



Ομαλή γεωθερμική ενέργεια για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και προστασία του περιβάλλοντος

του Ι. Παπαγεωργάκη*

1. Εισαγωγή

Στην ΕΕΚ (C20/27.1.91, Καθημερινή 19.2.92) δημοσιεύονται στοιχεία για την εγκατεστημένη δυναμικότητα παραγωγής, στις χώρες της Ε.Ο.Κ., ηλεκτρικού ρεύματος από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας του έτους 1989, χωρίς να περιλαμβάνεται η υδροηλεκτρική ενέργεια. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει, ότι και σ' αυτόν τον τομέα εμιαστε, δυστυχώς, τελευταίοι, παρ' όλον ότι η φύση μας έχει χαρίσει άφθονες πηγές ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Ιδού, λοιπόν, μερικά νούμερα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τέτοιες πηγές, σε Megawatt, σε χώρες της Ε.Ο.Κ.

- **Βιομάζα:** Δανία 5, Πορτογαλία 201, Ελλάδα 0.
- **Αστικά και βιομηχανικά απόβλητα:** Ο.Δ. Γερμανίας 164, Ολλανδία 164, Ελλάδα 0.
- **Γεωθερμία:** Ο.Δ. Γερμανίας 22, Ιταλία 521, Ελλάδα 2
- **Αιολική:** Δανία 253, Ο.Δ. Γερμανίας 14, Ολλανδία 40, Ισπανία 4, Ελλάδα 1.
- **Φωτοβολταϊκή:** Ιταλία 0.4, Πορτογαλία 0.4, Ελλάδα 0.3.

Η συνολική δυναμικότητα από αυτές τις καθαρές πηγές έφθασε τα 1.700 MW, μερικές δε χώρες έχουν αναπτύξει πολύ ορισμένες από τις πηγές, όπως π.χ. η Πορτογαλία τη βιομάζα, η Δανία την αιολική, η Ιταλία τη γεωθερμία, η Γερμανία και η Ολλανδία τα απόβλητα.

Η χώρα μας παρουσιάζει μόνο 3,3MW και μάλιστα τα 2MW γεωθερμίας, που αναφέρονται για αυτήν, αφορούν την εγκατάσταση της Μήλου, η οποία δεν λειτουργεί· συνεπώς, έχουμε και εδώ παραγωγή μηδέν από αυτή την πλούσια ντόπια πηγή. Επίσης, και από την φωτοβολταϊκή και αιολική πηγή οι ελληνικές επδόσεις είναι απεισιχίμα χαμηλές.

Όσον αφορά την παραγωγή θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έχουμε, ευτυχώς, μια εντυπωσιακή εξαίρεση. Είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες για παραγωγή ζεστού νερού. Έχουμε σ' αυτούς μια πρωτιά (επί τελους) στην Ε.Ο.Κ. Κάπου 600.000 Η.Θ. είναι εγκατεστημένοι και παράγουν ζεστό νερό, εξοικονομώντας 1,2 εκατ. KWH (αξίας 30 δις δραχμών) που αντιστοιχούν σε εγκατεστημένη ισχύ 150 MW. Με αυτή την ισχύ επιτυγχάνουμε εξοικονόμηση επένδυσης 45 δις δραχμών για τη Δ.Ε.Η. και αρκετών δις ετησίως από καύσιμα, χωρίς να συνυπολογίσουμε και το σημαντικό περιβαλλοντικό όφελος.

Θα ήταν ευχής έργο, η επιτυχία αυτή να γίνει ακόμη μεγαλύτερη, αλλά επίσης να επεκταθεί και στις άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, την φωτοβολταϊκή, την αιολική και την γεωθερμική.

Σκοπός του άρθρου αυτού, είναι να κάνω ακόμη μια φορά γνωστή (προηγούμενες φορές: Το Βήμα 13.10.91 και διαλέξεις στο Ε.Μ.Πολυτεχνείο και στο Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας) τη δυνατότητα που προσφέρει η ομαλή γεωθερμία κάθε τόπου, να παρέχει ενέργεια για θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού σε κάθε κτίριο, με τη βοήθεια αντλίας θερμότητας.

Στον ενεργειακό τομέα της χώρας, το ενδιαφέρον εστιάζεται τα τελευταία χρόνια στο φυσικό αέριο, το οποίο σε λίγο θα εισάγεται σε μεγάλες ποσότητες από το εξωτερικό και ελπίζουμε ότι με αυτό θα λύσουμε το οξύ ενεργειακό πρόβλημα και θα περιορίσουμε τη ρύπανση της ατμόσφαιρας. Εν τούτοις, και το έργο αυτό, το τόσο τεράστιο και δαπανηρό, μας φέρνει στο νου τον παραλογισμό του σημερινού παγκόσμιου ενεργειακού συστήματος, το οποίο βασίζεται κυρίως στα ορυκτά καύσιμα δηλ. το πετρέλαιο, το κάρβουνο και το φυσικό αέριο. Τα καύσιμα αυτά με την καύση τους αυξάνουν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, προκαλώντας έτσι μια απειλητική αύξηση της θερμοκρασίας και συνεπώς αλλαγή του κλίματος του πλανήτη μας.

Μήπως, όμως, δεν είναι πραλογοισμός και το γεγονός, ότι με το φυσικό αέριο θα «επιτύχουμε» να φέρουμε ενέργεια για τις ανάγκες του σπιτιού μας από τη Σιβηρία και από την Β. Αφρική, όπως «επιτυγχάνουμε» ήδη και με το πετρέλαιο να ζούμε με ενέργεια φερμένη από πολύ μακριά, όταν το φυσικό μας περιβάλλον μας προσφέρει δωρεάν άφθονη, ανανεώσιμη και καθαρή ενέργεια, ιδιαίτερα στη χώρα μας; Ενέργεια κυρίως από τον ήλιο, τον άνεμο και τη γη. Βέβαια, οι τρεις αυτές πηγές, εκτός από τα πλεονεκτήματά τους, έχουν και μειονεκτήματα, αλλά αυτά με την συνδυασμένη χρήση τους μπορούν να εξουδετερωθούν.

Το φυσικό αέριο, πέρα από τις εκατοντάδες δισεκατομμυρίων δραχμών, κυρίως σε συνάλλαγμα, που θα μας στοιχίσει, έχει και τα εξής σοβαρά μειονεκτήματα:

1. Το έργο θα έχει ως συνέπεια, στη διάρκεια της ζωής του, την μόνιμη οικονομική (σε συνάλλαγμα) εξάρτηση από ξένες χώρες. Η εξάρτηση αυτή την γνωρίζουμε τι επιπτώσεις θα έχει για μας σε περιπτώσεις πολιτικών και στρατιωτικών ανωμαλιών στις χώρες αυτές.

(*) Ο Ι. Παπαγεωργάκης είναι Καθηγητής στο Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών του ΕΜΠ.



Μοντέλο θέρμανσης μιας κατοικίας με αντλία θερμότητας και 2 γεωθερμικούς συλλέκτες.

2. Παρ' όλον ότι η καύση του φυσικού αερίου μειώνει σημαντικά τη ρύπανση του περιβάλλοντος έναντι του πετρελαίου και του ηλεκτρικού ρεύματος, που παράγεται από καύσιμα, δεν παύει να προκαλεί κάποια μικρή ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά κυρίως να συμβάλλει σοβαρά στη γένεση του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο ενδεχομένως μετά από 20-30 χρόνια να πλήξει αισθητά τον πλανήτη μας, ιδιαίτερα τις μεσογειακές χώρες, στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα. Ελπίζουμε μέχρι τότε να έχουν ληφθεί διεθνώς μέτρα περιορισμού ή και κατάργησης των καυσίμων για να γλυτώσουμε από την ερημοποίηση. Ήδη η Ε.Ο.Κ. σκοπεύει να επιβάλει φόρους στα καύσιμα για να μειώσει τη χρήση τους.
3. Το σύστημα μεταφοράς και διανομής του φυσικού αερίου είναι γενικά πολύπλοκο, που το καθιστά επικίνδυνο στη ζωή μας από δυστυχήματα, εξ' αιτίας εκρήξεων, δηλητηριάσεων, αφού βάζουμε μια ισχυρή και ξένη δύναμη στο σπίτι μας.

Με τη νέα τεχνολογία αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ηλιακής, αιολικής και γεωθερμικής ενέργειας θα ήταν δυνατό με τα χρήματα που ξοδεύουμε για το φυσικό αέριο να καλύψουμε ένα σημαντικό ποσοστό από τις ενεργειακές μας ανάγκες χωρίς τα πα-

ραπάνω προβλήματα και μειονεκτήματα του φυσικού αερίου.

Θα αντιτείνει κανείς, ότι και στις τεχνολογικά αναπτυγμένες χώρες το ποσοστό των ενεργειακών αναγκών, που καλύπτεται από τις πηγές αυτές, είναι πολύ μικρό έως ασήμαντο. Εν τούτοις η διαπίστωση αυτή ισχύει για το παρόν. Στην πραγματικότητα στις χώρες αυτές γίνονται εκτεταμένες έρευνες και προσπάθειες, ώστε μετά 10-20 χρόνια να περιορίσουν σημαντικά την χρήση των ρυπογόνων καυσίμων με τις καθαρές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εξ άλλου σε τελευταία έκθεσή της η Διεθνής Τράπεζα τονίζει, ότι πρέπει να σταθεροποιηθούν οι εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα και προτείνει την εφαρμογή προληπτικών μέτρων από τα οποία τα κύρια θα είναι η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η αναδάσωση και η αύξηση της φορολογίας των καυσίμων.

Στη χώρα μας επειδή:

α) Έχουμε μεγάλη ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας και συναλλάγματος, β) Έχουμε σοβαρά προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος από τα καύσιμα, γ) Διαθέτουμε άφθονη ηλιακή, αιολική και γεωθερμική ενέργεια και δ) Πρέπει να συμβάλλουμε και εμείς στις προσπάθειες διάσωσης του πλανήτη μας, επιβάλλεται να εφαρμόσουμε βραχυχρόνια και μακροχρόνια προγράμματα άμεσης εφαρμογής των ήδη γνωστών τεχνολογιών εκμετάλλευσης των πηγών αυτών με στόχους: 1. Την παραγωγή και χρήση καθαρής ενέργειας, 2. Την αφομοίωση της ξένης και ανάπτυξη εγχώριας σχετικής τεχνολογίας, που σημαίνει απόκτηση γνώσης και εμπειρίας από τους μηχανικούς και τεχνικούς μας, και 3. Την ενημέρωση του κοινού και των διαφόρων οικονομικών και επιχειρηματικών φορέων πάνω στα πλεονεκτήματα των πηγών αυτών, ώστε να συμβάλουν ενεργά στην διάδοση της εκμετάλλευσής τους.

Στη συνέχεια, θα αναφέρω με συντομία, τις δυνατότητες που δίνει η γεωθερμική ενέργεια χαμηλών και πολύ χαμηλών θερμοκρασιών, δηλαδή αυτή που προσφέρεται από την ελαφρά αυξημένη ή την ομαλή γεωθερμική βαθμίδα.

Σήμερα, τόσο η ομαλή γεωθερμική ενέργεια, δηλαδή αυτή που προέρχεται από την γεωθερμική βαθμίδα των 3° C περίπου ανά 100μ., όσο και εκείνη που παράγεται όταν αυτή είναι ελαφρά αυξημένη, μπορούν ν' αξιοποιηθούν είτε με βαθιές γεωτρήσεις, είτε με τη χρήση αντλίας θερμότητας, με την οποία είναι δυνατόν να εκμεταλλευτούμε με οικονομικό όφελος ακόμη και θερμοκρασίες του υπεδάφους 8° - 10° C. Στις χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης και στον Καναδά ο' αυτές τις θερμοκρασίες βασίζεται η λειτουργία των γεωθερμικών αντλιών, δηλαδή των αντλιών θερμότητας που εκμεταλλεύονται την υπεδαφική θερμική ενέργεια.

Σε βάθη 0-100μ. έχουμε αποθηκευμένη θερμική ενέργεια που προέρχεται και ανανεώνεται συνεχώς από δύο πηγές: την γεωθερμική, που βρίσκεται στο εσωτερικό της Γης, και την ηλιακή που με την ακτινοβολία της διοχετεύει θερμική ενέργεια μέσω της εδαφικής επιφανείας στο υπέδαφος. Λόγω του κλίματος και της

γεωγραφικής θέσεως της χώρας μας, η ποσότητα ηλιακής θερμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στο υπεδάφος της είναι πολύ μεγαλύτερη απ' ό,τι στις βορειότερες χώρες. Έτσι οι υπεδάφικες θερμοκρασίες σε βάθη 0-100μ. είναι εδώ 15° - 20° C, που είναι πολύ πιο ευνοϊκές για την απόδοση των γεωθερμικών αντλιών και δίνουν την δυνατότητα εκμετάλλευσης πολύ μεγαλύτερων ποσοτήτων θερμικής ενέργειας.

Γίνεται φανερό λοιπόν, ότι σε βάθη 0-100μ. τα υπεδάφικα στρώματα πετρωμάτων και τα υπόγεια νερά μετεωρικής προέλευσης αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες ηλιακής θερμικής ενέργειας, οι οποίες μαζί με την από τα βαθύτερα στρώματα του φλοιού της Γης ανερχόμενη γεωθερμική ενέργεια δημιουργούν ένα ενεργειακό απόθεμα, το οποίο μπορούμε να καλέσουμε υπεδάφικό και το οποίο προσφέρεται για εκμετάλλευση με αντλίες θερμότητας (γεωθερμικές).

Σε βάθη μεγαλύτερα των 100μ. και μέχρι 1.000-2.000μ. μπορούμε να αναζητήσουμε ζεστά υπόγεια νερά και με συνθήκες ομαλής ή ελαφρά αυξημένης γεωθερμικής βαθμίδας. Το θερμικό περιεχόμενο των νερών αυτών μπορούμε να το εκμεταλλευτούμε για διάφορους σκοπούς με άμεση χρήση. Εάν η θερμοκρασία τους είναι κάτω από 50° C και δεν είναι αρκετή για κάποιο σκοπό, π.χ. θέρμανση χώρων ή για κάποια ανάγκη βιομηχανική ή βιοτεχνική, παρεμβάλλουμε μια αντλία θερμότητας, ώστε να αποκτήσει το νερό την απαιτούμενη θερμοκρασιακή στάθμη.

2. Εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής θερμοκρασίας

Στην Τεχνολογία κάθε θερμική ενέργεια που λαμβάνεται από το υπέδαφος ή τα βαθύτερα στρώματα της Γης, καλείται γεωθερμική, έστω κι αν μέρος αυτής είναι ηλιακής προέλευσης. Επίσης μια γεωθερμική πηγή χαρακτηρίζεται ως χαμηλής θερμοκρασίας ή ενθαλπίας, όταν παρουσιάζει θερμοκρασίες κάτω από 100° C.

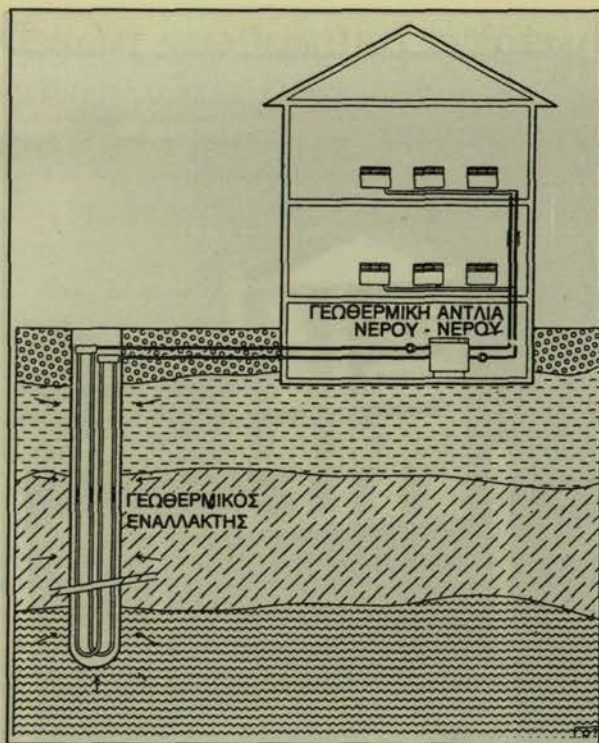
Η γεωθερμική ενέργεια χαμηλής ή πολύ χαμηλής θερμοκρασίας παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα και ορισμένα μειονεκτήματα σε σχέση με την ηλιακή και την αιολική ενέργεια από πλευράς εκμετάλλευσης.

- Πλεονεκτήματα:

1. Είναι διαθέσιμη με σταθερές παροχές, σ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και υπό οποιοδήποτε καιρικές συνθήκες και σχεδόν παντού.
2. Οι απαιτήσεις σε χώρο μιας εγκατάστασης εκμετάλλευσης είναι ασημαντες και δεν δημιουργούν αρχιτεκτονικά ή αισθητικά περιβαλλοντικά προβλήματα.
3. Οι πολύ χαμηλές υπεδάφικες θερμοκρασίες (κάτω των 25° C) σε συνδυασμό με γεωθερμικές αντλίες προσφέρονται για θέρμανση και ψύξη χώρων, καθώς και για παραγωγή οικιακού ζεστού νερού.

- Μειονεκτήματα:

1. Το σχετικά υψηλό αρχικό κόστος της εγκατάστασης που μπορεί να απαιτήσει σημαντικές δαπάνες για γεωτρήσεις και εναλλάκτες θερμότητας.



Σχ. 1: Γεωθερμική ενέργεια για θέρμανση-ψύξη κατοικιών με σύστημα αντλίας θερμότητας νερού-νερού και γεωθερμικού εναλλάκτη.

2. Το υψηλό ρίσκο των βαθειών και συνεπώς δαπανηρών γεωτρήσεων, λόγω της πιθανής αποτυχίας ανεύρεσης επαρκών για εκμετάλλευση παροχών ζεστού υπογείου νερού.
3. Η χαμηλή ισχύς της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας.

Το σύστημα που στηρίζεται στην αβαθή γεωθερμική ενέργεια με αντλία θερμότητας νερού-νερού παρουσιάζει με την νέα μεθοδολογία, έναντι του συστήματος θέρμανσης-ψύξης με αντλία θερμότητας με πηγή τον περιβάλλοντα αέρα, που εφαρμόζεται ευρύτατα στην Ελλάδα, τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Ο βαθμός απόδοσης (C.O.P), δηλ. η ποσότητα θερμικής ενέργειας που παράγει η γεωθερμική αντλία, σε σχέση με την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει, είναι στην πράξη 3,5 έως 4,0, ενώ στην αντλία θερμότητας με πηγή αέρα είναι κατώτερη από 3,0, εξαρτώμενη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος (σχ. 1).
2. Λειτουργεί με σταθερή απόδοση και χωρίς προβλήματα σε οποιοδήποτε καιρικές και θερμοκρασιακές συνθήκες περιβάλλοντος, υπό το μηδέν τον χειμώνα, και πάνω από 40° C το καλοκαίρι, διότι η αντλία θερμότητας με πηγή νερό τροφοδοτείται από τον γεωθερμικό εναλλάκτη με νερό αμετάβλητης θερμοκρασίας, ίσης περίπου με αυτή που επι-

κρατεί στο υπέδαφος κάτω από το κτίριο (βλέπε πίνακα).

Μεταβολή απόδοσης των αντλιών θερμότητας

| Θερμοκρασία Περιβάλλοντος | Χειμώνας | | | Καλοκαίρι | |
|--------------------------------|----------|------|------|-----------|------|
| | +7° | 0° | -5° | +35° | +45° |
| Αντλία Θερμότητας με πηγή αέρα | 100% | 80% | 60% | 100% | 90% |
| Γεωθερμική αντλία | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

3. Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος γεωκλιματισμού είναι πολύ χαμηλότερο, απ' ό,τι στο σύστημα με αντλία θερμότητας με πηγή αέρα. Αυτό προκύπτει από τις προηγούμενες παραγράφους 1. (βαθμός απόδοσης) και 2. (άνετη και σταθερή λειτουργία σε όλο το φάσμα θερμοκρασιών του περιβάλλοντος).

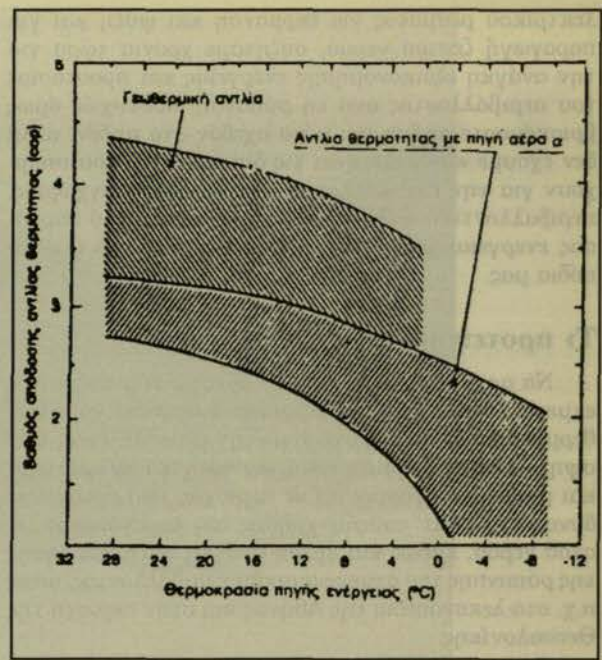
4. Συμβάλλει θετικά σε δύο υψηλούς αναπτυξιακούς - κοινωνικούς στόχους:

α) Στην εξοικονόμηση ενέργειας με την πολύ χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και την παραγωγή πολλαπλάσιας θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από την επιτόπια γεωθερμική.

β) Στην προστασία του περιβάλλοντος διότι, χρησιμοποιώντας την καθαρή γεωθερμική ενέργεια, εκτοπίζει το ρυπογόνο πετρέλαιο και μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, που, όπως είναι γνωστό, παράγεται στη χώρα μας κυρίως στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς από ρυπογόνα καύσιμα.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών με γεωθερμικές αντλίες άρχισε στις τεχνολογικά προηγμένες χώρες, όπως είναι οι Η.Π.Α., ο Καναδάς, η Σουηδία, η Γαλλία, η Ελβετία και η Γερμανία γύρω στο 1980 μετά την άνοδο των τιμών πετρελαίου στη δεκαετία του 1970. Μέχρι το 1990 υπήρχε σε λειτουργία σημαντικός αριθμός εγκαταστάσεων με γεωθερμικές αντλίες στις χώρες αυτές, που αυξάνεται με ταχύ ρυθμό. Εξ άλλου πολυάριθμες είναι οι πόλεις, μικρές και μεγάλες, στις οποίες τμήματά τους, ακόμη και κεντρικά, θερμαίνονται με κεντρικά δίκτυα (τηλεθέρμανση) από ζεστά νερά που προέρχονται από γεωτρήσεις βάθους 1.000-2.500μ. σε περιοχές με κανονική γεωθερμική βαθμίδα.

Η σημαντική αύξηση του αριθμού των γεωθερμικών εγκαταστάσεων στις χώρες αυτές οφείλεται κατά μεγάλο μέρος σε διάφορα κίνητρα που δίνουν οι ηλεκτρικές εταιρίες κοινής ωφέλειας στους πελάτες τους για να αντικαταστήσουν την ηλεκτρική τους θέρμανση με γεωθερμική αντλία. Έτσι, επιτυγχάνεται και εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των αιχμών ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος και προστασία του περιβάλλοντος.



Σχ. 2: Σύγκριση του COP μιας γεωθερμικής αντλίας και μιας αντλίας θερμότητας με πηγή αέρα. (Προέλευση: The National Center For Appropriate Technology, U.S. Department of Energy Washington DC).

Για την εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας και εφ' όσον υπάρχει διαθέσιμο υπόγειο νερό η γεωθερμική αντλία χρησιμοποιεί το θερμικό περιεχόμενο του νερού αυτού. Σε αντίθετη περίπτωση χρησιμοποιούμε τον γεωθερμικό εναλλάκτη (ή συλλέκτη).

Αυτός είναι ένας πλαστικός σωλήνας, που εισάγεται σε γεώτρηση βάθους 50-100 μ. και σχηματίζει κλειστό κύκλωμα νερού με τον εξατμιστή της γεωθερμικής αντλίας. Το νερό κυκλοφορεί μέσα στον σωλήνα και, αποκτώντας τη θερμοκρασία του υπεδάφους, παραλαμβάνει και μεταφέρει τη γεωθερμική ενέργεια στον εξατμιστή, όπου την αποδίδει ψυχόμενο. Στη συνέχεια, το ψυχρό νερό κυκλοφορεί μέσα στη γεώτρηση, θερμαίνεται και επανέρχεται στον εξατμιστή για να ψυχθεί πάλι.

Η θερμική ενέργεια, που μεταφέρεται από τη γεώτρηση στον εξατμιστή, παραλαμβάνεται από ειδικό ρευστό, το οποίο στη συνέχεια περνάει από τον συμπιεστή και μετά στον υγροποιητή (ή συμπυκνωτή) της αντλίας θερμότητας. Στην πορεία του αυτή το ρευστό αποκτά υψηλή θερμοκρασία, η οποία μεταδίδεται στο νερό του κυκλώματος θέρμανσης και boiler. Για την ψύξη χώρων το κύκλωμα του γεωθερμικού εναλλάκτη συνδέεται με τον υγροποιητή, και το κύκλωμα του ρευστού της αντλίας θερμότητας ακολουθεί αντίστροφη πορεία (σχ.2).

3. Η εκμετάλλευση στην Ελλάδα

Σε αντίθεση με τις παραπάνω χώρες, στη δική μας, όπου ξοδεύουμε μεγάλες ποσότητες πετρελαίου και η-

λεκτρικού ρεύματος για θέρμανση και ψύξη και για παραγωγή ζεστού νερού, συζητάμε χρόνια τώρα για την ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος από τη ρύπανση, δυστυχώς όμως βρισκόμαστε ακόμη όχι μόνο σχεδόν στο μηδέν, αλλά δεν έχουμε καν μελετήσει τις δυνατότητες που υπάρχουν για την εκμετάλλευση μιας άφθονης, εγχώριας, περιβαλλοντικά καθαρής και σχεδόν πανταχού παρούσας ενεργειακής πηγής, που βρίσκεται κάτω από τα πόδια μας.

Τι προτείνουμε να γίνει

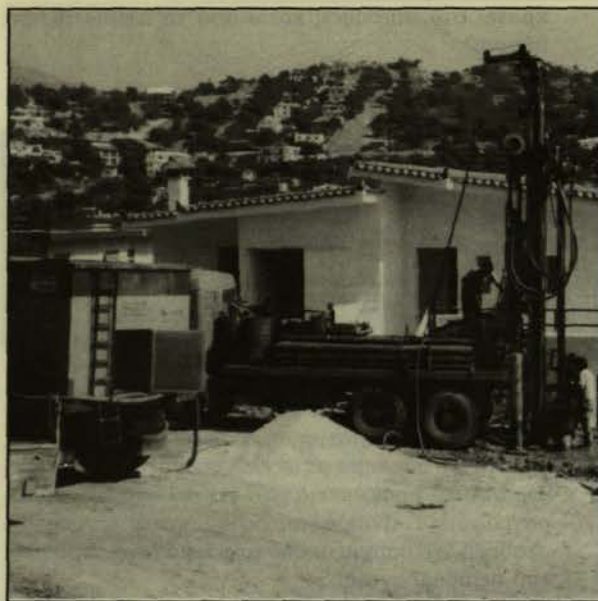
Να αρχίσουν προγράμματα άμεσης ανάπτυξης της εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλών θερμοκρασιών που σε σχέση με την εκμετάλλευση των υψηλών θερμοκρασιών είναι τεχνολογικά απλούστερη και μπορεί να εφαρμοσθεί σε περιοχές, που έχουν την δυνατότητα κατ' ευθείαν χρήσης του παραγόμενου ζεστού νερού, καθώς και άμεση ανάγκη καταπολέμησης της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, όπως π.χ. στο λεκανοπέδιο της Αθήνας και στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Τα προγράμματα, που θα εφαρμοσθούν, θα προβλέπουν κυρίως την χρήση αντλιών θερμότητας νερού-νερού σε αυτόνομες μονάδες θέρμανσης-ψύξης, αρχικά σε κατοικίες και στη συνέχεια σε μεγαλύτερα κτίρια. Επίσης θα ερευνηθούν οι δυνατότητες εκμετάλλευσης με βαθύτερες γεωτρήσεις. Με τα προγράμματα αυτά οι τεχνικοί μας θα αποκτήσουν πολύτιμη γνώση και εμπειρία, θα ενημερωθεί το κοινό και θα δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για την ίδρυση εξειδικευμένων μελετητικών και κατασκευαστικών εταιριών για την διάδοση των συστημάτων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας.

Με την εμπειρία του πρώτου σταδίου εφαρμογής, η χρήση της τοπικής γεωθερμικής ενέργειας θα επεκταθεί και σε κτιριακά συγκροτήματα, κατά περίπτωση σε συνδυασμό με συστήματα εκμετάλλευσης και της ηλιακής ή και της αιολικής ενέργειας. Επίσης θα αναπτυχθεί η εγχώρια σχετική βιομηχανία και βιοτεχνία και γενικά η εγχώρια γεωθερμική τεχνολογία, που θα συμβάλλει σημαντικά στην ταχύτερη αξιοποίηση και της γεωθερμικής ενέργειας υψηλών θερμοκρασιών της χώρας μας.

Συνεπώς, πρέπει αμέσως να ενημερωθούν το κοινό, οι τεχνικοί, οι κατασκευαστικές εταιρίες, οι δημόσιες υπηρεσίες, η τοπική αυτοδιοίκηση και γενικά οι οικονομικοί παράγοντες του τόπου για τις μεγάλες δυνατότητες που έχουμε στην Ελλάδα να αξιοποιήσουμε το είδος αυτό εγχώριας ενέργειας, που θα μας προσφέρει οφέλη τόσο οικονομικά, όσο και περιβαλλοντικά.

Η ίδια συλλογιστική μπορεί, ενδεχομένως, να εφαρμοσθεί και για την ηλιακή και την αιολική ενέργεια, που και αυτές, όπως αναφέραμε, αφθονούν τον τόπο μας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο συνδυασμός των δύο ή και των τριών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε συστήματα εκμετάλλευσης, στα οποία οι πηγές θα συνεργάζονται, ώστε να αλληλοεξουδετερώνουν τα

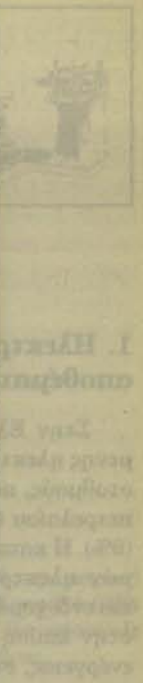
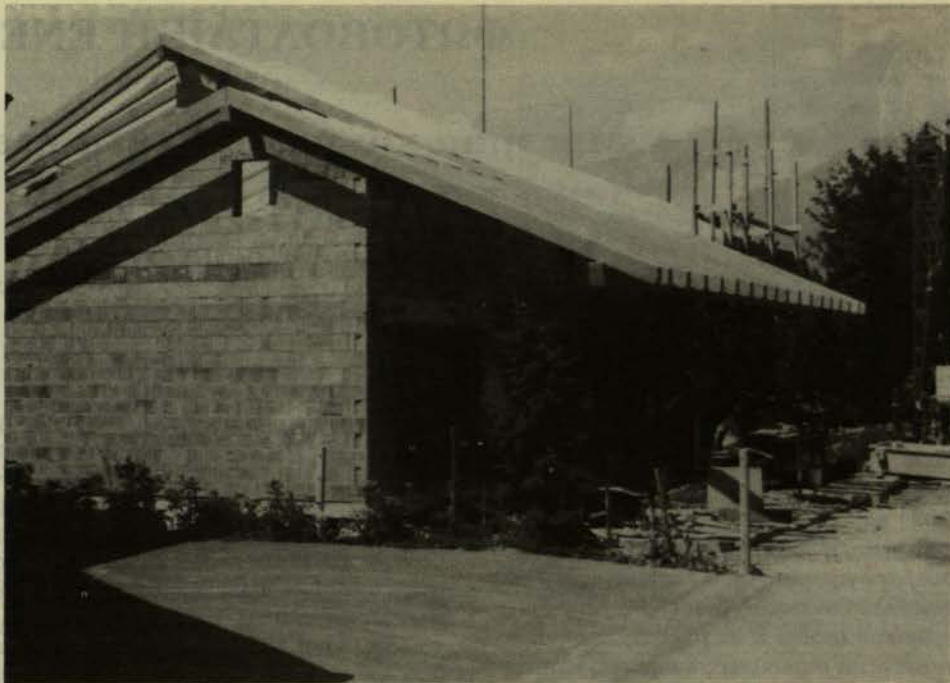


Μια κατασκευαζόμενη ελληνική κατοικία, η πρώτη, ετοιμάζεται για να θερμαίνεται και να ψύχεται με γεωθερμική ενέργεια.

μειονεκτήματά τους. Π.χ. στη διάρκεια μακρού χρόνου ηλιοφάνειας (το καλοκαίρι) η πλεονάζουσα ηλιακή θερμική ενέργεια θα διοχετεύεται στα πετρώματα του υπεδάφους, όπου θα αποθηκεύεται ή θα εξουδετερώνει κάποια έντονη θερμοκρασιακή πτώση, που ενδεχομένως θα έχει προκληθεί από μια προηγούμενη χειμερινή εντατική λειτουργία γεωθερμικών αντλιών. Οι τελευταίες, σε περιόδους νεφώσεων και συνεπώς αδράνειας των ηλιακών συλλεκτών, θα μας προσφέρουν θερμική ενέργεια από το υπέδαφος, χρησιμοποιώντας και την αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια.

Με βάση τα παραπάνω πιστεύω, ότι όλοι μας πρέπει να συνειδητοποιήσουμε, ότι σε κάθε νέα κατοικία και κτίριο, σε κάθε νέο κτιριακό συγκρότημα ή και σε κάθε παλιό ανακαινιζόμενο κτίριο και κτιριακό συγκρότημα, ιδιαίτερα στις περιβαλλοντικά βεβαρυσμένες πόλεις, όπως είναι η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη, επιβάλλεται να εφαρμόσουμε τα νέα συστήματα που εκμεταλλεύονται τις εν λόγω ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές και να περιορίσουμε, όσο μπορούμε, τη χρήση των ρυπογόνων καυσίμων και του από ρυπογόνα καύσιμα παραγόμενου και δαπανηρού ηλεκτρικού ρεύματος. Η νέα τεχνολογία μας εξασφαλίζει την επιτυχία και οι Έλληνες επιστήμονες και τεχνικοί είναι σε θέση να αναλάβουν και αυτή την αποστολή, αρκεί να τους βοηθήσουν η Πολιτεία και οι οικονομικοί παράγοντες του τόπου. Εξ άλλου και η ΕΟΚ είναι πρόθυμη να βοηθήσει οικονομικά να κάνουμε μια καλή αρχή, όπως βοηθάει άλλες κοινοτικές χώρες πιο πλούσιες από τη δική μας.

Το έργο του φυσικού αερίου θα μας στοιχίσει, όπως είπαμε, μερικές εκατοντάδες δισεκατομμύρια δραχμών, κυρίως σε συνάλλαγμα και κάθε χρόνο θα ξεδούσουμε συνάλλαγμα για την αγορά του αερίου.



Μια κατασκευαζόμενη, ελβετική κατοικία ετοιμάζεται για να θερμαίνεται με γεωθερμική ενέργεια. Ο αριθμός τέτοιων κατοικιών ξεπερνάει τις 5.000.

Μια γεωθερμική εγκατάσταση για θέρμανση-ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού μιας κατοικίας εμβαδού 150 τ.μ. θα στοιχίσει για τις γεωτρήσεις και τους εναλλάκτες θερμότητας γύρω στα 2 εκατ. δραχμές επί πλέον του κόστους μιας συνήθους θερμικής-κλιματιστικής εγκατάστασης. Αναλογικά αυξάνει το κόστος στα μεγαλύτερα κτίρια.

Κάνοντας μια πρόχειρη εκτίμηση βρίσκουμε, ότι με ένα 10ετές πρόγραμμα εφαρμογής, π.χ. στο λεκανοπέδιο της Αθήνας, και με δαπάνη 200 δισεκ. δραχμών, δηλ. 20 δισ. το χρόνο, θα είναι δυνατό κάπου 100.000 χώροι κατοικίας ή εργασίας των 150 τ.μ. να χρησιμοποιούν για θέρμανση-ψύξη και ζεστό νερό γεωθερμική ενέργεια με αντλίες θερμότητας, που θα έχουν συντελεστή απόδοσης, δηλ. σχέση παραγομένης θερμικής ενέργειας προς καταναλισκομένη ηλεκτρική ενέργεια 3:1 έως 4:1. Από τα 20 δισ. δραχμών το μισό μπορεί να διατεθεί από τους ιδιοκτήτες και ιδιωτικούς φορείς και το άλλο μισό με μορφή κρατικών και εοικικών επιδοτήσεων. Το οικονομικό όφελος είναι προφανές, χωρίς να συνηπολογιστούν:

- το τεράστιο περιβαλλοντικό όφελος
- ο περιορισμός της εξάρτησης από ξένες χώρες
- το συναλλαγματικό όφελος
- η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρησιμοποίηση μιας νέας εγχώριας και ανεξάντλητης πηγής.

Με εκτέλεση προσθέτων προγραμμάτων βαθειών γεωτρήσεων και συνδυασμό ηλιακών και αιολικών συστημάτων τα αποτελέσματα θα είναι ακόμη πιο ευνοϊκά.

Νομίζω, ότι θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να εφαρμόσουμε τέτοια προγράμματα ειδικά σε ορισμένες ευαίσθητες ζώνες της Αθήνας, όπως π.χ. στο υπό αναβάθμιση εμπορικό κέντρο αυτής, γύρω από την Ακρόπολη, στον Ελαιώνα, κλπ., ενδεχομένως με απαγόρευση κατασκευής εγκαταστάσεων που λειτουργούν με καύσιμα, όπως κάνουμε με την κυκλοφορία αυτοκινήτων κατασκευάζοντας πεζόδρομους.

Έτσι, βάζοντας σαν στόχο να κατασκευάσουμε σε μια δεκαετία π.χ. 20.000 γεωθερμικές εγκαταστάσεις, συνολικής δαπάνης περίπου 40 δισ δραχμών, θα επιτύχουμε κάπου 200 MW χρήσιμης θερμικής ενέργειας από την οποία 50 MW θα προέρχονται από το ηλεκτρικό δίκτυο (για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας) και 150 MW θα είναι δωρεάν γεωθερμική ενέργεια. Τα οφέλη:

- α) Εξοικονόμηση περίπου 150 MW ηλεκτρικής ενέργειας ή ισοδύναμου πετρελαίου (και συναλλάγματος).
- β) Εξοικονόμηση επένδυσης περίπου 45 δισ δραχμών από την Δ.Ε.Η.
- γ) Συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος.

Στην απόφασή μας για την επιδίωξη ενός τέτοιου στόχου ας παραδειγματιστούμε από την Ελβετία - χώρα φτωχότερη σε ομαλή γεωθερμική ενέργεια, απ' ότι η δική μας. Πάνω από 5.000 γεωθερμικές αντλίες κατασκευάστηκαν σε μια δετία και λειτουργούν με συνολική ισχύ γύρω στα 50 MW, που συνεχώς αυξάνονται.