



Ηλιογεωθερμία, κατά του νέφους της Αθήνας

του Ι. Παπαγεωργιάκη

1. Εισαγωγή

Όπως είναι γνωστό, τα καυτά περριβαλλοντικά προβλήματα του Λεκανοπεδίου της Αθήνας, που πρέπει να αντιμετωπισθούν όσο το δυνατόν πιό άμεσα, είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, δηλ. το νέφος, και το κυκλοφοριακό αδιέξοδο. Τα δύο αυτά προβλήματα, έχουν άμεση σχέση μεταξύ τους, καθώς και με την ενεργειακή κατανάλωση. Το κυκλοφοριακό αδιέξοδο, πέρα από τις αφόρητες συνθήκες διακίνησης του πληθυσμού, προκαλεί και ενεργειακή σπατάλη και αύξηση του νέφους. Μιά ακόμη από τις βασικές πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι και το πετέλαιο θέρμανσης των κτιρίων και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

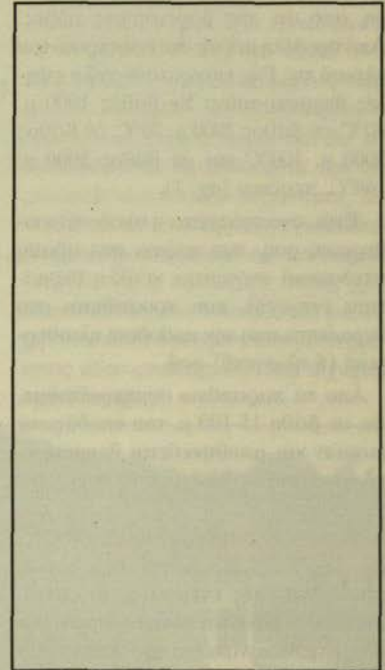
Μέσα στο λεκανοπέδιο χρειαζόμαστε τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τις μεταφορές και μετακινήσεις, για τη θέρμανση, για την ψύξη, για τις βιοτεχνίες και βιομηχανίες, για τις λειτουργίες των κατοικιών και των χώρων εργασίας και ψυχαγωγίας, για ηλεκτροφωτισμούς κ.λ.π. Ακόμη και τα 4.000.000 των κατοίκων είναι μικροπομποί θερμικής ενέργειας και διωξιδίου του άνθρακα, αίτιου του φαινόμενου του θερμοκηπίου. Η μορφολο-

γία του Λεκανοπεδίου, το νέφος και το κλίμα, το έχουν μετατρέψει σε ένα πνιγηρό και νοσηρό θερμοκήπιο.

Η ενέργεια, που παράγεται από όλες αυτές τις αμέτρητες πηγές (καύσεις, ηλεκτρικό ρεύμα, χημικές αντιδράσεις, κινήσεις, τριβές, κοσμοπλημμύρα), γίνεται τελικά θερμότητα, που προστίθεται στη φυσική θερμότητα του χώρου του Λεκανοπεδίου. Αυτό, όμως, έτσι κι αλλιώς βρίσκεται σε μιά ζεστή κλιματική ζώνη, υποτροπική, που το καλοκαίρι δείχνει σαφή χαρακτηριστικά τροπικού κλίματος. Ας εξετάσουμε τώρα, τί ενέργεια δέχεται το υπέδαφος του Λεκανοπεδίου σε βάθη από 0μ. μέχρι περίπου 100μ.

2. Το υπέδαφος, μιά τεράστια αποθήκη θερμότητας

Με το υποτροπικό έως τροπικό κλίμα στη διάρκεια του καλοκαιριού, το υπέδαφος δέχεται τεράστιες ποσότητες θερμικής ενέργειας από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Αυτή ζεσταίνει το έδαφος, τα κτίρια, τις τοιμεντένιες, ασφαλτοστρωμένες και πλακοστρωμένες επιφάνειες και κατασκευές. Τις ζεσταίνει με θερμοκρασίες που συχνά ξεπερνούν τους 40°C και 50°C, σχεδόν από τις αρχές Μαΐου μέχρι το τέλος Σεπτεμβρίου. Στο διάστημα αυτών των 5 μηνών, δημιουργείται μια θερμική ροή από την εδαφική ε-



Σχ. 1. Η ανοδική γεωθερμική ροή, μια ενεργειακή πηγή για κάθε κτίριο. Κάθε 100 m κάτω από την εδαφική επιφάνεια αυξάνει η θερμοκρασία κατά 3°C Κελσίου περίπου. Έτσι σε βάθος 5.000 m φθάνει κάτω 160°C.

πιφάνεια προς τα κάτω μέσα στο υπέδαφος, αφού σε βάθος 15-100 μ. επικρατεί μιά μόνιμη και σταθερή θερμοκρασία 18-20°C, που είναι οι μέσες θερμοκρασίες του έτους στο Λεκανο-

Ο Ι. Παπαγεωργιάκης είναι Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ.

πέδιο της Αθήνας. Η εν λόγω θερμοκή ροή είναι αρκετά ισχυρή, αφού η διαφορά θερμοκρασίας αέρα - υπεδάφους, είναι μεγαλύτερη από 20°C (από 40° πέφτει στους 18° - 20°C), ενώ και οι διάφορες κατασκευές με τις θεμελιώσεις τους λειτουργούν ως θερμογέφυρες, που διευκολύνουν αυτή την καθοδική θερμοκή ροή. Αποτέλεσμα είναι η αποθήκευση μεγάλης ποσότητας ηλιακής θερμότητας μέσα στα υπεδαφικά στρώματα.

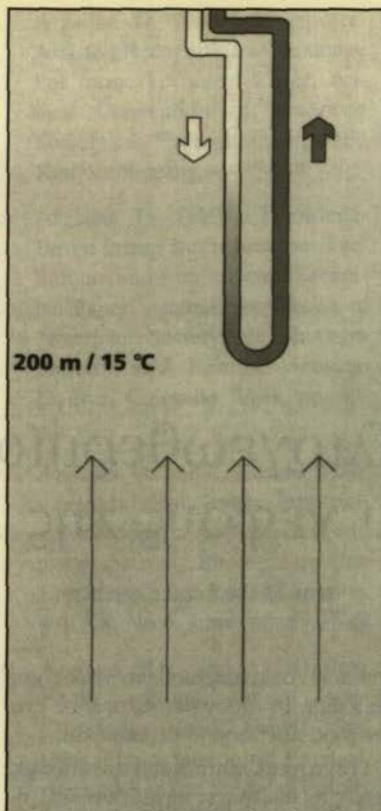
Από τα μέσα Νοεμβρίου μέχρι τα μέσα Μαρτίου, δηλ. επί 4 μήνες περίπου, η θερμοκή ροή μέσα στο υπέδαφος είναι αντίθετη, από κάτω προς τα άνω, αφού οι εδαφικές επιφάνειες κρύνουν στους 8-10°C. Συνέπεια είναι η απώλεια θερμότητας του υπεδάφους προς την ατμόσφαιρα.

Η εισρέουσα στα υπεδαφικά στρώματα ποσότητα ηλιακής θερμότητας, είναι στην Ελλάδα αρκετά μεγαλύτερη, από ότι στις βορειότερες χώρες. Από την άλλη μεριά, στο εσωτερικό του φλοιού της Γης επικρατούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες: Σε βάθος 1000 μ. 40°C, σε βάθος 2000 μ. 70°C, σε βάθος 3000 μ. 100°C και σε βάθος 5000 μ. 160°C, περίπου (σχ. 1).

Έτσι, αναπτύσσεται η ανοδική γεωθερμική ροή, που φέρνει στα αβασθή υπεδαφικά στρώματα κι'άλλη θερμότητα (γηγενή), που προστίθεται στη θερμότητα από την καθοδική ηλιοθερμική (ή ηλιογενή) ροή.

Απο τα παραπάνω συμπεραίνουμε, ότι σε βάθη 15-100 μ. του υπεδάφους εισρέει και αποθηκεύεται θερμοκή ενέργεια από τις δύο φυσικές πηγές, την γεωθερμική και την ηλιοθερμική, που δημιουργούν μία θερμοκρασία σταθερή 18-20°C(1,2). Λόγω της διπλής προέλευσης της ενέργειας, το φαινόμενο αυτό καλείται *ηλιογεωθερμία*. Ομως, στο Λεκανοπέδιο προστίθεται και η εισαγόμενη θερμότητα, από τη γιγάντια συσσώρευση ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, με αποτέλεσμα το κλίμα να γίνει θερμότερο.

Η εισαγόμενη θερμότητα έχει προκαλέσει αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας του αέρα και του υπεδάφους του Λεκανοπεδίου και συνιστά μία *θερμοκή ρύπανση* αυτού, που είναι άμεσα συνδεδεμένη με τα φαινόμενα της χημικής ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα της πόλης. Η αυξημένη μέ-



Σχ. 2. Σε βάθος 100 m η θερμοκρασία είναι 12°C στην Ελβετία 22°C στην Ελλάδα. Η διαφορά των 10° δίνει στη χώρα μας μέχρι το βάθος αυτό ένα τεράστιο επιπλέον απόθεμα σε θερμοκή ενέργεια της τάξης των 600.000 Mwh ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο εδαφικής επιφάνειας.



Σχ. 3. Στην Ελβετία σήμερα κάπου 6.000 γεωθερμικές εγκαταστάσεις θερμαίνουν ισάριθμα κτίρια με υπεδαφική ενέργεια (βλέπε κατανομή τους στο χάρτη). Το έτος 2000 θα φθάσουν τις 100.000. Στην Ελλάδα είμαστε ακόμη σχεδόν στο μηδέν παρά το επιπλέον ενεργειακό απόθεμα των 600.000 Mwh που περιέχει το υπέδαφος μας σε κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο.

ση ετήσια θερμοκρασία αποτελεί ένδειξη αποθήκευσης μιας τεράστιας ποσότητας θερμοκής ενέργειας στο υπέδαφος του Λεκανοπεδίου. Πόση είναι η ποσότητα της ενέργειας αυτής θα μπορούσε εύκολα να εκτιμηθεί, εάν μπορούσαμε να μετρήσουμε τη θερμοκρασία σε διάφορα σημεία, σε βάθη 0-100 μ., τουλάχιστον. Αυτό είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί με τις νέες τεχνικές υπεδαφικών θερμομετρήσεων που διαθέτουμε.

Στην περιοχή της Ζυρίχης, που έχει περίπου 1.000.000 κατοίκους, βρέθηκε αύξηση της θερμοκρασίας του υπεδάφους κατά 3° Κελσίου, λόγω της αστικοποίησης. Στην περιοχή του Λεκανοπεδίου, η αύξηση αυτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη, ίσως φθάνει ή υπερβαίνει τους 5° Κελσίου.

3.Εκμεταλλεύσιμη ενέργεια κάτω από την Αθήνα;

Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε αυτή τη θερμοκή ενέργεια, που είναι ανανεώσιμη, καθαρή και βρίσκεται κάτω από τα πόδια μας; Ασφαλώς μπορούμε με τις νέες τεχνολογίες, που είναι μάλιστα και σχετικά απλές. Είναι τα *γεωθερμικά συστήματα*, δηλ. αντλίες θερμότητας νερού-νερού ή νερού-αέρα συνδεδεμένες είτε με παροχή υπόγειου νερού, εάν υπάρχει, ή, εάν όχι, με γεωθερμικούς εναλλάκτες, οι οποίοι τοποθετούνται σε γεωτρήσεις και αντλούν τη θερμότητα των πετρωμάτων γύρω απ'αυτές(3,4). Πόση θερμοκή ενέργεια μπορούμε να αντλήσουμε από το υπέδαφος;

Εάν σε μια έκταση ενός τετραγωνικού χιλιομέτρου τοποθετήσουμε γεωθερμικές εγκαταστάσεις, που θα αντλήσουν θερμότητα από το υπέδαφος μέχρι βάθος 100μ., και σε ένα χρονικό διάστημα, π.χ. ενός έτους, θα προκαλέσουν πτώση της θερμοκρασίας κατά 5° Κελσίου, δηλ. από τους 20°C στους 15°C, η θερμοκή ενέργεια, που θα πάρουμε, θα είναι ίση περίπου με 300.000 MWh. Με την ενέργεια αυτή μπορούμε να θερμάνουμε και να ψύξουμε, χρησιμοποιώντας αντλίες θερμότητας, κάπου 5.000 κατοικίες.

Εξάλλου, οι δοκιμές και εφαρμογές στις Η.Π.Α και Ελβετία, έδειξαν ότι σε ένα τετραγωνικό χιλιόμετρο μπορούμε, θεωρητικά, εάν δεν υπάρχουν



Σχ. 4. Οι σωληνώσεις του γεωθερμικού εναλλάκτη επεκτείνονται από τη γεώτρηση μέχρι την αντλία θερμότητας στο εσωτερικό της κατοικίας στον Άγιο Δημήτριο Κορωπίου.

εμπόδια, να κατασκευάσουμε 10.000 γεωθερμικές εγκαταστάσεις. Κάθε γεωθερμική εγκατάσταση με γεώτρηση και γεωθερμικό εναλλάκτη, μήκους (βάθους) 100μ., θα έχει ισχύ 7-8kW. Συνεπώς, σε ένα τετραγωνικό χιλιόμετρο μπορούμε να έχουμε 10.000 γεωθερμικές εγκαταστάσεις, που θα έχουν συνολική θερμική ισχύ 10.000X 7kW = 70.000 kW = 70 MW (5,6).

Σε κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο (δηλ. 1000 στρέμματα), μπορούν να υπάρχουν ή να κατασκευαστούν 1000-2000 κατοικίες, ή αντίστοιχα άλλα κτίρια. Κάθε κατοικία χρειάζεται 10-20 kW για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης και συνεπώς, οι 1000-2000 κατοικίες, χρειάζονται 10.000 έως 40.000 kW, δηλ. 40-80 εκατ. kWh ετησίως. Η ενέργεια αυτή, όπως βλέπουμε, μπορεί, εάν υπάρχει η κατάλληλη τεχνολογία, να ληφθεί από τα 70.000 kW, ή τα 300 εκατ. kWh ετησίως, που διαθέτει το υπέδαφος. Και τα διαθέτει με δυνατότητα συνεχούς ανανέωσης από τις ενεργειακές πηγές, που αναφέρουμε παραπάνω. Και ίσως, μάλιστα, η πτώση της θερμοκρασίας του υπεδάφους, που απαιτείται για να πάρουμε την παραπάνω ενέργεια, να καλύπτεται κατά μεγάλο μέρος από τη θερμότητα, την τεχνητά εισαγόμενη με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και αποθηκευόμενη στο υπέδαφος του Λεκανοπεδίου.

Εμπόδιο, που παρεμβάλλεται στην αξιοποίηση αυτής της θερμικής ενέρ-

γείας, είναι τα ήδη υπάρχοντα κτίρια, ιδίως όταν αυτά είναι πυκνά. Μπορούμε, όμως, να αρχίσουμε με τα ανακαινιζόμενα και κατασκευαζόμενα νέα κτίρια και αυτά που θα κατασκευάζονται στο προσεχές μέλλον. Ιδιαίτερα, σε μερικές κατηγορίες κτιρίων, που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες πετρελαίου για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, καθώς και ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό, όπως είναι τα νοσοκομεία, πρέπει να εφαρμοσθούν άμεσα τα γεωθερμικά συστήματα, ώστε να επωφεληθούν τα ίδια και το ευρύτερο περιβάλλον τους από τα πλεονεκτήματα που αναφέραμε.

Η εφαρμογή γίνεται είτε σε μεμονωμένα μικρά ή μεγάλα κτίρια, ή σε πολυκατοικίες και ομάδες κτιρίων με κεντρικούς γεωθερμικούς σταθμούς και δίκτυα σωληνώσεων παροχής εναλλάξιμου ζεστού και κρύου νερού (ηλεκθέρμανση, τηλεκλιματισμός).

Η ιδέα της αξιοποίησης για τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων μας, έστω εν μέρει, της θερμότητας, που απορρίπτεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες μιάς πόλης και που προκαλεί τη θερμική ρύπανση αυτής, ακούγεται σαν ουτοπιστική υπερβολή. Κι όμως, βασίζεται σε μία απλή φυσική λογική: Τα χρησιμοποιούμενα για το σκοπό αυτό γεωθερμικά συστήματα το χειμώνα απορροφούν (αντλούν) από το υπέδαφος του κτιρίου, θερμότητα για τη θέρμανση, δημιουργώντας στα

πετρώματα γύρω από τη γεώτρηση (γεωθερμικό εναλλάκτη) μια ψυχρή ζώνη. Το καλοκαίρι, αντίθετα, αφαιρούν την (ενοχλητική) θερμότητα του κτιρίου και τη διοχετεύουν (αποθηκεύουν) στην ψυχρή (από τον χειμώνα) υπεδαφική ζώνη. Με τη διαδικασία αυτή της εναλλασσόμενης θέρμανσης-ψύξης επιτυγχάνουμε υψηλό βαθμό εξοικονόμησης ενέργειας, όχι μόνο στο πετρέλαιο και στο ηλεκτρικό ρεύμα, αλλά ακόμη και στην υπεδαφική ενεργειακή πηγή.

Οι αναφερόμενες παραπάνω ποσότητες ενέργειας, που απαιτούνται ετησίως για θέρμανση-ψύξη κτιρίων και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά km², θα ληφθούν κατά τα 2/3 έως 3/4 από το υπέδαφος με μέση χειμερινή ψύξη αυτού κατά μερικούς βαθμούς, ασφαλώς λιγότερους των 5° Κελσίου, που κατ'επίσημη είναι η τεχνητή θερμοκρασιακή αύξηση στο υπέδαφος του Λεκανοπεδίου, που έχει προκληθεί από την αστικοποίησή του. Κατά το υπόλοιπο 1/3 - 1/4 η απαιτούμενη ενέργεια θα καλυφθεί από το ηλεκτρικό δίκτυο ή από φυσικό αέριο και θα καταναλωθεί για τη λειτουργία των συμπεριστάτων των αντλιών θερμότητας. Συνεπώς, με τις γεωθερμικές εγκαταστάσεις θα αξιοποιήσουμε την υπεδαφική ενέργεια προς όφελος της πόλης χρησιμοποιώντας ένα ανανεώσιμο και περιβαλλοντικά καθαρό απόθεμα θερμότητας τόσο φυσικής, όσο και τεχνητής προέλευσης.



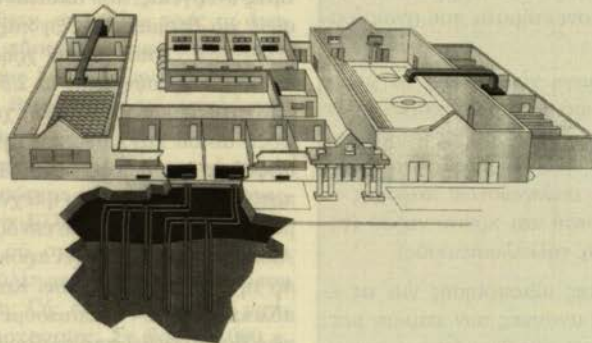
Σχ. 5. Ο γεωθερμικός εναλλάκτης βρίσκεται σε γεώτρηση στη γωνία του πλακόστρωτου κοντά στο δένδρικό (όπως δείχνει το βέλος). Είναι μία πηγή ενέργειας, που καταργεί το ρυπογόνο πετρέλαιο, ενώ, ακόμη προσφέρει και ψύξη.



Το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης μιάς γεωθερμικής εγκατάστασης, είναι περίπου το μισό του αντίστοιχου κόστους μιάς συμβατικής εγκατάστασης θέρμανσης-ψύξης. Η πλήρης απαλλαγή του κτιρίου από την ανάγκη του ρυπογόνου πετρελαίου για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, αποτελεί πρόσθετο πλεονέκτημα του γεωθερμικού συστήματος.

Ας δούμε τώρα, για σύγκριση, τι επιτύχαμε για εξοικονόμηση ενέργειας και προστασία του περιβάλλοντος με

MW, από τα οποία 400 MW, το πολύ, θα προέρχονται από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. και 800 MW, τουλάχιστον, από το υπέδαφος. Με αυτή την ισχύ θα παράγουμε περίπου 5.100.000 MWh θερμικής και ψυκτικής ενέργειας, αξίας 120 δις δραχμών και ισοδύναμης με 440.000 τόννους πετρελαίου. Τουλάχιστον το μισό του πετρελαίου αυτού θα εξοικονομείται από τη θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού των κτιρίων του Λεκανοπεδίου, ενώ μεγάλο μέρος του υπόλοιπου θα εξοικονομείται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στους σταθμούς της ΔΕΗ.



Σχ. 6 και 7. Ομάδες κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών, καθώς και υπόγεια νερά μπορούν να προσφέρουν θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης σε κτίρια οιοδήποτε μεγέθους ή κτιριακού συγκροτήματος αξιοποιώντας την υπεδαφική

4. Πόσο στοιχίζει;

Ας έλθουμε, όμως, και στο επίσης καίριο πρόβλημα της οικονομικής πλευράς της εφαρμογής των γεωθερμικών συστημάτων. Εάν υπάρχει στο οικοπέδο πηγάδι ή γεώτρηση με σταθερή παροχή υπόγειου νερού, η δαπάνη δεν είναι μεγαλύτερη από αυτή μιάς συμβατικής εγκατάστασης θέρμανσης-ψύξης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Εάν δεν υπάρχει, το κόστος επιβαρύνεται με την κατασκευή της γεώτρησης. Μία κατοικία εμβαδού 150 τετραγ. μέτρων, χρειάζεται μία γεώτρηση βάθους 150μ., ή δύο των 75μ. η κάθε μία. Η δαπάνη (μαζί με τον γεωθερμικό εναλλάκτη) φθάνει σήμερα τις 1.500.000 δρχ. περίπου. Η απαιτούμενη αντλία θερμότητας (με πηγή νερό) στοιχίζει περίπου 1.000.000 δρχ. Τα προϊόντα αυτά δεν παράγονται σήμερα στην Ελλάδα και, φυσικά, όταν αναπτυχθεί εγχώρια βιομηχανία παραγωγής τους, οι παραπάνω τιμές τους θα μειωθούν σημαντικά.

τις 600.000 ηλιακών θερμοσιφώνων, που καταφέραμε να εγκαταστήσουμε στη χώρα μας την τελευταία 20/ετία, και που μας δίνουν μιά πρωτιά στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι εγκαταστάσεις αυτές, σημερινής δαπάνης κάπου 180 δις δραχμών, έχουν συνολική ισχύ 150 MW και ετήσια παραγωγή 1.200.000 MWh θερμικής ενέργειας, αξίας 30 δις δραχμών, και ισοδύναμης με περίπου 160.000 τόννους πετρελαίου. Εκτιμάται, ότι το μισό περίπου των παραπάνω ηλιακών θερμοσιφώνων, βρίσκεται στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας, προσφέροντας σ'αυτό σημαντικά ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Εάν σ'ένα 15/ετές ή 20/ετές πρόγραμμα κατασκευάσουμε στο Λεκανοπέδιο 125.000 γεωθερμικές εγκαταστάσεις, δαπάνης 300 δις δραχμών, που θα μπορεί να καλυφθεί κυρίως από το ιδιωτικό κεφάλαιο, θα επιτύχουμε ετησίως (σύμφωνα με μελέτη μας) με κόστος 40 δις δραχμών, παραγωγή θερμικής και ψυκτικής ισχύος 1200

5. Συμπέρασμα

Η ηλιογεωθερμική ενέργεια, στην οποία έχει προστεθεί στις αστικές περιοχές και ποσότητα ανθρωπογενούς θερμότητας, μπορεί όχι μόνο να χρησιμοποιηθεί για εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και να αποτελέσει ένα σημαντικό παράγοντα ατμοσφαιρικής (κυρίως) αντιρρύπανσης για το Λεκανοπέδιο της Αθήνας, όπως και άλλων αστικών περιοχών, που έχουν παρόμοια περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα. Η διάδοση της γεωθερμικής εγκαταστάσεων, που χρησιμοποιούν το υπέδαφος ως ενεργειακή πηγή, πρέπει να προωθηθεί άμεσα, ώστε μαζί με τα άλλα μέτρα, όπως είναι το μετρό, η ευρεία διάδοση της ηλεκτροκίνησης στα μαζικά μέσα μεταφοράς, τα καταλυτικά αυτοκίνητα, οι οδικοί άξονες ταχείας κυκλοφορίας, η αναβάθμιση βεβαρυσμένων περιοχών, όπως του Ελαιώνα και των εμπορικών κέντρων της Αθήνας και του Πειραιά, να επιτευχθεί επιτέλους μιά αισθητή βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Ειδικότερα στο κέντρο της Αθήνας και γύρω από την Ακρόπολη, θα μπορούσαν να καταρτηθούν:

1. Κάθε χρήση καυσίμου, πλην ίσως του φυσικού αερίου, και
2. Κάθε κυκλοφορία μη ηλεκτροκίνητων μέσων μεταφοράς, πλην ίσως των καταλυτικών αυτοκινήτων, εφόσον πράγματι αυτά προκαλούν πολύ χαμηλή ρύπανση.

Σημειώνουμε τέλος, ότι η εφαρμογή γεωθερμικών συστημάτων στα κτίρια, έχει ευεργετικές επιπτώσεις, όχι μόνο στην ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά και σε άλλους τομείς υποβάθμισης του αστικού περιβάλλοντος, αφού: α)απαλα-

λάσσει ή περιορίζει τη ρύπανση, που προκαλείται από τη διακίνηση του πετρελαίου (κυκλοφορία βυτιοφόρων, αποθήκευση στα βενζινάδικα και στα κτίρια, σωληνώσεις μεταφοράς), και β) απαλλάσσει τα κτίρια από τις οχληρές και δαπανηρές στη συντήρηση εγκαταστάσεις, όπως του λέβητα-καυστήρα, της δεξαμενής πετρελαίου, της καπνοδόχου καυσαερίων και των κλιματιστικών συσκευών, ιδιαίτερα αυτών που επιβαρύνουν τις προσόψεις των κτιρίων.

Μια τυπική γεωθερμική εγκατάσταση κατοικίας αποτελείται από:

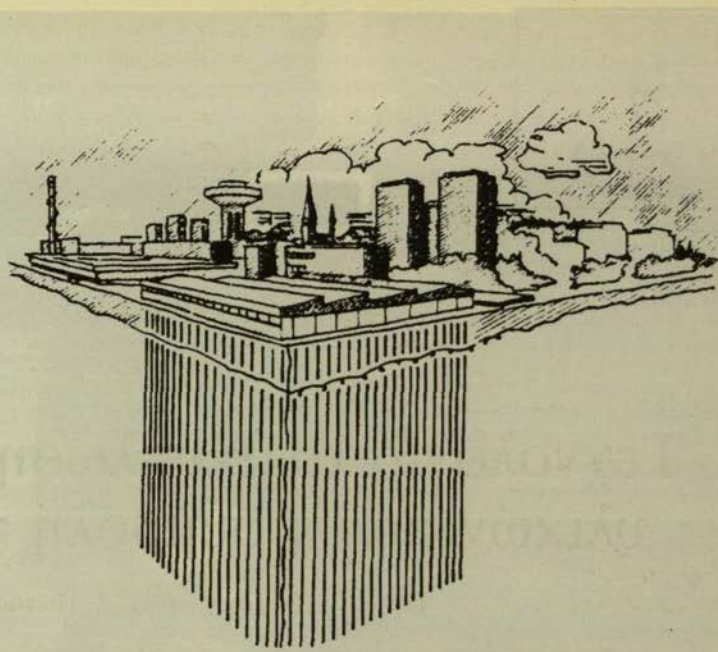
1. Τη γεώτρηση (με τον γεωθερμικό εναλλάκτη), που δεν καταλαμβάνει κανένα ορατό χώρο, ή την παροχή υπόγειου νερού (από γεώτρηση ή πηγάδι), που καταλαμβάνει ελάχιστο ορατό χώρο.

2. Την αντλία θερμότητας (με διαστάσεις και καθαρότητα ενός οικιακού ψυγείου τροφίμων), και

3. Το boiler για αποθήκευση του ζεστού νερού χρήσης, με διαστάσεις ενός κοινού θερμοσίφωνα.

Η εφαρμογή ενός 15/ετούς ή 20/ετούς προγράμματος διάδοσης των εν λόγω συστημάτων, μπορεί να αρχίσει αμέσως. Χωρίς χρονοβόρες και δαπανηρές μελέτες και κατασκευές έργων υποδομής. Μόνο με λίγα εκατομμύρια δραχμών για επιδότηση αριθμού γεωθερμικών εγκαταστάσεων σε υπό κατασκευή ή ανακαινιζόμενα κτίρια, για ενθάρρυνση του ιδιωτικού και βιομηχανικού ενδιαφέροντος, όπως γίνεται ήδη στις Η.Π.Α. (7) και σε άλλες χώρες.

(1) Ι. Παπαγεωργιάκη: «Ομαλή γεωθερμική ενέργεια για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και προστασία του περιβάλλοντος», ΠΥΡΦΟΡΟΣ, τ. 2-3, 1992.



Σχ. 8. Σε βιομηχανικά συγκροτήματα ή σε οικισμούς μπορεί η απορριπτόμενη θερμότητα ή και η θερμότητα από ηλιακούς συλλέκτες να διοχετεύεται με τη βοήθεια γεωθερμικών εναλλακτών και να αποθηκεύεται στο υπέδαφος για να χρησιμοποιείται για θέρμανση κτιρίων και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

(2) Ι. Παπαγεωργιάκη: «Ενεργειακός κομπαράς τα πετρώματα του υπεδάφους», Καθημερινή, 8-8-1993.

(3) Ι. Παπαγεωργιάκη: «Γεωθερμική αντλία: μια περιβαλλοντική μηχανή», ΠΥΡΦΟΡΟΣ, τ. 10, 1993.

(4) Ι. Παπαγεωργιάκη: «Το υπέδαφος, ένα φυσικό aircondition», Καθημερινή, 7-11-1993.

(5) Ι. Παπαγεωργιάκη: «Η πρώτη στην Ελλάδα κατοικία με γεωθερμικό σύστημα θέρμανσης-ψύξης και παραγωγής ζεστού νερού». Έκδο-

ση Ε.Μ.Π. 1993. Επίσης ΠΥΡΦΟΡΟΣ, τ. 11, 1994.

(6) Ι. Παπαγεωργιάκη: «Κλιματισμός από τη Γη. Τι είναι και πώς λειτουργεί η Ηλιογεωθερμία. Το υπέδαφος κατά τον νέφος». Ρεπορτάζ στην εφημερίδα ΤΟ ΒΗΜΑ, 5-6-94.

(7) L. Pratsch: «Geothermal heat pumps benefit the Consumer, Utility, and Nation», Geo-Heat Center Bulletin, U.S. Department of Energy, Washington (1992).