ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

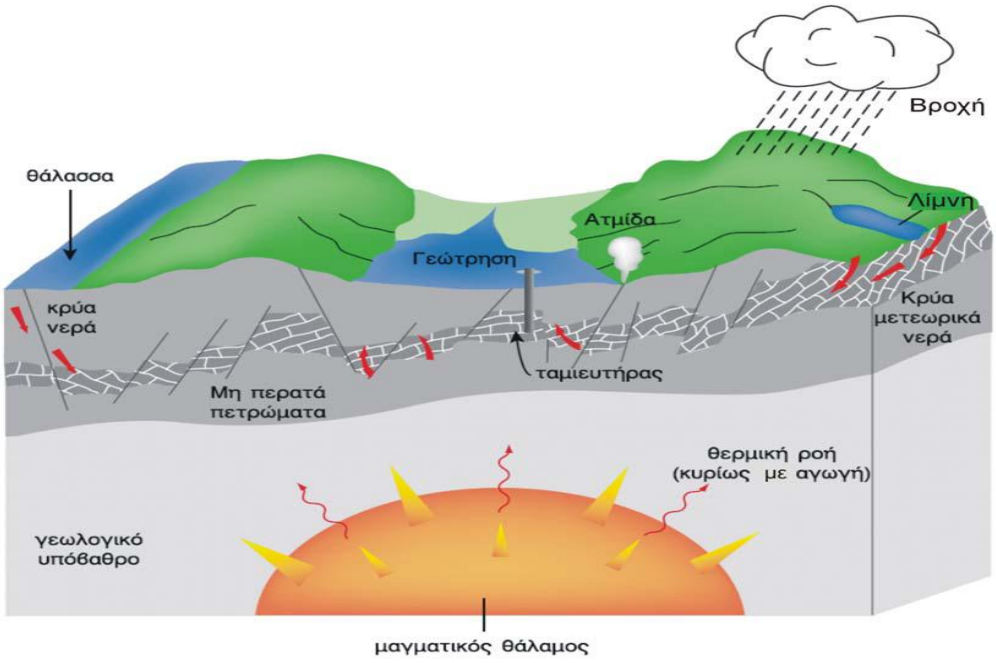
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«Πλεονεκτήματα αξιοποίησης γεωθερμικής ενέργειας, χαμηλής ενθαλπίας, για οικιακές εφαρμογές.»

Επιβλέπων Καθηγητής: κ. Μουστάκης Βασίλειος

Φοιτήτρια: Λόλα Κωνσταντίνα

Χανιά , 2011



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ..... - 4 -

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ..... - 5 -

1. ΣΚΟΠΟΣ ..... - 8 -

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ..... - 8 -

2.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ ..... - 9 -

2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΜΙΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ..... - 11 -

2.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΚΡΗΤΗ ..... - 15 -

3. ΑΡΧΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .. - 18 -

3.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ..... - 23 -

3.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ – ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ..... - 24 -

3.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΡΓΕΙΑΣ. ..... - 28 -

3.3.1 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ..... - 28 -

3.3.2 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ..... - 30 -

3.3.3 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ..... - 32 -

3.3.4 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ..... - 35 -

3.3.5 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ..... - 36 -

4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ..... - 37 -

4.1 ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ..... - 38 -

4.1.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ ..... - 38 -

4.1.2 ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ... - 39 -

4.1.3 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ..... - 40 -

4.1.4 ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ..... - 40 -

4.1.5 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ ..... - 41 -

4.1.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ..... - 41 -

4.1.7 ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ..... - 42 -

4.1.8 ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ..... - 43 -

4.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ..... - 45 -

4.2.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ..... - 45 -

4.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ NPV,ΕΒΑ, ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ) ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.. - 47 -

5. ΚΙΝΗΤΡΑ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑ ΧΟΡΗΓΙΩΝ ..... - 50 -

6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ..... - 51 -

7. ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ ..... - 51 -

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ..... - 54 -

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ..... - 56 -

10. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ..... - 56 -

11. ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ..... - 56 -

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Η θερμοκρασία της Γης σε σχέση με το βάθος (http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/energy/html/anan5.htm) - 9 -

Εικόνα 2 Μοντέλο δημιουργίας γεωθερμικού πεδίου (www.ypan.gr/ape/files/mythos-geothermia) - 12 -

Εικόνα 3 Χάρτης με την τοποθεσία των γεωθερμικών ταμιευτήρων στον Ελλαδικό χώρο (http://www.buildnet.gr/files/idiotis/diaxeirish%20kai%20synthrhsh/thermansi-psixi/diaxeirisi_thermansi_geothermia_istoria5.jpg) - 17 -

Εικόνα 4 Διάγραμμα ενός τυπικού συστήματος γεωθερμικής αντλίας (http://www.mariweb.gr/editor_pic/Att_1675648.jpg) - 18 -

Εικόνα 5 Συστήματα ανοιχτού βρόγχου (http://www.geoexchange.gr/images/openloop.jpg) - 21 -

Εικόνα 6 Απεικόνισης οριζόντιου κλειστού γεωθερμικού συστήματος (http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR0ycMNNh7OYk9Cr_V_IXd2PaC9Aa04xpyUqs9jkwlYw2ZrAJxrrg) - 22 -

Εικόνα 7 Απεικόνιση κατακόρυφου κλειστού γεωθερμικού συστήματος (http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQm4qATSLmrnVp_quiC4iR4gYSKaCVjfR5cdV7S_YUd_Hzq97rhhA) - 23 -

Εικόνα 8 Κατανομή των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη - 25 -

Εικόνα 9 Η σχέση του ΔPW με το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου - 49 -

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής θα προσπαθήσουμε να δείξουμε πόσο συμφέρουσα είναι η χρήση της γεωθερμίας για οικιακή εφαρμογή θέρμανσης – ψύξης έναντι της συμβατικής με την χρήση πετρελαίου και κλιματιστικού.

Η γεωθερμική ενέργεια είναι ανανεώσιμη , μιας και προέρχεται από την θερμική ενέργεια της γης. Ανάλογα με το βάθος συναντάμε γεωθερμικά πεδία διαφορετικής θερμοκρασίας και τα χωρίζουμε σε τρεις κατηγορίες.

1. Γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας τα οποία εκδηλώνονται σε περιβάλλοντα θερμοκρασίας μεγαλύτερη των 150°C.

2.Γεωθερμικά πεδία μέσης ενθαλπίας τα οποία εκδηλώνονται σε περιβάλλοντα θερμοκρασίας 100 - 150°C.

3.Γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας τα οποία εκδηλώνονται σε περιβάλλοντα θερμοκρασίας 20 – 100 °C.

Η Τρίτη κατηγορία είναι αυτή με την οποία θα ασχοληθούμε.

Με αυστηρά επιστημονικά κριτήρια η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί πάντα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Μία έννοια συνδεδεμένη με την *«ανανεωσιμότητα»* ενός ενεργειακού πόρου είναι η *«αειφορία»*. Μέσω της γεωθερμίας λοιπόν ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται την ποσότητα της θερμότητας που έχει εγκλειστεί, στο υπέδαφος. Στην περίπτωση δε της αβαθούς γεωθερμίας η ενέργεια προέρχεται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι γεωλογικές συνθήκες στη Ελλάδα, ευνόησαν γενικά τη δημιουργία ενός πολύ σημαντικού γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας.

Η χρήση της γεωθερμίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένας τομέας με πολύ μεγάλο ενδιαφέρον ειδικά για την Κρήτη όπου το κόστος παράγωγής της είναι πολύ μεγάλο. Υπάρχουν βέβαια και άλλες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας , όπως η αιολική, η υδροηλεκτρική, η ηλιακή , τα βιοκαύσιμα και μη ανανεώσιμες όπως η πυρηνική ενέργεια, οι οποίες όμως παρουσιάζουν πολλά μειονεκτήματα. Το μεγαλύτερο από αυτά είναι το αυξημένο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας. Αυτός είναι ο τομέας στον οποίο πλεονεκτεί η γεωθερμία.

Οι εφαρμογές της γεωθερμίας, τόσο στην Ελλάδα όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, ομαδοποιούνται σε 3 κατηγορίες.

Α) παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος

Β) χρήση της θερμότητας

Γ) γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Η βασική λειτουργία μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι ότι μεταφέρει ενέργεια από και προς το έδαφος. Ένα σύστημα γεωεναλλάκτη είναι αποδοτικότερο από ένα συμβατικό σύστημα .

Στην Ελλάδα οι γεωθερμικές εφαρμογές εστιάζονται σε 41 βεβαιωμένα αλλά και πιθανά γεωθερμικά πεδία από τα οποία τα 7 είναι νέα πεδία.

Τα γεωθερμικά συστήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες.

1.Συστήματα ανοιχτού βρόγχου.

2. Κλειστά γεωθερμικά συστήματα που τα συναντάμε σε

α. οριζόντια κλειστά γεωθερμικά συστήματα

β. κατακόρυφα κλειστά γεωθερμικά συστήματα .

Αναπτύσσοντας μια τεχνικοοικονομική μελέτη για μια κατοικία, μπορούμε να διαπιστώσουμε τα συνολικά οφέλη της γεωθερμικής εγκατάστασης σε σχέση με την αντίστοιχη συμβατική

Με τους κατάλληλους υπολογισμούς βρίσκουμε ότι το λειτουργικό κόστος συμβατικού συστήματος υπολογίζεται στα 2360€ ετησίως, το αντίστοιχο κόστος εγκατάστασης του σε 8500€ και το κόστος συντήρησης 150€ ετησίως.

Αντίστοιχα, για σύστημα γεωθερμικής εγκατάστασης , βρίσκουμε ότι το λειτουργικό κόστος είναι 835,2€ ετησίως, το κόστος εγκατάστασης είναι 17500€ και το κόστος συντήρησης 100€ ετησίως.

Για να γίνει η σύγκριση ως προς το συμφέρον της επένδυσης θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ), υπολογίζοντας αρχικά τη παρούσα αξία της επένδυσης(Net Present Value). Σύμφωνα με τον ΕΒΑ θα πρέπει η τιμή του (i') να είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κόστους ευκαιρίας κεφαλαίου (i). Κάνοντας εφαρμογή με τα κατάλληλα μαθηματικά της αντίστοιχης οικονομικής θεωρίας στα παραπάνω στοιχεία, προκύπτει ότι ο ΕΒΑ(i')=11% είναι μεγαλύτερος του κόστους ευκαιρίας του

κεφαλαίου(i)=10% που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό της παρούσας αξίας.

Βάσει αυτών υπολογίζεται ο χρόνος απόσβεσης του κόστους της επένδυσης σε 7,8 έτη χωρίς κρατική επιδότηση και 2,7 έτη με επιδότηση, η οποία ανέρχεται στο 40% επί του επιλέξιμου προϋπολογισμού.

Το γεωθερμικό συστήματα πλεονεκτεί του συμβατικού και στον περιβαλλοντικό τομέα λόγω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η πρόβλεψη της εξέλιξης των ΑΠΕ είναι σίγουρα αισιόδοξη ακόμη και στα πιο συντηρητικά σενάρια. Η κρίση των συμβατικών μορφών ενέργειας οδηγεί αναγκαστικά στην ανάπτυξη της χρήσης των ΑΠΕ.

Όλα δείχνουν λοιπόν ότι ο καταναλωτής θα έχει σημαντικό όφελος αν θερμάνει και ψύξει την κατοικία του με γεωθερμικό σύστημα, σε σχέση με την χρήση λέβητα πετρελαίου και κλιματιστικού.

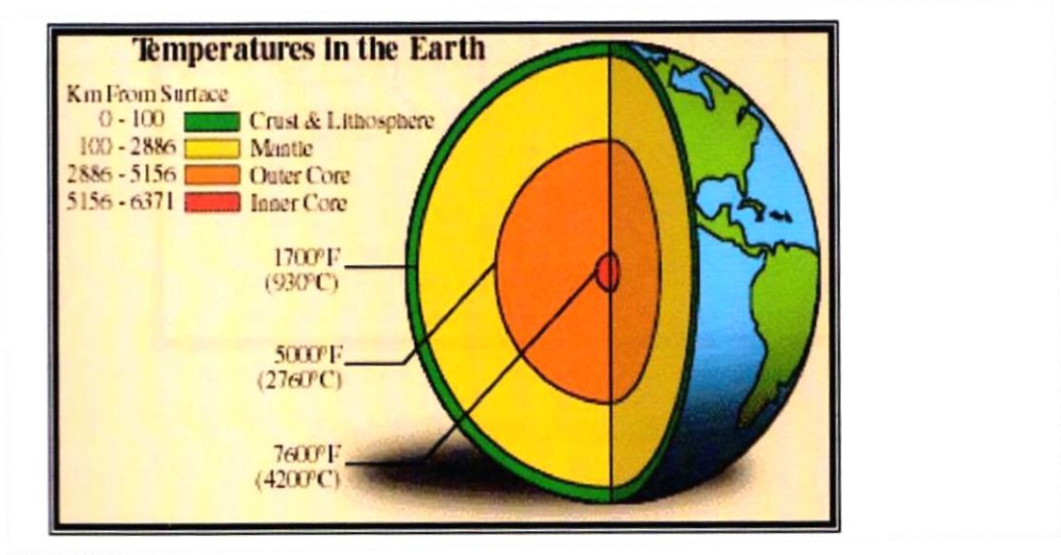
1. ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων της αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας στις οικιακές εφαρμογές, και πιο συγκεκριμένα της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας. Είναι πολύ σημαντικό να αποδείξουμε ότι η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη κυρίως, αφού αναφερόμαστε σε συστήματα χαμηλής ενθαλπίας, δεν αφορά μόνο στα πλεονεκτήματα ως προς το περιβάλλον , αλλά και ως προς τον οικονομικό τομέα. Είναι βασικό λοιπόν μέσα από αυτή την εργασία να αναδείξουμε τα οφέλη της εφαρμογής της γεωθερμίας, συγκριτικά πάντα με τις πιο διαδεδομένες μορφές παραγωγής ενέργειας, και να δώσουμε έμφαση στην οικονομικότητά της που μεσοπρόθεσμα είναι ορατή.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γεωθερμία ορίζεται ως η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Αναφέρεται στη εκμετάλλευση της θερμότητας των υπόγειων ή επιφανειακών υδάτων και των γεωλογικών σχημάτων, με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη θέρμανση αλλά και τη ψύξη κτιρίων. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια φυσική , ήπια και σε σημαντικό βαθμό ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία προέρχεται από το θερμό πυρήνα της γης, μεταδίδεται προς την επιφάνειά και εκδηλώνεται σε περιοχές με παλαιά ή πρόσφατη μαγματική δράση, με τη μορφή θερμών πετρωμάτων, ζεστού νερού ή ατμού ή και μίγματος αυτού.

Η θερμική ενέργεια της γης είναι τεράστια και αγγίζει τα 10^{33}cal , όμως μόνο μέρος αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί τελικά από τον άνθρωπο. Και αυτό γιατί μόνο ένα μικρό ποσοστό της ενέργειας αυτής διοχετεύεται στην επιφάνεια και είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί που υπάρχουν οι κατάλληλες γεωλογικές ,γεωτεκτονικές και θερμικές συνθήκες.



Εικόνα 1 Η θερμοκρασία της Γης σε σχέση με το βάθος (http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/energy/html/anan5.htm)

Στην Εικόνα 1 Η θερμοκρασία της Γης σε σχέση με το βάθοςΕικόνα 1, βλέπουμε τη κατανομή της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της γης. Βλέπουμε λοιπόν ότι ακόμα και στα επιφανειακά στρώματα της γης , από 0 έως 100 km βάθος, η θερμοκρασία φτάνει έως και τους 930 °C. Όπως φαίνεται και στο εσωτερικό της γης έτσι και στα επιφανειακά στρώματα η θερμοκρασία αυξάνει με το βάθος. Αυτό βέβαια εξαρτάται από τη γεωθερμική βαθμίδα κάθε γεωθερμικού πεδίου, δηλαδή του ρυθμού αύξησης της θερμοκρασίας της γης συναρτήσει του βάθους. Έχει βρεθεί ότι η μέση τιμή της είναι περίπου 1°C ανά 30 μ αλλά δεν είναι σταθερός σε όλα τα σημεία του πλανήτη και αυτό συμβαίνει γιατί επηρεάζεται από διαφορετικούς γεωλογικούς παράγοντες. Στις περιοχές λοιπόν που η γεωθερμική βαθμίδα είναι μεγαλύτερη από τη κανονική , θεωρούμε ότι υπάρχει γεωθερμικό πεδίο και βέβαια μεγαλύτερο γεωθερμικό ενδιαφέρον. Δεδομένου λοιπόν ότι η γεωλογική κατανομή στο εσωτερικό της γης διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι και η γεωθερμική της δυναμική θα είναι εξίσου διαφορετική.

2.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ

Το συνηθέστερο κριτήριο για την ταξινόμηση των υδροθερμικών συστημάτων νερού βασίζεται στην ενθαλπία των γεωθερμικών ρευστών, τα οποία είναι και οι φορείς της θερμότητας στην επιφάνεια της γης από τα θερμά βαθιά πετρώματα. Η ενθαλπία των ρευστών, ΔΗ, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ανάλογη της θερμοκρασίας τους, χρησιμοποιείται για να εκφράσει το θερμικό περιεχόμενό τους. Οι γεωθερμικοί πόροι ταξινομούνται συνήθως για λόγους ευκολίας (αν και με κάπως αυθαίρετο τρόπο) σε ρευστά χαμηλής, μέσης και υψηλής ενθαλπίας ή θερμοκρασίας. Υψηλής ενθαλπίας ορίζονται τα ρευστά με

θερμοκρασία μμεγαλύτερη από 150ºC, μέσης ενθαλπίας τα ρευστά με θερμοκρασία από 90ºC μέχρι 150ºC, και χαμηλής ενθαλπίας τα νερά με θερμοκρασία μικρότερη από 90ºC (Nicholson, 1993, Dickson & Fanelli, 1995). (ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ,Μ. Φυτίκας Ομότιμος καθηγητής ΑΠΘ,Ν. Ανδρίτσος, ΧΜ, Αναπλ. Καθηγητής Τμήματος Μηχ/γων Μηχ/κών Παν. Θεσσαλίας, Ρ. Δρακούλης, ΜΜ, Σύμβουλος Επιχειρήσεων).

Με βάση λοιπόν αυτόν τον όρο μπορούμε να χωρίσουμε τα γεωθερμικά πεδία σε τρεις κατηγορίες.

1. Γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας τα οποία εκδηλώνονται σε περιβάλλοντα θερμοκρασίας μεγαλύτερη των 150°C.

2. Γεωθερμικά πεδία μέσης ενθαλπίας τα οποία εκδηλώνονται σε περιβάλλοντα θερμοκρασίας 100 - 150°C.

3. Γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας τα οποία εκδηλώνονται σε περιβάλλοντα θερμοκρασίας 20 – 100 °C.

Η Τρίτη κατηγορία είναι αυτή με την οποία θα ασχοληθούμε σε αυτή την εργασία. Δηλαδή αξιοποίηση συστημάτων χαμηλής ενθαλπίας (αβαθούς γεωθερμίας) για οικιακές χρήσεις. Ο όρος χαμηλή ενθαλπία χαρακτηρίζει το θερμοκρασιακό εύρος της γεωθερμικής πηγής. Όπως έχει αναφερθεί ως γεωθερμικές πηγές χαμηλής ενθαλπίας χαρακτηρίζονται οι περιοχές των οποίων οι θερμοκρασία του θερμαινόμενου μέσου , είτε υγρό είτε ξηρό (συνήθως πέτρωμα), δεν υπερβαίνει τους 100°C. Ακόμα όμως και τις πηγές χαμηλής ενθαλπίας μπορούμε να τις ταξινομήσουμε σε τρεις ομάδες ανάλογα με το εύρος των θερμοκρασιών που αναπτύσσουν αλλά και τη χρηστική εκμετάλλευση την οποία υφίστανται.

Μπορούμε λοιπόν να τις διαχωρίσουμε σε:

1. Πηγές θερμότητας 20 – 45 °C. Η εκμετάλλευσή τους αφορά την θέρμανση οικιών ή αγροτικών παραγωγικών μονάδων, με τη παραγωγική εγκατάσταση όσο το δυνατό πλησιέστερα στη μονάδα θερμικής κατανάλωσης.

2. Πηγές θερμότητας 45 – 80 °C. Η εκμετάλλευσή τους αφορά σε εφαρμογές θέρμανσης υψηλότερης απόδοσης και σε μεταφορά του εργαζόμενου ρευστού σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Επίσης χρησιμοποιούνται και σε εγκαταστάσεις ξήρανσης αέρος αλλά και γεωργικές μονάδες.

3. Πηγές θερμότητας 80 – 100 °C . η εκμετάλλευσή τους αφορά σε όλες τις παραπάνω εφαρμογές με βασικότερο πλεονέκτημα το μικρότερο επενδυόμενο κόστος εγκατάστασης αλλά και λειτουργικό κόστος. Επίσης το θερμοκρασιακό αυτό εύρος μας επιτρέπει να τις εκμεταλλευτούμε και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αυτό βέβαια που παίζει σημαντικό ρόλο και στις τρεις περιπτώσεις είναι ότι ο βαθμός εκμετάλλευσης μιας γεωθερμικής πηγής προσδιορίζεται από το απολαμβανόμενο θερμικό φορτίο. Και αυτό εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εισερχόμενου στο κύκλωμα εργαζόμενου ρευστού, και της θερμοκρασίας που έχει όταν εξέρχεται μετά την ολοκλήρωση του θερμοδυναμικού κύκλου.

2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΜΙΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

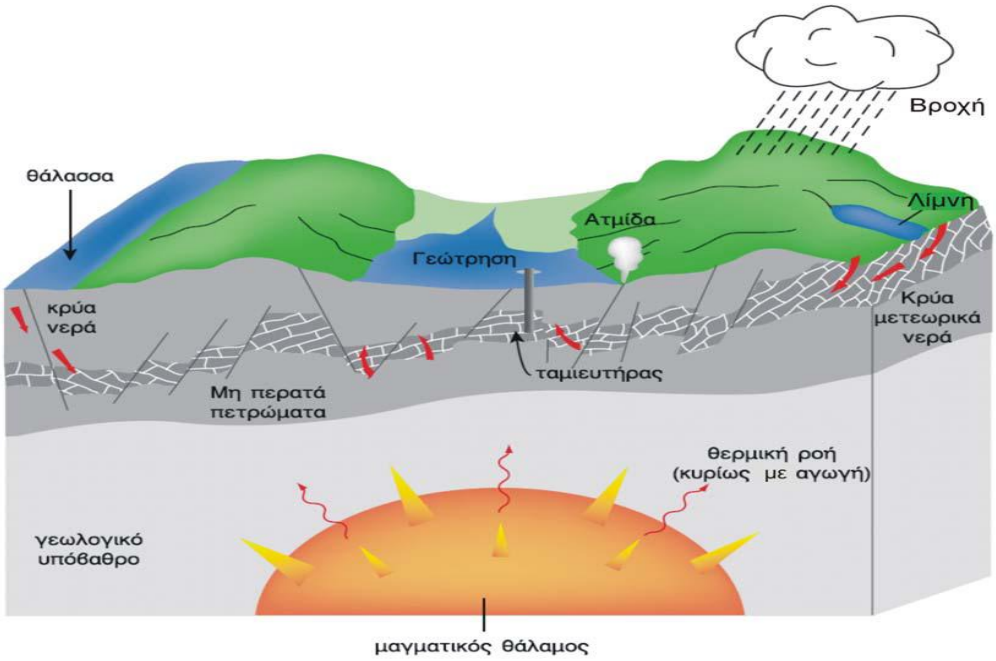
Η επιστημονική κοινότητα ταξινομεί συνήθως τη γεωθερμία στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Αν και αυτή η ταξινόμηση ισχύει από δεκαετίες, συχνά διατυπώνονται κάποια ερωτηματικά. Υπάρχει και η άποψη ότι με αυστηρά επιστημονικά κριτήρια η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί πάντα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Μία έννοια συνδεδεμένη με την ***«ανανεωσιμότητα»*** ενός ενεργειακού πόρου είναι η ***«αειφορία»***. Η ανανεωσιμότητα αποτελεί ιδιότητα του ενεργειακού πόρου, ενώ η αειφορία περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται οποιοσδήποτε φυσικός πόρος και σχετίζεται με την ορθολογική διαχείριση των πόρων, τη διάθεσή τους σε προσιτό κόστος στον άνθρωπο και χαρακτηρίζεται από κάποια μορφή ισορροπίας. Ανανεωσιμότητα ενός ενεργειακού πόρου σημαίνει ότι η οποιαδήποτε ποσότητα που λαμβάνεται από το συγκεκριμένο πόρο, η ίδια ποσότητα αναπληρώνεται κατά το ίδιο χρονικό διάστημα.

Ο ρυθμός και η δυνατότητα πλήρους ενεργειακής επαναφόρτισης ενός γεωθερμικού συστήματος αποτελεί το κρίσιμο κριτήριο στην ταξινόμηση ενός πόρου ως ανανεώσιμου ή όχι.

Όσον αφορά τη γεωθερμία λοιπόν, η γη παράγει θερμότητα. Το κέντρο της γης είναι πολύ θερμό αλλά στην πραγματικότητα η κύρια θερμότητα που απελευθερώνεται δεν προέρχεται από την καρδιά της γης που σιγά σιγά ψυχραίνεται, αλλά από τη διενέργεια ή την πυρηνική ενέργεια που παράγεται από τη διάσπαση του ουρανίου , του θορίου ή του καλίου και δημιουργεί τη βασική θερμική ροή. Οι περιοχές υψηλής γεωθερμικής ροής βρίσκονται στις περιοχές των « τεκτονικών πλακών», που συνιστούν τη λιθόσφαιρα σε βάθος 50 – 100 km. Στις περιοχές αυτές υπάρχει μετακίνηση των πλακών (πλησιάζουν, απομακρύνονται ή και ολισθαίνουν η μια με την άλλη) με

αποτέλεσμα η διαρροή μάγματος και η αύξηση της θερμοκρασίας σε πολλές εκατοντάδες βαθμούς ακόμα και στα 1000 μ βάθους.

Μέσω της γεωθερμίας λοιπόν ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται την ποσότητα της θερμότητας που έχει εγκλειστεί, συσσωρευτεί, αποθηκευτεί στο υπέδαφος. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος πολλοί συγγραφείς κάνουν λόγο για «αποθέματα» θερμότητας, για «κοιτάσματα» θερμότητας, για «ταμιευτήρες» θερμότητας, (ορολογία που χρησιμοποιείται για κοιτάσματα άνθρακα ή πετρελαίου) ονομασίες που εμπεριέχουν την έννοια του πεπερασμένου και οδηγούνται στην άρνηση της γεωθερμίας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Αυτό είναι όμως μέγα λάθος διότι το «απόθεμα» της θερμότητας συνεχώς αναθερμαίνεται και ανανεώνεται από τη θερμότητα της γης. Οι γεωθερμικές δεξαμενές είναι τεράστιες σε μέγεθος συγκριτικά με τις ανάγκες του ανθρώπου και ο ρυθμός άντλησης της θερμότητας δεν υπερβαίνει το ρυθμό επαναφόρτισης της γεωθερμικής δεξαμενής από τη γη και έτσι η γεωθερμική ενέργεια είναι πρακτικά ανανεώσιμη.



Εικόνα 2 Μοντέλο δημιουργίας γεωθερμικού πεδίου (www.ypan.gr/ape/files/mythos-geothermia)

Στην Εικόνα 2 φαίνεται το μοντέλο δημιουργίας ενός γεωθερμικού πεδίου που παράγει ατμό και τα κύρια γνωρίσματα του είναι (από πάνω προς τα κάτω): η περιοχή επαναφόρτισης, το αδιαπέραστο κάλυμμα, ο ταμιευτήρας γεωθερμικών ρευστών και η πηγή ενέργειας. Διαπιστώνεται η ανανεωσιμότητα του γεωθερμικού συστήματος, αφού τροφοδοτείται συνεχώς από επιφανειακά υγρά.

Τα γεωθερμικά πεδία τροφοδοτούνται βασικά με μετεωρικά νερά (βροχή, χιόνι) ή άλλα επιφανειακής προέλευσης νερά (θαλάσσια, λιμναία, ποτάμια), που κατεισδύουν στο εσωτερικό της Γης και κυκλοφορούν υπογείως, θερμαίνονται, εμπλουτίζονται σε άλατα και αέρια και μπαίνουν στο διαρκή κύκλο μεταφοράς θερμότητας. Μέσα στον ταμιευτήρα, όπου η κυκλοφορία είναι πιο γρήγορη και εύκολη, συγκεντρώνονται νερά κάτω από συνθήκες αυξημένης πίεσης και θερμοκρασίας, που θερμαίνονται με συναγωγή αλλά και αγωγή. Ο ταμιευτήρας προστατεύεται από στεγανό γεωλογικό κάλυμμα, που εμποδίζει τη διάχυση της θερμικής ενέργειας στην επιφάνεια. Κάποιος βαθμός τοπικής εξάντλησης των πόρων στο συγκεκριμένο πεδίο/ταμιευτήρα μπορεί να συμβεί κατά την αξιοποίηση του πόρου, όταν ο ταμιευτήρας των γεωθερμικών ρευστών δεν «επικοινωνεί» με την επιφάνεια του εδάφους, παρά μόνο σε πολύ μακρινή απόσταση και ο ρυθμός επανατροφοδοσίας και θέρμανσης των ρευστών δεν είναι ίσος με το ρυθμό άντλησης αυτών. Σε μερικούς μόνο θερμούς και εγκλωβισμένους ταμιευτήρες μέσα σε βαθιές ιζηματογενείς λεκάνες η ενεργειακή επαναφόρτιση ελέγχεται από την αγωγή θερμότητας και είναι μια αργή διαδικασία. Υπάρχει βέβαια και η ακραία περίπτωση των εντελώς κλειστών ταμιευτήρων (κυρίως σε βαθιές ιζηματογενείς λεκάνες), οπότε η εκμετάλλευση με άντληση θα μπορούσε να οδηγήσει κάποια στιγμή στην πρακτική εκκένωση του ταμιευτήρα (όπως γίνεται με τους ταμιευτήρες των υδρογονανθράκων).

Τα πιο συνηθισμένα συστήματα είναι τα υδροθερμικά, όπου τα φυσικά υπόγεια θερμά ρευστά, τα οποία συγκεντρώνονται σε έναν ή περισσότερους ταμιευτήρες, θερμαίνονται από μία εστία θερμότητας και με τη βοήθεια γεωτρήσεων έρχονται στην επιφάνεια και γίνονται αντικείμενο αξιοποίησης. Είναι τα κύρια συστήματα που αξιοποιούνται σήμερα. Κατά την εκμετάλλευση των υδροθερμικών συστημάτων, η επανατροφοδοσία της ενέργειας επιτυγχάνεται με τη φυσική αναπλήρωση του νερού στον ταμιευτήρα, στο ίδιο περίπου χρονικό διάστημα στο οποίο γίνεται η παραγωγή των ρευστών. Αυτό σημαίνει ότι το υπόγειο νερό ή ο ατμός που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για την κάλυψη θερμικών αναγκών (άμεσες χρήσεις γεωθερμίας), ***με την κατάλληλη διαχείριση***, δεν θα ελαττωθούν, επειδή η κατείσδυση θα συνεχίσει να ανατροφοδοτεί τους γεωθερμικούς ταμιευτήρες. ***Αρκεί να μη γίνεται υπεράντληση***. ***Η επαναδιοχέτευση των ρευστών, μετά τη χρήση τους, με άλλες γεωτρήσεις και σε ικανοποιητικές αποστάσεις μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως την ποσότητα και την πίεση των ρευστών του ταμιευτήρα***. Συνεπώς, ***οι γεωθερμικοί πόροι μπορεί να θεωρηθούν ως ανανεώσιμοι*** στην κλίμακα χρόνου των τεχνολογικών και κοινωνικών συστημάτων και δε χρειάζονται μεγάλους γεωλογικούς χρόνους (περιόδους) για αναγέννηση, όπως γίνεται με τα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων. Στην περίπτωση όμως της αβαθούς γεωθερμίας τα πράγματα είναι λίγο διαφορετικά όσον αφορά τον τρόπο θέρμανσης του υπεδάφους. Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι η αποθηκευμένη σε μορφή θερμότητας ενέργεια του

φλοιού της γης σε βάθη έως και 150 μ και με θερμοκρασίες υπεδάφους έως και 20°C . Αυτή ενέργεια προέρχεται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας (σχεδόν το 50% της συνολικής ποσότητας που φτάνει στη γη) από τη γήινη επιφάνεια. Θεωρούμε λοιπόν την γη σαν ένα πελώριο ηλιακό συλλέκτη.

Μελέτες που έχουν αναπτυχθεί έχουν παρουσιάσει αποτελέσματα μιας σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους σε βάθους 10 μ , η οποία είναι αποτέλεσμα της συνεχούς ακτινοβολίας του ηλίου και της θερμομόνωσης που παρουσιάζει το εκάστοτε πέτρωμα. Η ηλιακή ενέργεια που έχει αποθηκευτεί στο φλοιό της γης είναι η ενέργεια που αξιοποιεί το γεωθερμικό σύστημα αβαθούς γεωθερμίας για τη θέρμανση χώρων τη χειμερινή περίοδο σε αντίθεση με τη θερινή περίοδο που η θερμοκρασία του εδάφους είναι αρκετά χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η απόρριψη του οποιαδήποτε ενεργειακού φορτίου. Τη σταθερή και μόνιμη αυτή ενέργεια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για θέρμανση νερού κεντρικής θέρμανσης έως και 50 °C το δε καλοκαίρι για ψύξη νερού κλιματισμού έως και 10°C όπως επίσης για ζεστό νερό χρήσης όλη τη διάρκεια του έτους.

2.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΚΡΗΤΗ

Οι γεωλογικές συνθήκες στη Ελλάδα, ευνόησαν γενικά τη δημιουργία ενός πολύ σημαντικού γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας. Η έρευνα για τον εντοπισμό γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας ξεκίνησε το 1980 και εντατικοποιείτε όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Στα περισσότερα γεωθερμικά πεδία που ερευνήθηκαν, οι προοπτικές άμεσης εκμετάλλευσης των ρευστών είναι πολύ ευοίωνες. Τα γεωθερμικά ρευστά φαίνεται ότι έχουν μικρή έως και μηδαμινή περιεκτικότητα σε διαβρωτικά άλατα και αέρια και σοβαρά τεχνικά προβλήματα εκμετάλλευσης ούτε βέβαια περιβαλλοντολογικά προβλήματα .

Οι εφαρμογές τόσο στην Ελλάδα όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο ομαδοποιούνται σε 3 κατηγορίες.

Α) παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος

Β) χρήση της θερμότητας

Γ) γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Στην Ελλάδα οι γεωθερμικές εφαρμογές εστιάζονται σε 41 βεβαιωμένα αλλά και πιθανά γεωθερμικά πεδία από τα οποία τα 7 είναι νέα πεδία. Πρόκειται για πεδία που μπορούν να δώσουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας με σχετικά μικρό κόστος και βρίσκονται ως επί το πλείστο σε περιοχές που είναι προσβάσιμες και εύκολα αξιοποιήσιμες όπως αεροδρόμια και βιομηχανικές περιοχές.

Σε κάποιες περιοχές η έρευνα προχώρησε αρκετά ώστε να έχουν αναπτυχθεί αξιόλογες εφαρμογές. Στο Σιδηρόκαστρο η συνεταιριστική επιχείρηση του δήμου προχώρησε σε κατασκευή ενός θερμοκηπίου 5 στρεμμάτων που χρησιμοποιεί νερά μιας γεώτρησης του ΙΓΜΕ. Στη Νέα Κεσσάνη υπάρχει ένα μεγάλο πρόγραμμα ανάπτυξης του πεδίου, που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα VALOREN της Ε.Ε. στο Λαγκαδά , στη Νυμφόπετρα και στη νέα Απολλωνία λειτουργούν ήδη δεκάδες στρέμματα ¨πλαστικών¨ θερμοκηπίων, ενώ στο Λαγκαδά λειτούργησε για δύο χρόνια μια μικρή πειραματική μονάδα εκτροφής χελιών ενώ στην Ελαιοχώρα Χαλκιδικής λειτουργούν 6 μικρά πειραματικά θερμοκήπια. Όσον αφορά τα γεωθερμικά πεδία της Μύλου και της Νισύρου είναι από τα πιο ενδιαφέροντα όχι μόνο σε πανελλήνια αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω εφαρμογών είναι αισιόδοξα και δίνουν ώθηση για περεταίρω έρευνα και σε άλλα γεωθερμικά πεδία που έχουν εντοπιστεί.

Όσον αφορά τη ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα και βέβαια όσον αφορά προσιτά βάθη , κατάλληλα είναι τα νησιά του ηφαιστειακού τόξου του αιγαίου (Μύλος-Κίμωλος, Σαντορίνη, Νίσυρος) αλλά και στη Λέσβο, Αλεξανδρούπολη, Σαμοθράκη, Χίος και αλλού. Τα νησιά Μύλος-Κίμωλος, Σαντορίνη, Νίσυρος αντιστοιχούν σε περιοχές γεωλογικά πρόσφατης ηφαιστειακής δράσης και περιλαμβάνουν γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας 120 - 350°C με γεωθερμικό δυναμικό τουλάχιστον 300MW(e) το οποίο όμως μέχρι σήμερα μένει παντελώς ανεκμετάλλευτο. Στις υπόλοιπες περιοχές υπάρχουν γεωθερμικά πεδία χαμηλής – μέσης ενθαλπίας με θερμοκρασία 90 – 120 °C και δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής της τάξεως των 20 – 30 MW(e).

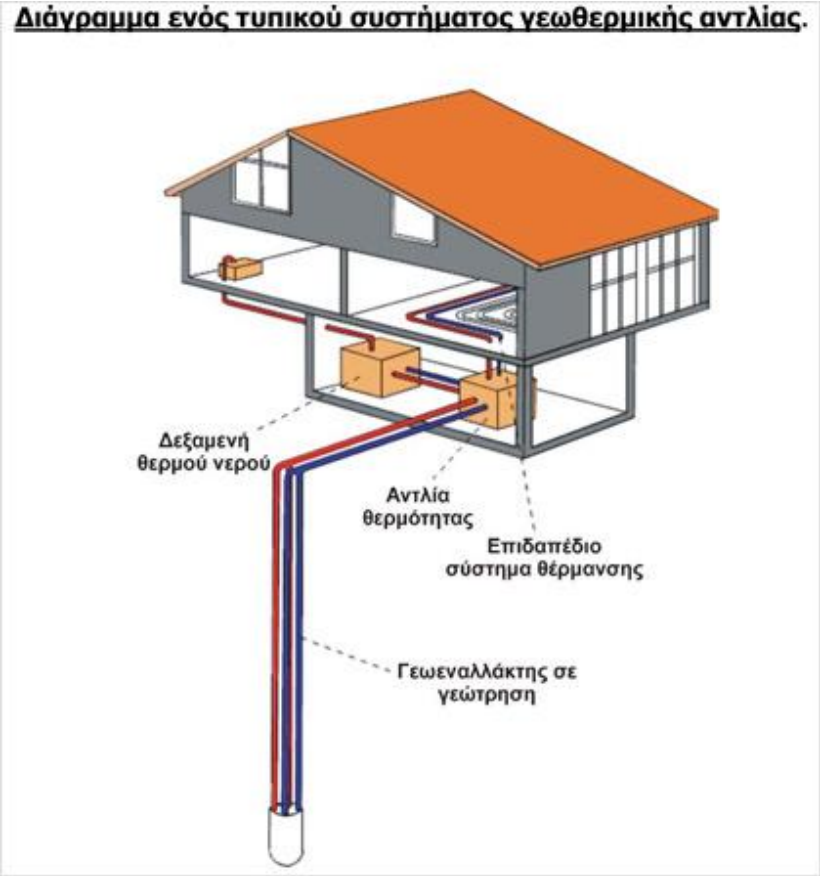
Όσον αφορά τη θερμική ισχύ είναι 70 MW(th) από τα οποία το 54% περίπου , αφορά θέρμανση θερμοκηπίων και το υπόλοιπο περίπου 44% αφορά θερμά και ιαματικά λουτρά ενώ το ποσοστό που αφορά θέρμανση κτιρίων είναι πάρα πολύ μικρό.



Εικόνα 3 Χάρτης με την τοποθεσία των γεωθερμικών ταμιευτήρων στον Ελλαδικό χώρο (http://www.buildnet.gr/files/idiotis/diaxeirish%20kai%20synthrhsh/thermansi-psixi/diaxeirisi_thermansi_geothermia_istoria5.jpg)

3. ΑΡΧΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η βασική λειτουργία μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι ότι μεταφέρει ενέργεια από και προς το έδαφος. Πιο συγκεκριμένα κατά τη χειμερινή περίοδο απορροφά θερμότητα από το έδαφος και την αποδίδει στον υπό μελέτη για θέρμανση χώρο, ενώ κατά την καλοκαιρινή περίοδο απορροφά τη θερμότητα του χώρου και την αποδίδει στο έδαφος δημιουργώντας έτσι ένα φαινόμενο ψύξης. Εκμεταλλεύονται δηλαδή τη σταθερή θερμοκρασία του εδάφους για να μεταφέρουν από και προς αυτό θερμότητα μέσω σωληνώσεων καταναλώνοντας ελάχιστη ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 4 Διάγραμμα ενός τυπικού συστήματος γεωθερμικής αντλίας (http://www.mariweb.gr/editor_pic/Att_1675648.jpg)

Η διαδικασία που εκτελείται σε μια γεωθερμική αντλία θερμότητας βασίζεται στο κύκλο Carnot και είναι η εξής.

1. Στον εξατμιστή η θερμότητα του εδάφους μεταφέρεται μέσω των σωληνώσεων σε ένα ψυκτικό μέσο με πολύ χαμηλό σημείο βρασμού.

2. Το ψυκτικό μέσο απορροφά τη θερμότητα αυτή και μεταβάλλει τη φάση του από υγρή σε αέρια.

3. Το αεριοποιημένο ψυκτικό μέσο συμπιέζεται αδιαβατικά και στο συμπιεστή και αυξάνει τη θερμοκρασία του. Η συμπίεση αυτή απαιτεί 25% ηλεκτρική ενέργεια.

4. Η θερμότητα του ψυκτικού μέσου μεταφέρεται στο κύκλωμα της θέρμανσης ή χρησιμοποιείται για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης οπότε το ψυκτικό μέσο ψύχεται ξανά και υγροποιείται.

5. Στη βαλβίδα εκτόνωσης το ψυκτικό μέσο εκτονώνει την πίεσή του και ψύχεται περεταίρω ώστε να εκτελέσει εκ νέου τον ίδιο κύκλο.

Για τη ψύξη χώρων εκτελείται η αντίστροφη ακριβώς διαδικασία. Δηλαδή η θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο μεταφέρεται στο έδαφος με τη βοήθεια του ψυκτικού μέσου.

Η γεωθερμικές αντλίες θερμότητας έχουν ιδιαίτερα οικονομική λειτουργία καθώς χρησιμοποιούν τη θερμική ενέργεια του εδάφους για να αποδώσουν το θερμικό ή ψυκτικό τους φορτίο , και η ηλεκτρική ισχύς καταναλώνεται μόνο στο συμπιεστή και στον κυκλοφορητή.

Ένα σύστημα γεωεναλλάκτη είναι τρείς έως πέντε φορές αποδοτικότερο από ένα συμβατικό σύστημα . Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος είναι:

1. Ο σχεδιασμός του συστήματος

2. Η αποδοτικότητα της αντλίας θερμότητας

3. Η ποιότητα εγκατάστασης

4. Το επίπεδο θερμοκρασίας στο σύστημα διανομής θερμότητας

5. Οι απώλειες θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου

6. Οι κλιματικές συνθήκες στο σημείο τοποθέτησης της αντλίας θερμότητας

Ο βαθμός απόδοσης μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (cop) κυμαίνεται από 3 – 5 KW θέρμανσης και ψύξης, ανάλογα με την τεχνολογία.

Όταν λέμε βαθμό απόδοσης cop (coefficientofperformance) εννοούμε τον λόγο

$$Cop = = \frac{\text{αποδιδόμενη ενέργεια}}{\text{καταναλισκόμενη ενέργεια}}$$ **(σχέση 1)**

Από την σχέση 1 διαπιστώνουμε ότι όσο μεγαλύτερος ο βαθμός απόδοσης τόσο μικρότερη είναι η κατανάλωση της ενέργειας.

Σύμφωνα με το 1^{ο}θερμοδυναμικό νόμο γνωρίζουμε ότι:

$Q_{th} – Q_c – W = 0$

Για τη θέρμανση λοιπόν έχουμε:

$Q_{th} = Q_c + W$

Άρα $cop_{th} = \frac{Qth}{W} = \frac{Qth}{Qth - Qc}$

Για την ψύξη έχουμε :

$$Cop_c = \frac{Qc}{W} = \frac{Qth - W}{W} = \frac{Qth}{W} - \frac{W}{W} = COP_{th} - 1$$

Βλέπουμε λοιπόν ότι ο βαθμός απόδοσης ψύξης είναι κατά μία μονάδα μικρότερος από τον βαθμό απόδοσης θέρμανσης.

Ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι 78-95% αποδοτικός , ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι 300%-500%.

Τα συστήματα γεωεναλακτικών πρακτικά δεν χρειάζονται συντήρηση. Με ορθή εγκατάσταση ο γεωεναλλακτης θα λειτουργεί για πολλές δεκαετίες . Τα υπόλοιπα μέρη του συστήματος, η αντλία θερμότητας , οι κυκλοφορητές και το εσωτερικό σύστημα διανομής της θερμότητας βρίσκονται εντός του κτιρίου προστατευμένα από τις εξωτερικές συνθήκες. Συνήθως οι περιοδικοί έλεγχοι για τη σωστή λειτουργία είναι η μόνη απαραίτητη συντήρηση.

Η αντλία θερμότητας μπορεί να επηρεαστεί από τους εξής παράγοντες :

1. Μέγιστη θερμοκρασία εξόδου του συμπυκνωτή: εξαρτάται από το είδος του ψυκτικού ρευστού και του συμπυκνωτή. Συνήθεις θερμοκρασίες είναι γύρω στους 75°C για το $R_{12.}$ Το όριο μπορεί να φτάσει έως και τους 85°C.

2. Ελάχιστη θερμοκρασία εξόδου εξατμιστή: θεωρητικά είναι η θερμοκρασία των 5°C με σκοπό να μη παγώσουν οι εξατμιστές.

3. Μέγιστη θερμοκρασία εξόδου εξατμιστή : εξαρτάται από το ψυκτικό ρευστό και το είδος του εξατμιστή. Κυμαίνεται γύρω στους 35 °C για screw compressors.

4. Ελάχιστη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ εξόδου εξατμιστή και εξόδου συμπυκνωτή. Πρέπει να είναι αρκετή ώστε ο κύκλος να λειτουργεί σωστά και κυμαίνεται από 18 – 22 °C.

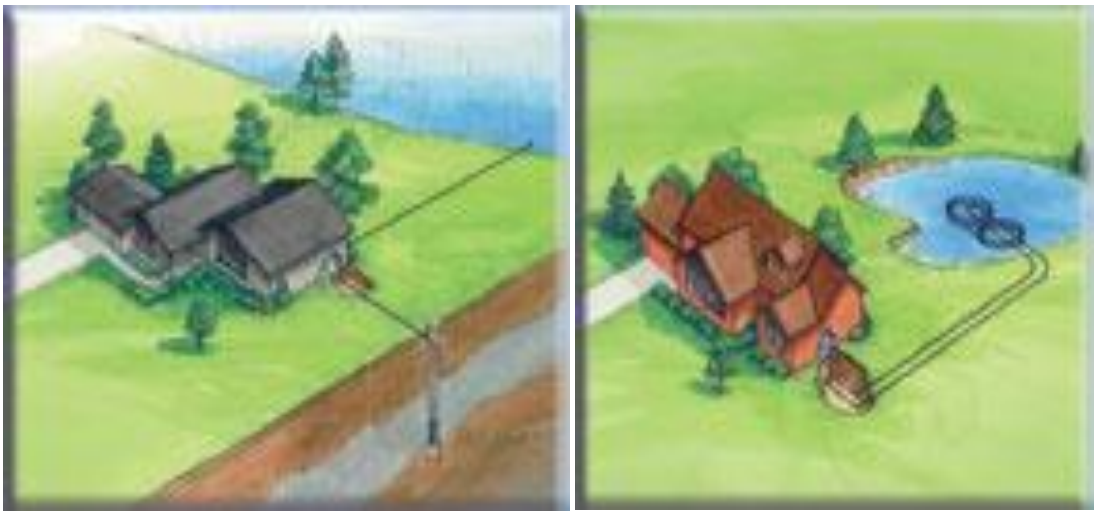
5. Ελάχιστη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του ψυκτικού ρευστού και των εξόδων. Πρέπει να είναι γύρω στους 4°C ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά θερμότητας.

Τα γεωθερμικά συστήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες

1. Συστήματα ανοιχτού βρόγχου.

Τα συστήματα ανοιχτού βρόγχου τύπου φρέατος χρησιμοποιούν νερό υπεδάφους σαν απ' ευθείας πηγή ενέργειας, όταν το διαθέσιμο νερό είναι καλής ποιότητας, επαρκούς ποσότητας και σε βολικό βάθος άντλησης, καθ' όλο το χρόνο. Χαντάκια, μικρές λίμνες ή ρυάκια χρησιμοποιούνται πολλές φορές για την απόρριψη του νερού, όπως επίσης και η ίδια η πηγή προέλευσης του.

Για τη λειτουργία τους είναι απαραίτητη η ύπαρξη υδροφόρου υπόγειου ταμιευτήρα (πηγάδι, λίμνη, θάλασσα, ποτάμι) . Παρουσιάζουν τη δυνατότητα μεγάλης θερμικής ικανότητας με σχετικά μικρό κόστος. Ένα ανοικτό γεωθερμικό σύστημα απαιτεί επαρκεί διαπερατότητα για να παράγει την απαραίτητη ποσότητα νερού και καλή χημεία του υδροφόρου ορίζοντα, δηλαδή χαμηλή συγκέντρωση σιδήρου και υδρόθειου.



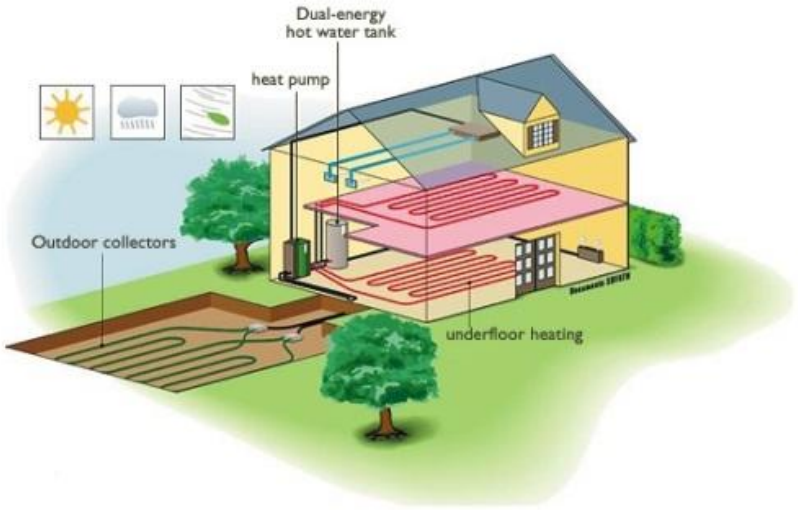
Εικόνα 5 Συστήματα ανοιχτού βρόγχου (http://www.geoexchange.gr/images/openloop.jpg)

Η Εικόνα 5 δείχνει παραδείγματα συστημάτων ανοιχτού βρόγχου

2. Κλειστά γεωθερμικά συστήματα

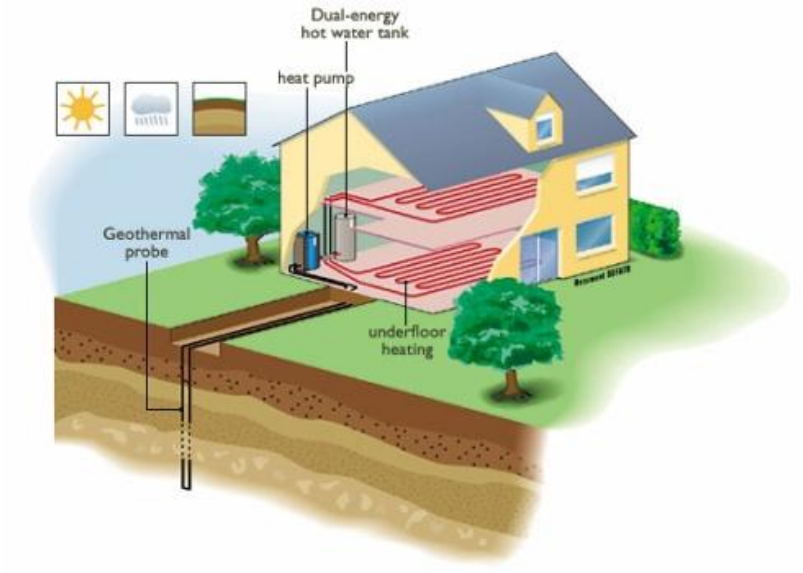
Τα κλειστά γεωθερμικά συστήματα χωρίζονται σε δυο κατηγορίες. Στα οριζόντια και στα κατακόρυφα. Ένα κλειστό γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από πλαστικούς εύκαμπτους σωλήνες που είτε απορροφούν είτε αποδίδουν τη θερμότητα στο έδαφος, μια αντλία θερμότητας και τα θερμαντικά σώματα.

Τα οριζόντια κλειστά γεωθερμικά συστήματα είναι τα πιο εύκολα στην εγκατάστασή τους, απαιτούν όμως αρκετό χώρο. Οι σωλήνες τοποθετούνται μέχρι και 1μ κάτω από το έδαφος είτε σε σειρά είτε σε παράλληλη διάταξη. Η κύρια πηγή ενέργειας στα συστήματα αυτά είναι η ακτινοβολία του ήλιου στην επιφάνεια της γης, για αυτό εκεί που τοποθετούνται οι οριζόντιοι συλλέκτες δεν πρέπει να καλύπτεται με μπετό ή φυτά που προκαλούν σκίαση.



Εικόνα 6 Απεικόνισης οριζόντιου κλειστού γεωθερμικού συστήματος (http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR0ycMNNh7OYk9Cr_V_IXd2PaC9Aa04xpyUqs9jkwlYw2ZrAJxrrg)

Τα κατακόρυφα κλειστά γεωθερμικά συστήματα (Εικόνα 6) βασίζονται στο ότι η θερμοκρασία του εδάφους μετά από ορισμένο βάθος παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια όλου του έτους ανεξαρτήτων καιρικών συνθηκών. Στη περίπτωση των κατακόρυφων συστημάτων χρησιμοποιούνται πολυαιθυλενίου ή πολυπροπυλενίου. Σημαντικό ρόλο παίζουν η γεωλογική σύσταση του εδάφους και οι φυσικοχημικές του ιδιότητες. Ο σχεδιασμός ενός ατομικού κλειστού συστήματος είναι εύκολος , όταν όμως η εγκατάσταση γίνεται σε περιοχή που υπάρχουν και άλλα γεωθερμικά συστήματα, τότε χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στον προσδιορισμό της θερμικής ικανότητας του εδάφους.



Εικόνα 7 Απεικόνιση κατακόρυφου κλειστού γεωθερμικού συστήματος (http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQm4qATSLmrnVp_quiC4iR4gYSKaCVjfR5cdV7S_YUd_Hzq97rhhA)

3.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμή 24 ώρες τη μέρα , 365 μέρες το χρόνο. Οι ΓΑΘ αξιοποιούν τις ιδιότητες θερμοεναλλαγής του νερού και την ήπια θερμοκρασία του εδάφους, η οποία παραμένει σχεδόν σταθερή όλο το χρόνο ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες και παρέχουν αποδοτική θέρμανση, κλιματισμό και ζεστό νερό χρήσης στα κτίρια. Η χρήση ΓΑΘ για θέρμανση και κλιματισμό έχει σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα από την εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων, 30% μικρότερο κόστος λειτουργίας από το καλύτερο αεροψυκτικό σύστημα, κόστος συντήρησης μόλις το 1/3 από αυτό ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης- κλιματισμού και σημαντικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (25-30 έτη).

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΓΑΘ είναι:

1.Αξιόπιστη τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον χωρίς εκπομπές αέριων ρύπων

2.Άντληση δωρεάν ενέργειας από το υπέδαφος για θέρμανση κτιρίων, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.

3.Εξοικονόμηση 75% της ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση και 40% για δροσιά και ψύξη ενός κτιρίου.

4.Μείωση των δαπανών της κατοικίας για θέρμανση και κλιματισμό από 25-75%

5.Χαμηλό κόστος συντήρησης εγκατάστασης και εξοπλισμού . Τα ΓΑΘ δεν παρουσιάζουν βλάβες μετά από παρατεταμένη χρήση όπως ορισμένα συμβατικά συστήματα.

6.Απουσία θορύβου κατά την λειτουργία της εγκατάστασης

7.Παρέχουν υψηλής ποιότητας άνεση στους εσωτερικούς χώρους

8.Απαιτείται μικρότερος χώρος για την εγκατάσταση του εξοπλισμού σε σχέση με το συμβατικό λεβητοστάσιο. Δεν απαιτείται λέβητας , δεξαμενή πετρελαίου , η καπνοδόχος, ενώ δεν απαιτείται αερόψυκτος ψύκτης για τον κλιματισμό του κτιρίου

9.Μεγαλύτερη ασφάλεια σε σχέση με μια εγκατάσταση πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

Τα κύρια μειονεκτήματα των ΓΑΘ είναι:

1.Το αρχικό κόστος ενός γεωθερμικού συστήματος είναι υψηλότερο από αυτό των συμβατικών συστημάτων , η αγορά του όμως μπορεί να ενισχυθεί από κρατική χορηγία .

2.Σε κλειστά κυκλώματα υπάρχει δυσκολία επισκευής μιας διαρροής.

3.Για τα ανοιχτοί κυκλώματος συστήματα απαιτείται μεγάλη παροχή καθαρού νερού.

4.Κατά την ανόρυξη των γεωτρήσεων δημιουργείται λάσπη , η οποία θα πρέπει να ξεραθεί και να απομακρυνθεί από το χώρο ανέγερσης της κατοικίας .

3.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ – ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε ότι η εγκατεστημένη ισχύς του ηλεκτρικού συστήματος της Κρήτης το 2009 είναι :

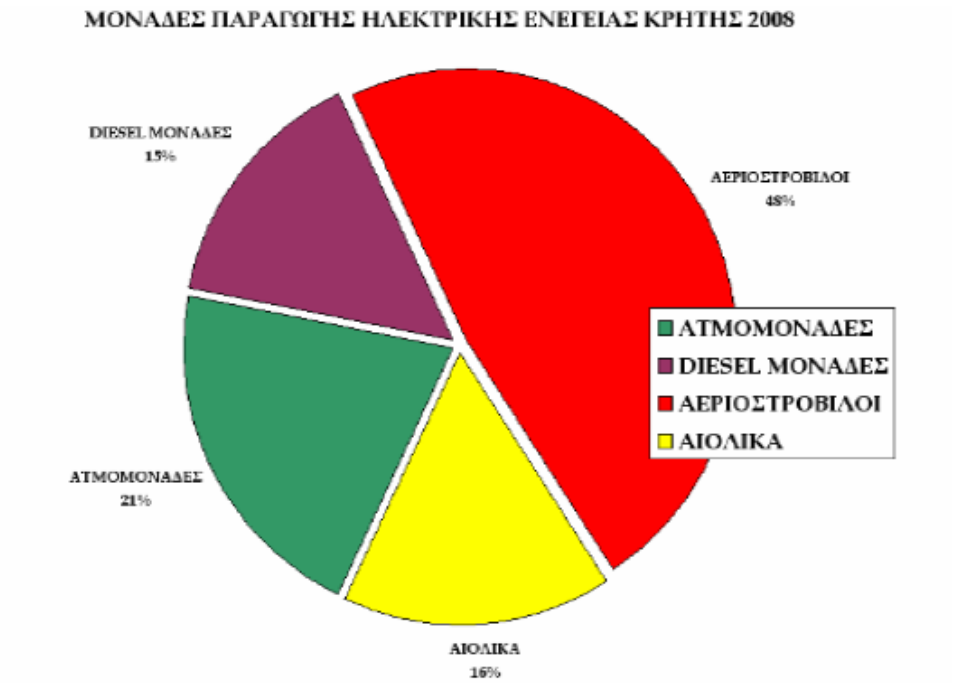
1. 256 MW στο Ηράκλειο (6 ατμομονάδες, 4 diesel , 5 αεριοστρόβιλοι)

2. 348 MW στα Χανιά (1 συνδυασμένος κύκλος, 5 αεριοστρόβιλοι)

3. 200 MW στον Αθερινόλακο (2 Diesel, 2 ατμομονάδες)

4. 160 MW αιολικά πάρκα

Η ετήσια αύξηση ενέργειας είναι γύρω στο 4 – 5 % εκτός του 2008 που ήταν 2,9%



Εικόνα 8 Κατανομή των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη
http://library.tee.gr/

Η Εικόνα 8, προέρχεται από την παρουσίαση, με θέμα «Ηλεκτρική ενέργεια στην Κρήτη» της κ. Α. Γιγαντίδου, που είναι Τομεάρχης Λειτουργίας Κέντρου Ελέγχου Συστήματος Μεταφοράς, Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών ΔΕΗ Α.Ε, στην προσυνεδριακή εκδήλωση «Τεχνολογίες και εφαρμογές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Κρήτη» που οργάνωσε το ΤΕΕ & ΤΕΕ – Τμ. Δυτικής Κρήτης, 22-23 Μαΐου, 2009:στα Χανιά και απεικονίζει την κατανομή των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη το 2008.

Αυτό που συμπεραίνουμε λοιπόν βλέποντας την κατανομή στην Εικόνα 8 είναι ότι το 48% παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη παράγεται από αεριοστρόβιλους ενώ οι μονάδες diesel , οι ατμομονάδες και τα αιολικά βρίσκονται σχεδόν στα ίδια ποσοστά.

Ένα από τα βασικά μειονεκτήματα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη είναι το υψηλό κόστος. Αυτό οφείλεται κυρίως στους παρακάτω παράγοντες:

1. Έλλειψη συμβατικών πηγών ενέργειας.

2. Στρεβλή ανάπτυξη ηλεκτρικού συστήματος εξαιτίας τοπικών διενέξεων και πολιτικών αποφάσεων.

3. Το 64% της εγκατεστημένης ισχύς χρησιμοποίει ως καύσιμο το πετρέλαιο και 36 % το μαζούτ με σχέση κόστους το 2008 μέχρι και 2/1 ανάλογα με τη σύμβαση της αγοράς.

4. Ο βαθμός απόδοσης των αεριοστρόβιλων είναι χαμηλός σε σχέση με τις ατμομονάδες και τις diesel ,20 – 30 % περίπου, με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται η παραπάνω σχέση κόστους.

Ενδεικτικά το μέσο κόστος καυσίμου ανά είδος μονάδας το 2008 είναι:

5. Ατμομονάδες 60 €/MWh

6. Diesel 44 €/MWh

7. Συνδυασμένος κύκλος 127 €/MWh

8. Αεριοστρόβιλοι 165 €/MWh

Βλέπουμε λοιπόν ότι το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη είναι από τα υψηλότερα, δεδομένου ότι το 48 % της παραγωγής γίνεται με αεριοστρόβιλους.

Ο Σ.Π.Ε. των Χανίων έχει 3 αεριοστρόβιλους και μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που σημαίνει ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 209,6 MW.

Ο Σ.Π.Ε. στα Λινοπεράματα έχει 6 ατμομηχανές παραγωγής , 4 μονάδες πετρελαίου και 2 αεριοστρόβιλους που σημαίνει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 192,8 MW.

Στον ίδιο άξονα μειονεκτημάτων τοποθετούνται και οι απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας λόγω μεταφοράς. Το γεγονός ότι οι μονάδες παραγωγής ενέργειας είναι μακριά από τον κάθε αποδέκτη και απαιτείται για αυτό ένα μεγάλο δίκτυο μεταφοράς, μας οδηγεί να στο να επικεντρωθούμε περισσότερο στο φαινόμενο των απωλειών κατά τη μεταφορά.

Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί καλώδια και μετασχηματιστές ισχύος τα οποία δημιουργούν τρεις τύπους απωλειών.

1. Το φαινόμενο Joule : η ενέργεια χάνεται ως θερμότητα κατά τη διέλευσή της από ένα ρευματοφόρο αγωγό.
2. Μαγνητικές απώλειες όπου η ενέργεια διαχέεται σε ένα μαγνητικό πεδίο
3. Διηλεκτρικό αποτέλεσμα όπου η ενέργεια απορροφάται στο μονωτικό υλικό.

Η επίδραση του φαινομένου joule σε καλώδια μεταφοράς έχει απώλειες της τάξης του 2,5 % ενώ οι απώλειες σε μετασχηματιστές κυμαίνονται μεταξύ 1% και 2% ανάλογα με το είδος και την ειδικότητα του μετασχηματιστή.

Η εξοικονόμηση μόλις 1% για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε εγκαταστάσεις 1000 MW για παράδειγμα, κάθε άλλο παρά αμελητέα είναι , αφού μας δίνει απώλειες της τάξης των 10 MW, ενέργεια η οποία θα μπορούσε να τροφοδοτήσει 1000 με 2000 περισσότερες κατοικίες.

Όσον αφορά τις ατμομονάδες οι οποίες καλύπτουν ένα σεβαστό ποσοστό στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στην Κρήτη, πρέπει να τονίσουμε ότι το 64% της ενέργειας που καίγεται για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια χάνεται ως θερμότητα η οποία δημιουργεί ατμό για να περιστραφούν οι τουρμπίνες και εκλύεται μέσα από τις καμινάδες στην ατμόσφαιρα. Ενώ έχει υπολογιστεί ότι κατά τη μεταφορά της στο δίκτυο οι απώλειες της ηλεκτρικής ενέργειας είναι της τάξης του 3%.

Εκτός όμως από τις απώλειες ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με συμβατικές μεθόδους, σε σχέση με τη γεωθερμία είναι η μόλυνση του περιβάλλοντος.

Ένας από τους βασικότερους παράγοντες της μόλυνσης του περιβάλλοντος είναι οι γαιάνθρακες. Οι γαιάνθρακες αποτελούν την κύρια καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα και δεύτερη σε ποσότητα ενεργειακή πηγή μετά το πετρέλαιο. Ανάλογα με την σύστασή τους διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: τύρφη, λιγνίτης, υποπισσούχοι γαιάνθρακες, πισσούχοι γαιάνθρακες και ανθρακίτης. Στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από καύση γαιανθράκων, η διαδικασία περιλαμβάνει: α) κονιοποίηση

του γαιάνθρακα για αύξηση της επιφάνειάς του και συνεπώς βελτιστοποίηση της απόδοσης και της ταχύτητας καύσης του, β) καύση με θερμό ρεύμα αέρα υψηλής θερμοκρασίας (περίπου 1500^{o}C), γ) παραγωγή ατμού υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας από την παραγόμενη θερμική ενέργεια καύσης, και δ) λειτουργία γεννητριών παραγωγής ρεύματος με τη βοήθεια του παραγόμενου ατμού. Η καύση του άνθρακα αποτελεί την μεγαλύτερη πηγή εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, και άλλων αερίων ρύπων, που θεωρείται η βασικότερη αιτία πρόκλησης του φαινομένου του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια των ανεξέλεγκτων κλιματολογικών αλλαγών σε παγκόσμιο επίπεδο, που έχουν ήδη γίνει αισθητές, με καταστροφικές συνέπειες τόσο για το περιβάλλον όσο και για την ίδια τη ζωή.

3.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΡΓΕΙΑΣ.

Όταν μιλάμε για τα πλεονεκτήματα της γεωθερμίας είναι εύκολα αντιληπτό ότι αναφερόμαστε κυρίως στο περιβάλλον. Στο κεφάλαιο αυτό στόχος μας δεν είναι να κάνουμε μια γενική αναφορά των πλεονεκτημάτων της γεωθερμίας όσον αφορά το περιβάλλον, αλλά να τη συγκρίνουμε ξεχωριστά με κάθε ανανεώσιμη αλλά και συμβατική πηγή ενέργειας ώστε να έχουμε μια πληρέστερη εικόνα σχετικά με τα πλεονεκτήματά της τόσο όσον αφορά το περιβάλλον όσο και την εγκατάσταση άλλα και τον τρόπο λειτουργίας της. Ο χώρος στον οποίο θα οριοθετήσουμε την έρευνα μας στην εργασία αυτή είναι η Κρήτη και τα δεδομένα και οι συνθήκες που επικρατούν στο νησί της Κρήτης θα μας βοηθήσουνε να οδηγηθούμε σε πιο ξεκάθαρα και συγκεκριμένα συμπεράσματα.

3.3.1 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η κινητική ενέργεια που παράγεται από την δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή και σε ηλεκτρική ενέργεια.

Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας αέρα ή αιολικά πάρκα όπως αποκαλούνται είναι συστάδες ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Η ενεργοποίηση μιας εγκατάστασης παράγωγής ενέργειας αέρα είναι μία σύνθετη διαδικασία όπου πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί παράμετροι.

Ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να μελετηθεί και να εξεταστεί πριν τοποθετηθούν οι μηχανές, είναι το πόσο γρήγορα αλλά και πόσο φυσά εκεί ο αέρας.

Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα κάλυψε μόλις το 0,1% της συνολικής παραγωγής ενέργειας το 1998. Οι προοπτικές όμως διείσδυσης των ανεμογεννητριών στο ελληνικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής ήταν ένας στόχος 1000 MW για το 2005 και 2000MW το 2010.

Γενικά για την περαιτέρω ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας πρέπει να αντιμετωπιστούν διάφοροι ανασταλτικοί παράγοντες όπως το δύσκαμπτο διοικητικό και νομοθετικό πλαίσιο στο οποίο είναι υποχρεωμένοι να δραστηριοποιούνται οι ιδιώτες επενδυτές.

Το ΣΗΕ της Κρήτης διαθέτει μονάδες εκμετάλλευσης του αιολικού δυναμικού που βρίσκονται κυρίως στην περιοχή του Λασιθίου, αλλά και του Ηρακλείου και των Χανίων, συνολικής ισχύος περίπου 100MW.

Η απόδοση των αιολικών πάρκων στην Κρήτη ,στη Μονή Τοπλού, Ξηρολίμνη, Μόνδι , Χανδρά, Μαρωνιά, Καμινάκια , Μεγάλη Βρύση, Βρουχάς, Μητάτο, Βοσκερό, έχει ως εξής:

Δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας : 541118,1168Mwh

Πραγματική ενεργειακή απόδοση: 258075,2714Mwh.

Η μεγιστοποίηση διεισδύσεις αιολικών πάρκων εξαρτάται αποκλειστικά από την αξιοπιστία του δικτύου και την ανάπτυξη συστημάτων αποθήκευσης της απορριπτόμενης ενέργειας, Για να είναι εκμεταλλεύσιμο το αιολικό δυναμικό με τις υφιστάμενες τιμές πώλησης της παραγόμενης ενέργειας θέλουμε μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 6 m/sec .

Η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται περίπου στα 4m/sec. Ως εκ τούτου η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από την εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας ονομαστικής ισχύος 20 kw είναι 14.950 kwh. Για αυτή την παραγόμενη ενέργεια ο συντελεστής εκμεταλλευσιμότητας της ανεμογεννήτριας είναι 8,53%. Πολύ χαμηλός σε σχέση μα την τιμή του ελαχίστου ορίου 27,5%, που θα έκανε ένα έργο βιώσιμο.

Το κόστος της παραγόμενης ενέργειας προκύπτει : EPC=0,509ευρώ/kwh την στιγμή που η τιμή που αγοράζουμε την ενέργεια από την ΔΕΗ είναι ο,122 ευρώ/kwh .

Πρέπει επίσης να έχουμε υπ ‘ όψιν μας ότι, η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών , όπως καθορίζει το ειδικό χωροταξικό πλαίσιο, δεν μπορεί να γίνει πιο κοντά από 1000 m από μια πόλη.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Έχει χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλες ισχύεις απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.

Παρουσιάζει συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα της που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.

Η χαμηλή διαθεσιμότητα τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης τους.

Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων είναι ακόμη υψηλό.

Οι ανεμογεννήτριες δεν λειτουργούν όταν υπάρχει άπνοια.

Δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα στα αιολικά πάρκα γιατί συχνά οι ανεμογεννήτριες είναι εκτός λειτουργίας λόγω ζημιών στα περιστρεφόμενα πτερύγια, όπως στο αιολικό πάρκο της μονής Τοπλού στη Σητεία όπου 17 ανεμογεννήτριες των 300KW έμειναν εκτός λειτουργίας.

Η χρήση μικρών ανεμογεννητριών (400W μέχρι 10kW) συνιστάται σε μη αστικές περιοχές. Η εγκατάσταση τους απαιτεί μια ελεύθερη έκταση γύρω από αυτές, χωρίς εμπόδια που να επηρεάζουν την έκθεση τους στον άνεμο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αποδοτική λειτουργία τους. Είναι αδύνατον λοιπόν να εφαρμοστούν σε περιοχές εντός οικισμού.

3.3.2 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Είναι η ενέργεια που παράγεται από την πτώση του νερού των μικρών ή μεγάλων ποταμών, υδρορευμάτων ή πηγών σε υδροτροχούς, με αποτέλεσμα την περιστροφή τους και την παραγωγή μηχανικού ή ηλεκτρικού ρεύματος.

Χωρίζουμε τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς με βάση :

Α. Το ύψος πτώσης των υδάτων

Β. Τη διαθεσιμότητα της ηλεκτροπαραγωγού μονάδας

Γ. Το είδος κατασκευής της υδροηλεκτρικής μονάδας

Δ. Την ισχύ που μπορούν να παράγουν

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί χωρίζονται στους μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς 10MW και στους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς όταν η ισχύς είναι μικρότερη των 10MW.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια λόγω της ιδιαιτερότητας της, συσσωρεύεται στις ορεινές περιοχές όπου έχουμε μεγάλες υψομετρικές διαφορές και κατά συνέπεια μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια προς αξιοποίηση.

Αυτός είναι ο λόγος που δεν την συναντάμε αρκετά στο νησιωτικό χώρο.

Η Κρήτη παρόλο που διαθέτει ορεινό όγκο σημαντικό δεν αξιοποίησε αρκετά την υδροηλεκτρική ενέργεια, ίσως γιατί δεν υπάρχει αρκετός όγκος νερού.

Υπάρχουν δύο πολύ μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί στον Αλμυρό και την Αγυιά, συνολικής ισχύος 0,6 MW.

Τα υδροηλεκτρικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρ. Ενέργειας δημιουργούν προβλήματα στο περιβάλλον , όπως η αποξήρανση ποταμών λόγω εκτροπής τμήματος τους, με άμεση συνέπεια την καταστροφή της αντίστοιχης παραποτάμιας χλωρίδας και πανίδας.

Όσον αφορά την χρηματοοικονομική αξιολόγηση οι περισσότερες υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις εμφανίζονται να παράγουν σχετικά ακριβή ηλεκτρική ενέργεια καθώς το υψηλό κόστος των αρχικών κεφαλαίων αποσβένεται συνήθως μόνο μετά από 10 με 20 χρόνια. Έτσι τα υψηλά αρχικά κόστη τείνουν να τα κάνουν να φαίνονται ως οικονομικά μη ελκυστικά σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα.

Πρόβλημα επίσης είναι και ο μεγάλος χρόνος μέχρι την αποπεράτωση του έργου.

3.3.3 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Το σύνολο των μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο (φως, θερμότητα, ακτινοβολίες).

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με τα παρακάτω συστήματα.

Α. Ενεργειακά ηλιακά συστήματα

Τα συστήματα αυτά συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, σε αέρα ή άλλο ρευστό.

Πιο διαδεδομένη εφαρμογή είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες. Είναι ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού, αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται σ’ ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και στην συνέχεια με σωληνώσεις μεταφέρεται στο ρευστό που μεταφέρεται μέσω αυτών.

Η Ελλάδα είναι ο μεγαλύτερος εξαγωγέας ηλιακών συλλεκτών σε όλη την Ευρώπη.

Χωρίς τους ηλιακούς θερμοσίφωνες θα υπήρχε ένα σημαντικό έλλειμμα ισχύος , ιδιαίτερα στα απομονωμένα ηλεκτρικά δίκτυα των νησιών.

Β. Παθητικά ηλιακά συστήματα

Είναι συνήθως απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου. Ο βασικός σκοπός είναι η συλλογή της ηλιακής ενέργειας και η μετατροπή της σε χρήσιμη θερμική ενέργεια και στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας μέσα στον ίδιο το σκελετό του κτιρίου.

Στην Ελλάδα υπάρχουν σήμερα σε λειτουργιά μερικές εκατοντάδες κτίρια τα οποία χρησιμοποιούν ηλιακά παθητικά συστήματα για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών.

Γ. Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Μετατρέπουν το ηλιακό φως σε συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα.

Εφαρμογές των φωτοβολταϊκών είναι:

1.Το απλό ή ανεξάρτητο φωτοβολταϊκό σύστημα.

2.Φωτοβολταϊκό σύστημα με αποθήκευση σε μπαταρίες

3.Φωτοβολταϊκό σύστημα συνδεδεμένο στον οργανισμό κοινής ωφέλειας

4.Φωτοβολταϊκό σύστημα σε επίπεδο εργοστασίου παραγωγής ενέργειας

5.Μικτα/ υβριδικά συστήματα

Όσον αφορά τη Κρήτη η ηλιακή ενέργεια έχει αρχίσει να αξιοποιείται. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι: Στην Ελούντα του Ν. Λασιθίου ένα μικρόξενοδοχείο 60 κλινών καλύπτει τις ανάγκες του σε ηλεκτρική ενέργεια με φωτοβολταϊκά πλαίσια τοποθετημένα στην οροφή των κτηρίων.

Το ξενοδοχείο δεν είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού και χρησιμοποιεί μπαταρίεςαποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Η μονάδα αυτή έχει βραβευτεί από τηνΕ.Ε. για το φωτοβολταϊκό της σύστημα.•

Το ξενοδοχείο CANDIAMARIS 580 κλινών λίγο έξω από την πόλη του Ηρακλείου, διαθέτει ένα πολύ μεγάλο ηλιοθερμικό σύστημα, αποτελούμενο από πολλούς επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, που παράγουν θερμότητα αρκετή για την κάλυψη μεγάλου μέρους των θερμικών αναγκών του ξενοδοχείου. Το εμβαδόν των ηλιακών συλλεκτών ανέρχεται σε 2.540 τμ. Και παράγονται 1.522 θερμικές Μεγαβατώρες ετησίως..

• Η ηλιακή ενέργεια βρίσκει όμως εφαρμογές και για την ψύξη χώρων, και η μονάδα ΛΕΝΤΖΑΚΗ (συγκρότημα επιπλωμένων διαμερισμάτων με πισίνα) μέσα στηνπόλη του Ρεθύμνου έχει κατασκευάσει ένα σύστημα ηλιακής ψύξης.

Ηλιακά κάτοπτρα είναι εγκατεστημένα στην ταράτσα του κτηρίου, που παράγουν θερμό νερό το οποίο χρησιμοποιείται το καλοκαίρι για την παραγωγή ψύχους με ψυκτικάσυστήματα απορρόφησης.

• Στα Χανιά στην περιοχή της Μηλιάς βρίσκεται η ομώνυμη αγροτουριστική μονάδα, η οποία δεν είναι συνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο και χρησιμοποιεί ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά) και στερεά βιομάζα (ξύλα) για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών της.

Ταυτόχρονα χρησιμοποιεί και υγραέριο που είναι λιγότερο ρυπογόνο από το πετρέλαιο για παραγωγή ενέργειας.

Εκτός από τις προαναφερθείσες τουριστικές μονάδεςυπάρχουν και άλλες στην Κρήτη που χρησιμοποιούν κυρίως την ηλιακή ενέργειααλλά και τη στερεά βιομάζα για την παραγωγή θερμότητας.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης .Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 4000 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο

Απαιτούν σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης.

Έχουν σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης . Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση ενός γεωθερμικού συστήματος παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός.

Είναι εκτεθειμένα στις εξωτερικές συνθήκες, και ευάλωτα σε φυσικές καταστροφές.

Η παραγωγή και η ζήτηση είναι ετεροχρονισμένες με αποτέλεσμα να επιβάλλονται λύσεις αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας σε ορισμένες εφαρμογές.

3.3.4 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Βιοκαύσιμο είναι το υγρό ή αέριο καύσιμο το οποίο προορίζεται για μετακίνηση και το οποίο παράγεται από βιομάζα.

-Βιοαιθανόλη

-Βιοντίζελ

- Βιοαέριο

-Βιομεθανόλη

-Βιομεθυλαιθέρας

-Βιο-ΕΤΒΕ

-Βιο-ΜΤΒΕ

- Συνθετικά βιοκαύσιμα

- Καθαρά φυτικά έλαια

Βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς είναι αυτά που παράγονται από σπαρτά, ένα παράδειγμα είναι το καλαμπόκι.

Βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς είναι τα βιοκαύσιμα που παράγονται από αγροτικά και δασικά υπολείμματα.

Η παραγωγή και κατανάλωση βιοκαυσίμων βρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο.

Πόροι βιοκαυσίμων στην Ελλάδα

Για την παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται δύο κυρίως φυτά : ο ηλίανθος και η ελαιοκράμβη.

Ο ηλίανθος καλλιεργείται κυρίως στις βόρειες περιοχές όπως Μακεδονία και Θράκη.

Η ελαιοκράμβη μπορεί να καλλιεργηθεί σαν ένα χειμερινό φυτό και το γεγονός ότι μπορεί να αναπτυχθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες το κάνει ένα πολύ σημαντικό φυτό σε σχέση με τα υπόλοιπα ελαιοφόρα φυτά.

Η ελαιοκράμβη καλλιεργείται σε περιοχές της Μακεδονίας , της Θράκης καθώς και της Κρήτης.

Η βιοαιθανόλη μπορεί να παραχθεί από υδρογονάνθρακες, όπως ζάχαρη, άμυλο και κυτταρίνη μέσω ζύμωσης χρησιμοποιώντας μικροοργανισμούς.

Στην Ελλάδα παράγεται από σπαρτά όπως μαλακό και σκληρό σιτάρι, αραβόσιτο, βρώμη, κριθάρι και από ζαχαρότευτλο.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Αύξηση τιμών στις πρώτες ύλες, δηλαδή στα γεωργικά προϊόντα που θα χρησιμοποιηθούν.

Πιθανή επιδείνωση της πείνας στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω αύξησης του κόστους των τροφίμων.

Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.

Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.

Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.

Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

3.3.5 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η πυρηνική ενέργεια που παίρνουμε από την σχάση ραδιενεργών υλικών, είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Το κόστος των πυρηνικών εγκαταστάσεων είναι τεράστιο , αποτελεί σημαντικό ποσοστό του προϋπολογισμού μιας χώρας και συνήθως οδηγεί σε δυσβάστακτο δανεισμό. Η ενέργεια που ξοδεύεται και το διοξείδιο του άνθρακα

που εκλύεται προκαταβολικά για να κατασκευαστεί μια πυρηνική μονάδα είναι τεράστια .

Ειδικά, η ενέργεια που ξοδεύεται εξ αρχής είναι συγκρίσιμη με την ενέργεια που θα παράγουν καθ' όλη την διάρκεια λειτουργίας τους των 30 χρόνων.

Ο χρόνος που απαιτείται για την κατασκευή ενός εργοστάσιου από την στιγμή της λήψης της απόφασης υπερβαίνει τα 10 έτη.

Το κόστος διάλυσης του πυρηνικού εργοστασίου μετά το πέρας του κύκλου ζωής του και της διατήρησης των ραδιενεργών μερών του επιβαρύνει σχεδόν πάντα τον κρατικό προϋπολογισμό, έτσι τα θετικά οικονομικά αποτελέσματα υποκρύπτουν τεράστιες κρατικές επιδοτήσεις. Είναι όλα αυτά τα στοιχεία αποτρεπτικά στην βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη επίλυση του ενεργειακού προβλήματος μιας χώρας και του πλανήτη συνακόλουθα.

Να πούμε κατ' αρχάς ότι με βάση τα υπάρχοντα αποθέματα ουράνιου , η πρώτη ύλη επαρκεί για την τροφοδοσία των υπαρχόντων και παραγγελθέντων εργοστασίων για ακόμη 65 έτη. Εφόσον εγκατασταθούν άλλοι τόσοι αντιδραστήρες, τότε τα αποθέματα ουρανίου θα εξαντληθούν σε 30 χρόνια , δηλαδή τα νέα εργοστάσια θα ξεμείνουν από καύσιμα , πριν εξαντλήσουν ο όριο ζωής τους.

Στην Ελλάδα έχουν γίνει μελέτες σκοπιμότητας για πυρηνικά εργοστάσια από τον Δημόκριτο την δεκαετία του 70 , οι οποίες όλες κατέληξαν στο ότι τέτοια εργοστάσια στην Ελλάδα στην πραγματικότητα θα επιβαρύνουν το περιβάλλον , υπάρχει σοβαρός κίνδυνος ατυχήματος λόγο των δομών της ελληνικής διοίκησης και της σεισμικότητας της περιοχής και τέλος είναι οικονομικά ασύμφορα.

4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΒΙΟΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΏΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΓΕΩΕΝΑΛΛΑΚΤΗ

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας . Επομένως η οικονομική βιωσιμότητα τους προκύπτει από την σύγκριση του κόστους της ενέργειας που καταναλώνει ένα γεωθερμικό σύστημα και του κόστους εγκατάστασης του, σε σχέση με άλλα αντίστοιχα ενεργειακά συστήματα.

4.1 ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε αναλυτικά την εφαρμογή ενός γεωθερμικού συστήματος για τη θέρμανση και ψύξη μιας μονοκατοικίας 250 m^2 και θα τη συγκρίνουμε αντιστοίχως με τη συμβατική μέθοδο θέρμανσης λέβητα πετρελαίου και ψύξη με κλιματιστικά splitunit.

Αρχικά θα μελετήσουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δύο συστημάτων, για να μπορέσουμε να προσδιορίσουμε τα επιμέρους κόστη που θα χρειαστούμε στην οικονομική μας ανάλυση.

Για την σύγκριση των συστημάτων θα εκτιμήσουμε τις καταναλώσεις σε ετήσια βάση μια τυπική **μονοκατοικία των 250 m^2 , με 5 ενοίκους ,στα Χανιά** ,για θέρμανση και ψύξη.

Θερμαντικές ανάγκες οικίας 250 m^2 στην περιοχή των Χανίων

•Θερμαντικές ανάγκες: ~30 (Wt/m^2) × 250 (m^2): 7,5 kWth

•Θερμό νερό: 5 (άτομα) × 0,2 (kWt/άτομο) : 1 kWth

• Σύνολο: 8,5 Kw

4.1.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ

Για το συμβατικό σύστημα θέρμανσης με πετρέλαιο θα χρειαστούμε

•Εγκατεστημένη ισχύς : 25kw

•Βαθμός απόδοσης λέβητα:90%

•Καταναλισκόμενη ισχύς: 25 * 0,9=21,25kw

•Θερμογόνος δύναμη πετρελαίου: 11,9 KWh/lt

•Αποδιδόμενη ενέργεια στο σύστημα ανά λίτρο καυσίμου: 10,7KWh/lt

•Εσωτερική εγκατάσταση ενδοπέδιο ή επιτοίχιο σύστημα

•Ετήσια απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης (για την περιοχή των Χανίων) : 21,25kw*5 μήνες *25 μέρες/μήνα*7,5 ώρες/ μέρα~22000 KWh_{th}

•Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στους 50^{O}C (ΔT=40^{O}C)

5 άτομα X 50 lt /day X 300 days= 75.000 lt /year

• Απαίτηση ενέργειας :3.480 KWh_{th}

• Ετήσιος χρόνος θέρμανσης: 938 hr

• Τιμή πετρελαίου θέρμανσης : 0,85 Ευρώ/lt

Για ψύξη με κοινά κλιματιστικά θα χρειαστούμε

• Βαθμός απόδοσης κλιματιστικού COP = Qth / Qel = 2,5

• Φορτίο ψύξης : 20 KW

• Ετήσια απαιτούμενη ενέργεια ψύξης (κατά προσέγγιση για περιοχή Χανίων) : ~7.000KWh_{th}

•Μέση τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (λόγω κλιμακωτής χρέωσης και νυχτερινού τιμολογίου): 0,12 Ευρώ/KWh_{el}

Απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς ψύξης : 7000 KW_{th}/2,5 = 2800 KWh_{el}

4.1.2 ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπ' όψη τα παρακάτω:

Λέβητας πετρελαίου

Αρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται:

(22000+3.480)KWh/10,7KWh/lt =2166 lt πετρελαίου/έτος

Με δεδομένο ότι η τιμή του πετρελαίου είναι 0,85 ευρώ/lt τότε

Για θέρμανση ξοδεύουμε 2166lt * 0,85€/ lt = 2024€ / έτος

Ή διαφορετικά το υπολογίζουμε και ως εξής

Ετήσιο κόστος πετρελαίου για θέρμανση:

(2,5 L/hx 7,5 h/dx126 d/yx 0,85 €/L) =2008€

(μικρή απόκλιση στον δεύτερο τρόπο υπολογισμού)

Κοινά κλιματιστικά.

Ψύξη : 2800kwh * 0,12€/kwh = 336€

Επομένως:

Αυτή την στιγμή στη μονοκατοικία καταναλώνονται 2166 lt πετρελαίου ετησίως για θέρμανση και 2800 kwh ηλεκτρικού ρεύματος για κλιματισμό με ετήσιο λειτουργικό κόστος 2166 lt * 0,85 €/lit + 2800 kwh * 0,122€ / kwh = 2360€.

Συνολικό ετήσιο λειτουργικό κόστος = 2360 €

4.1.3 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Κόστος λέβητα, δεξαμενή πετρελαίου 1000 L, Μπόιλερ θερμού νερού: 100 L, Σωληνώσεις, βάνες, εξαρτήματα μηχανοστασίου, καμινάδα κ.α. = 4500 €

Κόστος συστ. θέρμανσης ,λεβητοστάσιο: $10m^2$*200€/m^2= 2000 €

Άρα συνολικό κόστος κατασκευής συστήματος θέρμανσης: 6500€

Κόστος συστήματος ψύξης=2000 €

Συνολικό κόστος εγκατάστασης ψύξης θέρμανσης = 8500€

4.1.4 ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ετήσιο κόστος συντήρησης : 150 €

4.1.5 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ

•Κάλυψη για εκσκαφή ~88 m^2

• COP=4,2-5

•Ηλεκτρική ισχύς αντλίας: 2,2 kW

• Ετήσιος χρόνος θέρμανσης: 938 hr

Συνολικό Κόστος Επένδυσης για την μονοκατοικία των 250m^2 στα Χανιά

Το κόστος παραγόμενης ενέργειας από το σύστημα γεωθερμικών αντλιών θερμότητας συνίσταται στα εξής επιμέρους κόστη:

4.1.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ορίζεται ως το κόστος χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτούν για τη λειτουργία τους η αντλία και ο κυκλοφορητής.

Για τον υπολογισμό του λειτουργικού κόστους λαμβάνονται υπόψη οι ηλεκτρικές κιλοβατώρες, όπως αυτές υπολογίζονται από το RETSCREEN, ότι θα καταναλώνονται ετησίως για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου με την γεωθερμική αντλία θερμότητας.

Για να υπολογιστεί το λειτουργικό κόστος πρέπει η τιμή αυτή να πολλαπλασιαστεί με την σημερινή τιμή της κιλοβατώρας η οποία ορίζεται στα 0,122 €/kWh.

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπ' όψη τα παρακάτω:

Μέση τιμή βαθμού απόδοσης θέρμανσης – ψύξης COP = Qth /Qel =5

Μέση τιμή βαθμού απόδοσης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

COP = Qth / Qel = 3

Άρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης και ψύξης :

(22000+7000)kwh_{th} / 5 = 5800 kwh_{el}

$5800kwh_{el}$ * 0,12€ = 696€

Για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται:

3480kwh / 3 = 1160 kwh_{el}

$1160kwh_{el}$* 0,12€ = 139,2€

Ετήσιο κόστος λειτουργίας

Θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης : **6960 kwhel * 0,12ευρώ/kwhel = 835,2€**

4.1.7 ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το κόστος εξοπλισμού αποτελείται από:

Α. Το κόστος της αντλίας θερμότητας: Το κόστος της αντλίας θερμότητας υπολογίζεται (470 ευρώ ανά ψυκτικό τόνο)

Β. Το κόστος του κυκλοφορητή

Γ. Το κόστος του δοχείου διαστολής

Δ. Το κόστος του λοιπού εξοπλισμού: Στο κόστος αυτό συμπεριλαμβάνεται το κόστος της εργασίας και των υλικών για το οριζόντιο τμήμα των γεωεναλλακτών.

Σύμφωνα με τις πληροφορίες από το ΚΑΠΕ η τιμή των σωληνώσεων από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο είναι της τάξεως των 2,5 €/m. Στο κόστος λοιπού εξοπλισμού μπορούμε να εντάξουμε το κόστος των υδραυλικών εργασιών . Επίσης πρέπει να λάβουμε υπόψη το κόστος του μηχανοστασίου και των λοιπόν απαραίτητων μικρών εξαρτημάτων (βαλβίδες κ.α.) .

Το κόστος εγκατάστασης δίνεται ως το σύνολο για τα εξής επιμέρους κόστη:

1. Το κόστος διάνοιξης της γεώτρησης.

2. Το κόστος των σωληνώσεων του γεωθερμικού εναλλάκτη θερμότητας.

3. Το κόστος του υγρού και του αντιψυκτικού.

4. Το κόστος του υλικού πλήρωσης της γεώτρησης μετά την τοποθέτηση του εναλλάκτη.

Το κόστος όλων αυτών προσθετικά είναι της τάξεως των 2.000€/RT [Δέλτα Τεχνική.

Κόστος εκσκαφής &εγκατάστασης = 1000 €

Κόστος αντλίας θέρμανσης , σωληνώσεις , (αντιψυκτικό), βάνες, εξαρτήματα μηχανοστασίου, ενσωματωμένος υπερθερμαντηρας 250 L = 14500€

Κόστος συστ. ενδοπ. θέρμ. = 2000 €

Συνολικό κόστος εγκατάστασης = 1000 + 14500 + 2000 = 17500€

4.1.8 ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Είναι το απαιτούμενο κόστος για την συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού, η οποία διασφαλίζει την καλή του λειτουργία.Το κόστος συντήρησης εκτιμάται σε **100 € το χρόνο** (Σχεδόν μηδενικό).

Τα παραπάνω τα συνοψίζουμε στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1.Συγκριτικός πίνακας συνολικού κόστους, συστ. θέρμανσης με Λέβητα Πετρελαίου και συστ. θέρμανσης με Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας

Συμβατικός Τρόπος Θέρμανσης με Λέβητα Πετρελαίου			**Θέρμανση με Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας**	
Κόστος εγκατάστασης				
1	Κόστος λέβητα, δεξαμενή πετρελαίου 1000 L, Μπόιλερ θερμού νερού: 100 L, Σωληνώσεις, βάνες, εξαρτήματα μηχανοστασίου, καμινάδα κ.α.	4.500€	Το κόστος διάνοιξης της γεώτρησης. Κόστος εκσκαφής & εγκ.	1.000 €
2	Κόστος συστ. θέρμανσης ,λεβητοστάσιο: $10m^2$*200€/m^2	2.000€	Κόστος, αντλίας, θέρμανσης, σωληνώσεις, (+αντιψυκτικό),βάνες,εξαρτήματα, μηχανοστασίου. ενσωματωμένος υπερθερμαντήρας 250 L.	14.500 €
	Συνολικό κόστος κατασκευής συστήματος θέρμανσης:	**6.500€**	.Κόστος συστ. ενδοπ. θέρμ.	2.000 €
3	Κόστος συστήματος ψύξης	2.000€		
	Συνολικό κόστος εγκατάστασης ψύξης θέρμανσης	**8.500€**	**Συνολικό κόστος εγκατάστασης 1000+14500+2000**	**17500€**
Λειτουργικό Κόστος				
ετήσιο λειτουργικό κόστος 2166 lt*0,85€/lit+2800kwh*0,122€/kwh		**2360€**	Ετήσιο κόστος λειτουργίας Θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης : 6960 kwhel*0,12ευρώ/kwhel	**835,2€**
Συνολικό Ετήσιο Κόστος Συντήρησης				
150 €			**100 €**	

Στον Πίνακα 1, κάνουμε παράλληλη παρουσίαση του κόστους εγκατάστασης, του λειτουργικού κόστους και του κόστους συντήρησης, αφενός του συμβατικού συστήματος Θέρμανσης με Λέβητα Πετρελαίου και αφετέρου του συστήματος Θέρμανσης με Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας.

Παρατηρούμε λοιπόν μια διαφορά των δυο συστημάτων στο κόστος εγκατάστασης της τάξης των (17500-8500) = 9000€ υπέρ του συμβατικού συστήματος.

Παρατηρούμε επίσης μία διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων όσον αφορά τα λειτουργικά έξοδα της τάξης των(2360-835) ≈ 1525 €/έτος και του κόστους συντήρησης (150-100) = 50€ υπέρ του γεωθερμικού συστήματος.

4.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ως εργαλείο λήψης αποφάσεων για τη σύγκριση μεταξύ των δύο εναλλακτικών λύσεων διαφορετικών τρόπων δράσης με στόχο να αποφασιστεί ποιος θα προτιμηθεί, θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ), υπολογίζοντας αρχικά τη παρούσα αξία της επένδυσης(Net Present Value). Σύμφωνα με τον ΕΒΑ θα πρέπει η τιμή του (i') να είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κόστους ευκαιρίας κεφαλαίου (i) .

4.2.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Α. Καθαρή Παρούσα Αξία - ΚΠΑ (Net Present Value - NPV)

Η καθαρή παρούσα αξία γνωστή με τα αρχικά NPV εκφράζει την αξία σε χρηματικές μονάδες, που προκύπτει από την προεξόφληση στο παρόν όλων των καθαρών χρηματορροών κάθε έτους (διαφορά των μελλοντικών εισροών ή εξόδων) για ολόκληρο τον χρονικό ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης. Είναι δε μια αξιόπιστη μέθοδος αξιολόγησης γιατί μετατρέπει τις μελλοντικές ροές αξιών του σχεδίου επένδυσης σε παρούσες αξίες, δηλαδή αυτές που ισχύουν την στιγμή που παίρνεται η απόφαση. Η ίδια η τιμή της NPV δεν έχει κάποια συγκεκριμένη σημασία. Αυτό που ενδιαφέρει είναι αν είναι θετική ή αρνητική [1].

Έτσι διακρίνονται οι ακόλουθες τρεις περιπτώσεις:

• NPV> 0 : Η απόδοση της επένδυσης είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση είναι βιώσιμη.

• NPV< 0: Η απόδοση της επένδυσης είναι μικρότερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση δεν είναι βιώσιμη.

• NPV = 0 : Η απόδοση της επένδυσης είναι οριακή με ετήσιο ρυθμό απόδοσης ίσο με το επιτόκιο προεξόφλησης i.

Για να γίνει ο υπολογισμός της NPV θα εφαρμόσουμε την παρακάτω εξίσωση:

NPV = $\sum_{i=1}^{n}(Bj - Cj)1/(1+i)^n$ **(σχέση 2)**

Όπου

• n: τα έτη που η επένδυση είναι σε χρήση

•i: το κόστος ευκαιρίας του αρχικού κεφαλαίου

• Bj: ετήσιο όφελος

• Cj : ετήσιο κόστος

Η ετήσια αξία είναι η διαφορά μεταξύ του ετήσιου οφέλους B_jκαι του ετήσιου κόστους C_j

AW = B_j - C_j

Ως εργαλείο λήψης απόφασης πρέπει

AW = B_j - C_j> 0

Η σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων θα γίνει από το αποτέλεσμα που θα μας δώσει ο υπολογισμός της ποσότητας. Η ποσότητα Bj-Cj θα είναι σταθερό για όλα τα j.

PW = -p+$\sum_{i=1}^{n}(Bj - Cj)1/(1+i)^n$ **(σχέση 3)**

Όπουp το αρχικό κόστος της επένδυσης.

Στην περίπτωση που η οικονομική ζωή είναι ίση με την τεχνική και για τις δύο εναλλακτικές Α και Β αυτός ο χρόνος είναι ίδιος, τότε:

Αν $PW_A \geq 0$, η Α ικανοποιεί το πρόβλημα αρχικά.

Αν $PW_B < 0$ και $PW_A < 0$ καμία λύση δεν επιλέγεται.

Αν $PW_A < 0$ και $PW_B > 0$ επιλέγεται η Β.

Αν $PW_A \geq 0$ και $PW_B > PW_A$ επιλέγεται η Β

Αν $PW_B > 0$ και $PW_A \geq PW_B$ επιλέγεται η Α

Β. Για μεγαλύτερη ακρίβεια θα χρησιμοποιήσουμε σαν μέθοδο αξιολόγησης της επένδυσης, τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (ΕΒΑ).

Ο (ΕΒΑ) είναι η τιμή του επιτοκίου i για την οποία η εξίσωση της παρούσας αξίας ενός χρηματο-διαγράμματος μηδενίζεται.

Συμφώνα λοιπόν με τα παραπάνω θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση

PW = -p+$\sum_{i=1}^{n}(Bj - Cj)1/(1+i)^n$**= 0 (σχέση 4)**

Μια επένδυση είναι συμφέρουσα εφόσον ο ΕΒΑ είναι μεγαλύτερος ή ίσος με το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου.

4.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ NPV,ΕΒΑ, ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ) ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Για να υπολογίσω το αρχικό κόστος **p**, θα προσθέσω στο **κόστος εγκατάστασης 17.500** (Πίνακας 1), το **ΦΠΑ 15%** και θα αφαιρέσω **την κρατική επιδότηση 40% .**(Τα παραπάνω στοιχεία προέρχονται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας-ΚΑΠΕ)

p=17.500€ + (17500*15% ΦΠΑ) – (17500*40% επιδότηση) = 20125€ -7000 = 13125€

Το κόστος ευκαιρίας κεφαλαίου **i** είναι:

i≈10% (εκτίμηση πληθωρισμού **4,5% + 5,5%** τραπεζικό επιτόκιο του κεφαλαίου σε περίπτωση αποταμίευσης)

Το ετήσιο λειτουργικό όφελος **Bj** της χρήσης γεωθερμίας σε σχέση με την συμβατική χρήση του πετρελαίου είναι **1525€**. Σ'αυτό το ποσό θα προσθέσουμε **150 €** που είναι η συντήρηση για το πετρέλαιο που γλυτώνουμε. Οπότε το **Bj** είναι:

Bj = (1525+150) = 1675€

το ετήσιο κόστος συντήρησης για την γεωθερμία είναι:

Cj =100€

μια ενδεικτική χρονική διάρκεια χρήσης συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο είναι: **j=25 έτη.** Το σύστημα γεωθερμίας μπορεί να λειτουργεί και 50 έτη χωρίς πρόβλημα.

Πίνακας 2. Στον πίνακα φαίνονται οι τιμές των μεγεθών της σχέσης 2 της σελ. 46 που προκύπτουν από την χρησιμοποίηση των στοιχείων του Πίνακα 1

j	25 έτη
i	10%
Bj	1625€
Cj	100€
Bj-Cj	1525€
p	13125€

Επομένως έχουμε: **ΔPW = -p+**$\sum_{i=1}^{n}(\boldsymbol{Bj}-\boldsymbol{Cj})\mathbf{1}/(\mathbf{1}+\boldsymbol{i})^{n}$

ΔPW = -13125 + (1675-100) [1/(1+0,1)+(1/(1+0,1)^2+……+1/(1+0,1)^{25}]

ΔPW = -13125+1575*9,077 = -13125+14296 = 1171€

ΔPW = 1171€ > 0

Στον παραπάνω υπολογισμό χρησιμοποιήσαμε σαν κόστος ευκαιρίας το 10%. Για να είμαστε όμως πιο ακριβής πρέπει να υπολογίσουμε τον ΕΒΑ (i') της παραπάνω επένδυσης. Ο υπολογισμός θα γίνει ως εξής.

Κάνουμε εφαρμογή στην εξίσωση **ΔPW = -p+**$\sum_{i=1}^{n}(\boldsymbol{Bj}-\boldsymbol{Cj})\mathbf{1}/(\mathbf{1}+\boldsymbol{i})^{n}=\mathbf{0}$ των ποσών που υπολογίσαμε παραπάνω και στην συνέχεια ταξινομήσαμε στον Πίνακα 3.

Έτσι έχουμε να λύσουμε την εξίσωση

-13125 + 1575 * [1/(1+i') + 1/(1+i')^2+……+1/(1+i')^{25}] = 0 όπου i' είναι ο ΕΒΑ

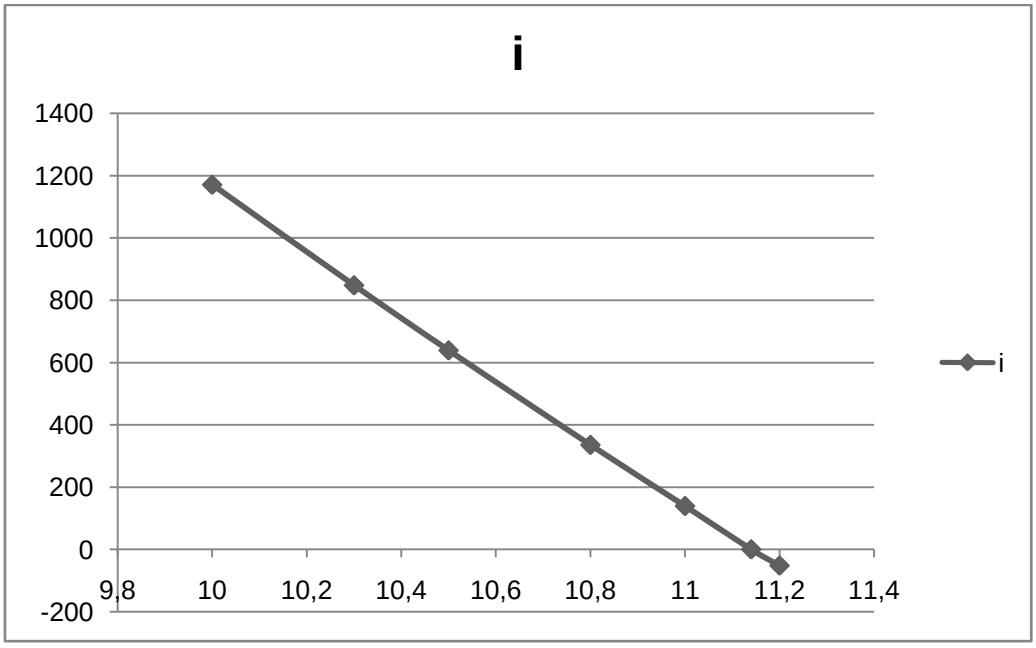
Μπορούμε να κάνουμε αυτόν τον υπολογισμό ή με δοκιμές σε διάφορες τιμές δεικτών ώστε με προσέγγιση να πλησιάσουμε ικανοποιητικά την τιμή του ΕΒΑ ή να χρησιμοποιήσουμε τις έτοιμες συναρτήσεις (IRR) του EXCEL.

Προτιμήσαμε το EXCELγια μεγαλύτερη ακρίβεια. Το πρόγραμμα μας υπολόγισε για τα παραπάνω στοιχεία τον **ΕΒΑ=11%.**

Με την βοήθεια του προγράμματος EXCEL για διάφορες τιμές του κόστους ευκαιρίας i, υπολογίσαμε τις αντίστοιχες τιμές NPV και από τον τύπο (1) υπολογίσαμε τις αντίστοιχες ΔPW. Τις τιμές τις παραθέτουμε στον πίνακα 3, με την βοήθεια του οποίου κάνουμε την παρακάτω γραφική παράσταση στην Εικόνα 9.

Πίνακας 3. Τιμές των ΔPW (πρώτη στήλη), που προκύπτουν από τις αντίστοιχες τιμές του κόστους ευκαιρίας i (δεύτερη στήλη), με την βοήθεια του EXCEL.

ΔPW	i
1171,000	10,00%
847,830	10,30%
638,954	10,50%
335,377	10,80%
139,247	11,00%
0,000	11,14%
-52,060	11,20%



Εικόνα 9 Η σχέση του ΔPW με το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου

Βλέπουμε ότι ο μηδενισμός της ΔPW γίνεται στο i=11,14% , η καλύτερη και πλησιέστερη λοιπόν προσέγγιση είναι το 11%. Έτσι ορίζουμε τον ΕΒΑ(i')=11%

Παρατηρούμε λοιπόν ότι ο ΕΒΑ(i')=11% δηλαδή μεγαλύτερος του κόστους ευκαιρίας του κεφαλαίου(i)=10% που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό της παρούσας αξίας.

Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι η χρήση της γεωθερμίας αποτελεί πιο συμφέρουσα λύση για την θέρμανση της κατοικίας, που χρησιμοποιήσαμε στην εφαρμογή από ότι η χρήση της συμβατικής μεθόδου με πετρέλαιο.

Χρόνος απόσβεσης.

Το χρόνο απόσβεσης μπορούμε να τον υπολογίσουμε ως εξής

Έστω αρχικό κόστος γεωθερμικού συστήματος p=13125€

Από την εξοικονόμηση ενέργειας γεωθερμικού συστήματος σε σχέση με συμβατικός σύστημα θέρμανσης έχουμε κέρδος 1675€/έτος

θέλουμε (13125/1675=7,8 έτη) για να κάνουμε απόσβεση.

Αν πάλι ληφθεί υπόψη ότι ακόμη και αν δεν χρησιμοποιήσουμε το γεωθερμικό σύστημα θέρμανσης θα χρησιμοποιούσαμε το συμβατικό, αυτό σημαίνει ότι με δεδομένο ότι το κόστος του συμβατικού συστήματος είναι (6500+2000) = 8500€ , τότε το ουσιαστικό επιπλέον κόστος που θα πληρώσουμε με την εφαρμογή της γεωθερμίας είναι 13125 - 8500 = 4625

Σ' αυτή την περίπτωση η απόσβεση του επιπλέον κόστους του γεωθερμικού συστήματος θα γίνει σε **(4625/1675) = 2,7έτη.**

5. ΚΙΝΗΤΡΑ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑ ΧΟΡΗΓΙΩΝ

Οι γεωθερμικές αντλίες επιχορηγούνται με βάση το «Σχέδιο Χορηγιών για εξοικονόμηση ενέργειας και ενθάρρυνσης της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας»

Για φυσικά πρόσωπα και φορείς που δεν ασκούν οικονομική δραστηριότητα , δίνεται επιχορήγηση ύψους 40% επί του επιλέξιμου προϋπολογισμού με μέγιστο ποσό χορηγίας τα 40000 ευρώ.

Επιλέξιμες δαπάνες είναι όλα τα αναγκαία μέρη / εξοπλισμός του συστήματος που χρειάζονται για τη μετατροπή της Γεωθερμικής Ενέργειας στην αναγκαία μορφή , έτσι ώστε να μπορεί να αντικαταστήσει τη συμβατική πηγή ενέργειας . Στις επιλέξιμες δαπάνες του συστήματος συμπεριλαμβάνεται εκτός από τον απαραίτητο εξοπλισμό και το κόστος της τεχνικοοικονομικής μελέτης , η οποία είναι απαραίτητο να υποβληθεί μαζί με την αίτηση. Ενδεικτικά περιλαμβάνονται:

1. Το κόστος της αντλίας θερμότητας

2. Το κόστος των γεωτρήσεων , της θωράκισης και του γεμίσματος τους
3. Το κόστος των διασωληνώσεων, του γεωεναλλάκτη, των αντλιών , των οργάνων ελέγχου από το έδαφος μέχρι και την αντλία θερμότητας
4. Το εργατικό κόστος για εγκατάσταση των πιο πάνω, και το κόστος της ενεργειακής/ τεχνοοικονομικής μελέτης.

6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ

Με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας , δεν απαιτείται κατανάλωση ορυκτών καυσίμων . Το περιβαλλοντικό όφελος από τη χρήση ΓΑΘ προκύπτει από την εξοικονόμηση ενέργειας και κατ' επέκταση τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα γεωθερμικά συστήματα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά συστήματα.

Στον Πίνακα 4, φαίνονται οι εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε g/kwh παραγόμενης ενέργειας)

Πίνακας 4. Εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε g/kwh παραγόμενης ενέργειας)

Μορφή ενέργειας	CO_2	NO_X	SO_X
Άνθρακας	1.042	4,4	11,8
Πετρέλαιο	839	12,4	1.6
Φυσικό αέριο	453	1,4	0,0
Γεωθερμία*	95	0,3	0,1

*μέση τιμή

Τα στοιχεία του Πίνακα 4, προέρχονται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (www.cres.gr)

7. ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ

Σε ότι αφορά την ανάπτυξη των ΑΠΕ έχουν διατυπωθεί δύο σενάρια πρόβλεψης. Το πρώτο, αναφέρεται ως «Σενάριο Αναφοράς (ReferenceScenario)» και το δεύτερο ως «Εναλλακτικό Σενάριο Πολιτικής (AlternativePolicyScenario)». Το Σενάριο Αναφοράς, βασίζεται στην εκτίμηση ότι δεν θα αλλάξουν οι σημερινές κυβερνητικές πολιτικές στον τομέα της ενέργειας και δεν θα υπάρξουν σημαντικά άλματα στην τεχνολογία.

Προσδιορίζει ως εκ τούτου ότι οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας θα έχουν έναν ετήσιο ρυθμό αύξησης περίπου 1,8%, και από 1.425 Mtoe το 2003 θα ανέλθουν σε 2.300 Mtoe το 2030, δηλαδή μία συνολική αύξηση μεγαλύτερη από 60% (IEAFactsheet 2006).

Συντηρητικό σενάριο πρόβλεψης για την εξέλιξη των ΑΠΕ έως το 2030 [Πηγή: InternationalEnergyAgency (IEA)]

Σύμφωνα με το σενάριο αναφοράς, το μερίδιο των ΑΠΕ στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας θα παραμείνει αμετάβλητο, περίπου 14%.

Η παραδοσιακή βιομάζα που μετέχει σήμερα κατά 7% στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας, θα μειωθεί καθώς οι ανεπτυγμένες χώρες θα στραφούν προς τις μοντέρνες (σύγχρονες) μορφές ΑΠΕ.

Η γεωθερμική, ηλιακή και αιολική ενέργεια θα αυξηθούν ραγδαία κατά6,2% το χρόνο, αλλά εξαιτίας της πολύ χαμηλής συμμετοχής που είχαν (0,5% το 2003), θα εξακολουθήσουν να έχουν τη μικρότερη συμμετοχή στις ΑΠΕ το 2030, με μερίδιο που θα φτάνει μόλις στο 1,7% της παγκόσμιας παραγόμενης ενέργειας.

Σενάρια πρόβλεψης των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Η Ελληνική Πολιτεία έχει αναπτύξει τρία σενάρια πρόβλεψης για την ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Βασικό σενάριο

Μετά την ολοκλήρωση όλων των προγραμματισμένων έργων για την ενίσχυση των δικτύων και στη βάση του οικονομικού δυναμικού των ΑΠΕ και του επενδυτικού ενδιαφέροντος και των ρεαλιστικών εκτιμήσεων που αναφέρθηκαν, μπορεί να γίνει εκτίμηση των δυνατοτήτων διείσδυσης κατά το έτος 2010 .

Στην περίπτωση κατά την οποία υλοποιηθούν όλες οι επενδύσεις θα προσεγγισθεί ικανοποιητικά ο στόχος της Οδηγίας.

Σε συνοπτική βάση οι προϋποθέσεις επίτευξης του ανωτέρω σεναρίου, το οποίο προσεγγίζει ικανοποιητικά το στόχο για το 2010, όπως έχουν αναφερθεί είναι οι ακόλουθες:

• Να προχωρήσει απρόσκοπτα η υλοποίηση των επενδύσεων που έχουν λάβει άδεια εγκατάστασης. Η υπόθεση αυτή είναι ρεαλιστική δεδομένου ότι τα έργα αυτά είναι ώριμα, έχουν ολοκληρώσει την αδειοδοτική διαδικασία, έχουν εξασφαλισμένη πρόσβαση στο δίκτυο και άρα είναι χρηματοδοτήσιμα.

• Να ολοκληρωθούν τα εκτεταμένα έργα ενίσχυσης των δικτύων στις περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης, της Νοτιοανατολικής Πελοποννήσου και της Εύβοιας.

Η υπόθεση είναι επίσης ρεαλιστική δεδομένης της προόδου των έργων αυτών.

• Να συνεχιστεί και να βελτιωθεί η τάση υλοποίησης επενδύσεων ΑΠΕ της τελευταίας διετίας, σε περιοχές πέραν από αυτές όπου εκτελούνται τα έργα ενίσχυσης των δικτύων.

Συντηρητικό σενάριο

Οι τρεις προϋποθέσεις του βασικού σεναρίου της παραγράφου σηματοδοτούν ταυτόχρονα και τους κινδύνους που μπορεί να προκαλέσουν εκτροπή από την πορεία προσέγγισης του στόχου που εκφράζεται από το εν λόγω σενάριο και στους οποίους έχει εστιάσει την προσοχή της η Ελληνική Πολιτεία.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι αν:

• περιοριστεί στο 85% το ποσοστό υλοποίησης των έργων που διαθέτουν ήδη άδεια εγκατάστασης

• δεν εγκατασταθούν τα πρόσθετα αιολικά πάρκα στη νότια Εύβοια και τα νησιά

• περιοριστεί στο 65% του προσδοκώμενου ο ρυθμός ανάπτυξης στη υπόλοιπη Ελλάδα (δηλ. εγκατασταθεί τελικά το 20% των έργων που σήμερα διαθέτουν άδεια παραγωγής), τότε το ποσοστό συμμετοχής της ανανεώσιμης ενέργειας στην ακαθάριστη ηλεκτρική κατανάλωση (νοείται ως η μέση εθνική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβανομένης της αυτοπαραγωγής συν τις εισαγωγές μείον τις εξαγωγές) θα προσεγγίσει το 15%

Αισιόδοξο σενάριο με πρόσθετα μέτρα

Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι η επίτευξη του στόχου 20,1% στην ηλεκτροπαραγωγή

απαιτεί πρόσθετα μέτρα και πολιτικές. Με βάση την παραδοχή αυτή, οι πρόσθετες δράσεις που έχουν αναληφθεί ή θα αναληφθούν στο άμεσο μέλλον μπορεί να διακριθούν σε Θεσμικά μέτρα πολιτικής και σε Τεχνολογικές-Εμπορικές παρεμβάσεις.

Όσον αφορά τα θεσμικά μέτρα πολιτικής, εξετάζονται-δρομολογούνται τα ακόλουθα:

• Προώθηση και ενίσχυση των υβριδικών συστημάτων στα νησιά, που θα οδηγήσει στην αυξημένη διείσδυση ΑΠΕ σε περιοχές με πλούσιο αιολικό δυναμικό το οποίο, όπως έχει αναφερθεί, δεν αξιοποιείται σήμερα.

• Προοπτική ανάπτυξης της αγοράς φωτοβολταϊκών μέσω των εξεταζόμενων ρυθμίσεων ενίσχυσης.

• Εισαγωγή της δυνατότητας χρήσης της παράκτιας ζώνης και της θάλασσας για εγκατάσταση ΑΠΕ ώστε να είναι εφικτή η δημιουργία θαλάσσιων αιολικών πάρκων που σήμερα απαγορεύεται με βάση το άρθρο 14 του Ν. 2971/2001 "Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις" (ΦΕΚ Α' 285). Το γεγονός αυτό θα επιτρέψει τη διερεύνηση περιοχών από επενδυτές που σήμερα δεν έχουν δυνατότητα ουσιαστικής δραστηριοποίησης λόγω της ανωτέρω απαγόρευσης.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία από την οικονομοτεχνική μελέτη (υπολογισμό ΕΒΑ=11%) μεγαλύτερο του κόστους ευκαιρίας του κεφαλαίου, που είναι 10% , προέκυψε ότι η εγκατάσταση γεωθερμικού συστήματος (ΓΑΘ) για θέρμανση και ψύξη κατοικίας, είναι οικονομικά πιο συμφέρουσα, σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης με πετρέλαιο και ψύξης με κλιματιστικά.

Προέκυψε χρόνος απόσβεσης του γεωθερμικού συστήματος στα 7,8 χρόνια. Λόγω όμως της κρατικής επιδότησης αυτός ο χρόνος είναι πολύ μικρότερος, συγκεκριμένα 2,7 χρόνια.

Δεν επηρεάζεται η οικονομική κατάσταση του καταναλωτή από τις αυξήσεις της τιμής του πετρελαίου.

Υπάρχει περιβαλλοντικό όφελος με την χρήση ΓΑΘ γιατί μειώνεται σε πάρα πολύ μεγάλο βαθμό η εκπομπή CO_2και άλλων επιβλαβών αερίων.

Η εγκατάσταση ΓΑΘ εμφανίζει μηδαμινό αισθητικό και ηχητικό αντίκτυπο στο κτήριο.

Τα παραπάνω συμπεράσματα δείχνουν , ότι ο καταναλωτής θα έχει σημαντικό όφελος αν θερμάνει και ψύξει την κατοικία του , με γεωθερμικό σύστημα σε σχέση με την χρήση λέβητα πετρελαίου και κλιματιστικό.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δούνιας Γ. και Μουστάκης Β. (1999). Μεθοδολογίες Λήψης Οικονομοτεχνικών Αποφάσεων. Χίος: Εκδόσεις Πυξίδα
2. Φύτικας, Ανδρίτσος. Γεωθερμία
3. Γεωθερμία και γεωθερμική ενέργεια, καθηγητής Θ.Μαρκόπουλος
4. Χρήση γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας. (karytsas et.al.2003)

10. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ

1. Τεχνολογίες αξιοποιήσεως γεωθερμικών πηγών χαμηλής ενθαλπίας.(Πανεπιστήμιο Κρήτης.) Αρβανιτίδης Χρήστος
2. Εφαρμογές γεωθερμίας χαμηλής και μέσης ενθαλπίας . Δυνατότητα στην Ελλάδα. (Πανεπιστήμιο Κρήτης.) Ιεροδιακόνου Κωνσταντίνος, Παπαδάκη Ζωγραφιά, Πατέλη Άννα

11. ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

1. EuropeanGeothermalEnergyCouncil, www.egec.org
2. European Heat Pump Association (ΕΗΠΑ), www.ehpa.org
3. GEOTHERMMAPCY,www.cut.ac.cy/geothermapcy
4. ProjectGroundReach, Οι Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας www.groundreach.eu
5. Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, ΙΓΜΕ,www.igme.gr
6. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, www.cres.gr
7. Υπουργείο Ανάπτυξης, Ελλάδα, Περιβαλλοντικός Οδηγός Γεωθερμίας www.ypan.gr
8. National Renewable Energy Laboratory, www.nrel.gov
9. Διαδικτυακή Πύλη για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: www.aenaon.net
10. Ελληνική Εταιρεία Εξοικονόμησης Ενέργειας: www.eeee.gr
11. Bonair, Ενεργειακές Μελέτες και Έργα: http://www.bonair.gr/ http://www.bonair.gr/data/
12. Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας:
13. Λογισμικό Πρόβλεψης Παραγωγής Ενέργειας από Α/Γ: http://www.wasp.dk/Download/PowerCurves.html
14. Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας, Εφαρμογές : http://www.geoexchange.gr/faq.php
15. International Geothermal Association: http://www.geothermal-energy.org/319,___.htmlttp://www.eletaen.gr/
16. Υπολογιστικά εργαλεία και Βασικές Εφαρμογές για Τεχνικές Εφαρμογές : http://www.engineeringtoolbox.com/
17. Λέβητες Βιομάζας: http://www.nsamaras.gr/0010000001