η πτώση πίεσης ειδικών τεμαχίων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Delta p = \zeta \rho / 2 v^2$$

όπου:

$\zeta$ : ο συντελεστής τοπικών απωλειών πίεσης

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>M</b>
25	0,43	0,41	0,22	0,43	0,26	1,00	13,0	-	4,8	2,0
32	0,41	0,37	0,22	0,41	0,25	0,95	12,0	-	3,7	2,0
40	0,40	0,35	0,21	0,40	0,23	0,90	10,0	-	3,0	2,0
50	0,38	0,30	0,20	0,38	0,20	0,84	9,0	0,34	2,5	2,0
65	0,35	0,28	0,19	0,35	0,18	0,79	8,0	0,27	2,3	2,0
80	0,34	0,25	0,18	0,34	0,17	0,76	7,0	0,22	2,2	2,0
100	0,31	0,22	0,18	0,31	0,15	0,70	6,5	0,16	2,1	2,0
150	0,29	0,18	0,17	0,29	0,12	0,62	6,0	0,10	2,1	2,0
200	0,27	0,16	0,17	0,27	0,10	0,58	5,7	0,08	2,1	2,0
250	0,25	0,14	0,16	0,25	0,09	0,53	5,7	0,06	2,1	2,0
300	0,24	0,13	0,16	0,24	0,08	0,50	5,7	0,05	2,1	2,0

Οι συντελεστές τοπικών απωλειών λαμβάνονται σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα

A: Ονομαστική διάμετρος

B: Γωνία 90° κανονική

C: Γωνία 90° ανοιχτή

D: Γωνία 45° ανοιχτή

E: Γωνία 180° κανονική

F: Διακλάδωση T γραμμή

G: Διακλάδωση T κλάδος

H: Βαλβίδα έδρας

I: Βαλβίδα σύρτη

J: Βαλβίδα γωνιακή

M: Βαλβίδα αντεπιστροφής με κλαπέ

Συντελεστής τοπικών απωλειών για εξαρτήματα φλαντζωτών – συγκολλητών σωλήνων (ASHRAE Handbook of Fundamentals 1985).

Με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας λαμβάνονται υπόψη οι αντίστοιχες απώλειες πίεσης.

Η συνολική πτώση πίεσης υπολογίζεται από την άθροιση των γραμμικών και των τοπικών απωλειών πίεσης.

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτουν οι συνολικές απώλειες πίεσης βάσει των οποίων ακολουθεί επιλογή αντλίας κυκλοφορίας.

Παροχή κλειστού συστήματος κατακόρυφων γεωεναλλακτών 2,98 l/s (10,73 m<sup>3</sup>/h)

Γραμμικές απώλειες πίεσης δικτύου γεωτρήσεων	0,35 bar
Γραμμικές απώλειες πίεσης διαμέσου δικτύου	0,30 bar
Τοπικές απώλειες πίεσης αντλίας θερμότητας	0,50bar
Τοπικές απώλειες λοιπών εξαρτημάτων	0,25 bar
Σύνολο απωλειών πίεσης	1,40 bar

**Προτείνεται μία αντλία κυκλοφορίας ονομαστικής παροχής 2,98 l/s (10,73 m<sup>3</sup>/h) και πτώσης πίεσης 14,00 mWS (1,40 bar). Το δοχείο διαστολής θα συνδεθεί πριν την αντλία κυκλοφορίας.**

Για κάθε το σύστημα ΓΑΘ προδιαγράφονται αυτόματοι ρυθμιζόμενοι κυκλοφορητές (μεταβλητών στροφών) υψηλής απόδοσης κατάλληλοι για εγκαταστάσεις θέρμανσης-ψύξης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX) με βέλτιστη ενεργειακή απόδοση (ενεργειακής κλάσης Α). Όλα τα μοντέλα των κυκλοφορητών θα πρέπει να φέρουν τη σήμανση CE και θα πρέπει να ικανοποιούν τα προβλεπόμενα στην Κοινοτική Οδηγία ErP. Θα μπορούν να εργάζονται σε θερμοκρασίες ρευστού -5 °C έως + 110°C ενώ ο αριθμός των στροφών ρυθμίζεται μέσω ενός ενσωματωμένου μετατροπέα συχνότητας.

Οι αντλίες θα είναι φυγοκεντρικές, κατάλληλες για τοποθέτηση και στήριξη στα δίκτυα σωληνώσεων χωρίς απαίτηση πρόσθετης στήριξης. Θα συνοδεύονται από στεγανούς ηλεκτροκινητήρες ισχύος κατά 15% τουλάχιστον μεγαλύτερης από την απαιτούμενη για την κίνηση της αντλίας στα δεδομένα ονομαστικής λειτουργίας,

αθόρυβης λειτουργίας, κατάλληλες για κυκλοφορία νερού θερμοκρασίας από -10° έως 80°C και υπολογισμένες έτσι ώστε να αποκλείεται η διάβρωση των δρομέων ή κελυφών από την εμφάνιση του φαινομένου της σπηλαιώσης.

Οι αντλίες θα είναι τύπου Inline με Inverter, υψηλής απόδοσης με κινητήρα EC και ηλεκτρονική προσαρμογή ισχύος. Θα είναι κατάλληλες για εφαρμογές άντλησης νερού θέρμανσης (κατά VDI 2035), κρύου νερού και μίγματος νερού-γλυκόλης χωρίς επιθετικές ουσίες σε συστήματα θέρμανσης, κρύου νερού και ψύξης. Επίσης θα διαθέτουν τα ακόλουθα τεχνικά στοιχεία:

- Ο κινητήρας EC θα είναι υψηλής απόδοσης (βαθμός απόδοσης πάνω από τις οριακές τιμές IE4 κατά IEC TS 60034-31 έκδ.1)
- Ενσωματωμένο ηλεκτρονικό σύστημα προσαρμογής ισχύος
- Διαφορετικά είδη ρύθμισης Δp-c, Δp-v, PID και n-σταθερό (σταθερές στροφές)
- Αναλογικές διεπαφές 0-10 V, 2-10 V, 0-20 mA, 4-20 mA
- Δύο διαμορφώσιμα ρελέ μηνύματος λειτουργίας και βλάβης
- Δυνατότητα ενεργοποίησης φραγής πρόσβασης στην αντλία
- Ενσωματωμένη πλήρης προστασία κινητήρα
- Υψηλή προστασία έναντι διάβρωσης με επικάλυψη καταφόρεσης
- Στάνταρ αποστράγγιση συμπυκνώματος
- Επιτρεπτή περιοχή θερμοκρασίας του αντλούμενου μέσου από -20 °C έως +140 °C
- Ηλεκτρική σύνδεση 3~400 V ( $\pm 10\%$ ), 50 Hz/60 Hz
- Βαθμός προστασίας IP55
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας 16bar έως +120 °C, 13bar έως +140 °C

#### Ασφαλιστικό σύστημα – Δοχείο διαστολής

Το σύστημα ασφαρίζεται με κλειστό δοχείο διαστολής με μεμβράνη και πίεση αερίου κατά DIN 4751. Τα δοχεία διαστολής της εγκατάστασης θα είναι με μεμβράνη και πίεση αερίου κατά DIN 4751 κατάλληλα για εγκαταστάσεις θέρμανσης-ψύξης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX) σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία 97/23/EC.

Ο όγκος του δοχείου διαστολής υπολογίζεται από τη σχέση:

$$(v_2 / v_1) - 1$$

$$V_t = V_s \text{ -----}$$

$$1 - (P_1 / P_2)$$

όπου:

**V<sub>t</sub>**: ο όγκος του δοχείου διαστολής (m<sup>3</sup>)

**V<sub>s</sub>**: ο όγκος νερού στην εγκατάσταση (m<sup>3</sup>)

**t<sub>1</sub>**: η χαμηλότερη θερμοκρασία του δικτύου (°C)

**t<sub>2</sub>**: η υψηλότερη θερμοκρασία του δικτύου (°C)

**Δt**: = t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub> (°C)

**P<sub>1</sub>**: η πίεση στη χαμηλότερη θερμοκρασία του δικτύου (kPa)

**P<sub>2</sub>**: η πίεση στην υψηλότερη θερμοκρασία του δικτύου (kPa)

**v<sub>1</sub>**: ο ειδικός όγκος του νερού στη χαμηλότερη θερμοκρασία (m<sup>3</sup>/kg)

**v<sub>2</sub>**: ο ειδικός όγκος του νερού στην υψηλότερη θερμοκρασία (m<sup>3</sup>/kg)

Ως χαμηλότερη θερμοκρασία λαμβάνεται η ελάχιστη επιτρεπτή θερμοκρασία του δικτύου, δηλαδή 0°C και ως υψηλότερη αυτή της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμοκρασίας νερού του δικτύου, δηλαδή 55 °C.

Ως χαμηλότερη πίεση λαμβάνεται η απαραίτητη στατική πίεση του δικτύου προσαυξημένη κατά 70 kPa (7 mWS). Με δεδομένο ότι το μέγιστο ύψος της εγκατάστασης του πρωτεύοντος/ανοιχτού κυκλώματος πάνω από τη θέση εγκατάστασης του δοχείου διαστολής είναι 2 m, η χαμηλότερη πίεση στο δίκτυο λαμβάνεται:

$$P_1 = 20 + 70 = 90 \text{ kPa (9 mWS)}$$

Ως υψηλότερη πίεση λαμβάνεται το άνω επιτρεπτό όριο πίεσης πριν το άνοιγμα της βαλβίδας ασφαλείας. Αυτή τίθεται ίση με 2 bar (20mWS), ώστε η ονομαστική πίεση στο κατώτερο σημείο των γεωτρήσεων (βάθος 100m) να μην υπερβεί τις 16atm.

Σύμφωνα με τα παραπάνω για το κάθε σύστημα αντλία θερμότητας – γεωτρήσεις ισχύουν τα εξής:

Ο όγκος νερού της εγκατάστασης του γήινου πεδίου είναι: **3.000 lit**



**Σύμφωνα με τα παραπάνω προτείνεται κλειστό δοχείο διαστολής μεμβράνης συνολικού ελάχιστου όγκου 200 lit. Η βαλβίδα ασφαλείας, ονομαστικής διαμέτρου DN15, ρυθμίζεται σε πίεση 2,00 bar.**

Τα δίκτυα θα συνδεθούν μέσω διάταξης αυτόματου πλήρωσης ονομαστικής διαμέτρου DN15 με το δίκτυο νερού με χρήση αντεπίστροφης βαλβίδας ώστε να μην εισέλθει το ρευστό του πεδίου των γεωεναλλακτών στο δίκτυο ύδρευσης.

#### Απαερωτής – Διαχωριστής στερεών

Για την διατήρηση καθαρών των σωληνώσεων και των σωληνώσεων του γήινου εναλλάκτη θερμότητας και κυρίως του άκρου σε βάθος έως και 100 m, αλλά και για την απαλλαγή του κυκλώματος από τα διαλυμένα σ' αυτό αέρια, προτείνεται η τοποθέτηση συσκευής απαέρωσης και διαχωρισμού στερεών (τύπου Spirovent Air & Dirt).

#### Συλλέκτες PP-R Φ75

Οι συλλέκτες του πεδίου των γήινων εναλλακτών θερμότητας θα βρίσκονται στο διαμορφωμένο φρεάτιο από σκυρόδεμα. Θα υπάρχουν δύο συλλέκτες ένας προσαγωγής του ρευστού προς το έδαφος και ο άλλος επιστροφής από το έδαφος. Θα είναι κατασκευασμένοι από PP-R κατά DIN 8077/78, θα έχουν υποβληθεί σε δοκιμή πίεσης 10 bar και θα εξασφαλίζονται συνθήκες λειτουργίας -20 °C έως 60 °C, σε μέγιστη πίεση λειτουργίας 6 bar.

Οι συλλέκτες θα αποτελούνται από:

- 12 αναμονές 1 1/4" ή Φ40 για τη σύνδεση με τους γεωεναλλάκτες.
- Αναμονή σύνδεσης τουλάχιστον Φ75 για τη σύνδεση με το δίκτυο προς την ΓΑΘ.
- Θέση τοποθέτησης και πλήρως εγκατεστημένο μανόμετρο.
- Εξαεριστικό.
- Βάνα πλήρωσης/εξαέρωσης.
- Βάνες στα σημεία εισαγωγής/εξαγωγής και στις συνδέσεις με τα δίκτυα του εδάφους και με το δίκτυο της ΓΑΘ.

Οι συλλέκτες θα είναι μονωμένοι με μόνωση κατάλληλη όπως προδιαγράφεται στις αντίστοιχες παραγράφους.

Αυτόματα εξαεριστικά

Τα εξαεριστικά που θα εγκατασταθούν θα είναι αυτόματα, τύπου πλωτήρα, ονομαστικής πίεσης 10bar. Θα αποτελούνται από περίβλημα με κοχλιωτά άκρα Φ 1/2" και κατάλληλο μηχανισμό, ο οποίος επιτρέπει την έξοδο εγκλωβισμένου αέρα μέσω κωνικής βαλβίδας (τύπου SPIROTOP).

Αυτόματος πλήρωσης

Για την πλήρωση των εγκαταστάσεων αλλά και για τη διατήρηση της πίεσης στην επιθυμητή τιμή ή τη συμπλήρωση των δικτύων, θα συνδεθεί η εγκατάσταση προς το δίκτυο ύδρευσης μέσω αυτομάτου πλήρωσης. Το σώμα θα είναι κατασκευασμένο από υψηλής ποιότητας χαμηλό σε μόλυβδο κράμα χαλκού και κασσίτερου (DN20). Το βιδωτό πώμα θα είναι κατασκευασμένο από υψηλής ποιότητας, ενισχυμένο με γυάλινη ίνα, συνθετικό υλικό και τα πλαστικά μέρη από ανθεκτικό στη φθορά ελαστομερές. Το διάφραγμα θα είναι ενισχυμένο με πολυαμίδιο. Το ελατήριο θα είναι κατασκευασμένο από ανθεκτικό στην διάβρωση ατσάλινο σύρμα ελατηρίου και όλα τα άλλα μέρη κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα ή ανθεκτικό στην αποψευδαργυροποίηση ορείχαλκο. Το φίλτρο θα είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και θα έχει διατομή πλέγματος 0.25 mm. Ο αυτόματος πλήρωσης θα φέρει επίσης υποδοχή για μανόμετρο.

Μανόμετρα

Τα μανόμετρα θα είναι τύπου γλυκερίνης, με σώμα INOX, Φ63mm, ευκρινούς ανάγνωσης, κλίμακας 0-10 bar, με αναμονή διατομής 1/2" και αρσενικό σπείρωμα το οποίο θα συνοδεύεται από κρουνό απομόνωσης και εξαερισμού. Τα μανόμετρα θα είναι όρθιας εξόδου ή εξόδου πλάτης ανάλογα με το σημείο τοποθέτησης τους ώστε να είναι ευδιάκριτα.

Θερμόμετρα

Τα θερμόμετρα θα είναι με σώμα INOX, Φ63mm, ευκρινούς ανάγνωσης, ενδεικτικού εύρους κλίμακας -20 °C με +50 °C, με αναμονή διατομής 1/2" και αρσενικό σπείρωμα. Τα θερμόμετρα θα είναι όρθιας εξόδου ή εξόδου πλάτης ανάλογα με το σημείο τοποθέτησης τους ώστε να είναι ευδιάκριτα.

Λοιπά Εξαρτήματα (γωνίες, μούφες κλπ)

Όπου απαιτηθεί θα χρησιμοποιηθούν ειδικά εξαρτήματα κατάλληλης διαμέτρου και αντοχής για την προέκταση των σωληνώσεων ή για την αλλαγή κατεύθυνσης

αυτών. Τα εξαρτήματα αυτά θα είναι από PP-R για το δίκτυο σωληνώσεων που είναι από PP-R και από πολυαιθυλένιο για τα δίκτυα που είναι από πολυαιθυλένιο και οι συνδέσεις θα γίνονται με ηλεκτροσυγκόλληση. Η συγκόλληση με την χρήση ηλεκτρομούφας θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις τεχνικές οδηγίες του κατασκευαστή του σωλήνα και των κατασκευαστή των εξαρτημάτων. Επίσης, όλες η εργασίες συγκόλλησης θα πρέπει να πραγματοποιούνται από εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό. Όπου δεν είναι εφικτή η χρήση ηλεκτροσυγκολλήσεων θα γίνεται με μηχανική σύσφιξη.

Για την εύρυθμη λειτουργία του δικτύου χωρίς διαρροές ρευστού και χωρίς μεγάλη πτώση πίεσης θα πρέπει να τοποθετηθούν όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα (βάνες απομόνωσης, βαλβίδες εξαέρωσης, γωνίες, μούφες, κ.λπ.), τα οποία θα πρέπει να συμμορφώνονται με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου (διάμετροι, ονομαστική πίεση λειτουργίας, κ.λπ.).

Οι συνδέσεις των σωλήνων PP-R με μεταλλικούς σωλήνες ή άλλα μεταλλικά στοιχεία του δικτύου (π.χ. βάνες) θα γίνεται με ειδικά πλαστικά - ορειχάλκινα εξαρτήματα κολλητά προς την πλευρά του σωλήνα PP-R και κοχλιωτά με ορειχάλκινο σπείρωμα προς την πλευρά του μεταλλικού στοιχείου όπως επίσης και με φλάντζες. Το ορειχάλκινο μέρος των πλαστικών-ορειχάλκινων εξαρτημάτων αποτελείται από ορείχαλκο αναβαθμισμένης ποιότητας σύμφωνα και με την οδηγία 98/83/ΕΚ της ΕΕ που έγινε νόμος του Ελληνικού κράτους με το υπ' αριθμό ΦΕΚ 892 της 11.7.2001 από τις 25.12.2003 και που προβλέπει περιορισμό των ποσοτήτων Μόλυβδου και Κασσίτερου στον ορείχαλκο καθώς και του περιορισμού χρωμίου και νικελίου στο επινικέλωμα του ορείχαλκου. Συνεπώς όλα τα εμφανή μέρη των μεταλλικών εξαρτημάτων δεν είναι πλέον επινικελωμένα.

Όπου είναι απαραίτητα μεγάλα ευθύγραμμα μήκη σωλήνων εξωτερικά στο δίκτυο του θερμού νερού πρέπει να γίνονται ειδικά διαστολικά σημεία τύπου Ω για τις διαστολές βάση των προδιαγραφών του κατασκευαστή.

Τα εξαρτήματα του δικτύου σωληνώσεων θα είναι κατασκευασμένα από το ίδιο υλικό και τον ίδιο κατασκευαστή με εκείνα των σωλήνων. Απαγορεύεται ρητά η χρήση εξαρτημάτων άλλου τύπου ή αλλού κατασκευαστή.

Οι κατακόρυφες και οριζόντιες σωληνώσεις θα στηρίζονται με ειδικά στηρίγματα αγκυρούμενα σε σταθερά οικοδομικά στοιχεία, τα οποία στηρίγματα θα επιτρέπουν την ελεύθερη κατά μήκος συστολοδιαστολή τους, εκτός από τις περιπτώσεις όπου

απαιτείται αγκύρωση προκειμένου οι συστολοδιαστολές να παραληφθούν εκατέρωθεν του σημείου αγκυρώσεως

Η στερέωση στα οικοδομικά υλικά θα γίνεται με εκτονωτικά βύσματα μεταλλικά και κοχλίες. Σε περίπτωση αναρτήσεως πρέπει να χρησιμοποιούνται ράβδοι μεταλλικοί ή σιδηρογωνίες επαρκούς αντοχής για το συγκεκριμένο εκάστοτε φορτίο.

Η απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων θα είναι σύμφωνη με τις οδηγίες του προμηθευτή του υλικού.

#### Αιθυλενογλυκόλη

Μετά την ολοκλήρωση των συνδέσεων και του ελέγχου του δικτύου το γήινο κύκλωμα θα πληρωθεί είτε από το χώρο του μηχανοστασίου από τις βάνες πλήρωσης-εξαέρωσης ή από το χώρο των συλλεκτών με μίγμα νερού και αιθυλενογλυκόλης για προστασία του γήινου εναλλάκτη και όλου του δικτύου από πιθανή τήξη του ρευστού αν η θερμοκρασία λειτουργίας μειωθεί κάτω από τους 0 °C. Το ποσοστό αιθυλενογλυκόλης θα είναι της τάξεως 22% ώστε το σημείο τήξεως του ρευστού να είναι -10 °C.

#### Αποκατάσταση του προαύλιου χώρου μετά την ολοκλήρωση των εργασιών

Προβλέπονται εργασίες αποκατάστασης του προαύλιου χώρου μετά το πέρας των εργασιών εγκατάστασης του κλειστού, κατακόρυφου γεωθερμικού συστήματος. Αυτές συμπεριλαμβάνουν:

- Κατασκευή υπόβασης πάχους 10 cm με θραυστό υλικό λατομείο από θραυστά υλικά σταθεροποιούμενου τύπου, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 05-03-03-00 «Στρώσεις οδοστρωμάτων από ασύνδετα αδρανή υλικά»
- Κατασκευή βάσης πάχους 10 cm με θραυστό υλικό λατομείου από θραυστά υλικά σταθεροποιούμενου τύπου, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 05-03-03-00 «Στρώσεις οδοστρωμάτων από ασύνδετα αδρανή υλικά»
- Προεπάλειψη ανασφάλτωσης επιφάνειας με ασφαλικό διάλυμα τύπου ME-0 ή με όξινο ασφαλικό γαλάκτωμα, ανεξάρτητα από την έκταση και τη μορφή της επιφάνειας, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 05-03-11-01 «Ασφαλτική προεπάλειψη»
- Κατασκευή ασφαλική στρώσης με ασφαλτόμιγμα παρασκευαζόμενο εν θερμώ σε μόνιμη εγκατάσταση με θραυστά αδρανή υλικά λατομείου, τύπου ΑΣ 12,5 ή ΑΣ20, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 05-03-11-04 «Ασφαλτικές στρώσεις κλειστού τύπου ασφαλικού σκυροδέματος»

Αποξήλωση υφιστάμενου και εγκατάσταση νέου συστήματος θέρμανσης

Πριν την εγκατάσταση του νέου γεωθερμικού συστήματος θέρμανσης, θα απαιτηθεί η αποξήλωση και διάθεση του παρακάτω εξοπλισμού:

- Κεντρικός λέβητας πετρελαίου
- Δεξαμενή πετρελαίου
- Υφιστάμενα θερμαντικά σώματα

6.4.16 Αντλία κυκλοφορίας από την ΓΑΘ στο δοχείο Αδρανείας

Η αντλία θα είναι υψηλής απόδοσης με κινητήρα EC και ηλεκτρονική προσαρμογή ισχύος. Θα είναι κατάλληλη για εφαρμογή κρύου νερού σε συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Επίσης θα διαθέτει τα ακόλουθα τεχνικά στοιχεία:

- Ο κινητήρας EC θα είναι υψηλής απόδοσης (βαθμός απόδοσης πάνω από τις οριακές τιμές IE4 κατά IEC TS 60034-31 έκδ.1)
- Ενσωματωμένο ηλεκτρονικό σύστημα προσαρμογής ισχύος
- Διαφορετικά είδη ρύθμισης Δp-c, Δp-v, PID και n-σταθερό (σταθερές στροφές)
- Αναλογικές διεπαφές 0-10 V, 2-10 V, 0-20 mA, 4-20 mA
- Δύο διαμορφώσιμα ρελέ μηνύματος λειτουργίας και βλάβης
- Δυνατότητα ενεργοποίησης φραγής πρόσβασης στην αντλία
- Ενσωματωμένη πλήρης προστασία κινητήρα
- Υψηλή προστασία έναντι διάβρωσης με επικάλυψη καταφόρεσης
- Στάνταρ αποστράγγιση συμπυκνώματος
- Επιτρεπτή περιοχή θερμοκρασίας του αντλούμενου μέσου από 0 °C έως +100 °C
- Ηλεκτρική σύνδεση 3~400 V ( $\pm 10\%$ ), 50 Hz/60 Hz
- Βαθμός προστασίας IP55
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας 10 bar έως +100 °C

Η αντλία κυκλοφορίας επιλέγεται με βάση την απαιτούμενη παροχή του κτηριακού συγκροτήματος και τις απώλειες του κυκλώματος ΓΑΘ – Δοχείο Αδρανείας. Σύμφωνα με αυτά, προτείνεται μία αντλία κυκλοφορίας ονομαστικής παροχής 15 m<sup>3</sup>/h και πτώσης πίεσης 7,13 mWS (0,7bar).

#### Νέες τερματικές μονάδες θέρμανσης

Στη συνέχεια, θα εγκατασταθεί και θα συνδεθεί υδραυλικά το νέο σύστημα παραγωγής θέρμανσης με το υφιστάμενο σύστημα διανομής θέρμανσης (βλέπε κατακόρυφο διάγραμμα θέρμανσης).

Οι νέες τερματικές μονάδες θέρμανσης θα αποτελούνται από χαλύβδινα θερμαντικά σώματα και θα τοποθετηθούν στις θέσεις που υποδεικνύονται στα σχέδια Θ1, Θ2 και Θ3 του Παραρτήματος Σχεδίων. Θα πρέπει να εξασφαλίζουν τουλάχιστον αποδιδόμενη θερμική ισχύς ίση με τις θερμικές απώλειες των χώρων όπως αυτές αποτυπώνονται στον πίνακα 3.1. της παρούσας για θερμοκρασίες προσαγωγής και επιστροφής ζεστού νερού 55 °C και 45 °C αντίστοιχα.

#### **Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις**

Για την λειτουργία της νέας εγκατάστασης θέρμανσης του κτηριακού συγκροτήματος θα απαιτηθεί η αναβάθμιση της υφιστάμενης γραμμής τροφοδοσίας και η εγκατάσταση νέου πίνακα χαμηλής τάσης. Η αναβάθμιση θα γίνει στην παροχή του υπογείου (Αρ. Παροχής: 60900829).

#### Αναβάθμιση της υφιστάμενης γραμμής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας

Για την εγκατάσταση της νέας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, ισχύος 75 kW<sub>θ</sub>, υπολογίζεται ότι απαιτείται ηλεκτρική ισχύς πίνακα τουλάχιστον 55 kVA. Ως εκ τούτου, προκειμένου να καλυφθεί αυτή η αυξημένη ζήτηση ισχύος, απαιτείται η εγκατάσταση νέας τριφασικής γραμμής τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας ενδεικτικού τύπου Νο. 5 της ΔΕΗ (βλέπε παρακάτω πίνακα).

ΕΙΔΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ		ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΗ		ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ						
ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ Νο		03	05	1	2	3	4	5	6	7
ΙΣΧΥΣ ΠΑΡΟΧΗΣ [kVA]		8	12	15	25	35	55	85	135	250
ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΟΣ / ΑΣΦΑΛΕΙΑ [A]		40	63	25	40	63	ασφ. 100	ασφ. 160	ασφ. 250	ασφ. 400 (Αναγκ.)
ΚΑΛΩΔΙΟ ΠΑΡΟΧΗΣ [mm <sup>2</sup> ]	ΣΥΓΚΕΝΤΡΙΚΟ [Cu]	2x6	2x16	4x6	4x6	4x16	4x25	4x50		
	ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΟ [Cu]								95	150
	ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΟ [Al]								150	
	X - LPE						3x50Al+35Cu	3x95Al+35Cu	3x150Al+50Cu	2(3x150Al+50Cu)
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΙΝΑΚΑ [A]		35	50	25	35	50	80	125	200	350
ΓΡΑΜΜΗ ΠΙΝΑΚΑ - ΜΕΤΡΗΤΗ [mm <sup>2</sup> ]		3x10	3x16	5x6	5x10	5x16	3x25+16+16	3x50+25+25	3x120+70+70	3x240+120+120
ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗ I <sub>ON</sub> /I <sub>OP</sub> [A]		15/60		3x10/60		3x20/100		3x1,5/6 (μέσω ΜΣ-Εντάσεως)		

Η παροχή Νο 7 τροφοδοτείται από το Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ με ιδιαίτερη αναχώρηση.  
Στις παροχές Νο 5 & 6 τοποθετείται Μ/Σ εντάσεως 200/5 και στην παροχή Νο 7 Μ/Σ εντάσεως 400/5 κλ. S.

#### Πίνακας 6.1: Τυποποιημένες παροχές ΔΕΗ

Επίσης, απαιτείται η αντικατάσταση του υφιστάμενου μετρητή από νέο μετρητή με όλες του τις ασφαλιστικές διατάξεις.

Σημειώνεται ότι απαγορεύεται η μεταβολή, από τον ανάδοχο ή τους χρήστες του κτιρίου, του μετρητή και κάθε κατασκευής που αφορά την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, όπως θα έχουν διαμορφωθεί με τις υποδείξεις του ΔΕΔΔΗΕ. Ο εξοπλισμός που βρίσκεται μέσα σ' αυτόν κατασκευάζεται σύμφωνα με τις οδηγίες του ΔΕΔΔΗΕ.

**Σημείωση:** Το κόστος της αναβάθμισης της γραμμής διασύνδεσης με την ΔΕΗ ή η κατασκευή μιας νέας γραμμής δεν επιβαρύνει τον προϋπολογισμό του συγκεκριμένου διαγωνισμού. Αυτό το κόστος επιβαρύνει τον προϋπολογισμό του Δήμου Αρταίων και η επιλογή του χρόνου και του τρόπου προκήρυξης της υπηρεσίας θα αποφασιστεί από τον Δήμο Αρταίων. Σε κάθε περίπτωση, οι απαραίτητες εργασίες αναβάθμισης του δικτύου διασύνδεσης θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί πριν την ολοκλήρωση των εργασιών ενεργειακής αναβάθμισης του 1<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου..

#### 6.5.1.1 Τεχνικές Προδιαγραφές πίνακα

Η διαμόρφωση και η τοποθέτηση των διαφόρων υλικών εντός του πίνακα θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τους ακόλουθους κανονισμούς:

- Ελληνικός κανονισμός ΕΛΟΤ HD 384
- VDE 0100, 0110, 0660
- IEC 439, 60439, 61439

#### **Γενικές προδιαγραφές**

Όλα τα υλικά, η μεταλλική κατασκευή, το ηλεκτρολογικό υλικό, καθώς και η εσωτερική δομή του πίνακα θα πρέπει να υπερκαλύπτουν τα ακόλουθα:

- Αντοχή σε θερμική και δυναμική καταπόνηση
- Τάση μόνωσης κατ' ελάχιστο 1000V AC & 1500 V DC
- Ονομαστική ένταση και αντοχή σε βραχυκύκλωμα σύμφωνα με την μελέτη
- Μεταλλική κατασκευή με επιμετάλλωση και ηλεκτροστατική βαφή πούδρας κατ' ελάχιστο 50μm
- Πλαστικά μέρη χωρίς αλογόνα, επιβραδυντικά φλόγας με χαρακτηριστικά απόσβεσης κατ' ελάχιστο κατά IEC 60707
- Μέγιστη τάση λειτουργίας κατ' ελάχιστο 690 V AC & 750 V DC
- Θερμοκρασία λειτουργίας στο εσωτερικό των πινάκων κατ' ελάχιστο 45°C

Ο πίνακας θα πρέπει να είναι εμπρόσθιας όψης με πόρτα, τύπου ερμαρίου εξωτερικής επίτοιχης τοποθέτησης και θα πρέπει να φέρει μετωπική πλάκα που να καλύπτει πλήρως όλα τα υλικά και δεν θα επιτρέπει την πρόσβαση ξένων αντικείμενων σε στοιχεία που βρίσκονται υπό τάση.

Θα πρέπει κατ' ελάχιστο να αποτελείται από τα παρακάτω βασικά στοιχεία:



- Πλαίσιο επί του οποίου θα πρέπει να συναρμολογηθούν όλα τα στοιχεία του πίνακα.
- Μεταλλικό κλειστό ερμάριο εντός του οποίου θα πρέπει να τοποθετείται το ανωτέρω πλαίσιο.
- Μεταλλικό εμπρόσθιο κάλυμμα του πλαισίου (ηλεκτρικά ακίνδυνο), μετωπική πλάκα.
- Μεταλλική πόρτα που θα πρέπει να τοποθετείται στο σώμα του πίνακα μέσω στροφέων (μεντεσέδων) βαρέως τύπου.

Το ερμάριο και η μεταλλική πόρτα θα πρέπει να αποτελούνται από λαμαρίνα πάχους κατ' ελάχιστο 1,5mm με επιμετάλλωση Al-Zinc και ηλεκτροστατική βαφή πούδρας κατ' ελάχιστο 50  $\mu\text{m}$ . Οι εξωτερικές επιφάνειες του πίνακα θα πρέπει να φέρουν τελική ηλεκτροστατική βαφή, απόχρωσης της αρεσκείας της επίβλεψης.

Ο πίνακας θα πρέπει να έχει εφεδρικό χώρο προετοιμασμένο για μελλοντική επέκταση των υλικών σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

### **Είσοδος – έξοδος τερματισμός καλωδίων**

Η είσοδος καθώς και η έξοδος των καλωδίων των πινάκων θα πρέπει να γίνεται από την κάτω πλευρά του πίνακα. Όλα τα άκρα των αγωγών θα πρέπει να φέρουν ακροδέκτες από επικασσιτερωμένο χαλκό.

Η είσοδος και έξοδος των καλωδίων στους πίνακες θα πρέπει να γίνεται με τρόπο που να μην επηρεάζεται η στεγανότητα αυτών και κατά προτεραιότητα με μεταλλικούς στυπιοθλήπτες. Στυπιοθλήπτες θα πρέπει να τοποθετηθούν και για τα εφεδρικά κυκλώματα του πίνακα.

Η σύνδεση των εισερχόμενων και απερχόμενων γραμμών (ισχύος και αυτοματισμού) θα γίνεται σε κατάλληλα αριθμημένες κλέμμες ράγας για ένταση μέχρι 100 A. Η εγκατάσταση των κλεμμών θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται και για αυτές ο ίδιος βαθμός προστασίας που προδιαγράφεται για τα υπόλοιπα μέρη του πίνακα. Οι κλέμμες θα πρέπει να είναι τύπου σιδηροτροχιάς και στο εσωτερικό τους θα πρέπει να φέρουν γλωσσίδα προστασίας του αγωγού από τη βίδα σύσφιξης.

Η σύνδεση των καλωδίων σε στοιχεία (διακοπτικά ή μη) εντάσεως μεγαλύτερης των 100Α, ή η σύνδεση γραμμών με παράλληλα καλώδια θα πραγματοποιείται με τμήματα μπαρών με κοχλίες. Η ροπή σύσφιξης των κοχλίων (με χρήση κατάλληλου εργαλείου σύσφιξης) καθώς και οι απαιτούμενες αποστάσεις των μπαρών θα συμφωνεί με τις προδιαγραφές εγκατάστασης των υλικών.

Οι συνδέσεις των καλωδίων της εγκατάστασης με τα στοιχεία του πίνακα, θα πρέπει να γίνεται με τη βοήθεια των κατάλληλων για κάθε περίπτωση ακροδεκτών. Οι ακροδέκτες που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι σύμφωνοι με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του διακοπτικού υλικού. Οι ακροδέκτες θα πρέπει να προσαρμόζονται στα καλώδια με συμπίεση και να έχουν ικανοποιητικό πέλμα για τη σύσφιξη με βίδα στα άκρα σύνδεσης (στοιχεία ηλεκτρικών πινάκων). Η συμπίεση θα πρέπει να γίνει με ειδικά εργαλεία εξαγωνικού προφίλ και κατά προτίμηση με υδραυλική υποβοήθηση. Μετά τη συμπίεση το άκρο του καλωδίου και το στέλεχος του ακροδέκτη θα πρέπει να επικαλύπτεται με θερμοσυστελλόμενο "μακαρόνι". Στους αγωγούς γείωσης το θερμοσυστελλόμενο θα πρέπει να είναι χρώματος κίτρινου ή κιτρινοπράσινου.

Για διατομές αγωγών μέχρι 16mm<sup>2</sup>, θα πρέπει οι ακροδέκτες να έχουν στέλεχος (ουρά), που να δέχονται τουλάχιστον μία συμπίεση, για διατομές 25mm<sup>2</sup> έως 70mm<sup>2</sup> θα πρέπει να δέχονται τουλάχιστον δύο συμπίεσεις, για διατομές 95mm<sup>2</sup> και μεγαλύτερες θα πρέπει να δέχονται τουλάχιστον τρεις συμπίεσεις.

### **Εσωτερική διανομή**

Η διάταξη και συναρμολόγηση των στοιχείων του πίνακα θα πρέπει να γίνεται με τυποποιημένα στοιχεία ζυγών (μπάρες, εύκαμπτες μονωμένες μπάρες, γεφύρωσης κλπ) έτσι ώστε να αποφεύγεται, κατά το δυνατόν, η διανομή με μονωμένους αγωγούς. Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν αγωγοί για την εσωτερική διανομή, θα πρέπει να είναι εύκαμπτοι πολύκλωνοι από χαλκό με θερμοπλαστική μόνωση, και θα πρέπει να τοποθετούνται μέσα σε ειδικά πλαστικά κανάλια διανομής με καπάκι.

Το υλικό εσωτερικής διανομής, είτε αυτό είναι αγωγοί, μπάρες ή οποιοδήποτε άλλο τυποποιημένο υλικό, θα πρέπει να διαστασιολογείται σύμφωνα με το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα του υλικού που τροφοδοτεί (προστασίας, χειρισμού, ελέγχου, εκκίνησης κινητήρων κλπ) και όχι σύμφωνα με το φορτίο (ακόμα και στις περιπτώσεις που αυτό σαφώς ορίζεται). Σε κάθε περίπτωση οι γενικές μπάρες διανομής θα πρέπει να διαστασιολογούνται κατ' ελάχιστο με την ονομαστική ένταση του γενικού διακόπτη.

Η εσωτερική διανομή θα πρέπει να γίνεται με βαμμένες μπάρες από ηλεκτρολυτικό χαλκό κατά DIN 43671.

Οι στηρίξεις των ζυγών και η μηχανική τους αντοχή, συνδυαζόμενη με εκείνη των μονωτήρων θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις που προβλέπουν οι κανονισμοί DIN EN 60865, IEC 60865, VDE 0103.

Οι μπάρες των τριών φάσεων θα πρέπει να τοποθετούνται στο πάνω μέρος των πινάκων, ενώ του ουδέτερου και της γείωσης στο κάτω μέρος των πινάκων.

## **Σήμανση**

Στην μπροστινή πλευρά του πίνακα (μετώπη) θα πρέπει να τοποθετηθούν καλαίσθητες μόνιμες πινακίδες εγχάρακτες σε διπλό πλαστικό ("sandwich"), με την αναγραφή της ονομασίας του ηλεκτρικού πίνακα, των τμημάτων και των κυκλωμάτων που τροφοδοτούνται, σύμφωνα με τα σχέδια.

Για τις τρεις φάσεις θα πρέπει πάντα να ισχύει ένα ορισμένο σύστημα σήμανσης, ώστε η κάθε φάση να έχει πάντα την ίδια θέση και το ίδιο χρώμα (κατά προτίμηση, L1 (καφέ), L2 (μαύρο), L3 (γκρι)).

Όλα τα καλώδια θα πρέπει να φέρουν σήμανση. Η σήμανση κάθε καλωδίου θα πρέπει να γίνεται απαραίτητα στα δύο άκρα του. Το σύστημα σήμανσης που θα χρησιμοποιηθεί, θα πρέπει να αποτελείται από τυποποιημένους PVC δακτυλίους εκτυπωμένους στο εργοστάσιο παραγωγής, υψηλής αντοχής.

### 6.5.1.2 Τεχνικές προδιαγραφές οργάνων προστασίας

## **Ασφαλειοδιακόπτες φορτίου**

Οι ασφάλειες για εντάσεις έως και 63Α θα πρέπει να τοποθετηθούν σε ασφαλειοδιακόπτες φορτίου ράγας. Για εντάσεις άνω των 63Α θα πρέπει να τοποθετηθούν σε ασφαλειοδιακόπτες σταθερής στήριξης. Το άνοιγμα και το κλείσιμο του διακόπτη θα πρέπει να γίνεται με μηχανισμό που αποταμιεύει ενέργεια σε ελατήριο. Οι ασφαλειοδιακόπτες θα πρέπει να καλύπτουν τους κανονισμούς:

- EN 60947
- IEC 60947, 60269
- DIN VDE 0638, 0660, 0636

Οι ασφάλειες θα πρέπει να είναι κατηγορίας γενικής χρήσης (gG) και θα πρέπει να καλύπτουν τα τις απαιτήσεις του κανονισμού EN 60269. Σε ειδική θέση πλησίον του πίνακα, με κατάλληλη σήμανση, θα πρέπει να αποθηκευτούν δύο τουλάχιστον ανταλλακτικά φυσίγγια όλων των απαιτούμενων τύπων και εντάσεων.

## **Μικροαυτόματοι**

Για προστασία μικρών καταναλώσεων κίνησης (για εντάσεις έως και 63Α) θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν μικροαυτόματοι χαρακτηριστικής καμπύλης C. Οι μικροαυτόματοι θα πρέπει να καλύπτουν τους κανονισμούς:

- EN 60947, 60898
- IEC 60947, 60898
- UL 1077, 489

Οι ασφάλειες για εντάσεις έως και 63Α θα πρέπει να τοποθετηθούν σε ασφαλειοδιακόπτες φορτίου ράγας. Για εντάσεις άνω των 63Α θα πρέπει να τοποθετηθούν σε ασφαλειοδιακόπτες σταθερής στήριξης.

## **Διακόπτες χειρισμού**

Είναι διακόπτες πίνακα με εξωτερική μορφή ίδια με αυτή των μικροαυτομάτων που περιγράφονται πιο πάνω. Η κατασκευή τους θα είναι σύμφωνη προς IEC 60947-3, DIN VDE 0660, DIN VDE 0633. Για να διαχωρίζονται εύκολα από τους

μικροαυτόματους θα φέρουν επί της μετωπικής τους πλευράς εμφανώς το σήμα του διακόπτη.

Μηχανική διάρκεια ζωής  $\geq 10.000$  χειρισμούς

Ηλεκτρική διάρκεια ζωής  $\geq 5000$  χειρισμούς

### **Τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος (relay)**

Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος (ρελέ ισχύος) θα πρέπει να ανταποκρίνονται στους κανονισμούς IEC 947-1, 947-4. Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος θα είναι ονομαστικής τάσης λειτουργίας μέχρι 660 V AC, ενώ τα όρια συχνότητας του ρεύματος χρήσης θα πρέπει να είναι 25-400 Hz. Η ονομαστική τάση μόνωσης θα είναι 1000 V AC (50/60 Hz). Η ονομαστική τάση ελέγχου θα πρέπει να είναι 12 έως 660 V AC ή DC.

Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος θα είναι ονομαστικής έντασης από 9 έως 95 A (AC3) ή 25 έως 125 A (AC1). Θα διατίθενται σε 3 ή 4 πόλους. Τα όρια της τάσης ελέγχου στην λειτουργία θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,85 έως 1,1 της ονομαστικής τάσης.

Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες ελέγχου αέρος θα πρέπει να έχουν μηχανική διάρκεια ζωής τουλάχιστον δέκα εκατομμυρίων χειρισμών. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος για λειτουργία θα πρέπει να είναι από -5 έως 55°C.

Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες θα πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένοι ώστε, να είναι δυνατή η στήριξη τους με κλίση  $\pm 30$  σε σχέση με τον κάθετο άξονα στήριξης.

Θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα να δέχονται μπλοκ βοηθητικών επαφών (με  $I_{th}=10$  A) μετωπικά ή πλευρικά, καθώς επίσης και μπλοκ χρονικών επαφών.

### **Αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου**

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου (MCCB) θα πρέπει να ανταποκρίνονται σύμφωνα με τα Πρότυπα IEC 60947-2 ή τα αντίστοιχα Πρότυπα των διαφόρων χωρών-μελών Ευρωπαϊκής Ένωσης (VDE 0660, BS 4752, UTE C63120) ή με τα Πρότυπα UL 489.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου ως 630Α θα πρέπει να είναι κατηγορίας Α με ικανότητα διακοπής σε λειτουργία (Ics) ίση με την ικανότητα διακοπής μεγίστου βραχυκυκλώματος (Icu) σε όλο το εύρος τάσης λειτουργίας για ονομαστικές εντάσεις έως 250 Α και έως τα 500 V για μεγαλύτερες ονομαστικές εντάσεις. Θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για απόζευξη, όπως ορίζεται από τους κανονισμούς IEC 60947-2, παράγραφος 7-27.

### **Ενδεικτικές λυχνίες**

Οι ενδεικτικές λυχνίες θα πρέπει να έχουν κατ' ελάχιστο τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Θα πρέπει να είναι τεχνολογίας LED.
- Όταν χρησιμοποιούνται για ένδειξη παρουσίας τάσης θα πρέπει να είναι χρώματος κόκκινου, μία λυχνία ανά φάση. Διαφορετικά χρώματα θα χρησιμοποιηθούν μόνο όταν απαιτείται από την μελέτη.
- Θα πρέπει να είναι τοποθέτησης ράγας ή πόρτας ανάλογα με την απαίτηση της κατασκευής και σύμφωνα με τις υποδείξεις της επίβλεψης.

Οι ενδεικτικές λυχνίες θα πρέπει να καλύπτουν τους κανονισμούς UL 508, IEC 60529 και 60947.

#### 6.5.1.3 Τεχνικές προδιαγραφές καλωδίων διασύνδεσης και πλαστικό κανάλι όδευσής του

Η όδευση του καλωδίου που συνδέει τον νέο μετρητή με τον νέο ΓΠΧΤ θα είναι επίτοιχη, εντός προστατευτικού πλαστικού καναλιού. Οι τεχνικές προδιαγραφές των καλωδίων και του καναλιού όδευσης θα είναι σύμφωνες με τις ΕΤΕΠ 04-20-02-10 «Αγωγοί – καλώδια διανομής ενέργειας» και 04-20-01-06 «Πλαστικά κανάλια καλωδίων».

Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας

Για τις ανάγκες καταγραφής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της ΓΑΘ , επιπλέον του νέου μετρητή του παρόχου ενέργειας, θα τοποθετηθεί και ένας (1) νέος έξυπνος μετρητής (smart meter) στον νέο πίνακα του λεβητοστασίου.

Ο μετρητής αυτός θα πρέπει να έχει τουλάχιστον τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

- Οθόνη με ενσωματωμένη μνήμη που να κρατάει ιστορικό των τελευταίων 30 ημερών.
- Να μπορεί να εξάγει αποτελέσματα των τελευταίων 2 ετών, μέσω θύρας USB, σε υπολογιστή.
- Ο μετρητής και οι ασύρματοι αισθητήρες να μπορούν να λειτουργούν με μπαταρίες έχοντας αυτονομία τουλάχιστον 12 μηνών.

Θερμιδομετρητής

Θα τοποθετηθεί θερμιδομετρητής στην επιστροφή θερμού νερού της ΓΑΘ Ο θερμιδομετρητής θα είναι ενιαίου τύπου (Compact) για παροχές από 0,6 έως 2,5m<sup>3</sup>/h για μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας σε συστήματα θέρμανσης, ψύξης/θέρμανσης Θα διαθέτει παράλληλη καταγραφή καταναλώσεων θέρμανσης και ψύξης, δυνατότητες επικοινωνίας M-Bus, impulse για μεταφορά δεδομένων και θα παρέχει πληροφορίες ιστορικού.

Επιλογή ενδείξεων:

1. Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για θέρμανση συνολική (kWh)
2. Όγκος του τρεχούμενου νερού (m<sup>3</sup>)
3. Η θερμοκρασία εισαγωγής του νερού ( ° C)
4. Η θερμοκρασία επιστροφής νερού ( ° C)
5. Διαφορά θερμοκρασίας (. ° C)
6. Παροχή (m<sup>3</sup> / h)
7. Ώρες λειτουργίας

Θα περιλαμβάνει:

1. Ζεύγος αισθητηρίων PT 1000 (1,5 M)

Χαρακτηριστικά:

1. Εύρος μέτρησης ροής 4 ~ 95

2. Διάρκεια ζωής μπαταρίας 10 χρόνια
3. M-Bus Διαθέσιμο
4. Επικλινής οθόνη LSD για ευκολότερη ανάγνωση
5. Αποθήκευση δεδομένων για 24 μήνες
6. Τοποθέτηση θερμιδομετρητή στην επιστροφή
7. Τοποθέτηση κάθετα ή οριζόντια στις σωληνώσεις
8. Μέγιστη πίεση 16 bar
9. Περιβαλλοντική κλάση A
- 10.Ελάχιστη διαφορά θερμοκρασίας 3
- 11.Standart CE και EN 1434-3 / 1432 M13 SK 13-019 MI-004

Αναθέτει κάθε παραπέρα ενέργεια στον κ. Δήμαρχο.

**Η απόφαση αυτή έλαβε αριθμό 117/2021**

**Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

**ΧΡΗΣΤΟΣ Κ.ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗΣ**

Ακριβές Αντίγραφο  
Άρτα αυθημερόν  
Με εντολή  
Ο υπεύθυνος Γραφείου  
Θόδωρος Ντέμσις



