

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ
Τμήμα Προγραμματισμού και Μελετών

ΕΡΓΟ:

«Επέκταση εργασιών έργου
Γεωθερμίας κτιρίου Υδραυλικής
ΑΠΘ - Κ.Ε. 93578»

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ:

Πρόγραμμα INTERREG Ελλάδα-
Βουλγαρίας (Κ.Ε. 93578)

Αρ. Διακήρυξης:

37Σ/2021

CPV:

45251141-1 Κατασκευαστικές
εργασίες για σταθμούς
γεωθερμικής ενέργειας

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η παρούσα Τεχνική Περιγραφή αφορά την κατασκευή κατακόρυφων γεωεναλλακτών κλειστού κυκλώματος για το σύστημα γεωθερμίας στο κτίριο Υδραυλικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής.

1. Γενικά

Στο υπόγειο του κτιρίου Υδραυλικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής υπάρχει ήδη κατασκευασμένο μηχανοστάσιο γεωθερμίας που αποτελείται από

- Δύο γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, συνολικής θερμικής ισχύος $2 \times 90 \text{ Kw} = 180 \text{ Kw}$
- Δοχείο αδρανείας χωρητικότητας 1000 λιτ
- Αντλίες ανακυκλοφορίας
- Υδραυλικό δίκτυο
- Ηλεκτρολογικός πίνακας και ηλεκτρολογικό δίκτυο

Επίσης, είναι συνδεδεμένο με το υφιστάμενο δίκτυο θέρμανσης.

Για τη λειτουργία του συστήματος γεωθερμίας, απαιτείται η κατασκευή γεωεναλλακτών οι οποίοι θα αναπτυχθούν στο πίσω μέρος του κτιρίου και θα συνδεθούν με το υφιστάμενο σύστημα γεωθερμίας.

2. Γενική Διάταξη και Περιγραφή

Θα κατασκευασθούν δέκα (10) κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες κλειστού τύπου που θα συνδεθούν με τη μία γεωθερμική αντλία θερμότητας, θερμικής ισχύος 90 Kw.

Συγκεκριμένα θα κατασκευασθούν εννιά (9) γεωτρήσεις βάθους 100 μέτρων η κάθε μία. Στις γεωτρήσεις αυτές θα εγκατασταθούν γεωεναλλάκτες πολυαιθυλενίου μονού U Φ40 PN 16 (SDR 11). Λόγω του αναπτυξιακού χαρακτήρα του έργου θα κατασκευασθεί και ένας γεωεναλλάκτης ομοαξονικού τύπου βάθους 50 μ, ώστε να μελετηθεί η απόδοσή του έναντι των κλασσικών γεωεναλλακτών τύπου U.

Οι γεωτρήσεις θα εγκατασταθούν στο προαύλιο χώρο σε απόσταση μεταξύ των, τουλάχιστον 6 m.

Οι γεωτρήσεις θα πληρωθούν με θερμοαγώγιμο ένεμα (αγωγιμότητα $1.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) με τη χρήση του σωλήνα πλήρωσης (Tremie pipe) από τη βάση της γεώτρησης προς τα επάνω.

Όλοι οι γεωεναλλάκτες θα καταλήγουν σε φρεάτιο ακριβώς έξω από το κτίριο και θα συνδεθούν με τον συλλέκτη προσαγωγής και επιστροφής με αριθμό αναχωρήσεων δέκα (10).

Από το φρεάτιο των συλλεκτών θα κατασκευασθεί υδραυλικό δίκτυο από σωλήνα PPR Φ75 που θα συνδεθεί με τη Γεωθερμική αντλία θερμότητας.

Οι θέσεις των γεωτρήσεων απεικονίζονται στο τοπογραφικό διάγραμμα και στο συνημμένο.

Οι γεωτρήσεις απέχουν τουλάχιστον 4m από τα υπάρχοντα κτίρια και θα γίνουν με τη δέουσα επιμέλεια και τα κατάλληλα μέσα, ώστε να μην προκληθεί οποιαδήποτε ζημία στα κτίρια αυτά.



Οι συντεταγμένες των γεωτρήσεων είναι:

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	X	Y
Γ1	411963	4497696
Γ2	411963	4497690
Γ3	411963	4497684
Γ4	411963	4497678
Γ5	411967	4497685
Γ6	411969	4497690
Γ7	411969	4497698
Γ8	411974	4497697
Γ9	411975	4497692
Γ10	411980	4497701

3 . Τεχνικές προδιαγραφές γεωεναλλακτών

Για τη διάνοιξη των γεωτρήσεων, εντός των οποίων θα τοποθετηθούν οι γεωθερμικοί εναλλάκτες, θα χρησιμοποιηθεί περιστροφικό γεωτρήσιμο κατάλληλο για τα υπάρχοντα εδάφη. Η ελάχιστη διάμετρος των γεωτρήσεων θα είναι 5 1/2' και το βάθος κάθε γεώτρησης θα ανέρχεται στα 100 m μετρούμενο από το σημείο εκκίνησης της διάτρησης.

Οι γεωτρήσεις θα εγκατασταθούν στο προαύλιο χώρο σε απόσταση μεταξύ των, τουλάχιστον 6 m.

Οι γεωτρήσεις θα κατασκευαστούν σύμφωνα με όλους τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης, με χρήση υλικών, ανθρώπινου δυναμικού και μηχανικών μέσων, σύμφωνα με τις υποδείξεις της επίβλεψης.

Γεωθερμικοί εναλλάκτες τύπου U

Οι γεωθερμικοί εναλλάκτες θα είναι μονού U-Tube, PE-100, διατομής Φ40x3,7mm, SDR11, 16 bar, κατά DIN 8074/75. Θα διαθέτουν προκατασκευασμένη και ελεγμένη γωνία 180° στο άκρο (U-bend) από το εργοστάσιο παραγωγής των σωλήνων. Εντός των γεωτρήσεων δεν επιτρέπεται οποιαδήποτε σύνδεση. Αν απαιτηθούν συνδέσεις για την όδευση (στο επιφανειακό τμήμα) των γεωεναλλακτών προς το γεωθερμικό συλλέκτη, τότε αυτές θα πραγματοποιηθούν με τεχνικές θερμικών κολλήσεων ή ισοδύναμες, ενώ το υλικό επέκτασης των δικτύων θα είναι ίδιου υλικού με τους γεωεναλλάκτες.

Η ορθή εγκατάσταση των γεωεναλλακτών εντός των γεωτρήσεων προϋποθέτει:

- Την πλήρωση των σωληνώσεων με νερό για την εύκολη εισαγωγή τους στη γεώτρηση.
- Την τοποθέτηση βαριδίου τουλάχιστον 25 kg στην άκρη των σωληνώσεων ώστε να υπερνικηθούν οι δυνάμεις άνωσης του ρευστού διάτρησης.
- Την προεξοχή τουλάχιστον 0,5m σωλήνων στην επιφάνεια για να επιτρέπεται η εύκολη σύνδεση με συσκευές ελέγχου (Δοκιμής Θερμικής Απόκρισης, Δοκιμή Πίεσης).

Γεωθερμικός εναλλάκτης ομοαξονικού τύπου

Λόγω του αναπτυξιακού χαρακτήρα του έργου θα κατασκευασθεί και ένας γεωεναλλάκτης ομοαξονικού τύπου βάθους 50 μ, ώστε να μελετηθεί η απόδοσή του έναντι των κλασσικών γεωεναλλακτών τύπου U.

Ο ομοαξονικός γεωεναλλάκτης αποτελείται από σωλήνα μέσα σε σωλήνα (tube in tube) με μεγάλες δυνατότητες μεταφοράς ενέργειας. Μπορεί να γίνουν πολλοί συνδυασμοί συνδέσεων ομοαξονικών κάθετων γεωεναλλακτών (σε σειρά ή παράλληλα). Το πλήθος των γεωεναλλακτών και ο τρόπος σύνδεσής τους εξαρτάται από την ισχύ της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και από τα βάθη των γεωτρήσεων.

Συγκεκριμένα, ο ομοαξονικός γεωεναλλάκτης θα αποτελείται από εξωτερική μεταλλική γαλβανιζέ σωλήνα βαρέως τύπου (πράσινη ετικέτα) διατομής 2''. Η εσωτερική σωλήνα θα είναι PE Φ20

προμονωμένη και θα έχει ειδικούς αποστάτες-δακτύλιους για την έκκεντρη τοποθέτησή του. Θα φέρει ειδική κεφαλή σύνδεσης των κυκλωμάτων προσαγωγής – επιστροφής.

Ταυτόχρονα με την εισαγωγή των κατακόρυφων γεωεναλλακτών, θα εισαχθεί και σωλήνας εισαγωγής του ενέματος (Tremie pipe), ώστε η πλήρωση να γίνει από κάτω προς τα επάνω.

4. Τεστ θερμικής απόκρισης (Thermal Response Test, TRT)

Στον πρώτο γεωεναλλάκτη που θα εγκατασταθεί πλήρως (ενεμάτωση, πρεσάρισμα, εξαέρωση) και μετά το πέρας 48ωρών από την ενεμάτωσή του, θα πραγματοποιηθεί Δοκιμή Θερμικής Απόκρισης (TRT Test) σύμφωνα με την μεθοδολογία της International Ground Source Heat Pump Association (IGSHPA) και της ASHRAE. Η Δοκιμή Θερμικής Απόκρισης χρησιμοποιείται για την αξιόπιστη μέτρηση της μέσης θερμοκρασίας του υπεδάφους (T_{ground} , °C) και της μέσης θερμικής αγωγιμότητας των σχηματισμών διάτρησης (k , W/m·K). Τα αποτελέσματα θα αξιοποιηθούν για την μελλοντική αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος. Η Δοκιμή Θερμικής Απόκρισης θα πραγματοποιηθεί για 48 έως 72 ώρες.

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι:

Πλήρως εγκατεστημένος γεωεναλλάκτης (ενεματωμένος τουλάχιστον 48 ώρες πριν την εκτέλεση της δοκιμής, εξαερωμένος και πρεσαρισμένος σε συνθήκες λειτουργίας)

Σταθερή πηγή θερμότητας τουλάχιστον 4-8 kW

Καταγραφικό σύστημα μετρήσεων σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Θερμοκρασία Εισόδου (T_{in} , °C)

Θερμοκρασία Εξόδου (T_{out} , °C)

Τα όργανα βρίσκονται συναρμολογημένα και μονωμένα σε προστατευτική θήκη. Ο Εργολάβος έχει την ευθύνη για την πραγματοποίηση της Δοκιμής Θερμικής Απόκρισης και την παράδοση στην επιβλέπουσα αρχή, τεχνικής έκθεσης αποτελεσμάτων.

Με την ολοκλήρωση κατασκευής όλων των γεωεναλλακτών και την πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων υδραυλικών συνδέσεων έως και την γεωθερμική αντλία θερμότητας, το κύκλωμα των γεωεναλλακτών θα εξαερωθεί πλήρως και θα πληρωθεί με φιλικό προς το περιβάλλον διάλυμα νερού αντιψυκτικού, ώστε να μην δημιουργηθεί πάγος κατά την λειτουργία του συστήματος.

5. Πλήρωση γεωτρήσεων

Οι γεωτρήσεις θα πληρωθούν με θερμοαγώγιμο ένεμα (αγωγιμότητα 1,5 W/mK) με τη χρήση του σωλήνα πλήρωσης (Tremie pipe) από τη βάση 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 ένεμα θα έχει χαμηλή υδραυλική διαπερατότητα η οποία απαγορεύει την διέλευση υδάτων από την γεώτρηση για περιβαλλοντικούς λόγους. Η χαμηλή υδραυλική διαπερατότητα διασφαλίζεται από την ανάμιξη μπετονίτη στο ένεμα. Το θερμοαγώγιμο ένεμα θα είναι μίγμα μπετονίτη, χαλαζιακής άμμου και νερού. Προτεινόμενη αναλογία:

- Α. Μπετονίτης 25kg
- Β. Χαλαζιακή άμμος 45kg
- Γ. Νερό 60lit

6. Συλλέκτης προσαγωγής/επιστροφής

Οι συλλέκτες θα είναι κατασκευασμένοι από PPR Φ75 κατά DIN 8077/78, ή οποιοδήποτε άλλο υλικό που πιστοποιημένα εξασφαλίζει συνθήκες λειτουργίας -20°C έως 40°C, σε μέγιστη πίεση λειτουργίας 6bar και θα έχουν υποβληθεί σε δοκιμή πίεσης 10bar.

Οι συλλέκτες θα αποτελούνται από 10 αναμονές 1 1/4" ή Φ40 για τη σύνδεση με τους γεωεναλλάκτες. - Αναμονή σύνδεσης τουλάχιστον 2 1/2" για τη σύνδεση με τα κεντρικά δίκτυα διανομής. - Θέση τοποθέτησης και πλήρως εγκατεστημένο μανόμετρο. - εξαεριστικό - Βάνα πλήρωσης/ εξαέρωσης - Βάνα στα σημεία εισαγωγής/ εξαγωγής και στις συνδέσεις με τα κεντρικά δίκτυα. Οι συλλέκτες θα τοποθετηθούν εντός φρεατίου στον περιβάλλοντα χώρο,) είτε προκατασκευασμένου είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 20cm, σύμφωνα με τις οδηγίες της επίβλεψης.

7. Αντιψυκτικό υγρό

Ως αντιψυκτικό μέσο στα δίκτυα συναλλαγής θερμότητας με το υπέδαφος, θα χρησιμοποιηθεί διάλυμα νερού (80%) – γλυκόλης (20%) για θερμοκρασία λειτουργίας έως -20°C.

8. Αντλία ανακυκλοφορίας διαλύματος

Η αντλία θα είναι μονοβάθμια, φυγοκεντρική, κατάλληλη για τοποθέτηση και στήριξη στα δίκτυα σωληνώσεων σε σειρά χωρίς απαίτηση πρόσθετης στήριξης. Θα συνοδεύεται από στεγανό ηλεκτροκινητήρα ισχύος μεγαλύτερης από την απαιτούμενη για την κίνηση της αντλίας και σύμφωνα με το ISO 5199.

Η αντλία θα είναι κατάλληλη για κυκλοφορία νερού ή μειγμάτων νερού-γλυκόλης θερμοκρασίας από -25°C έως +140°C. Η αντλία θα είναι κατάλληλα υπολογισμένη ώστε να αποκλείεται η διάβρωση των δρομέων ή κελυφών από την εμφάνιση του φαινομένου της σπηλαίωσης.

Η καμπύλη της αντλίας θα είναι σύμφωνη με το standard ISO 9906 Annex A.

Η αντλία θα είναι συζευγμένη μέσω κοίλου συνδέσμου με τον ηλεκτροκινητήρα. Ο τρόπος στεγανοποίησης του άξονα θα γίνεται μέσω μηχανικού στυπιοθλίπτη, χωρίς απαίτηση για συντήρηση και αντοχής ανάλογης της θερμοκρασίας του αντλούμενου ρευστού. Ο μηχανικός στυπιοθλίπτης θα είναι σύμφωνος με το πρότυπο EN 12756.

Ο σχεδιασμός (top-pull-out design), η ύπαρξη του συνδέσμου καθώς και η χρήση κινητήρων τυποποιημένων κατά IEC & DIN επιτρέπουν την απλή και γρήγορη συντήρηση.

Τα στόμια αναρρόφησης - κατάθλιψης θα βρίσκονται σε αντιδιαμετρικές θέσεις σε τέτοιο τρόπο ώστε οι αντίστοιχες σωληνώσεις να βρίσκονται επί ενιαίας ευθείας.

Το κέλυφος των αντλιών θα είναι κατασκευασμένο από φαιό χυτοσίδηρο και θα φέρει αντικαθιστάμενους (ορειχάλκινους ή από τεφλόν) δακτυλίους φθοράς, ενώ η πτερωτή από ανοξείδωτο χάλυβα ή από φαιό χυτοσίδηρο και θα έχει λεπίδες με διπλή καμπύλη και λείες επιφάνειες. Ο άξονας της αντλίας θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Οι συνδέσεις των αντλιών με το δίκτυο θα γίνονται μέσω ζεύγους φλαντζών και κατάλληλων παρεμβυσμάτων κατά DIN 2532. Οι φλάντζες της αντλίας θα έχουν αναμονές για τοποθέτηση οργάνων ένδειξης πίεσης, ενώ στον πυθμένα της αντλίας θα υπάρχει πώμα αποστράγγισης.

Τα χυτοσιδηρά μέρη της αντλίας θα φέρουν επεξεργασία catharphoresis για αντοχή σε διάβρωση και η δοκιμή θα έχει γίνει σύμφωνα με το πρότυπο ISO 7253-96

Η αντλία συνδέεται μέσω άκαμπτου συνδέσμου (κόμπλερ) με αερόψυκτο ηλεκτροκινητήρα, εξαιρετικά υψηλής απόδοσης ≥IE4, με ενσωματωμένο Inverter. Είναι δυνατή η απομάκρυνση /

αποσυναρμολόγηση του κινητήρα και της πτερωτής χωρίς την αφαίρεση του κελύφους της αντλίας από τις σωληνώσεις (Top – pull out design).

Χαρακτηριστικά αντλίας

Παροχή : 12 m³/h

Μανομετρικό : 23m

Ενδεικτικός τύπος : TPE 40-270/2 της GRUNDFOS

Το ήδη κατασκευασμένο μηχανοστάσιο γεωθερμίας θεωρείται ότι είναι πλήρως συνδεδεμένο και λειτουργικό (υδραυλικά, ηλεκτρικά, αυτοματισμοί - ρυθμίσεις, κλπ).

Θεσσαλονίκη, / / 2021
Η συντάξασα

Θεσσαλονίκη, / / 2021
Η Προϊσταμένη του Τμήματος
Προγραμματισμού και Μελετών

Θεσσαλονίκη, / / 2021
Η Προϊσταμένη της Δ/σης
Προγραμματισμού, Μελετών
και Εκτέλεσης Έργων

Άννα Χρυσανθοπούλου
Μηχανολόγος Μηχανικός ΤΕ

Ελισάβετ Τσόγκα
Πολιτικός Μηχανικός

Τζανάκη Στυλιανή
Μηχανολόγος Μηχανικός