



ΤΕΙ Πειραιά

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα: Μελέτη και Σχεδιασμός υπό κλίμακα ομοιώματος συστήματος θέρμανσης θερμοκηπίου και φωτοβολταϊκού - ενεργειακής υποστήριξής του με εναλλακτική πηγή ενέργειας γεωθερμίας

Χρονόπουλος Ευθύμιος



Επιβλέπων καθηγητής:

Παναγιώτης Σινιόρος

Μέλη:

Βασίλειος Νικολής

Πειραιάς, Απρίλιος 2013

Ευχαριστίες

Κατ' αρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας τον κο. Π. Σινιόρο για την καθοδήγηση, την βοήθεια και τις γνώσεις που μου προσέφερε.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κο. Νικολή για το ενδιαφέρον που έδειξε και που αξιολόγησε την προσπάθειά μου.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ χρωστώ στην οικογένειά μου για τη στήριξη καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και κυρίως κατά την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας δείχνοντας κατανόηση και υπομονή.

Επίσης ευχαριστώ θερμά το φιλικό μου περιβάλλον και τα αγαπημένα μου πρόσωπα τα οποία μου συμπαραστέκονται ηθικά.

Περίληψη

Η εξάντληση των συμβατικών μη ανανεώσιμων καυσίμων, καθώς και η αυξανόμενη επιβάρυνση του περιβάλλοντος, ανάγκασε στην αναζήτηση της απαραίτητης ενέργειας. Η διέξοδος από την ενεργειακή κρίση ήρθε με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), όπως είναι η ηλιακή η αιολική ενέργεια, τα υδροηλεκτρικά, η βιομάζα και η γεωθερμία. Λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν οι ΑΠΕ, μπορούν να τονώσουν την οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας. Η χρήση τους ενδείκνυται για οικιακούς χώρους, ξενοδοχειακές επιχειρήσεις, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, κτηνοτροφικές μονάδες, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες κ.ά.

Στόχος αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση ενός θερμοκηπίου το οποίο θα είναι ανεξάρτητο από τις συμβατικές μορφές ενέργειας και αυτό διότι οι ισχύουσες υψηλές τιμές των συμβατικών καυσίμων, που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των θερμοκηπίων, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. Έτσι η θέρμανση του θερμοκηπίου δεν γίνεται πλέον με τη χρήση καυστήρα πετρελαίου αλλά με γεωθερμία. Η τροφοδότηση των πηγών με ενέργεια, δεν γίνεται μέσω της ΔΕΗ ύστερα από την καύση ορυκτού πλούτου, αλλά με φωτοβολταϊκά πάνελ που έχουνε εγκατασταθεί περιμετρικά του θερμοκηπίου.

Σκοπός της μακέτας που δημιουργήσαμε ήταν να παντρέψουμε τα οφέλη της ηλιακής ενέργειας με αυτά της γεωθερμικής κάτι που μπορεί να έχει άπειρες εφαρμογές στην καθημερινότητα μας.

Συμπεραίνουμε ότι οι Α.Π.Ε είναι πλήρως φιλικές προς το περιβάλλον, προσφέρουν οικονομία χωρίς να έχουν τίποτα να ζηλέψουν από την απόδοσή ενός συμβατικού συστήματος. Έτσι, λοιπόν, είναι σαφές ότι, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας δεν μπορούν να μείνουν ανεκμετάλλευτες.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Περιεχόμενα.....	4
1. Εισαγωγή.....	7
2. Γεωθερμία.....	10
2.1. Εισαγωγή.....	10
2.2. Αρχή λειτουργίας.....	11
2.2.1. Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας νερού.....	13
2.2.2. Γεωθερμική αντλία θερμότητας.....	17
2.2.3. Εσωτερικό σύστημα διανομής στο κτίριο.....	21
2.3. Σύνομο Ιστορικό.....	22
2.4. Εφαρμογές Γεωθερμίας.....	24
2.4.1 Εφαρμογές στο εξωτερικό.....	27
2.4.2 Εφαρμογές στην Ελλάδα.....	27
2.5. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.....	29
2.6. Εγκατάσταση γεωθερμίας.....	32
2.7. Κόστος.....	33
2.8. Συμπεράσματα.....	34
3. Φωτοβολταϊκά.....	35
3.1. Εισαγωγή.....	35
3.2. Αρχή λειτουργίας.....	37
3.2.1 Φωτοβολταϊκή γεννήτρια ή φωτοβολταϊκό πλαίσιο.....	39
3.2.2 Μπαταρίες.....	43
3.2.3 Ρυθμιστής φόρτισης.....	45
3.2.4 Μετατροπέας τάσεως dc (12v/24v/48v/) inverter.....	46

3.2.5 Καλώδια σύνδεσης.....	48
3.3. Σύντομο Ιστορικό.....	50
3.4. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.....	51
3.5. Κόστος	54
3.6. Εφαρμογές Φωτοβολταϊκών.....	56
3.6.1. Εφαρμογές στο εξωτερικό.....	56
3.6.2. Εφαρμογές στην Ελλάδα.....	57
3.7. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.....	60
3.8. Συμπεράσματα	67
4. Εκπόνηση μελέτης θερμοκηπίου	68
4.1. Εισαγωγή.....	68
4.2. Διάγραμμα Τροφοδότησης Ηλεκτρικής Ενέργειας του θερμοκηπίου.....	70
4.3. Κόστος θερμοκηπίου.....	71
4.4. Υπολογισμός αναγκών θέρμανσης - ψύξης θερμοκηπίου.....	72
4.5. Ανάλυση χώρου θερμοκηπίου	75
4.6. Μελέτη και υπολογισμός καταναλώσεων	76
4.7. Περιγραφή εξοπλισμού.....	79
4.7.1. Εισαγωγή.....	79
4.7.2. Γεωθερμική αντλία θερμότητας.....	79
4.7.3. Ηλιακά πλαίσια πολυκρυσταλλικού τύπου	81
4.7.4. Μετατροπέας τάσεως	83
4.7.5. Ρυθμιστής φόρτισης.....	84
4.7.6. Μπαταρίες	86
4.7.7. Γεννήτρια.....	87
4.7.8. Σωλήνες PEX-b RETIFLEX	89
4.8. Τεχνοοικονομική συγκριτική ανάλυση ανανεώσιμων και συμβατικών καυσίμων	90
4.9. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο ομοίωμα θερμοκηπίου	95

4.10.	Παρουσίαση ομοιώματος θερμοκηπίου.....	96
4.11.	Φωτογραφίες	97
5.	Συμπεράσματα	101
6.	Βιβλιογραφία.....	103

1. Εισαγωγή

Η ενέργεια είναι σε τέτοιο βαθμό συνυφασμένη με την καθημερινή μας δραστηριότητα που μόνο η έλλειψή της μας δείχνει την σπουδαιότητά και την αναγκαιότητά της.

Βέβαια, σε όλες της γνωστές μας μορφές ορυκτού πλούτου (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και σε όλες της τις φάσεις (παραγωγή, μεταφορά, τελική χρήση, απόρριψη) αποτελεί σημαντική πηγή περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Το 90% των ανθρωπογενών εκπομπών SO₂, NO_x και CO₂, προέρχεται από την παραγωγή και χρήση της ενέργειας. Στο τέλος του εικοστού αιώνα κανείς δεν μπορούσε να αντιληφθεί το μέγεθος των περιβαλλοντικών προβλημάτων, των κλιματικών μεταβολών και των διαταραχών στις ισορροπίες των οικοσυστημάτων του πλανήτη μας, που θα βιώναμε σήμερα. Λόγω της συνεχόμενης αύξησης της παραγωγής και των απαιτήσεων διαβίωσης του πληθυσμού, ο ρυθμός επιβάρυνσης από την ανθρώπινη δραστηριότητα αυξήθηκε ραγδαία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την υπερεκμετάλλευση και εξάντληση των φυσικών πόρων χωρίς κανένα μέτρο, με μοναδικό κριτήριο την τεχνολογική πρόοδο.

Οι καταστροφικές προοπτικές για το περιβάλλον από τις συμβατικές μορφές ενέργειας, αλλά και η εξάντληση των πηγών τους, οδήγησε τον σύγχρονο άνθρωπο στην **αναζήτηση νέων μορφών ενέργειας**. Οι κυβερνήσεις πλέον αναγκάζονται να προχωρήσουν σε συμφωνίες με στόχο την εφαρμογή μιας αυστηρότερης, συνολικής περιβαλλοντικής πολιτικής. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος η προσοχή στρέφεται προς τις **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)**.

Οι **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας** είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως ο ήλιος, ο άνεμος, η γεωθερμία και άλλες. Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Οι λόγοι που ο άνθρωπος σήμερα στρέφεται σε αυτές είναι πολλοί. Κατ' αρχήν είναι φιλικές προς το περιβάλλον με μηδενικές εκπομπές ρύπων. Τα αποθέματά τους είναι ανεξάντλητα σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον δεν απαιτούν κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση όπως με

τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά ο εξοπλισμός τους είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής. Τέλος εξίσου σημαντικός παράγοντας είναι και η ξέφρενη κούρσα της τιμής του πετρελαίου τα τελευταία χρόνια, ενώ η δημιουργία ανανεώσιμων ενεργειακών εφαρμογών συμβάλει στην ενεργειακή αυτάρκεια κάθε χώρας.

Φυσικά οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας διαφέρουν, κάθε μία προσφέρει τα δικά της πλεονεκτήματα και χρησιμοποιείται για διαφορετικούς σκοπούς. Συγκεκριμένα, όταν μιλάμε για ηλιακή ενέργεια εννοούμε την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία πάνω στη Γή η οποία μπορεί να καλύπτει κατά χιλιάδες φορές τις παγκόσμιες απαιτήσεις σε ενέργεια. Ένας τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι με τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος, ακόμα και σε χώρες όπου το κλίμα δεν είναι ιδιαίτερα θερμό, βέβαια η απόδοσή τους είναι μεγαλύτερη σε θερμά κλίματα με ηλιόλουστο καιρό.

Η γεωθερμία είναι και αυτή μία από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Με τον όρο γεωθερμία εννοούμε τη θερμική ενέργεια της γης η οποία πηγάζει από το εσωτερικό της και η εκμετάλλευσή της είναι εξαιρετικά συμφέρουσα. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της ενέργειας είναι ότι έχει σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο και μάλιστα τέτοια που είναι κοντά στη θερμοκρασία χώρου που επιθυμεί ο άνθρωπος, είτε κατά τη θέρμανση είτε κατά την ψύξη. Για την εκμετάλλευσή της χρειάζεται απλά η άντληση της ενέργειας από τη γη και η μεταφορά της μέσα στο κτίριο. Τα γεωθερμικά συστήματα εφαρμόζονται τόσο για θέρμανση - ψύξη χώρων σε κατοικίες, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία, εμπορικά κτίρια, όσο και σε ειδικές εφαρμογές, όπως στην παραγωγή, σε θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες κ.ά. , με θεαματική εξοικονόμηση ενέργειας, σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο αντίστοιχο συμβατικό σύστημα.

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό, την υλοποίηση και την προσαρμογή ενός κοινού θερμοκηπίου ώστε να χρησιμοποιεί μερικές από τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, με σκοπό την μείωση των λειτουργικών του αναγκών, μελετήθηκε και υλοποιήθηκε η πλήρης απεξάρτηση του από τις συμβατικές πηγές ενέργειας όπως είναι ο ηλεκτρισμός από την ΔΕΗ και το πετρέλαιο. Έτσι η εργασία αυτή αξιοποιεί τις δυνατότητες των νέων μορφών ενέργειας, ώστε να βελτιώσει τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου αλλά και να μειώσει σημαντικά το μελλοντικό κόστος του.

Η βιβλιογραφική εργασία, η έρευνα και η μακέτα που υλοποιήθηκαν όλο αυτό το διάστημα είναι διαθέσιμα στο Τμήμα ώστε να αξιοποιηθούν από φοιτητές σαν περιβάλλον για διδασκαλία, βάση για περαιτέρω ανάπτυξη ή πηγή ιδεών.

Η παραπάνω προσπάθεια συνοψίστηκε σε πέντε κεφάλαια, τα οποία περιλαμβάνουν τόσο το θεωρητικό υπόβαθρο όσο και το ερευνητικό, καθώς επίσης και την υλοποίηση ενός υπό κλίμακα ομοιώματος θερμοκηπίου.

Κεφάλαιο 1: Η εισαγωγή στις ΑΠΕ και οι λόγοι που μας οδήγησαν σε αυτές.

Κεφάλαιο 2: Ανάλυση της γεωθερμικής ενέργειας, παρουσίαση διάφορων εφαρμογών της στο εξωτερικό και στην Ελλάδα και ο τρόπος χρήσης αυτής σε διάφορες εφαρμογές.

Κεφάλαιο 3: Ανάλυση της ηλιακής ενέργειας, παρουσίαση διάφορων εφαρμογών της στο εξωτερικό και στην Ελλάδα και ο τρόπος χρήσης αυτής σε διάφορες εφαρμογές.

Κεφάλαιο 4: Παρουσίαση της μακέτας και εκπόνηση της μελέτης σε διαστάσεις πραγματικού θερμοκηπίου. Πάντρεμα των φωτοβολταϊκών με την γεωθερμική ενέργεια για την λειτουργία του και τέλος, τεχνοοικονομική συγκριτική ανάλυση ανανεώσιμων και συμβατικών καυσίμων.

Κεφάλαιο 5: Συνολικά συμπεράσματα.

2. Γεωθερμία

2.1. Εισαγωγή

Η εξέλιξη της ανθρωπότητας είναι στενά συνδεδεμένη με τη χρήση της ενέργειας. Πιθανότατα πριν από 500.000 χρόνια ο άνθρωπος έμαθε να χειρίζεται τη φωτιά για το μαγείρεμα, τη θέρμανση και το φωτισμό. Υπολογίζεται ότι το 5.000 π.Χ. στον Νείλο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η αιολική ενέργεια για την κίνηση των πλοίων, ενώ το 4.000π.Χ χρησιμοποιήθηκαν νερόμυλοι στην Ελλάδα για την άλεση των δημητριακών. Όσον αφορά τον άνθρακα αναφέρεται ήδη από το 3.000 π.Χ. στην Κίνα αλλά η εκτεταμένη εξόρυξή του απέκτησε διεθνή διάσταση στα μέσα του 17^{ου} αιώνα. Ο 20^{ος} αιώνας με την ανακάλυψη του πετρελαίου και τον πρώτο πυρηνικό αντιδραστήρα χαρακτηρίζεται από μία τρομακτική αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Η εποχή όμως, που η προμήθεια ενέργειας δεν φαίνεται να συνιστά πρόβλημα, έχει περάσει. Πλέον οι τρέχουσες πηγές ενέργειας δεν είναι άφθονες και η παγκόσμια οικονομία είναι στενά συνδεδεμένη με λίγες χώρες καθώς σε αυτές είναι συγκεντρωμένα τα αποθέματα. Έτσι τα τελευταία χρόνια οι επιστήμονες αναζητούν νέες πηγές ενέργειας οι οποίες να είναι ανεξάντλητες και ανεξάρτητες. Για αυτό και στρέφουν την προσοχή τους στη γεωθερμία.

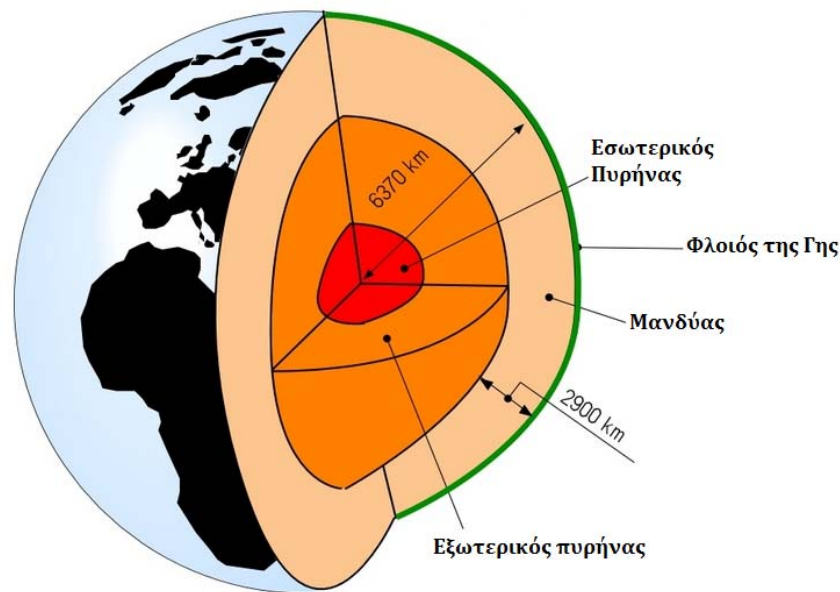
Η ιστορία της Γεωθερμίας (Geothermal energy) είναι συναρπαστική. Ήδη από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα είχε ξεκινήσει η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχόμενου των γεωθερμικών ρευστών. Σήμερα η αξιοποίηση αυτής της μορφής ενέργειας είναι ακόμα σε νηπιακό επίπεδο και ο αριθμός των υποστηρικτών της δεν αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς λόγω του κόστους εγκατάστασης της, κάτι που αναμένεται να ανατραπεί στο εγγύς μέλλον με τις καινοτομίες που εισάγονται.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξηγήσουμε την έννοια της γεωθερμίας, τους τρόπους εκμετάλλευσής της και θα παρουσιάσουμε μερικές εφαρμογές της στη σημερινή εποχή. Επίσης θα δούμε τα πλεονεκτήματα που προσφέρει σε διάφορους τομείς όπως τον οικονομικό, το περιβαλλοντολογικό και της ανάπτυξης, αλλά και μερικά μειονεκτήματα τα οποία μέσω της έρευνας προσπαθούν να αντιμετωπιστούν. Τέλος, θα αναφερθούμε στο κόστος και πως αυτό επηρεάζει της εκμετάλλευσή της.

2.2. Αρχή λειτουργίας

Σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ο ορισμός της **γεωθερμίας** είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.

Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Πιο συγκεκριμένα όπως προκύπτει από τα ηφαίστεια και από μετρήσεις σε γεωτρήσεις, το εσωτερικό της γης βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία, η οποία μεγαλώνει όσο αυξάνεται το βάθος της και στον πυρήνα υπερβαίνει τους 5000°C . Η θερμότητα που περιέχεται στο εσωτερικό της γης μπορεί να ανακτηθεί και να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο για διάφορες χρήσεις.



Εικόνα 1 – Θερμοκρασίες στις ζώνες της Γης

Όπως φαίνεται και στην εικόνα οι κατηγορίες με βάση τη θερμοκρασία της Γης ονομάζονται γεωθερμικά πεδία, και μπορούν να κυμανθούν από $200-1000^{\circ}\text{C}$ στον φλοιό της Γης και πιθανώς μέχρι $3500-5000^{\circ}\text{C}$ στο κέντρο της.

Σε κάποια μέρη της γης η γεωθερμική ενέργεια αναβλύζει στην επιφάνεια ως πίδακες ζεστού νερού, η χρήση των οποίων είναι ήδη γνωστή από τους αρχαίους

χρόνους και αποσκοπούσε κυρίως στη δημιουργία λουτρών και άλλων οικιακών χρήσεων.

Ενώ σε πολλά σημεία της χώρας μπορεί να υπάρχουν ισχυρές διακυμάνσεις στη θερμοκρασία αναλόγως της εποχής, από καύσωνα το καλοκαίρι σε θερμοκρασίες υπό του μηδενός τον χειμώνα, μερικά μόλις μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης το έδαφος παραμένει σε μια σχετικά σταθερή θερμοκρασία. Όπως σε μια σπηλιά, αυτή η θερμοκρασία εδάφους είναι θερμότερη από τον αέρα πάνω από το έδαφος κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ψυχρότερη από τον αέρα το καλοκαίρι. Σε εξάρτηση από το γεωγραφικό πλάτος, οι θερμοκρασίες εδάφους κυμαίνονται από 10°C σε 21°C., Εκμεταλλευόμενοι αυτό το γεγονός, αρκεί να ανταλλάξουμε τη θερμότητα της γης μέσω ενός μετατροπέα θερμότητας με τη θερμοκρασία του χώρου που επιθυμούμε να ζεστάνουμε ή να δροσίσουμε.

Σήμερα, η εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας από το εσωτερικό της γης γίνεται με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας η οποία επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή θέρμανσης και ψύξης. Αυτή η διαδικασία της ανακύκλωσης είναι τελείως φιλική με το περιβάλλον.

Έτσι η γεωθερμική ενέργεια ανήκει σε μια από τις πιο καθαρές, αξιόπιστες και **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)** η οποία είναι οικονομικά αποδοτική.

Ένα γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από τα εξής τρία κύρια μέρη, τα οποία θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε παρακάτω:

- **Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας νερού**
- **Γεωθερμική αντλία θερμότητας**
- **Εσωτερικό σύστημα διανομής στο κτίριο.**

Τέλος, και για να θεωρηθεί πλήρης η εγκατάσταση σημαντικό ρόλο παίζει και ο αυτοματισμός του συστήματος.

2.2.1. Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας νερού

Γεωθερμικός εναλλάκτης είναι ένα κλειστό σύστημα σωληνώσεων, το οποίο διαρρέεται από ένα ειδικό υγρό και τοποθετείται μέσα στο έδαφος. Για τον υπολογισμό των διαστάσεων του εναλλάκτη απαιτούνται κάποιοι υπολογισμοί:

- υπολογισμός απαιτούμενης ενέργειας θέρμανσης – ψύξης, ο οποίος γίνεται με κάποιες μεθόδους με την βοήθεια λογισμικού.

- επιλογή κατάλληλου σωλήνα, το πολυαιθυλένιο είναι το πιο διαδεδομένο από όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται για σωλήνωση του γεωθερμικού εναλλάκτη. Το πολυαιθυλένιο είναι υψηλής πυκνότητας κάτι το οποίο το καθιστά ανθεκτικό, αλλά ο σχεδιαστής πρέπει να επιλέξει την λεπτότερη δυνατόν σωλήνα για τον εναλλάκτη, ώστε να διευκολύνει την μετάδοση θερμότητας και την πιο χοντρή σωλήνα για τα μέρη του εναλλάκτη που βρίσκονται έξω από το έδαφος ως το σύστημα Θέρμανσης.

- επιλογή υγρών κυκλοφορίας, το νερό δεν είναι το καταλληλότερο υγρό για αυτές τις σωληνώσεις, επιλέγεται σε περιπτώσεις όπου η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει ζεστή. Σε περιοχές όπου η θερμοκρασία του εδάφους το χειμώνα είναι πολύ χαμηλή, η λύση είναι η προσθήκη αντιψυκτικού στο νερό.

Τα συστήματα γεωεναλλακτών πρακτικά δεν χρειάζονται συντήρηση. Με σωστή εγκατάσταση, ο γεωεναλλάκτης θα λειτουργήσει για πολλές δεκαετίες. Οι περιοδικοί έλεγχοι για σωστή λειτουργία είναι οι μόνη απαραίτητη συντήρηση.

Υπάρχουν οι εξής βασικές μέθοδοι εγκατάστασης του γεωθερμικού εναλλάκτη:

A. Γεωθερμικό σύστημα κλειστού βρόχου:

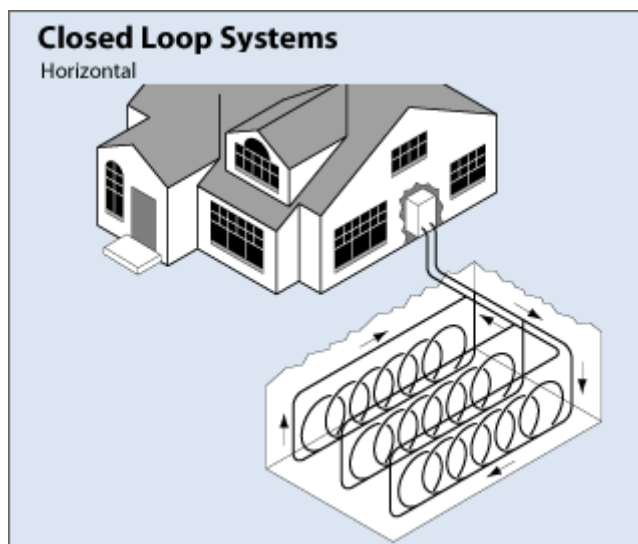
Στα συστήματα κλειστών βρόγχων, νερό ή μίγμα νερού με αντιψυκτικό περιβαλλοντικά ασφαλές, κυκλοφορούν μέσω ενός σωλήνα, απάγουν θερμότητα από ή απορρίπτουν θερμότητα στο περιβάλλον.

Δεν υπάρχει επαφή μεταξύ του υγρού που υπάρχει στους σωλήνες με αυτό του εδάφους, καθόσον το σύστημα είναι κλειστό.

Τα κλειστά κυκλώματα διακρίνονται σε οριζόντια και κατακόρυφα.

ι. Με οριζόντιο γεωθερμικό εναλλάκτη

Στην συγκεκριμένη κατηγορία ο γεωθερμικός εναλλάκτης τοποθετείται σε μικρό βάθος (περίπου 2m) σε μια ή περισσότερες στρώσεις σωληνώσεων, αφού έχει πραγματοποιηθεί ολοκληρωτική εκσκαφή του χώρου ή έχουν ανοιχτεί χαντάκια.



Εικόνα 2 – Σύστημα με οριζόντιο γεωθερμικό εναλλάκτη

Για αυτά τα συστήματα κατάλληλα είναι τα εδάφη που μπορούν να σκαφτούν σε μεγάλο εμβαδόν.

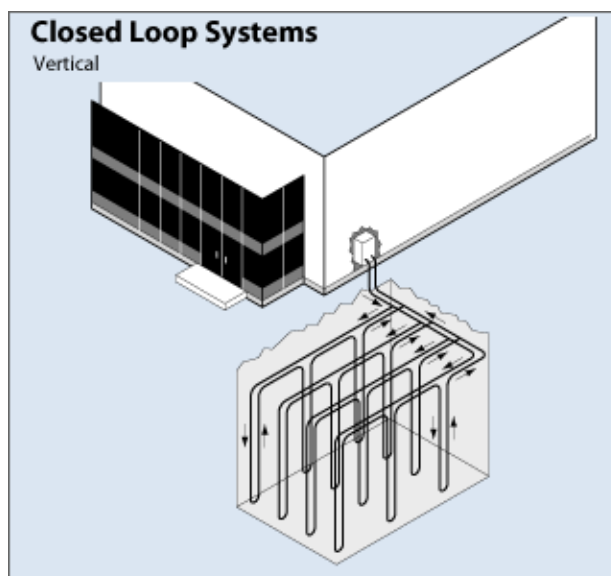


Εικόνα 3 – Φωτογραφία συστήματος με οριζόντιο γεωθερμικό εναλλάκτη

Παράδειγμα: Μονοκατοικία με θερμαινόμενη επιφάνεια 150 m²
Απαιτούμενη επιφάνεια εκσκαφής : 220 m² με 230 m²
Βάθος εκσκαφής : 1,2 m με 1,4 m
Απόδοση : 20 W/m² με 30 W/m²

ii. Με κατακόρυφο γεωθερμικό εναλλάκτη

Αντίθετα στα συστήματα με κατακόρυφο εναλλάκτη, για την εισαγωγή των σωλήνων πραγματοποιείται γεώτρηση σε μικρά σχετικά βάθη μέχρι τα 150 m.



Εικόνα 4 - Σύστημα με κατακόρυφο γεωθερμικό εναλλάκτη

Αυτό το σύστημα είναι κατάλληλο για όλα τα εδάφη, καθώς απαιτούνται μόνο γεωτρήσεις.



Εικόνα 5 - Φωτογραφία συστήματος με οριζόντιο γεωθερμικό εναλλάκτη

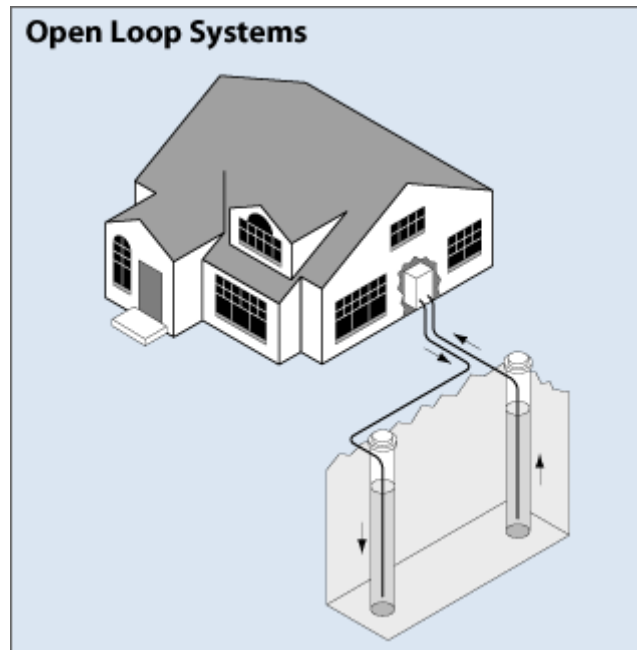
Παράδειγμα: Μονοκατοικία με θερμαινόμενη επιφάνεια 150 m²

Βάθος γεωτρήσεων : 120 m με 130 m

Απόδοση : 60 W/m² με 80 W/m².

B. Γεωθερμικό σύστημα ανοιχτού βρόχου

Χρησιμοποιείται νερό από το υπέδαφος, το οποίο διέρχεται από την αντλία θερμότητας όπου απορροφά ή αποδίδει θερμότητα και κατόπιν επανεισάγεται στη γη. Η απόρριψη του νερού μπορεί να γίνεται στην ίδια την πηγή προέλευσής του ή σε χαντάκια, μικρές λίμνες ή ρυάκια.



Εικόνα 6 - Σύστημα ανοικτού βρόχου

Ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα, καλής ποιότητας νερού και επαρκούς διαθέσιμης ποσότητας η οποία βρίσκεται σε βολικό βάθος άντλησης.

Ονομάζεται και σύστημα ανοιχτής γεώτρησης.

2.2.2. Γεωθερμική αντλία θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι η συσκευή που αντλεί θερμική ενέργεια από μια θερμή δεξαμενή (αναφέρεται ως πηγή) που βρίσκεται σε χαμηλή θερμοκρασία προς μια καταβόθρα (συνήθως αέρας ή νερό) που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία.

Επιλογές οι οποίες διαχωρίζουν τις Αντλίες Θερμότητας σε τεχνολογίες όπως:

- αέρα - νερού
- νερού - νερού και
- άμεσης εκτόνωσης, αέρα - αέρα

Οι αέριες μάζες (αντλίες θερμότητας αέρα – νερού) είναι η κατασκευαστικά πιο εύκολη λύση, αλλά η μεγάλη αστάθεια της θερμοκρασίας τους έχει ως συνέπεια το χαμηλό ετήσιο συντελεστή απόδοσης της Αντλίας Θερμότητας σε σύγκριση με τις Γεωθερμικές Αντλίες νερού (νερού - νερού). Επίσης, στις εγκαταστάσεις Αντλιών Θερμότητας άμεσης εκτόνωσης (αέρα - αέρα), ο αέρας με τη σύστασή του (υγρασία, σκόνη, οξυγόνο, όξινα συστατικά) προκαλεί αυξημένα έξοδα συντήρησης της εγκατάστασης, ενώ τα εξαρτήματα τροφοδοσίας αέρα επιβαρύνουν το κτίριο από πλευράς χώρου και αισθητικής. Εξάλλου, η δημιουργία πάγου στους ατμοποιητές το χειμώνα και η αδυναμία του περιβάλλοντα αέρα να απορροφά και να αποθηκεύει την απορριπτόμενη ψυκτική ή θερμική ενέργεια της εγκατάστασης δημιουργούν, επίσης, προβλήματα λειτουργίας και μειώνουν την απόδοση της Αντλίας Θερμότητας κατά τη διάρκεια ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων.

Το σημαντικότερο πρόβλημα στην αποδοτική χρήση Αντλιών Θερμότητας είναι η εξασφάλιση μιας πηγής θερμότητας, που να παρέχει θερμική ενέργεια με σταθερή ισχύ και σταθερή θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της.

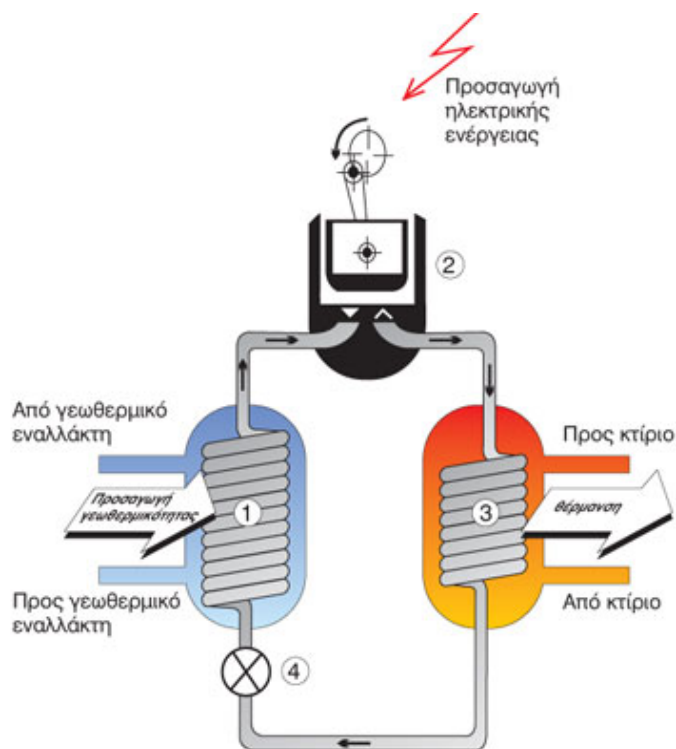
Για την εξασφάλιση της πηγής αυτής υπάρχουν για ένα κτίριο τέσσερις επιλογές:

- α) Οι αέριες μάζες που περιβάλλουν το κτίριο
- β) Οι τυχόν υπάρχουσες επιφανειακές υδάτινες μάζες
- γ) Οι τυχόν υπάρχουσες υπόγειες υδάτινες μάζες
- δ) Οι υπεδαφικές μάζες

Στις περιπτώσεις β, γ και δ χρησιμοποιείται νερό για τη μεταφορά της θερμότητας από την πηγή στην Αντλία Θερμότητας (νερού - νερού). Η συσκευή αυτή είναι σχεδιασμένη να δέχεται νερό αντί αέρα, έχει απλούστερη κατασκευή και εξάλλου, έναντι του αέρα, το νερό έχει σαφή πλεονεκτήματα ως φορέας θερμότητας, λόγω της μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας του και της σταθερής πυκνότητας του.

Το μειονέκτημα των υδάτινων μαζών είναι ότι σπάνια βρίσκονται διαθέσιμες στην άμεση γειτονία του κτιρίου σε ποσότητες επαρκείς για να παρέχουν την απαιτούμενη θερμική ενέργεια. Ιδιαίτερα το επιφανειακό νερό (περίπτωση β) στην Ελλάδα βρίσκεται, εξαιρετικά σπάνια, με επαρκείς παροχές κοντά σε κτίρια και μόνο όταν αυτά είναι κτισμένα πολύ κοντά στην ακτογραμμή ή στις όχθες μιας λίμνης, μπορούν να προμηθεύονται θερμική και ψυκτική ενέργεια από το θαλασσινό ή λιμναίο νερό. Όμως, τα επιφανειακά νερά υπόκεινται, κατά τη διάρκεια του έτους, σε διακυμάνσεις της θερμοκρασίας τους, ενώ επιπλέον το θαλασσινό νερό, λόγω της αλμυρότητας του, απαιτεί δαπανηρούς εναλλάκτες θερμότητας, ανθεκτικούς στη διαβρωτική επίδραση των αλάτων.

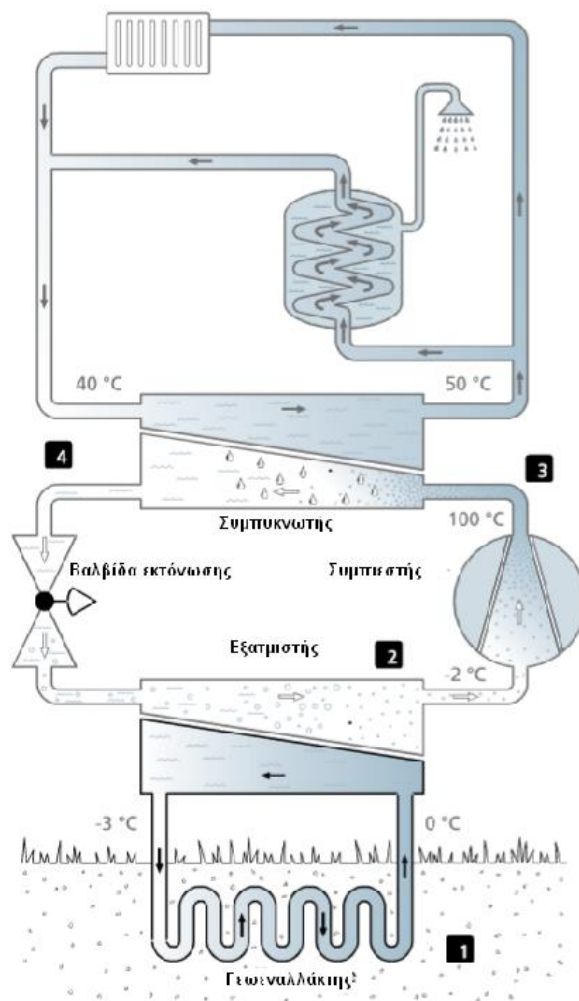
Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είτε αντλούν το νερό από το υπέδαφος (σύστημα με γεώτρηση) είτε ανακυκλοφορούν το νερό μέσα από σωλήνες (γεωσυλλέκτες) οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι -θαμμένοι- μέσα στο έδαφος.



Εικόνα 7 - Λειτουργία γεωθερμικής αντλίας θερμότητας

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 7, η γεωθερμία αντλεί νερό συγκεκριμένης θερμοκρασίας από το έδαφος και το προωθεί με βίαιη κυκλοφορία, μέσω των σωληνώσεων προς την αντλία. Η αντλία θερμότητας τώρα καταναλώνοντας ελάχιστη ενέργεια, μετατρέπει το νερό από χαμηλότερης θερμοκρασίας σε υψηλότερης ή αντίστοιχα και το προωθεί στον χώρο που θέλουμε να μεταβάλουμε την θερμοκρασία του. Λειτουργεί χωρίς πρόβλημα σε οποιοσδήποτε καιρικές και θερμοκρασιακές συνθήκες περιβάλλοντος, υπό το μηδέν το χειμώνα και πάνω από 40°C το καλοκαίρι, διότι η Αντλία Θερμότητας με πηγή νερό τροφοδοτείται από το Γεωθερμικό Εναλλάκτη με νερό αμετάβλητης θερμοκρασίας, ίσης περίπου με αυτή που επικρατεί στο υπέδαφος κάτω από το κτίριο.

Τα κύρια μέρη μιας αντλίας θερμότητας είναι ο συμπιεστής, η βαλβίδα εκτόνωσης και δύο εναλλάκτες θερμότητας (έναν εξατμιστή και ένα συμπυκνωτή).



Εικόνα 8 - Δομικά στοιχεία μιας αντλίας θερμότητας

Ο γεωεναλλάκτης προσφέρει στο σύστημα μας σταθερή θερμοκρασία νερού, υπό οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες περιβάλλοντος. Η αντλία θερμότητας μέσω του εξατμιστή απορροφά από το σταθερής θερμοκρασίας νερό θερμότητα, και μεταβάλλει την κατάσταση του ψυκτικού της υγρού σε αέριο (εξάτμιση). Αυτός είναι συνδεδεμένος σε ένα κλειστό σύστημα που περιέχει ένα ψυκτικό μέσο, που μπορεί να μετατραπεί σε αέριο σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Το ψυκτικό αέριο απορροφάται από τον συμπιεστή και καταθλίβεται με υψηλή πίεση στον συμπυκνωτή αφού προσλάβει και την θερμοκρασία του συμπιεστή από τριβές. Στον συμπυκνωτή / μεταλλάκτη αποβάλλει την υψηλή θερμοκρασία στο νερό χρήσεως και υγροποιείται έτοιμο να μετατραπεί σε αέριο για άλλη μια φορά και να συλλέξει νέα θερμότητα.

με την ίδια πίεση. Η βαλβίδα εκτόνωσης παραλαμβάνει το συμπυκνωμένο ψυκτικό υγρό και του ρίχνει την πίεση με αποτέλεσμα τον βρασμό.

Ο συμπιεστής της αντλίας θερμότητας χρησιμοποιεί έναν έλεγχο inverter, όπου το σύστημα μπορεί να παρέχει την ακριβή θερμική ισχύ που απαιτείται σε κάθε δεδομένη στιγμή. Αυτό σημαίνει ότι η αντλία θερμότητας θα καταναλώνει μόνο την συγκεκριμένη ενέργεια που απαιτείται, καθιστώντας το ιδιαίτερα αποδοτικό και οικονομικό.

Το καλοκαίρι, το κύκλωμα ψύξης είναι ικανό να λειτουργήσει αντίστροφα ώστε να παρέχει ψύξη για όσο του ζητηθεί.

Παράδειγμα

Όταν υπόγειο νερό από πηγάδι ή γεώτρηση, με μια μικρή, έστω, παροχή μόνο $5\text{m}^3/\text{h}=1,38\text{kg}/\text{sec}$ και θερμοκρασίας 18°C , οδηγηθεί στον ατμοποιητή της Αντλίας Θερμότητας και υποστεί ψύξη κατά 5°C ($18 - 13^\circ\text{C}$), θα αποδώσει θερμική ισχύ :

$$\dot{Q}_a = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T = 1,38\text{kg}/\text{sec} \cdot 4,18\text{kJ}/\text{kgK} \cdot 5\text{K} = 29\text{kW}$$

Με την ισχύ αυτή είναι δυνατό να θερμανθεί κτίριο με θερμαινόμενους χώρους εμβαδού μεταξύ $250 - 500\text{m}^2$ περίπου.

Έτσι, εάν χρησιμοποιηθούν συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών, π.χ. $40 - 50^\circ\text{C}$ και διατίθεται για την Αντλία Θερμότητας θερμική πηγή θερμοκρασίας $17 - 20^\circ\text{C}$, όπως συμβαίνει με τις υπεδαφικές θερμοκρασίες (σε βάθος $0 - 150\text{m}$) στην Ελλάδα, μπορεί να επιτευχθεί συντελεστής απόδοσης Αντλίας

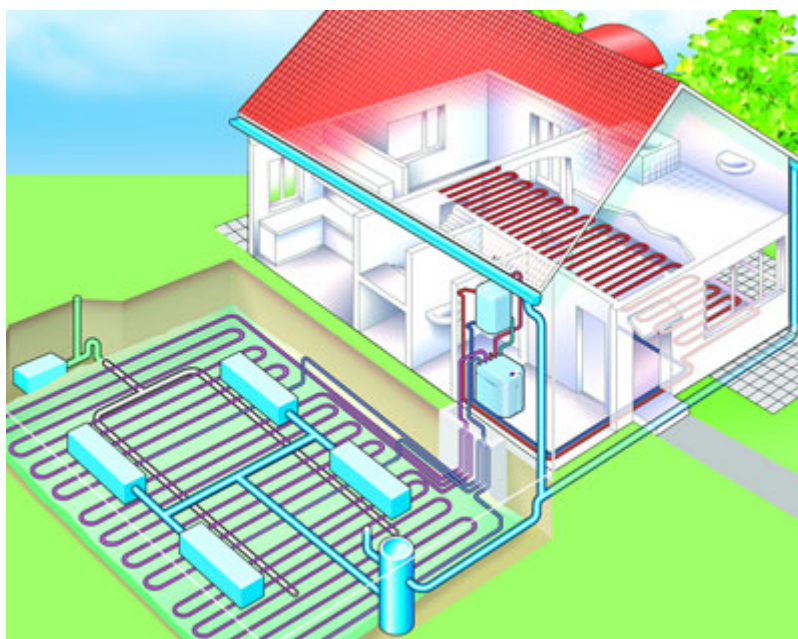
Θερμότητας πάνω από 500% που είναι αισθητά υψηλότερος, απ' ό,τι λ.χ. στην Ελβετία ή την Αυστρία, όπου οι υπεδαφικές θερμοκρασίες είναι 8 – 12°C.

Τέλος στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διαθέσιμο υπόγειο νερό, τότε το ρευστό που κυκλοφορεί στο κλειστό κύκλωμα ενός Γεωθερμικού Εναλλάκτη είναι αυτό που θα συνδεθεί με την Αντλία Θερμότητας και θα λειτουργεί ως μεταφορέας θερμότητας από το υπέδαφος στον ατμοποιητή.

2.2.3. Εσωτερικό σύστημα διανομής στο κτίριο

Το εσωτερικό σύστημα διανομής στο κτίριο, δεν έχει καμία διαφορά από όλα εκείνα που γνωρίζουμε έως σήμερα, από την εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης και δροσισμού της κατοικίας ή του κτιρίου. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού ή σύστημα fan coils για θέρμανση και δροσισμό. Ακόμη και θερμαντικά σώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Η αλλαγή των συμβατικών καλοριφέρ δεν είναι απαραίτητη, ωστόσο για τη μέγιστη απόδοση του συστήματος (100%), προτείνεται η αντικατάστασή τους με κάποιο σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης, αερόθερμων ή τέλος αεραγωγών.

Όπως ακριβώς γίνεται και με θέρμανση μέσω πετρελαίου, για την παροχή ζεστού νερού υπάρχει το boiler.



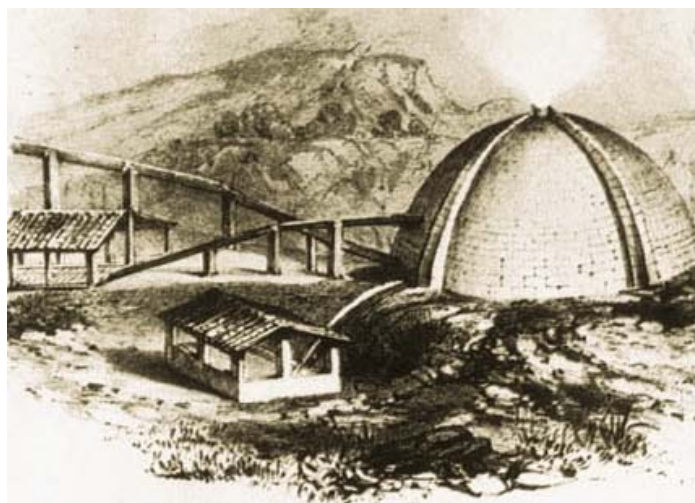
Εικόνα 9 – Σύστημα διανομής στο κτίριο

2.3. Σύντομο Ιστορικό

Η παρουσία ηφαιστειών, θερμών πηγών και άλλων επιφανειακών εκδηλώσεων θερμότητας είναι αυτή που οδήγησε τους προγόνους μας στο συμπέρασμα ότι το εσωτερικό της γης είναι ζεστό. Όμως, μόνο κατά την περίοδο μεταξύ του 16ου και 17ου αιώνα, όταν δηλαδή κατασκευάστηκαν τα πρώτα μεταλλεία που ανορύχθηκαν σε βάθος μερικών εκατοντάδων μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, οι άνθρωποι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος.

Οι πρώτες μετρήσεις με θερμόμετρο έγιναν κατά πάσα πιθανότητα το 1740, σε ένα ορυχείο κοντά στο Belfort της Γαλλίας (Bullard, 1965).

Ήδη από τις αρχές του 19ου αιώνα είχε ξεκινήσει η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχόμενου των γεωθερμικών ρευστών. Εκείνη την περίοδο, στην Τοσκάνη της Ιταλίας, και συγκεκριμένα στην περιοχή του Larderello, λειτουργούσε μια χημική βιομηχανία για την παραγωγή βορικού οξέος από τα βοριούχα θερμά νερά που ανέβλυζαν από φυσικές πηγές ή αντλούνταν από ρηχές γεωτρήσεις. Η παραγωγή του βορικού οξέος γινόταν με εξάτμιση των βοριούχων νερών μέσα σε σιδερένιους «λέβητες», χρησιμοποιώντας ως καύσιμη ύλη ξύλα από τα κοντινά δάση. Το 1827, ο Francesco Larderel, ιδρυτής της βιομηχανίας αυτής, αντί να καίγονται ξύλα από τα διαρκώς αποψιλούμενα δάση της περιοχής, ανέπτυξε ένα σύστημα για τη χρήση της θερμότητας των βοριούχων ρευστών στη διαδικασία εξάτμισης. (Σχήμα 2).



Εικόνα 10 - Εξάτμιση βοριούχων νερών σε λέβητα.

Η εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του φυσικού ατμού ξεκίνησε περίπου την ίδια περίοδο. Ο γεωθερμικός ατμός χρησιμοποιήθηκε για την ανέλκυση των ρευστών, αρχικά με κάποιους πρωτόγονους αέριους ανυψωτήρες και στη συνέχεια με παλινδρομικές και φυγοκεντρικές αντλίες και βαρούλκα. Ανάμεσα στο 1850 και 1875, οι εγκαταστάσεις του Larderello κατείχαν το μονοπώλιο παραγωγής βορικού οξέος στην Ευρώπη. Μεταξύ του 1910 και του 1940, στην περιοχή αυτή της Τοσκάνης ο χαμηλής πίεσης ατμός άρχισε να χρησιμοποιείται για τη θέρμανση βιομηχανικών κτιρίων, κατοικιών και θερμοκηπίων. Εν τω μεταξύ, ολοένα και περισσότερες χώρες άρχισαν να αναπτύσσουν τους γεωθερμικούς τους πόρους σε βιομηχανική κλίμακα. Το 1892, το πρώτο γεωθερμικό σύστημα τηλε-θέρμανσης (district heating) τέθηκε σε λειτουργία στο Boise του Άινταχο των Η.Π.Α.. Το 1928, μια άλλη πρωτοπόρος χώρα στην εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, η Ισλανδία, ξεκίνησε επίσης την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών (κυρίως θερμών νερών) για τη θέρμανση κατοικιών.

Το 1904, έγινε η πρώτη απόπειρα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό, και πάλι στο Larderello της Ιταλίας (Σχήμα 3). Η επιτυχία της αυτής πειραματικής προσπάθειας έδωσε μια ξεκάθαρη ένδειξη για τη βιομηχανική αξία της γεωθερμικής ενέργειας και σηματοδότησε την έναρξη μιας μορφής εκμετάλλευσης, που επρόκειτο έκτοτε να αναπτυχθεί σημαντικά.



Εικόνα 11 - Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό

Μετά το 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε ελκυστική σε πολλές χώρες, επειδή ήταν ανταγωνιστική ως προς άλλες μορφές ενέργειας. Επιπλέον, η ενέργεια αυτή δε χρειαζόταν να εισαχθεί από άλλες χώρες, όπως συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα ενώ σε πολλές περιπτώσεις αποτελούσε τον μοναδικό διαθέσιμο εγχώριο ενεργειακό πόρο.

2.4. Εφαρμογές Γεωθερμίας

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στις **άμεσες** και στις **ηλεκτροπαραγωγικές**. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει εφαρμογές στις οποίες ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται τη θερμότητα του γεωθερμικού ρευστού άμεσα και χωρίς περίπλοκες διεργασίες, αξιοποιώντας τη για διάφορες χρήσεις. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν τη γεωθερμία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, πράγμα το οποίο επιτυγχάνεται με διαφόρων ειδών διατάξεις, οι οποίες θα αναλυθούν διεξοδικά παρακάτω.

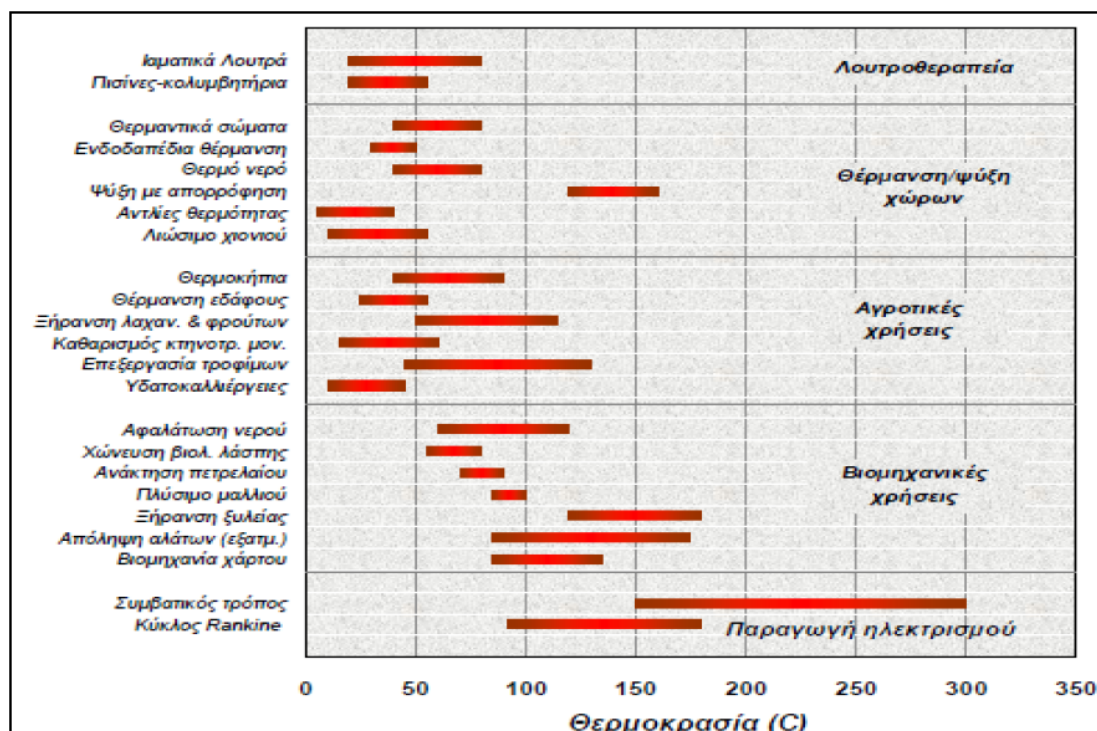
Ο τρόπος εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας εξαρτάται από τη θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού. Έτσι, μία εφαρμογή που αξιοποιεί τη γεωθερμία χρειάζεται ένα συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών ώστε να είναι τεχνικά εφικτή και οικονομικά συμφέρουσα.

Τα γεωθερμικά ρευστά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Υψηλής Ενθαλπίας (περισσότερους από 150°C)
- Μέσης Ενθαλπίας (από 80 έως 150°C)
- Χαμηλής Ενθαλπίας (από 25 έως 80°C)

Τα γεωθερμικά υγρά υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρική ενέργειας. Τα μέσης ενθαλπίας χρησιμοποιούνται για χρήσεις όπως θέρμανση, ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων και μερικές φορές για παραγωγή ηλεκτρισμού. Τέλος τα χαμηλής ενθαλπίας χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρων, θερμοκηπίων και ιχθυοκαλλιεργειών και για παραγωγή γλυκού νερού.

Το παρακάτω σχήμα δείχνει ότι κάθε εύρος θερμοκρασιών των γεωθερμικών ρευστών χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένες εφαρμογές.



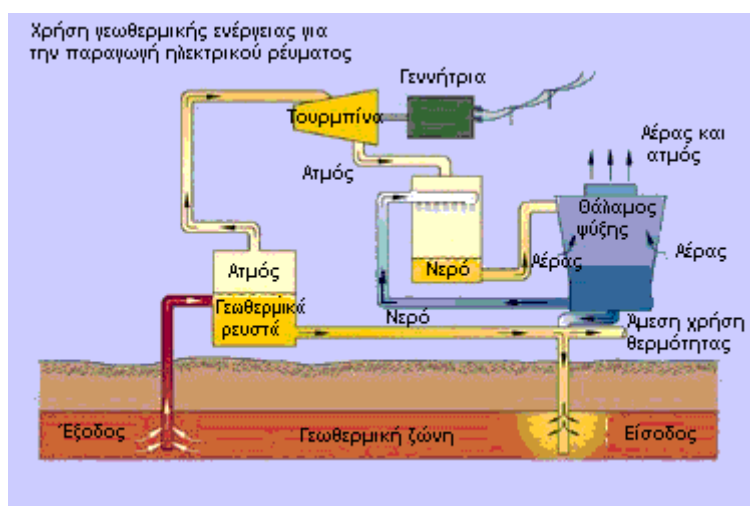
Σχήμα 1 – Θερμοκρασίες χρήσης της γεωθερμίας

Ανάλογα με τη θερμοκρασία, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές:

- ηλεκτροπαραγωγή (>90 °C),
- θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ >60 °C, με αερόθερμα >40 °C, με ενδοδαπέδιο σύστημα >25 °C),
- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης >60 °C, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας <30 °C)
- θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών (>25 °C), ή και για αντιπαγετική προστασία
 - ιχθυοκαλλιέργειες (>15 °C)
 - βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση (>60 °C),
 - θερμά λουτρά (25-40 °C)

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκόσμια, αφορά στη **θέρμανση θερμοκηπίων**. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στις **υδατοκαλλιέργειες**, δεδομένου ότι πολλά είδη υδρόβιων οργανισμών, όπως χέλια, γαρίδες ή φύκια, αναπτύσσονται γρηγορότερα σε αυξημένες θερμοκρασίες (25 έως 30°C).

Άλλη διαδεδομένη χρήση της γεωθερμίας είναι η **θέρμανση οικισμών**. Η θερμική ενέργεια που δεσμεύεται από τη γεωθερμική πηγή διοχετεύεται προς τους χρήστες με τη βοήθεια ενός δικτύου αγωγών (τηλεθέρμανση). Στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, μια άλλη εφαρμογή μπορεί να είναι η θερμική **αφαλάτωση θαλασσινού νερού**, ενώ στις περιπτώσεις γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοκρασίας (>150oC) μπορεί να γίνει **παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος** με την εκτόνωση ατμού όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχεδιάγραμμα.



Εικόνα 12 – Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για παραγωγή ηλ. ρεύματος

2.4.1 Εφαρμογές στο εξωτερικό

Την πρωτοκαθεδρία της γεωθερμικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως κρατούν οι Ηνωμένες Πολιτείες που ηγούνται με πάνω από 3 χιλ. MW εγκατεστημένης ισχύος από 77 σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η μεγαλύτερη ομάδα των γεωθερμικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής στον κόσμο, βρίσκεται στην Καλιφόρνια βόρεια του San Francisco και ονομάζεται "The Geysers". Πρόκειται για ένα συγκρότημα 22 βιομηχανικών μονάδων παραγωγής ενέργειας που συγκεντρώνουν γεωθερμική ενέργεια από 350 σημεία.

Στη Σουηδία ανέρχεται σε περίπου 1 δισ. ευρώ, με 1 εκατομμύριο εγκατεστημένες αντλίες θερμότητας, 414000 εκ των οποίων αντιστοιχούν σε ΓΑΘ, 50% σε μονοκατοικίες, από τις οποίες το 90% αντιστοιχούν σε νέες κατοικίες. Καθώς οι αντλίες θερμότητας έχουν αντικαταστήσει όλα τα είδη των συστημάτων θέρμανσης, έχουν συμβάλει αποτελεσματικά στην κατά 75% μείωση των εκπομπών CO₂ στον τομέα των κατοικιών. Για μια μονοκατοικία, το κόστος ενός συστήματος ΓΑΘ κυμαίνεται από 13500 € για οριζόντια συστήματα έως 16000 € για κατακόρυφα συστήματα.

2.4.2 Εφαρμογές στην Ελλάδα

Χρήση σε Κτίρια

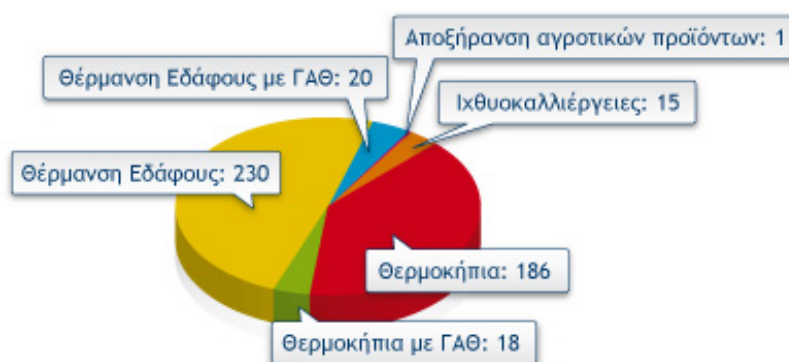
Στα ιαματικά λουτρά της Τραιανούπολης, βόρεια της Αλεξανδρούπολης, οι γεωθερμικές πηγές παρέχουν θέρμανση σε κτιριακό συγκρότημα που περιλαμβάνει διαμονή. Το γεωθερμικό σύστημα για τη θέρμανση του χώρου περιλαμβάνει παραγωγική γεώτρηση και γεώτρηση επανεισαγωγής, ένα κεντρικό μεταστροφέα θερμότητας, υπόγειους σωλήνες μετάδοσης θερμότητας και θέρμανση πατώματος. Στο Γυμνάσιο Θερμών Ξάνθης οι τάξεις θερμαίνονται από γεωθερμικά νερά που προέρχονται από θερμές αναβλύσεις της περιοχής.

Αγροτικές Εφαρμογές

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί ιδανικό μέσο θέρμανσης των θερμοκηπίων και της γεωργικής γης και παρέχει άριστες συνθήκες θερμότητας για την άμεση ανάπτυξη και αύξηση των καλλιεργειών σε χαμηλό κόστος. Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται ευρέως στους Νομούς των Σερρών, Θεσσαλονίκης και Ξάνθης, καθώς και στη Λέσβο με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 32 MWth.

Επιπλέον παραδείγματα επιτυχημένων εφαρμογών της γεωθερμικής ενέργειας είναι στην παραγωγή σπιρουλίνας, στις ιχθυοκαλλιέργειες στο Πόρτο Λάγος και στην αποξήρανση τομάτων.

Σήμερα, οι γεωθερμικές πηγές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται κυρίως στη θέρμανση θερμοκηπίων και σε κέντρα αναζωογόνησης και παράγουν θερμική ισχύ 70MWth περίπου.



Σχήμα 2 – Στατιστική μελέτη για τους τομείς που εφαρμόζεται η γεωθερμία

2.5. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Η γεωθερμία αποτελεί μία καθαρή μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, με ελάχιστες έως μηδαμινές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της. Έτσι, η γεωθερμική ενέργεια έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, τα οποία μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Είναι **αξιοπίστη**. Σε σύγκριση με όλα τα άλλα ήδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας όπως την αιολική και την ηλιακή, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό με συνεχή διάρκεια 24 ώρες το 24ωρο χωρίς να εξαρτάται από καιρικές συνθήκες ή φυσικές αιτίες που μπορεί να την παρεμποδίσουν.

- Είναι **περιβαλλοντολογικά ωφέλιμη**. Η λιγότερη μόλυνση για το περιβάλλον επιτυγχάνεται με την μη χρήση ορυκτών μετάλλων. Συγκεκριμένα τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμίας είναι:

- συνεχόμενη παροχή ενέργειας με υψηλό συντελεστή λειτουργίας >90%
- δεν μολύνει τον ατμοσφαιρικό αέρα, δηλαδή δεν παράγει επικίνδυνα αέρια καύσης (CO₂, NO_x, SO₂ κλπ), ούτε σωματίδια, ούτε τέφρα, ούτε καπνό.

- Εγκαθίσταται σε **μικρή επιφάνεια γης** και ο εξοπλισμός απαιτεί **ελάχιστο χώρο**. Για την κατασκευή μιας γεωθερμικής μονάδας, το χώρο για τις γεωτρήσεις και τις σωληνώσεις μεταφοράς δεν χρειάζεται μεγάλη έκταση γης. Η γεωθερμία μπορεί να αξιοποιηθεί στη σύγχρονη γεωργία, αγροτοβιομηχανία, ιχθυοκαλλιέργεια, για αστικές και βιομηχανικές χρήσεις καθώς και για οικιακές. Επίσης προσφέρει ελευθερία χώρων, καθώς απελευθερώνει τους εσωτερικούς χώρους με υποδαπέδιο σύστημα ή κρυφούς αεραγωγούς. Καταργεί τελείως καυστήρες, δεξαμενές αλλά και το αντιαισθητικό εξωτερικό μηχάνημα των κοινών κλιματιστικών, καθώς το μόνο που χρειάζεται είναι μία μικρή και συμπαγής αντλία.

- Είναι ένα θερμικό προϊόν το οποίο πρέπει να **αξιοποιηθεί επί τόπου**. Λόγω του ότι η γεωθερμία μπορεί να αξιοποιηθεί παντού γεωγραφικά, υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.

■ Απαιτεί **μηδενική συντήρηση**. Ο γεωεναλλάκτης δεν χρειάζεται συντήρηση, ενώ η αντλία γεωθερμίας μόνο έναν περιοδικό έλεγχο.

■ Η λειτουργία των εγκαταστάσεων είναι **αθόρυβη και ασφαλής**.

■ Όπως και οι υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι **εγγώρια** πηγή ενέργειας και συνεισφέρει στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας μιας χώρας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.

■ **Εξοικονόμηση ενέργειας**. Όπως και οι υπόλοιπες ΑΠΕ, η γεωθερμία συνδυάζει την αποθηκευμένη στο έδαφος ενέργεια με περιορισμένη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος, με αποτέλεσμα να μειώνει δραματικά τις μηνιαίες δαπάνες για θέρμανση και κλιματισμό. Προσφέρει πλήρη απεξάρτηση από τις ανεξέλεγκτες τιμές πετρελαίου και φυσικού αερίου και παρέχει δωρεάν ζεστό νερό χρήσης.

■ Είναι στην ουσία **ανεξάντλητη**. Όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια και η γεωθερμία είναι πηγές ενέργειας που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον και αυτός είναι ο λόγος που η εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων από τον άνθρωπο θα αντικατασταθεί από τις ΑΠΕ στα επόμενα χρόνια.

■ Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας).

Παρόλα τα πλεονεκτήματα η αξιοποίηση της γεωθερμική ενέργειας εμφανίζει ορισμένα βασικά προβλήματα:

■ Το **αρχικό κόστος** ενός γεωθερμικού συστήματος είναι υψηλότερο από αυτό των συμβατικών συστημάτων, αλλά κάνει απόσβεση σε λίγα χρόνια (6 έως 8 χρόνια).

■ Για τα ανοικτά γεωθερμικά κυκλώματα απαιτείται παροχή καθαρού νερού (π.χ. από γεώτρηση).

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

Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας συναντά ορισμένα βασικά προβλήματα τα οποία θα πρέπει να λυθούν ικανοποιητικά για την οικονομική εκμετάλλευση αυτής της μορφής ενέργειας.

■ Ο σχηματισμός **επικαθίσεων** σε κάθε σχεδόν επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το γεωθερμικό ρευστό. Ο σχηματισμός επικαθίσεων μπορεί να ελεγχθεί σε κάποιο βαθμό, αν όχι ολοκληρωτικά, με μια πληθώρα τεχνικών και μεθόδων. Μερικές τυπικές πρακτικές είναι ο σωστός σχεδιασμός της μονάδας και η επιλογή των κατάλληλων συνθηκών λειτουργίας της, όπως επίσης η ρύθμιση του pH του ρευστού ή η προσθήκη χημικών ουσιών οι οποίες αναστέλλουν τη δημιουργία επικαθίσεων.

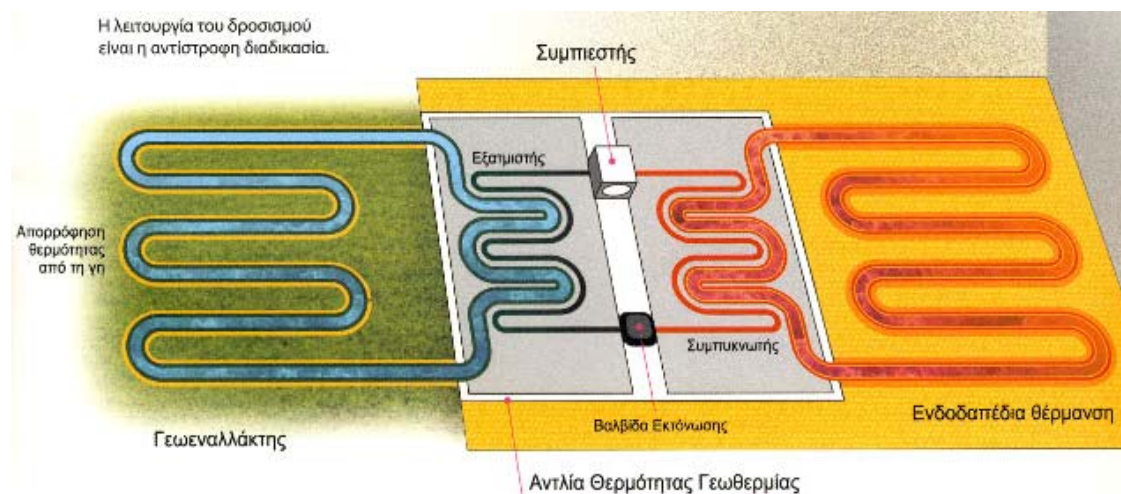
■ Η διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών. Η διάβρωση αυτή μπορεί να ελεγχθεί πρώτον με την επιλογή του κατάλληλου υλικού κατασκευής (π.χ. πολυμερικών υλικών εναλλακτών θερμότητας από τιτάνιο), δεύτερον με την επικάλυψη των μεταλλικών επιφανειών με ανθεκτικά στη διάβρωση στρώματα, τρίτον με την προσθήκη αναστολέων διάβρωσης και τέλος με τον ορθό σχεδιασμό της γεωθερμική μονάδας.

■ Ορισμένες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, όπως διάθεση των ρευστών μετά τη χρήση τους και εκπομπές τοξικών αερίων κυρίως του υδροθείου.

2.6. Εγκατάσταση γεωθερμίας

Η εγκατάσταση ενός γεωθερμικού συστήματος είναι εύκολη υπόθεση για τον καθένα. Αρκεί να ενημερωθεί κατάλληλα και να αντιληφθεί τις επιλογές που πρέπει να κάνει για την επίτευξη του μέγιστου οφέλους του.

Δεν υπάρχουν κάποιες συγκεκριμένες προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί το οίκημα, καθώς ακόμα και σε ένα ήδη υπάρχον κτισμένο περιβάλλον μπορεί να εγκατασταθεί ένα γεωθερμικό σύστημα. Σίγουρα η ύπαρξη κάποιας έκτασης στον εξωτερικό χώρο θα είναι απαραίτητη (για την διάνοιξη των γεωτρήσεων) όπως επίσης και η κατάλληλη διαμόρφωση του λεβητοστασίου (τετραγωνικά) εφόσον τα μηχανήματα θέρμανσης-δροσισμού χώρου, προετοιμασίας και αποθήκευσης ζεστού νερού και οι απαραίτητοι συλλέκτες θα καταλαμβάνουν κάποιο χώρο μέσα σε αυτό, ανάλογα με το μέγεθος των απαιτήσεων θέρμανσης και δροσισμού που θέλουμε να καλύψουμε στο εκάστοτε οίκημα.



Εικόνα 13 –Κάτοψη συστήματος γεωθερμίας

Πέραν τούτου, αυτό που είναι άκρως απαραίτητο είναι η έκδοση ειδικής άδειας με βάση την Υ.Α. Δ9Β, Δ/Φ166/ΟΙΚ 18508/5552/207 για «εγκατάσταση για ίδια χρήση ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης – δροσισμού χώρων μέσω εκμετάλλευσης της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπογείων, που δεν χαρακτηρίζονται γεωθερμικό δυναμικό», με την χρήση απαραίτητων δικαιολογητικών εγγράφων, που αυτό είναι προϋπόθεση της έναρξης εγκατάστασης για το εκάστοτε οίκημα και όχι για μεμονωμένες περιπτώσεις.

2.7. Κόστος

Ένας σημαντικός παράγοντας για την χρήση της γεωθερμίας σε μία οικία ή σε μία επιχείρηση είναι το κόστος. Το κόστος για την εγκατάσταση ενός συστήματος γεωθερμικής αντλίας ορίζεται από το κόστος εγκατάστασης, το οποίο ποικίλει ανάλογα με το βάθος αλλά και τα τετραγωνικά που θα πρέπει να καλυφθούν, από το κόστος συντήρησης και από το κόστος για την αγορά καυσίμου.

Σύμφωνα με τις εταιρείες, ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης για μία μέση οικία κοστίζει 4.600€, ενώ κάθε χρόνο απαιτείται κόστος συντήρησης της εγκατάστασης και αγοράς καυσίμου που ανέρχεται περί τα 1000€. Η εγκατάσταση ενός γεωθερμικού συστήματος κοστίζει περίπου 13.500€ χωρίς όμως να υπάρχει ετήσιο κόστος συντήρησης ή αγοράς καυσίμου.

Με τα παραπάνω στοιχεία, σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης ο χρόνος που χρειάζεται για να γίνει απόσβεση κυμαίνεται από έξι έως οκτώ χρόνια, το οποίο εξαρτάται από την συνεχώς αυξανόμενη τιμή του πετρελαίου. Σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα που χρησιμοποιεί λέβητα φυσικού αερίου ο χρόνος απόσβεσης αυξάνεται κατά μία διετία περίπου.

Ας αναφέρουμε ένα παράδειγμα συστήματος θέρμανσης με γεωθερμική ενέργεια. Ένα ξενοδοχείο στην Κρήτη το οποίο έχει 60 κλίνες, δύο θερμαινόμενες πισίνες, κοινόχρηστους χώρους, κουζίνα, εστιατόριο, αθλητικό κέντρο και SPA. Η εξοικονόμηση που έχει ανά ώρα για την θέρμανση είναι 20,00 € με τιμή πετρελαίου 0,55 € ανά λίτρο και τιμή ρεύματος 0,11 € ανά κιλοβατώρα.

2.8. Συμπεράσματα

Η γεωθερμική ενέργεια, παράγεται εμπορικά σε μια κλίμακα εκατοντάδων MW για περισσότερο από τρεις δεκαετίες. Δεδομένου ότι διαθέτει διάφορα θετικά γνωρίσματα, που την καθιστούν ανταγωνιστική προς τις συμβατικές πηγές ενέργειας και με άλλες ΑΠΕ. Όσον αφορά, το θεσμικό και επιχειρησιακό πλαίσιο της Γεωθερμίας, πρέπει να τονιστεί η πληθώρα επιλογών που μπορεί να προκύψει από την ύπαρξη γεωθερμικών πεδίων ανάλογα με το ύψος της θερμοκρασίας και μπορεί να κυμαίνονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέχρι την εφαρμογή συστημάτων θέρμανσης/ψύξης σε κατοικίες, ξενοδοχεία, θερμοκήπια, στην πτηνοτροφία- κτηνοτροφία σε θερμοκήπια παραγωγής αγαθών πρώτης ανάγκης, οπωροκηπευτικών, φαρμάκων ή ακόμα και λουλουδιών. Ειδική αναφορά κάνουμε στα σημαντικά πλεονεκτήματα για τον παραγωγό, διότι διασφαλίζει ανεξαρτησία από το πετρέλαιο θέρμανσης, ευελιξία, αυτονομία και απόδοση, είναι μια μέθοδος φιλική προς το περιβάλλον και συμβάλλει στην μείωση των δαπανών θέρμανσης. Ο παραγωγός οφείλει κατά την εφαρμογή της γεωθερμικής εγκατάστασης να μελετήσει τις δυνατότητες του πεδίου όπου θα γίνει η εγκατάσταση του θερμοκηπίου, να επιλέξει την κατάλληλη μέθοδο θέρμανσης, αλλά και τον κατάλληλο τύπο του θερμοκηπίου και της παραγωγικής διαδικασίας για τη διασφάλιση του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος.

Η γεωθερμία μπορεί να αποτελέσει ακόμη και τη βάση ενός λειτουργικού και άκρως ανταγωνιστικού υδροπονικού θερμοκηπίου που συνεπάγεται εξοικονόμηση νερού, μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων και κατά συνέπεια πιο ποιοτικά και ανταγωνιστικά προϊόντα.

Επιπλέον, η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας είναι μακράν η καλύτερη και η πλέον υποσχόμενη λύση για τη παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσεως. Η ωφέλιμη γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη στη φύση δωρεάν καθιστώντας τους ιδιοκτήτες των αντλιών θερμότητας ανεξάρτητους από πρωτογενείς πηγές ενέργειας. Επιπλέον, οι αντλίες θερμότητας βοηθούν στη δραστική μείωση της περιβαλλοντικής μόλυνσης καθώς οι αντλίες θερμότητας ανακτούν το 75% της ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση και ζεστό νερό από τη γεώτρηση.

3. Φωτοβολταϊκά

3.1. Εισαγωγή

Τον όρο ενέργεια τον συναντάμε για πρώτη φορά στον Αριστοτέλη ο οποίος τον χρησιμοποιεί με πολύ ασάφεια. Έπρεπε να περάσουν 2500 περίπου χρόνια για να δώσει ο μεγάλος φυσικός του αιώνα μας Max Plank τον ακόλουθο συνοπτικό ορισμό: «Ενέργεια είναι αυτό που βρίσκεται μέσα στο σύστημα και το κάνει ικανό να προκαλεί εξωτερικές δράσεις».

Η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο ήταν η δική του. Η ανθρώπινη ενέργεια. Ο προϊστορικός άνθρωπος αυτήν χρησιμοποίησε για να μεταβάλει τον κόσμο γύρω του και να επιβιώσει. Αργότερα, πρόσθεσε σε αυτήν την ζωική ενέργεια, εξημερώνοντας τα ζώα. Όσο ο άνθρωπος αποκτούσε μεγαλύτερο έλεγχο πάνω στην φύση, τόσο η ανάγκη για περισσότερη ενέργεια γινόταν επιτακτικότερη. Στο ενεργειακό οπλοστάσιο του πρωτόγονου ανθρώπου προστέθηκε η φωτιά. Για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα οι ενεργειακές επεμβάσεις του ανθρώπου στο σύστημα της γης ήταν σχετικά ήπιες. Τα πράγματα όμως άλλαξαν δραματικά το 19ο αιώνα με την βιομηχανική επανάσταση και με την εφεύρεση της ατμομηχανής. Ο άνθρωπος στράφηκε στα ορυκτά καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, τα στερεά καύσιμα (λιγνίτες, λιθάνθρακες κ.λπ.) και, σε μικρότερο βαθμό, στο φυσικό αέριο.

Η ανάγκη του ανθρώπου για περισσότερη ενέργεια συμβαδίζει με το επίπεδο του τεχνολογικού πολιτισμού. Η συγκέντρωση του κόσμου στα μεγάλα αστικά κέντρα, η ένταση των δραστηριοτήτων και γενικότερα ο τρόπος ζωής, οδήγησαν στην αύξηση των ενεργειακών αναγκών. Το περιβαλλοντικό κόστος όμως, μιας τέτοιας ανάπτυξης, υπήρξε ιδιαίτερα βαρύ. Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι αυτό το κόστος ποτέ δεν αντιμετωπίστηκε σοβαρά. Τα τελευταία μόνο χρόνια, έχει αρχίσει να επισημαίνεται, δειλά, ότι η χρήση των περισσότερων μορφών ενέργειας είναι ζημιογόνες προς το περιβάλλον. Επίσης το γεγονός ότι τα περισσότερα καύσιμα εξαντλούνται με ταχύτερο ρυθμό από τον οποίο σχηματίζονται οδηγεί στην μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων. Η συνειδητοποίηση αυτών των προβλημάτων έκανε πιο επίκαιρη την λήψη μέτρων όσον αφορά στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων.

Η πυρηνική ενέργεια, ιδιαίτερα μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, διαφημίστηκε σαν λύση φθηνής και καθαρής ενέργειας. Δυστυχώς, με πολύ τραγικό τρόπο, μετά το ατύχημα του Τσερνομπίλ, αποδείχθηκε ακριβώς το αντίθετο. Αλλά ακόμα και αν ξεπεραστεί το πρόβλημα της ασφάλειας των πυρηνικών εργοστασίων, τα ίδια τα πυρηνικά καύσιμα έχουν ορατό ορίζοντα εξάντλησης.

Οι λύσεις επομένως που έχουν μείνει για το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα σήμερα, είναι μόνο δύο. Πρώτον, η προσπάθεια για αποτελεσματικότερη χρήση των πρωτογενών ενεργειακών πόρων και η εξοικονόμηση ενέργειας. Και δεύτερον, η χρήση των **ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή εναλλακτικές πηγές ενέργειας είναι θεωρητικά ανεξάντλητες. Δεν παρουσιάζουν περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά μόνο οικονομικούς και τεχνολογικούς περιορισμούς.

Ο Ήλιος είναι ο αστέρας του ηλιακού μας συστήματος και το λαμπρότερο σώμα του ουρανού. Η σημασία του Ήλιου στην εξέλιξη και στην διατήρηση της ζωής στη Γη είναι καίρια, καθώς με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης προσφέρει την απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξη των ζωντανών οργανισμών, διατηρεί την επιφανειακή θερμοκρασία της Γης σε ανεκτά για τη ζωή επίπεδα, καθώς επίσης προκαλεί τα μετεωρολογικά φαινόμενα. Η σημασία του ήταν γνωστή από τα προϊστορικά χρόνια, με αποτέλεσμα ο Ήλιος να λατρεύεται ως θεότητα.

Η ηλιακή ενέργεια είναι μία από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η οποία μπορεί να εκμεταλλευθεί και να καλύψει τις ανάγκες του ανθρώπου για ενέργεια. Η πρώτη μορφή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι η φωτοβολταϊκή, δηλαδή η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Παρόλο που ο τρόπος αυτός μετατροπής ενέργειας είναι από πολύ καιρό γνωστός, δεν είχε, μέχρι πρόσφατα τουλάχιστον, βρει μεγάλη απήχηση λόγω του υψηλού κόστους και την απαίτηση σε μεγάλες ελεύθερες επιφάνειες.

Χωρίς καμιά αμφιβολία το ενεργειακό μέλλον του κόσμου είναι η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Στο παγκόσμιο συνέδριο ενέργειας το 1988, έγινε μια προβολή στο χρόνο των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας: Καμιά ενεργειακή πηγή δεν μπορεί να εξασφαλίσει την αναγκαία ενέργεια στη Γη πάνω από 15.000 χρόνια, εκτός από την ηλιακή ενέργεια. Επομένως, αν δεν είμαστε σαν είδος αρκετά εγωιστές και κοντόφθαλμοι, προκύπτει σαν μονόδρομος η λύση της ηλιακής ενέργειας.

3.2. Αρχή λειτουργίας

Η ηλιακή ακτινοβολία παρέχει ένα τεράστιο ποσό ενέργειας στη γη. Το συνολικό ποσό ενέργειας που ακτινοβολείται από τον ήλιο στην επιφάνεια της γης είναι ίσο με 10.000 φορές περίπου την ετήσια παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Το ηλιακό φως- ηλιακή ακτινοβολία είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που ονομάζονται φωτόνια. Τα φωτόνια του ηλιακού φωτός - ενέργειας περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού ενεργειακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο.

Κατά μέσο όρο, προσπίπτουν 1700KWh σε κάθε τετραγωνικό μέτρο κάθε χρόνο. Άρα η εκμετάλλευσή μόνο της ηλιακής ενέργειας θα αρκούσε να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου.

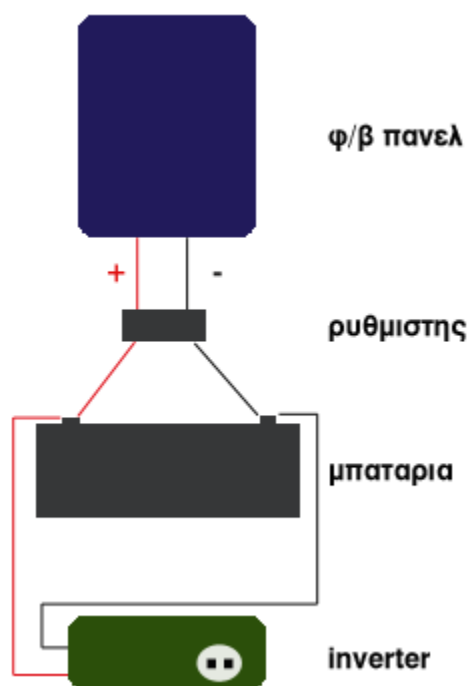
Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο, άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό ή τα φωτοβολταϊκά. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα (ενέργεια). Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού ή των φωτοβολταϊκών στοιχείων να μετακινηθούν σε άλλη θέση. Η βασική θεωρία του ηλεκτρισμού είναι η κίνηση των ηλεκτρονίων από το θετικό προς το αρνητικό. Σε αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια έχουν ως βασικό μέρος το ηλιακό στοιχείο που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός λεπτού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

Η αξιοποίηση του ηλιακού φωτός γίνεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν ένα μέρος της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται είναι συνεχές (DC). Με τα φωτοβολταϊκά, μπορούν να τροφοδοτηθούν απ' ευθείας συσκευές, όσο υπάρχει ηλιοφάνεια, κάτι όμως που δεν συνηθίζεται. Συνήθως το φωτοβολταϊκό χρησιμοποιείται για την φόρτιση συσσωρευτών (επαναφορτιζόμενη μπαταρία), οι

οποίοι με τη σειρά τους τροφοδοτούν ηλεκτρικές συσκευές συνεχούς τάσης (ραδιόφωνα, τηλεοράσεις, φωτιστικά, υπολογιστές κ.ά.). Το φωτοβολταϊκό φροντίζει να αναπληρώνει κάθε μέρα την κατανάλωση σε Watt που έκαναν οι συσκευές.

Γενικά υπάρχουν τρεις κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων, το διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα με το δίκτυο της ΔΕΗ και το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα. Η απλούστερη μορφή του δεύτερου εκ των δυο αποτελείται απλώς από μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια φωτοβολταϊκό πλαίσιο, η οποία μόνη της τροφοδοτεί με συνεχές ρεύμα ένα φορτίο οποτεδήποτε υπάρχει επαρκής φωτεινότητα. Αυτού του τύπου το σύστημα είναι κοινό σε εφαρμογές οικιακές ή γεωργικές.

Σε άλλες περιπτώσεις το φωτοβολταϊκό σύστημα παρέχει δυνατότητα αποθήκευση ενέργειας στις μπαταρίες. Συχνά συμπεριλαμβάνεται μετρατροπέας ισχύος της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως στην περίπτωση που απαιτείται εναλλασσόμενο ρεύμα να εξέρχεται από το σύστημα. Σε μερικές περιπτώσεις το σύστημα περιέχει μια εφεδρική ηλεκτρογεννήτρια ή ανεμογεννήτρια (υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα).



Εικόνα 14 - Βασικά στοιχεία μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Στο παραπάνω σχεδιάγραμμα απεικονίζεται η συνδεσμολογία ενός απλού φωτοβολταϊκού συστήματος. Άρα ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

- **Φωτοβολταϊκή γεννήτρια ή Φωτοβολταϊκό πλαίσιο** μαζί με τη βάση στήριξης και ίσως σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς (tracker) για την μεγιστοποίηση της ωφέλιμης ηλιακής ενέργειας που θα προσπέσει στα πλαίσια.
- **Μπαταρίες** - συσσωρευτές φωτοβολταϊκών
- **Ρυθμιστή φόρτισης** για τον έλεγχο και προστασία των μπαταριών.
- **Μετατροπέα τάσεως** dc (12v/24v/48v) inverter για μετασχηματισμό στα 220V AC.
- **Καλώδια** σύνδεσης όλων των παραπάνω μεταξύ τους.

3.2.1. Φωτοβολταϊκή γεννήτρια ή φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Μία τυπική συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία τότε αυτά μετατρέπουν ένα 10% περίπου της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

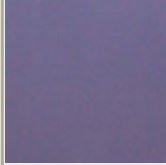
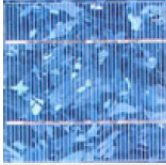




Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούνται από πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία (ή κυψέλες) τα οποία βρίσκονται σφραγισμένα μέσα σε πλαστική ύλη η οποία τα προστατεύει από τις καιρικές συνθήκες (π.χ. υγρασία). Οι κυψέλες είναι κατασκευασμένες από επεξεργασμένο πυρίτιο και είναι αυτές που μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μπροστινή όψη της φωτοβολταϊκής γεννήτριας

καλύπτεται από ένα ανθεκτικό κρύσταλλο. Η κατασκευή αυτή, που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 χιλιοστά του μέτρου, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου. Από την πίσω πλευρά του φωτοβολταϊκού πάνελ εξέρχονται δύο καλώδια (θετικό + και αρνητικό -) από όπου παίρνουμε το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ανάλογα με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου πυριτίου, οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες χωρίζονται σε **μονοκρυσταλλικές, πολυκρυσταλλικές και άμορφες (ή λεπτών μεμβρανών)**. Τα μονοκρυσταλλικά δισκία κόβονται σε λεπτές φέτες από μία θερμαινόμενη ράβδο, μία διεργασία η οποία είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Τα πολυκρυσταλλικά κατασκευάζονται με μία διαδικασία χύτευσης, κατά την οποία λειωμένο πυρίτιο χύνεται σε ένα καλούπι και κατόπιν τεμαχίζεται σε δισκία. Η παραγωγή των πολυκρυσταλλικών δισκίων είναι φθηνότερη, αλλά δεν είναι τόσο αποδοτικά όσο τα μονοκρυσταλλικά, λόγω ατελειών στη κρυσταλλική δομή που οφείλονται στην διεργασία της χύτευσης. Οι ηλιακές κυψέλες λεπτής επίστρωσης κατασκευάζονται με τοποθέτηση εξαιρετικά λεπτών στρωμάτων από φωτοευπαθή υλικά σε υποστρώματα άλλου υλικού (χαμηλού κόστους) όπως το γυαλί, ο ανοξείδωτος χάλυβας ή το πλαστικό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το κόστος παραγωγής να είναι χαμηλότερο ακόμα και από την τεχνολογία κρυστάλλων. Το οικονομικό αυτό πλεονέκτημα ισοσταθμίζεται ωστόσο με τον ουσιαστικά χαμηλότερο συντελεστή απόδοσης και τη λιγότερη εμπειρία ως προς την προσδοκώμενη διάρκεια ζωής των κυψελών αυτής της τεχνολογίας.

Μία πολύ πρόσφατη τεχνολογία κυψελών που έχει κάνει την εμφάνισή της είναι οι υβριδικές. Συνδυάζουν τις τεχνολογίες των άμορφων και των μονοκρυσταλλικών, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνολογιών και υπόσχονται μεγαλύτερες αποδόσεις.

Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών				
ΤΥΠΟΣ	'Λεπτού υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά	'Υβριδικά'
Εμφάνιση				
Απόδοση	Άμορφα: 5-7% CIS: 7-10% CdTe: 8-10%	11-14%	13-16%	16-18%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	10-20 m ²	8-10 m ²	7-8 m ²	6-7 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small>	1.300-1.400	1.300	1.300	1.350
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m ²) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small>	65-140	130-160	160-185	190-225
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg CO ₂ ανά kWp)	1.380-1.485	1.380	1.380	1.435

Είναι σαφές ότι κανείς δεν μπορεί να δώσει μια εύκολη ή μονολεκτική απάντηση στο ερώτημα ποιο φωτοβολταϊκό είναι το καταλληλότερο ανάμεσα στα είδη φωτοβολταϊκών που έχουν κατασκευαστεί.

Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη. Επίσης υπάρχουν αρκετοί και διαφορετικοί παράγοντες που επηρεάζουν κάθε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, άλλοι λιγότερο και άλλοι περισσότερο (π.χ. ύψος ηλιοφάνειας, χωροταξικές ιδιαιτερότητες, μετεωρολογικές συνθήκες, κόστος, προσανατολισμός, σκιάσεις κλπ).

Ένα πλαίσιο το οποίο φέρεται κάθετα στις ακτίνες του ήλιου λαμβάνει περισσότερο φως από ένα άλλο που δεν είναι προσανατολισμένο προς τον ήλιο. Η πορεία του ήλιου στον ουρανό αλλάζει τόσο με την ώρα της ημέρας όσο και με την ημέρα του έτους. Προκειμένου να αποληφθεί όσο το δυνατόν περισσότερη ηλιακή ενέργεια, η φωτοβολταϊκή κυψέλη πρέπει να προσανατολίζεται προς τον ήλιο.

Εάν τα πλαίσια έχουν σταθερή θέση, πρέπει να βελτιστοποιηθεί ο προσανατολισμός τους ως προς τον ισημερινό (για την Ελλάδα ως προς το νότο) και η γωνία κλίσης τους ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Η βέλτιστη γωνία κλίσης κυμαίνεται σε εύρος περίπου 15° του γεωγραφικού πλάτους της θέσης. Για

παράδειγμα η βέλτιστη γωνία κλίσης για τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα στη Δυτική Ευρώπη είναι περίπου 35° . Για περιοχές πλησιέστερα στον ισημερινό αυτή η γωνία κλίσης θα είναι μικρότερη, ενώ για περιοχές πλησιέστερα στους πόλους θα είναι μεγαλύτερη.

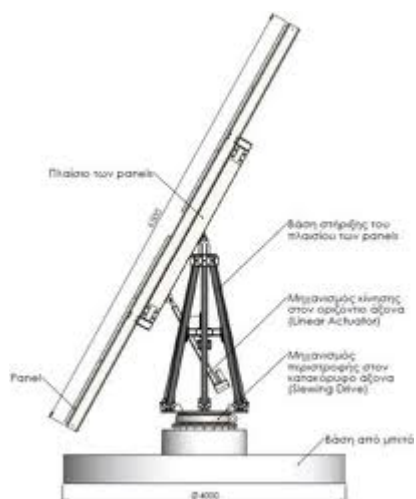
Τα πλαίσια με παρακολούθηση της τροχιάς χωρίζονται σε μονού άξονα και διπλού. Στα πρώτα τα πλαίσια κινούνται κατά μήκος ενός άξονα για να ακολουθούν την τροχιά του ήλιου στον ουρανό. Ενώ στου διπλού άξονα υπάρχουν δύο κινητά μέρη, παρακολουθώντας με ακρίβεια την κίνηση του ήλιου και πετυχαίνοντας την μέγιστη δυνατή απόδοση.

Αν και τα πλαίσια σταθερής τροχιάς δεν μπορούν να παράγουν τόση ισχύ όση τα πλαίσια με παρακολούθηση της τροχιάς του ήλιου, έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι πιο οικονομικά και συντηρούνται ευκολότερα. Επίσης η πλειοψηφία των πλαισίων είναι σταθερά, για παράδειγμα σε στέγες οικιών. Στην περίπτωση όμως που θα θέλαμε να δημιουργήσουμε ένα φωτοβολταϊκό πάρκο παραγωγής ενέργειας, στο οποίο θα μπορούσαμε να κάνουμε χρήση ιχνηλάτησης δύο αξόνων απαιτείται αρκετα προσεκτική μελέτη (ανέμους, στατικότητα, σκιάσεις), σχεδόν διπλάσιο χώρο εγκατάστασης και επιλογή αξιόπιστων υλικών για να μην έχουμε βλάβες και τελικά μειώσουμε την απόδοση, επίσης χρειάζεται κανονική άδεια εργασιών από την Πολεοδομία. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν 3 δυνατές επιλογές.

A) Σταθερές βάσεις, που προσφέρουν περισσότερο χώρο για τα φωτοβολταϊκά, οικονομία στην εγκατάσταση αλλά μειωμένη απόδοση.

B) Διαξονική ιχνηλάτηση, που χρειάζεται κατάλληλη μελέτη και άδεια εργασιών, έχει αυξημένο αρχικό κόστος επένδυσης αλλά έχει και αυξημένα έσοδα κάθε έτος.

Γ) Ιχνηλάτηση ενός άξονα, έχει λίγο μεγαλύτερο κόστος από τις σταθερές βάσεις και προσφέρει σημαντική αύξηση της απόδοσης και μπορεί να περάσει και με άδεια εργασιών μικρής κλίμακας(ύψους $<2,5$ m).



Ένα φωτοβολταϊκό θα παράγει κάθε μέρα την ονομαστική ισχύ του επί 6 το καλοκαίρι και επί 3,5 το χειμώνα. Έτσι, ένα φωτοβολταϊκό ισχύος 100 Wp, αναμένεται να παράγει κατά μέσο όρο 550 – 600 Wh (0,6 KWh – κιλοβατώρες) το καλοκαίρι και περίπου 350 Wh (0,35 KWh) το χειμώνα, ανά ημέρα.

Δηλαδή, το χειμώνα, δεν θα παράγει 350 Wh κάθε μέρα, αλλά αν διαιρέσουμε την συνολική μηνιαία του παραγωγή σε KWh (πχ. τον Δεκέμβριο) δια 31, θα μας δώσει τον αριθμό 0,35 KWh.

Ανά 1 KWh φωτοβολταϊκών, η συνολική ετήσια παραγωγή σε κιλοβατώρες (KWh) θα είναι από 1100 KWh (Βόρεια Ελλάδα) έως 1450 KWh (Νότια Ελλάδα). Έτσι, ένα πάνελ 100 Wp θα παράγει από 110 KWh έως 140 KWh το χρόνο.

Τέλος οι τρόποι σύνδεσης των φωτοβολταϊκών είναι δύο, συνδέοντας τα φωτοβολταϊκά στοιχεία σε σειρά (τα + με τα - εναλλάξ), αθροίζουμε τα βολτ και συνδέοντάς τα παράλληλα (τα + μεταξύ τους και τα - μεταξύ τους), αθροίζουμε τα αμπέρ των κυψελών που διασυνδέουμε, ώστε να πετύχουμε το συνδυασμό βολτ και αμπέρ που θέλουμε.

3.2.2. Μπαταρίες

Το ποσό της ωφέλιμης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο σχετίζεται άμεσα με την ένταση και τη φωτεινή ενέργεια που προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια μετατροπής. Εάν απαιτείται ηλεκτρισμός πέρα από τις ώρες που υφίσταται το φως της ημέρας, ή εάν αναμένονται εκτεταμένες περιόδους κακοκαιρίας. Τότε είναι απαραίτητο κάποιο είδος συστήματος αποθήκευσης της ενέργειας που παράγεται.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα με μπαταρίες είναι μία πολύ αξιόπιστη λύση για την ηλεκτροδότηση ενός χώρου ή μηχανήματος 24 ώρες το 24ωρο, με βροχή ή λιακάδα. Χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο για να μας δίνουν φως, να προμηθεύουν ηλεκτρισμό τις οικιακές συσκευές, διακόπτες, τηλέφωνα, ακόμα και μηχανολογικό εξοπλισμό βαρέως τύπου. Κατά την διάρκεια της ημέρας τα στοιχεία συλλέγουν ηλιακό φως, το μετατρέπουν σε ηλεκτρικό ρεύμα και το αποθηκεύουν στις μπαταρίες. Αυτές με την σειρά τους μας προμηθεύουν με ηλεκτρισμό όταν ζητηθεί.

Για να φορτίζει μια μπαταρία από τον ήλιο, πρέπει να τροφοδοτείται με περίπου 20 % παραπάνω τάση (Volt) από την ονομαστική της. Έτσι, μια μπαταρία 12 V θα αρχίσει να φορτίζει με τάση πάνω από 14,4 V. Μια μπαταρία 3 V με τάση πάνω από 3,6 V κλπ.

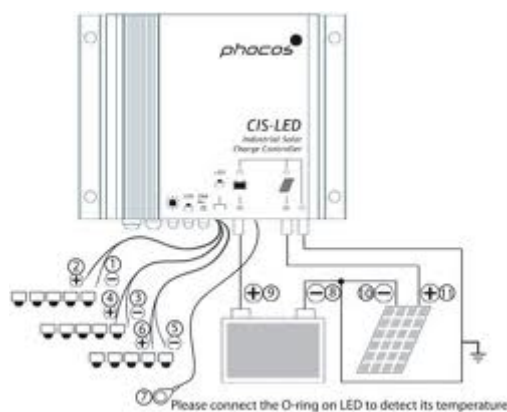
Οι μπαταρίες είναι χρήσιμες στις περισσότερες περιπτώσεις αλλά απαιτούν μία περιοδική συντήρηση. Μοιάζουν με τις μπαταρίες των αυτοκινήτων, αλλά είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να μας δίνουν περισσότερο από το αποθηκευμένο ρεύμα τους κάθε ημέρα. Τα υγρά τους πρέπει να ελέγχονται περιοδικά και πρέπει να προστατεύονται από υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες. Η ποσότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που μπορούμε να απαιτήσουμε από αυτές μετά την δύση του ήλιου ή σε συννεφιασμένο καιρό καθορίζεται από την παραγωγή των φωτοβολταϊκών στοιχείων και το είδος/ποσότητα των μπαταριών. Η πρόσθεση επιπλέον μπαταριών και στοιχείων ανεβάζει το κόστος της επένδυσής μας, για αυτό τον λόγο πρέπει να γίνεται καλή μελέτη των ενεργειακών αναγκών πριν την εγκατάσταση του συστήματος για τον ορισμό του αποδοτικότερου μεγέθους του συστήματος, ενδεικτικά μια μπαταρία για χρήση αποθήκευσης ενέργειας από φωτοβολταϊκά 200Ah βαθιάς εκφόρτισης με χρόνο ζωής 10 χρόνια 522x240x216mm μπορεί να κοστίσει 340 ευρώ.



3.2.3. Ρυθμιστής φόρτισης

Ανάμεσα από τα φωτοβολταϊκά πάνελ και την μπαταρία μεσολαβεί μία συσκευή που ονομάζεται "ρυθμιστής φόρτισης" η οποία φροντίζει για την σωστή φόρτιση της μπαταρίας και την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής της, προστατεύοντάς την από υπερφόρτιση ή από την ολική αποφόρτιση. Ο ρυθμιστής φόρτισης είναι μια απλή ηλεκτρονική συσκευή που φροντίζει για τη σωστή φόρτιση των συσσωρευτών (μπαταριών) του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Ελέγχει τη διαδικασία φόρτισης και σταματά τη φόρτιση όταν διαπιστώσει ότι η μπαταρία έχει φορτιστεί πλήρως. Αλλιώς θα υπήρχε ο σοβαρός κίνδυνος να καταστραφεί η μπαταρία. Επειδή οι μπαταρίες έχουν την τάση να αποφορτίζονται σταδιακά ακόμα κι αν δεν τροφοδοτούν με ρεύμα κάποια συσκευή, ο ρυθμιστής φόρτισης φροντίζει αυτόματα να ξαναρχίσει η διαδικασία φόρτισης της μπαταρίας όταν διαπιστώσει ότι η τάση της έπεσε κάτω από το επίπεδο της πλήρους φόρτισης. Αρκετοί ρυθμιστές φόρτισης έχουν υποδοχή πάνω στην οποία συνδέουμε τις ηλεκτρικές συσκευές που θέλουμε να τροφοδοτήσουμε από τη μπαταρία. Έτσι, έχουν την επιπλέον δυνατότητα να διακόψουν τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών όταν διαπιστώσουν ότι η μπαταρία κοντεύει να αδειάσει πλήρως, προστατεύοντάς την πάλι με αυτό τον τρόπο από πλήρη αποφόρτιση που θα οδηγούσε στην καταστροφή της.



Το μέγεθος του ρυθμιστή φόρτισης εξαρτάται από το μέγεθος των φωτοβολταϊκών που θα συνδέουμε πάνω του. Πρέπει να υπερκαλύπτει την συνολική ένταση σε Ampere των φωτοβολταϊκών. Αν, για παράδειγμα, η ονομαστική ένταση σε Ampere των φωτοβολταϊκών είναι 10A, τότε πρέπει να επιλέξουμε ένα ρυθμιστή φόρτισης 12A. Επίσης, πρέπει να είναι κατάλληλος και για την τάση του

φωτοβολταϊκού συστήματος. Αν τα φωτοβολταϊκά βγάλουν συνολική τάση 12V, επιλέγουμε ρυθμιστή για φωτοβολταϊκά 12V. Αν τα φωτοβολταϊκά μας βγάλουν συνολική τάση 24V, επιλέγουμε ρυθμιστή για φωτοβολταϊκά 24V. Καλό είναι να προβλέπουμε και για το μέλλον. Αν έχουμε σκοπό να επεκτείνουμε το φωτοβολταϊκό μας σύστημα με περισσότερα φωτοβολταϊκά πάνελ στο μέλλον, τότε καλό είναι να επιλέξουμε ένα μεγαλύτερο ρυθμιστή φόρτισης για να καλύπτει και τις μελλοντικές ανάγκες.

3.2.4. Μετατροπέας τάσεως dc (12v/24v/48v/) inverter

Με τη χρήση ενός αντιστροφέα (inverter) μετατρέπεται το συνεχές (DC) ρεύμα του φωτοβολταϊκού συστήματος σε εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα 230V. Έτσι μπορούμε να τροφοδοτήσουμε από τη μπαταρία του φωτοβολταϊκού συστήματος όλες τις οικιακές συσκευές που απαιτούν 230 Volt. Ο inverter ή μετατροπέας 230V συνδέεται με ένα διπλό καλώδιο (θετικό - αρνητικό) πάνω στους πόλους της μπαταρίας. Έχει συνήθως μια ή δύο υποδοχές σαν τις πρίζες που έχουμε στους τοίχους του σπιτιού μας, πάνω στις οποίες συνδέουμε τις συσκευές που απαιτούν 230V, απ' ευθείας ή χρησιμοποιώντας πολύμπριζο ή και μπαλαντέζα. Επειδή το ρεύμα "φιλτράρεται" με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να πούμε ότι κατά κάποιο τρόπο είναι "καθαρότερο" ακόμη και από το ρεύμα του δικτύου, εφόσον χρησιμοποιείται inverter καλής ποιότητας.



Δεν έχει σημασία πόσες συσκευές θα συνδέσουμε ταυτόχρονα, αρκεί η ισχύς όλων των συσκευών που λειτουργούν ταυτόχρονα να μην ξεπερνά την επιτρεπόμενη ισχύ του inverter - μετατροπέα τάσης. Έτσι, αν έχουμε έναν inverter 200W (200 Watt), μπορούμε να λειτουργήσουμε ταυτόχρονα μια τηλεόραση 60W, έναν ανεμιστήρα 40W, ένα φορητό υπολογιστή 60W και λαμπτήρες οικονομίας με 40W συνολικής ισχύος.

Ένας μετατροπέας καλής ποιότητας θα κλείσει αν από λάθος συνδέσουμε μια συσκευή με παραπάνω Watt από αυτά που μπορεί να αντέξει, προστατεύοντας έτσι τις ηλεκτρικές συσκευές μας. Το ίδιο θα κάνει ένας inverter καλής ποιότητας αν διαπιστώσει ότι κοντεύει να αδειάσει η μπαταρία.

Υπάρχουν inverter από 50W έως 10.000W. Συνήθως χρησιμοποιούμε inverter από 150W έως 1.200W ανάλογα βέβαια και με τις ανάγκες μας. Ένα μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα back-up για τις περιπτώσεις διακοπής ρεύματος μπορεί να εξυπηρετείται από έναν inverter 300W, αλλά ένα μεγάλο φωτοβολταϊκό σύστημα που καλύπτει όλες τις καθημερινές ανάγκες για ένα ολόκληρο σπίτι θα θέλει inverter μέχρι και πάνω από 4.000W.

Ένας μετατροπέας 300W τροποποιημένου ημίτονου έχει κόστος περίπου 50 ευρώ, ενώ ένας μετατροπέας 300W με καθαρό ημίτονο έχει κόστος περίπου 200 ευρώ. Η τιμή ενός inverter 2000W τροποποιημένου ημίτονου είναι περίπου 200 ευρώ, ενώ η τιμή ενός inverter 2000W με καθαρό ημίτονο είναι περίπου 800 ευρώ. Οι επώνυμοι inverter κοστίζουν περίπου τα διπλάσια χρήματα σε κάθε κατηγορία ισχύος. Οι τιμές βέβαια είναι ενδεικτικές αφού εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως η ποιότητα κατασκευής, η προέλευση, η μάρκα κ.λπ.

3.2.5. Καλώδια σύνδεσης

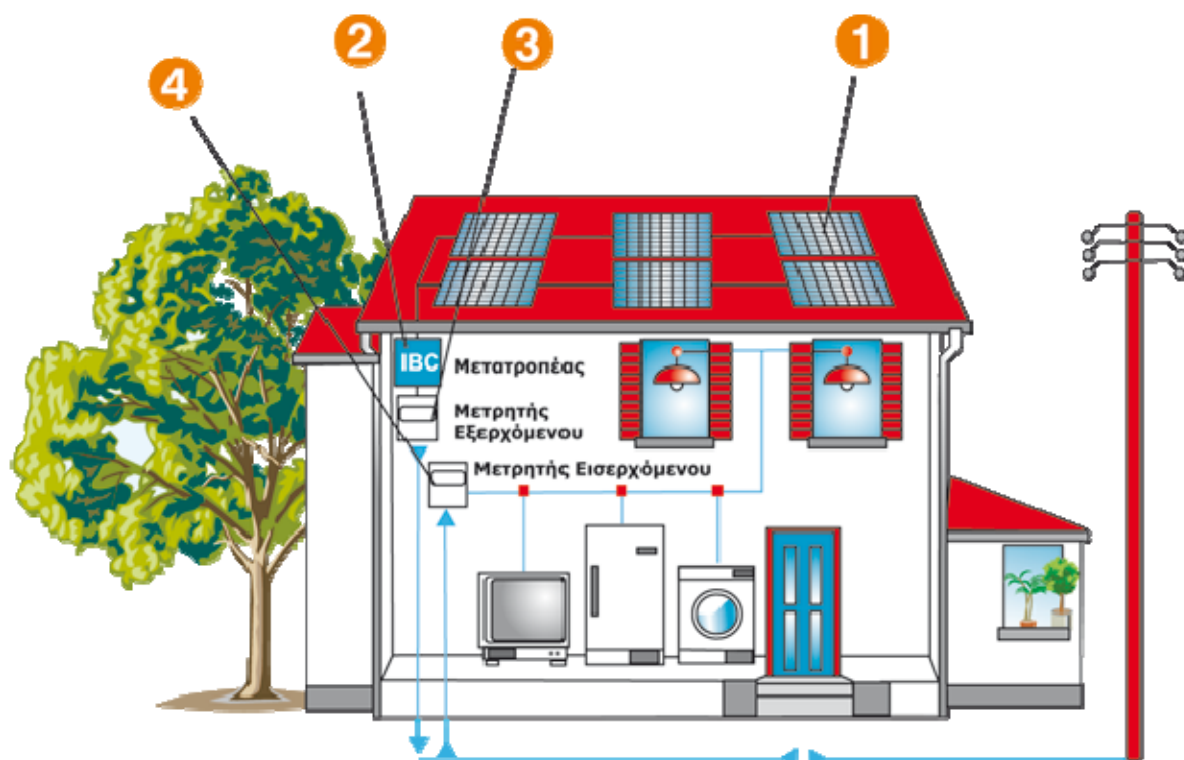
Προσοχή στα καλώδια: κάθε συνδυασμός τάσης και έντασης ρεύματος θέλει το σωστό πάχος καλωδίων. Αλλιώς θα λιώσουν ή θα πάρουν φωτιά. Ακόμη και το ρεύμα μιας μικρής μπαταρίας μπορεί να γίνει, υπό προϋποθέσεις, η αιτία να καεί ένα ολόκληρο σπίτι. Όσο περισσότερο ρεύμα περνά από τα καλώδια, και όσο πιο μεγάλο το μήκος τους, τόσο μεγαλύτερο πάχος πρέπει να έχουν. Μοναδική βελτίωση και διαφορά με τα κοινά καλώδια που ξέρουμε μέχρι σήμερα, είναι ότι τα καλώδια που προορίζονται για την σύνδεση των φωτοβολταϊκών έχουν μεγαλύτερη αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία και τα καιρικά φαινόμενα με διπλή μόνωση έτσι ώστε να αποφεύγεται η φθορά τους με το πέρασ του χρόνου, αφού είναι προορισμένα να εκτείνονται σε όλα τα καιρικά φαινόμενα.



Ολοκληρωμένη εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος

Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στα φωτοβολταϊκά πάνελ, αυτά μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ρεύμα. Μέσω των καλωδίων η τάση των φωτοβολταϊκών περνάει από τον ρυθμιστή φόρτισης ο οποίος φροντίζει για τη σωστή φόρτιση των συσσωρευτών του φωτοβολταϊκού συστήματος πριν φθάσει η τάση στις μπαταρίες όπου και αποθηκεύεται. Όταν ο καταναλωτής μας έχει ανάγκη από ρεύμα αυτό έρχεται από τις μπαταρίες και περνάει από έναν μετατροπέα τάσεως ο οποίος μετασχηματίζει το ρεύμα της πηγής μας από 12v σε 230v, ύστερα από αυτή την διαδικασία που γίνεται ακατάπαυστα και χωρίς να την καταλαβαίνουμε, σαν καταναλωτές απολαμβάνουμε το δωρεάν ρεύμα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά.

εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος



Διασυνδεδεμένο - Πρόγραμμα
"D&D Φωτοβολταϊκά στις Στέγες"

3.3. Σύντομο Ιστορικό

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικός Edmond Becquerel (1820 - 1891) ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια και χρησιμοποιήθηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικές εφαρμογές .

Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν οι Adams (1836 - 1915) και ο φοιτητής του Day παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σελήνιο (Se) όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως.

Το 1918 ο Πολωνός Czochralski (1885 - 1953) πρόσθεσε την μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si) με την σχετική έρευνα του και η οποία μάλιστα χρησιμοποιείται βελτιστοποιημένη ακόμα και σήμερα

Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε επίσης το 1949 όταν οι Mott και Schottky ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Στο μεταξύ η κβαντική θεωρία είχε ξεδιπλωθεί. Ο δρόμος πλέον για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές είχε ανοίξει.

Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους Charpin, Fuller και Pearson. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

3.4. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Από τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για την βιώσιμη ανάπτυξη.

Μερικά εκ' των οποίων είναι τα εξής:

- Είναι **αξιοπίστα**. Οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες παράγουν ενέργεια ακόμα και με νεφοσκεπή ουρανό. Χρησιμοποιούν το υπέρυθρο φάσμα φωτός που διαπερνά τα σύννεφα άρα παράγουν ενέργεια ανεξάρτητα εποχής ή καιρικών συνθηκών. Άρα αποτελεί παρεξήγηση το γεγονός ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα λειτουργούν μόνο με απόλυτη ηλιοφάνεια και συνεπώς δεν είναι κατάλληλα για χρήση σε εύκρατα κλίματα.

- Έχουν **μηδενική ρύπανση**. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από ορυκτά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ενώ ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3-1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Ταυτόχρονα με το διοξειδίου του άνθρακα αποφεύγονται και εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (π.χ. αιωρούμενα μικροσωματίδια, οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου κλπ).

- Έχουν **μεγάλη διάρκεια ζωής**. Οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες έχουν απόδοση έως και 30 χρόνια και οι μπαταρίες διαρκούν ανάλογα με τον τύπο τους και τη χρήση. Ενδεικτικά οι σωληνωτές μπαταρίες 2 Volt-Solar διαρκούν περισσότερο από 10 χρόνια.

- Προσφέρουν **απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα**. Είναι και το σημαντικότερο πλεονέκτημα της ηλιακής ενέργειας. Τα τελευταία έτη παρατηρείται μία σημαντική αύξηση στις τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην άνοδο των τιμών των εισαγόμενων καυσίμων και ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. Άρα η ανάπτυξη της θα συμβάλει τόσο στην οικονομική ανάκαμψη των ιδιωτών όσο και στην τόνωση της εθνικής μας οικονομίας.

- Υπάρχει η **δυνατότητα αποθήκευσης** της παραγόμενης ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από τον ήλιο αποθηκεύεται, στις περισσότερες περιπτώσεις σε συσσωρευτές ώστε να είναι διαθέσιμη οποιαδήποτε χρονική στιγμή.
- Η **λειτουργία** των φωτοβολταϊκών είναι **αθόρυβη** και όλα τους τα συστατικά είναι **ανακυκλώσιμα**. Έχουν **μικρό βάρος** και τοποθετούνται στο έδαφος, σκεπές, ταράτσες και σε κτήρια και φυσικά στο έδαφος.
- Απαιτούν **ελάχιστη συντήρηση**.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, παρέχοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- Προβλέπει την **μελλοντική επέκταση** της εγκατάστασης, σε αντίθεση με τη γεωθερμία.
- Όπως και οι υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι **εγχώρια** πηγή ενέργειας, δηλαδή η αξιοποίηση της συμβάλει στην ενεργειακή ανεξαρτησία μιας χώρας.
- Είναι **ανεξάντλητη**. Όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες, καθώς ανανεώνονται από την φύση.
- Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις ανάγκες χρηστών και σε μικρή κλίμακα εφαρμογών ή σε μεγάλη κλίμακα αντίστοιχα, έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας.
- Οι επενδύσεις Α.Π.Ε. χαρακτηρίζονται ως «εντάσεως εργασίας», συμβάλουν δηλαδή στη δημιουργία πολλών θέσεων εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα είναι αρκετά, όμως τα φωτοβολταϊκά είναι μία τεχνολογία που παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα:

■ Το **αρχικό κόστος** μια φωτοβολταϊκής εγκατάστασης παραμένει υψηλό παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 6.000 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. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια.

■ Το κόστος συντήρησης. Ο εξοπλισμός χαλάει και χρειάζεται αντικατάσταση. Για παράδειγμα, οι μπαταρίες μετά από καιρό χάνουν σε απόδοση οπότε και χρειάζονται αντικατάσταση με νέες.

■ Ένα ακόμα μειονέκτημα, είναι ότι είναι αρκετά ευαίσθητα. Αυτό συνεπάγεται σε συχνές ζημιές, είτε από καιρικές συνθήκες, είτε εξαιτίας αστοχίας του συστήματος.

■ Τα φωτοβολταϊκά δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον κατά την παραγωγή ρεύματος, αλλά υπάρχει επιβάρυνση κατά την κατασκευή τους. Σύμφωνα με υπολογισμούς απαιτούνται 5 με 6 χρόνια λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού για να αντισταθμιστεί η παραγωγή του άνθρακα κατά την διαδικασία κατασκευής του στις εργοστασιακές μονάδες.

3.5. Κόστος

Σκοπός μας είναι να μιλήσουμε για το κόστος μιας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών. Για να προσεγγίσουμε όμως το συγκεκριμένο θέμα, με καλύτερο τρόπο και για να καταφέρουμε να δώσουμε μια πληρέστερη εικόνα, θα πρέπει να χωρίσουμε την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών σε δυο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία, βρίσκονται οι εγκαταστάσεις που έχουν ως σκοπό την αυτάρκεια, αυτό σημαίνει, την αποδέσμευση και ανεξαρτησία από το σύστημα παροχής ρεύματος (ΔΕΗ). Στην δεύτερη κατηγορία βρίσκονται οι εγκαταστάσεις, που έχουν ως σκοπό, την δημιουργία ενός σταθμού παραγωγής ενέργειας, με σκοπό τη μεταπώληση της στη ΔΕΗ.

Οι τιμές των φωτοβολταϊκών είναι ποικίλες, ανάλογα με τον τιμοκατάλογο κάθε εταιρείας. Σε γενικές γραμμές πάντως, οι τιμές για ένα φωτοβολταϊκό πάνελ είναι περίπου 4,5 έως και 5,0 ευρώ ανά Wp ισχύος (πχ πάνελ 50Wp με 250 ευρώ). Στην περίπτωση αγοράς πολλών πάνελ η τιμή πέφτει και κάτω από τα 4,0 ευρώ ανά Wp.

Στην περίπτωση που θέλουμε να απαλλαγούμε από τους λογαριασμούς της ΔΕΗ εγκαθιστώντας δικό μας σύστημα παραγωγής ενέργειας με φωτοβολταϊκά θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι:

Ένα μέσο νοικοκυριό καταναλώνει 5.000 – 7.000 KWh το χρόνο.

Ένας φωτοβολταϊκός σταθμός ισχύος 1 κιλοβάτ παράγει κατά μέσο όρο 1300 κιλοβατώρες το χρόνο.

Συνεπώς, οι ανάγκες του νοικοκυριού καλύπτονται με φωτοβολταϊκό ισχύος 5 κιλοβάτ, που κοστίζει περίπου 24.000 ευρώ και για την εγκατάστασή του απαιτείται επιφάνεια 80 τ.μ..

Σύμφωνα με τα παραπάνω και με πρόχειρους υπολογισμούς, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα, πως για να κάνουμε απόσβεση των χρημάτων μας, αν πούμε ότι κάθε μήνα είχαμε έξοδα στον λογαριασμό της ΔΕΗ 40 ευρώ, τον χρόνο θα γλιτώνουμε 480 ευρώ. Απόσβεση των χρημάτων μας θα κάνουμε σε 50 χρόνια, όμως τα φωτοβολταϊκά έχουν χρόνο ζωής περίπου 30 χρόνια και να σημειωθεί επίσης πως οι μπαταρίες εγκατάστασης της παραγόμενης ενέργειας θα θέλουν αλλαγή γύρω στα 8-11 χρόνια.

Όλα τα προηγούμενα μας οδηγούν στο συμπέρασμα, πως η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών για ιδία χρήση, συμφέρει στις παρακάτω περιπτώσεις:

α) Στην περίπτωση που πρέπει να τροφοδοτηθεί ένα σημείο που είναι μακριά από το δίκτυο (π.χ. ορεινό, εξοχικό κ.ά.), όπου το κόστος μεταφοράς γραμμής μπορεί να είναι μεγαλύτερο. Μεσοπρόθεσμα, συμφέρει περισσότερο από γεννήτρια καυσίμου, λόγω μηδενικής κατανάλωσης σε καύσιμα και αθόρυβης λειτουργίας.

β) Όταν είναι απαραίτητο ένα μικρό αθόρυβο εφεδρικό σύστημα για τις περιπτώσεις διακοπής ρεύματος.

γ) Όταν υπάρχει ανάγκη για ένα μικρό φορητό σύστημα ενέργειας που να το μετακινούμε όπου χρειάζεται.

δ) Σε περιπτώσεις όπου είναι αδύνατο να υπάρχει πρόσβαση στο δίκτυο, π.χ. σε τροχόσπιτο, σε κάμπινγκ, σε σκάφος και αλλού.

Στην περίπτωση τώρα, της εγκατάσταση ενός σταθμού παραγωγής ενέργειας, είναι μια συμφέρουσα επένδυση, που πλέον επιδοτείται σε ποσοστό μέχρι 55% από το κράτος, με τη ΔΕΗ να αγοράζει την κάθε κιλοβατώρα που παράγεται σε ιδιαίτερα ελκυστική τιμή, της τάξεως των 0.30560. Εγγυημένη διάρκεια σύμβασης με την ΔΕΗ για 25 έτη με την παραπάνω τιμή αγοράς και τα έσοδα να απαλλάσσονται από την φορολόγηση.

Στην περίπτωση που έχουμε μια απαιτούμενη επιφάνεια 150 τ.μ. αν πρόκειται για επίπεδη οροφή και 90 τ.μ. αν πρόκειται για επικλινή οροφή με φωτοβολταϊκά ισχύος 12 κιλοβάτ και ετήσιας παραγωγής 15.500 KWh. Θα είχαμε ένα ενδεικτικό κόστος 32.000-45.000 ευρώ με φ.π.α. μέσες ετήσιες απολαβές 4.736 ευρώ. Ο χρόνος απόσβεσης θα ήταν τα 8 χρόνια περίπου, σε συνάρτηση παντα, με τις δυνατότητες των φωτοβολταϊκών πάνελ που θα επιλέξουμε να τοποθετήσουμε και με τον χώρο που θα διαθέσουμε, φυσικά σημαντικός παράγοντας είναι η απόδοση που θα μας προσφέρουν αυτά σε κολοβάτ, έτσι θα είχαμε συνολικές απολαβές στην 25ετία 118.400 ευρώ

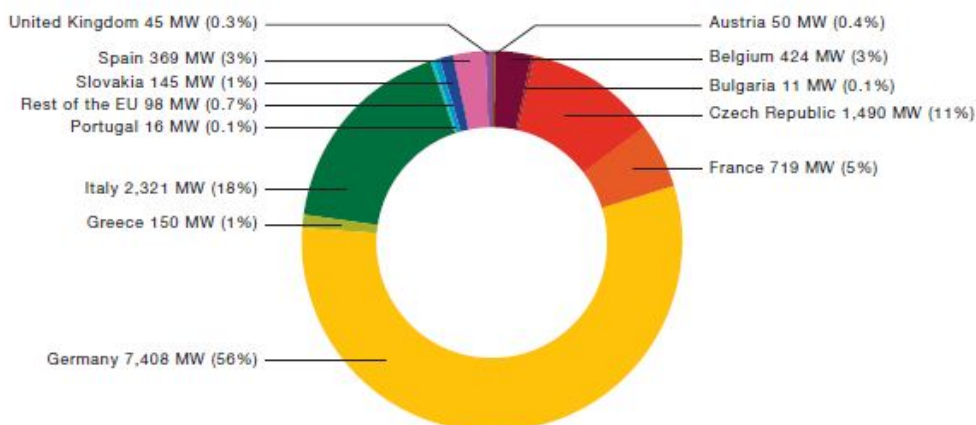
Εν κατακλείδι πρέπει να αναφερθεί ότι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών μονάδων για οικιακή χρήση κοστίζει περισσότερο από ότι για τις αντίστοιχες μονάδες που χρησιμοποιούνται για πώληση ρεύματος και αυτό γιατί η 25 ετής σύμβαση της ΔΕΗ με τους ιδιώτες πετυχαίνει μεγαλύτερα ποσοστά κέρδους και συνήθως σε μία δεκαετία γίνεται ολοκληρωτική απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης και στην συνέχεια τα υπόλοιπα 20 χρόνια είναι κερδοφόρα.

3.6. Εφαρμογές Φωτοβολταϊκών

3.6.1. Εφαρμογές στο εξωτερικό

Από το Νοέμβριο του 2012, οι μεγαλύτεροι μεμονωμένοι φωτοβολταϊκά (PV) σταθμοί παραγωγής ενέργειας στον κόσμο είναι οι εξής συνοπτικά: Agua Caliente στην Αριζόνα με πάνω από 247 MW που έχει ως στόχο να αυξηθεί σε 397 MW. Στο Γκολμούντ φωτοβολταϊκό πάρκο της Κίνας με 200 MW, στο Neuhardenberg πάρκο της Γερμανία με 145 MW στο Tempelin φωτοβολταϊκό πάρκο πάλι της Γερμανίας με 128 MW το Toul-Rosières φωτοβολταϊκό πάρκο της Γαλλίας με 115 MW στο Perono φωτοβολταϊκό πάρκο της Ουκρανίας με 100 MW και στο Sarnia φωτοβολταϊκό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής του Καναδά με 97 MW . Στη Charanka φωτοβολταϊκό πάρκο είναι μια συλλογή των ηλιακών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα οποία 214 MW αναφέρθηκαν πλήρη τον Απρίλιο του 2012 που είναι μέρος του Γκουτζαράτ φωτοβολταϊκού πάρκου. Μια ομάδα των ηλιακών πάρκων σε διάφορα σημεία του Gujarat κράτος της Ινδίας, με συνολική χωρητικότητα 690 MW. Υπάρχουν συνολικά 570 MW από ηλιακά πάρκα σε Γκολμούντ, με 500 MW περισσότερο αναμένεται για το 2013.

Πολλές μεγάλες εγκαταστάσεις είναι υπό κατασκευή. Η Farm Desert είναι ένα 550 MW ηλιακής ενέργειας υπό κατασκευή εργοστάσιο στο Riverside County της Καλιφόρνια , η οποία θα χρησιμοποιεί thin-film ηλιακών φωτοβολταϊκών. Το Topaz Solar Farm είναι 550 MW φωτοβολταϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, που είναι χτισμένο στο San Luis Obispo County της Καλιφόρνια . Η Blythe είναι 500 MW φωτοβολταϊκών σταθμών υπό κατασκευή στο Riverside County της Καλιφόρνια . Το Agua Caliente είναι 290 μεγαβάτ φωτοβολταϊκών ηλιακών εγκαταστάσεων παραγωγής χτίζεται σε Yuma County της Αριζόνα . Η Καλιφόρνια Valley είναι 250 (MW) φωτοβολταϊκών μονάδα παραγωγής ενέργειας, η οποία χτίζεται στο Carrizo πεδιάδα , βορειοανατολικά της Καλιφόρνια Valley .Το 230 MW Antelope Valley Ranch είναι υπό κατασκευή στην περιοχή της κοιλάδας Antelope της Δυτικής Ερήμου Mojave, και αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2013.



Η μεγαλύτερη ανακάλυψη στα φωτοβολταϊκά έγινε από τις διαστημικές αποστολές της πρώην Σοβιετικής Ένωσης με τα Φ/Β διπλής όψης. Ο κατασκευαστής του Φωτοβολταϊκού συστήματος διπλής όψης, ενεργοποίησε και την πίσω επιφάνεια του πλαισίου, αντικαθιστώντας το πλαστικό με τζάμι, ώστε η κυψέλη του Φωτοβολταϊκού να είναι ενεργοποιημένη μπρος και πίσω. Με τον τρόπο αυτό εάν η εμπρόσθια πλευρά παράγει ισχύ 100 W, η οπίσθια παράγει άλλα 50W εκμεταλλευόμενη την ανακλώμενη ακτινοβολία από το υπόστρωμα που είναι πίσω από το Φωτοβολταϊκό σύστημα, αλλά και αυτήν που διαχέεται. Στο σύνολό του το Φωτοβολταϊκό διπλής όψης, καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου μπορεί να παράγει μέχρι και 45% περισσότερη ενέργεια.

3.6.2. Εφαρμογές στην Ελλάδα

Η χώρα μας σύμφωνα με μελέτες, με βάση την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται, κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα, τόσο κατά τη καλοκαιρινή όσο και κατά την χειμερινή περίοδο. Να σημειωθεί ότι είναι η πιο πλούσια σε ηλιοφάνεια χώρα της Ευρώπης. Παρ'όλα αυτά δεν ευδοκίμωσε η χρήση των φωτοβολταϊκών λόγω του υψηλού κόστους συγκριτικά με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Από τον Ιούνιο του 2006 όμως, με τον νέο νόμο που ψηφίστηκε και με σημαντικότερο κίνητρο, ότι η παραγωγή ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών, μπορεί να πωλείται στη ΔΕΗ σε ιδιαίτερα ελκυστικές τιμές, ενίσχυσε σημαντικά την ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά και τροφοδοτείται στο δίκτυο. Ενδεικτικά προσθέτουμε έναν πίνακα της ετήσιας απόδοσης φωτοβολταϊκών στην Αθήνα.

Εκτίμηση ετήσιας απόδοσης ΦΒΣ 6,44 KWp στην Αθήνα

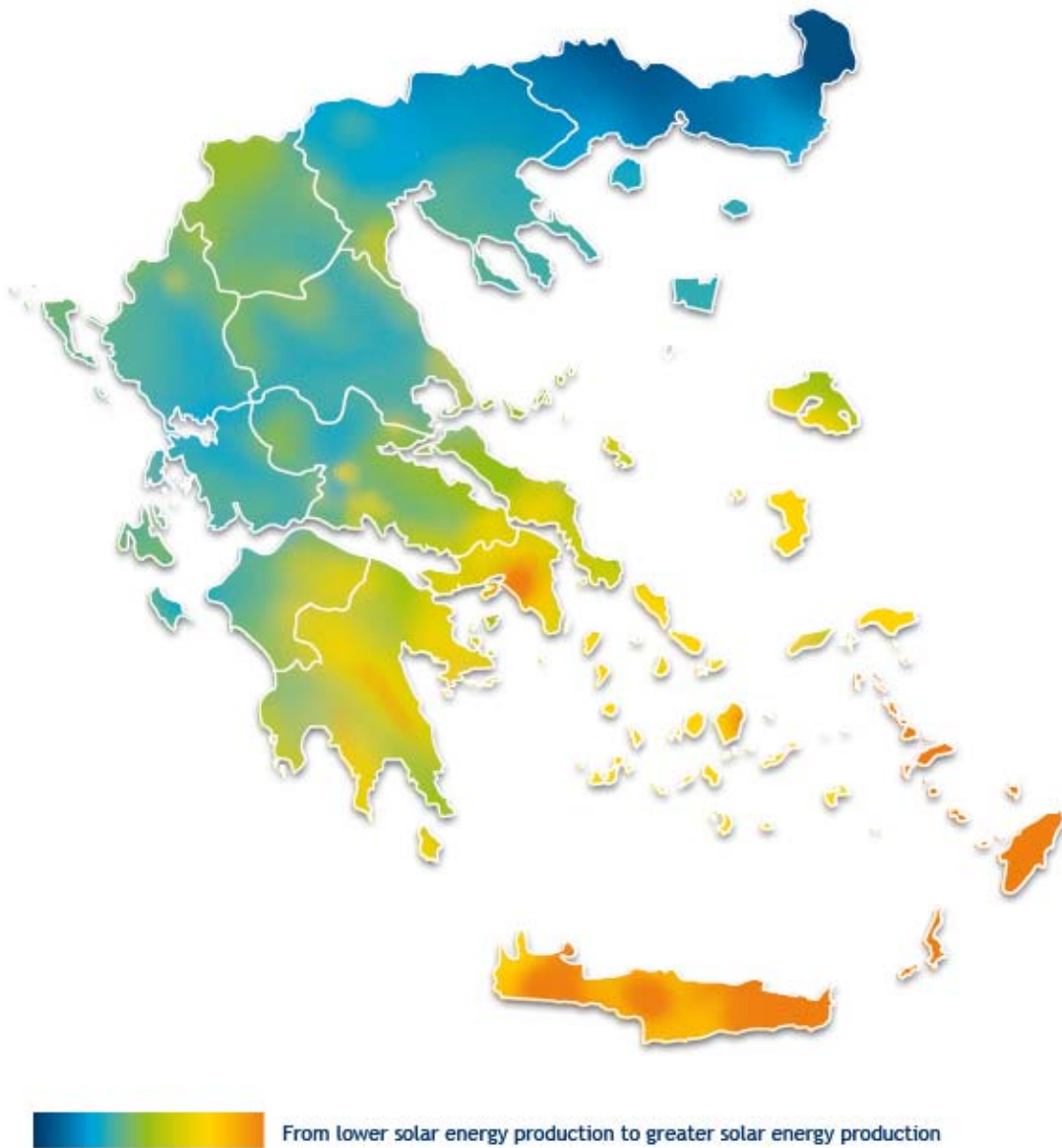
Μήνας	KWh	Αξία με 0,55 €/KWh
ΙΑΝ.	476	262
ΦΕΒ.	541	298
ΜΑΡ.	804	442
ΑΠΡ.	881	485
ΜΙΑ.	982	540
ΙΟΥ.	1.008	555
ΙΟΥΛ.	1.065	586
ΑΥΓ.	1.037	570
ΣΕΠ.	802	441
ΟΚΤ.	684	376
ΝΟΕ.	461	253
ΔΕΚ.	363	199
Σύνολο	9.104	5.007

Έτσι η Ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών κατέκτησε την τέταρτη θέση παγκοσμίως το 2011 με κριτήριο την ανάπτυξη, που αντιστοιχεί σε 39,5 βατ ανά κάτοικο. Σε απόλυτα μεγέθη, η ελληνική αγορά κατατάσσεται στη δέκατη θέση στον κόσμο ως προς την ανάπτυξη και την 8η θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση ως προς το συνολικό μέγεθος της αγοράς.

Το πρώτο σύστημα εγκαταστάθηκε τον Ιούνιο του 2004 σε σταθμό του προαστιακού στον εθνικό αερολιμένα « ελευθέριος Βενιζέλος» αποτελείται από σαράντα οκτώ (48) συλλέκτες ισχύος 105 Wp έκαστος με οφέλη 60.000 Kwh έως και σήμερα. Το Διεθνές Αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος της Αθήνας έχει το δικό του φωτοβολταϊκό πάρκο του σήμερα, το οποίο είναι το μεγαλύτερο φωτοβολταϊκό πάρκο αεροδρόμιο στον κόσμο. Όσον αφορά τα οφέλη της εγκατάστασης, εξοικονομήθηκαν περίπου 52.500 kwh ηλεκτρικής ενέργειας στα επτά αυτά χρόνια, ενώ η αντίστοιχη αποτροπή εκπομπής μιοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα σε μια εικοσαετία υπολογίζεται σε 112, 5 τόνους, ποσότητα που θα απαιτούσε 500 δένδρα για ν' απορροφηθεί στο ίδιο χρονικό διάστημα. Η εντυπωσιακή εγκατάσταση θα παρέχει έως και 9 τοις εκατό των ενεργειακών αναγκών του αεροδρομίου και αποτελείται από 28.700 ηλιακούς συλλέκτες και 6 μετασχηματιστών ισχύος. Πολλά

φωτοβολταϊκά πάρκα έχουν δημιουργηθεί σε όλες τις περιοχές της χώρας μερικά από τα πιο σημαντικά είναι αυτά στη Θήβα με παραγώμενη ενέργεια 4MW και της Κρήτης με 9 φωτοβολταϊκά πάρκα που τροφοδοτούν δύναμη στο δημόσιο δίκτυο του νησιού περίπου 2,3 MW ετησίως στη Λάρισα επίσης με χωρητικότητα 10 Mwh και τη Θεσσαλονίκη με χωρητικότητα 7,5 MWh

Συνολική χωρητικότητα του σήμερα είναι ήδη 1 GWh. Έχει τεθεί ως στόχος για το 2020 η Ελλάδα να εξάγει περίπου 20 GWh ηλιακής ενέργειας για τις χώρες της Βόρειας Ευρώπης.



3.7. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών

Για να γίνει εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών σε μία οικία απαιτούνται διάφορες διαδικαστικές ενέργειες. Μερικές από αυτές είναι η γνωστοποίηση του σχεδίου στις αρμόδιες υπηρεσίες, η έγκριση των εργασιών και η ενεργοποίηση της σύνδεσης με την ΔΕΗ.

Μετά τη φάση αδειοδότησης και αφού ο ιδιοκτήτης έχει υπογράψει σύμβαση σύνδεσης και σύμβαση συμψηφισμού με τη ΔΕΗ, ακολουθεί η φάση της εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Η διάρκεια της κατασκευής κυμαίνεται από 2 έως 3 ημέρες ανάλογα με την ισχύ και την πολυπλοκότητα της κατασκευής.

Στη συνέχεια περιγράφονται οι φάσεις της κατασκευής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σε στέγη ή ταράτσα ενός σπιτιού.

1. Τοποθέτηση Βάσεων Στήριξης

Η πρώτη φάση αποτελεί την τοποθέτηση των βάσεων στήριξης. Είναι η μόνη φάση που διαφοροποιείται η τοποθέτηση ενός φωτοβολταϊκού σε στέγη από ότι σε ταράτσα.

Στέγη

Αρχικά βρίσκονται οι θέσεις των δοκαριών και ανοίγεται η στέγη στα συγκεκριμένα σημεία. Στη συνέχεια τοποθετούνται τα ειδικά ανοξείδωτα αγκύρια και επανατοποθετούνται τα κεραμίδια χωρίς να μεταβληθεί καθόλου η στεγανότητα της σκεπής.



Εικόνα 15 – Ανοξείδωτα αγκύρια βάσεων στήριξης

Πάνω στα αγκύρια συνδέονται οριζόντια προφίλ αλουμινίου, πάνω στα οποία θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται η ρύθμιση των αγκυρίων ώστε να «απορροφήσουν» τις ατέλειες της στέγης και τα οριζόντια προφίλ να είναι απολύτως ευθυγραμμισμένα.

Πολλές φορές για λόγους στατικότητας ή ύψους της κατασκευής δημιουργείται πλέγμα, τοποθετώντας και κάθετα προφίλ.



Εικόνα 16 – Τοποθέτηση βάσεων στήριξης σε στέγη

Βιοτεχνική - Βιομηχανική Στέγη

Παρομοίως σε βιομηχανική-βιοτεχνική στέγη, τοποθετούνται τα αγκύρια τα οποία με κατάλληλες ανοξείδωτες συνδέσεις εδράζονται στους σιδερένιους δοκούς του σκελετού του κτιρίου.



Εικόνα 17 – Αγκύριο σε βιομηχανική – βιοτεχνική στέγη

Στη συνέχεια τοποθετούνται οι οριζόντιες μηκίδες αλουμινίου πάνω στις οποίες τοποθετούνται τα πλαίσια.



Εικόνα 18 – Μηκίδες αλουμινίου πάνω σε βιομηχανική- βιοτεχνική στέγη

Ταράτσα

Στην ταράτσα η τοποθέτηση φωτοβολταϊκού συστήματος ξεκινάει με την χάραξη των σημείων που θα τοποθετηθούν οι βάσεις των φωτοβολταϊκών. Στη συνέχεια ανοίγονται οι οπές στα κατάλληλα σημεία και καθαρίζονται πολύ καλά.



Εικόνα 19 – Άνοιγμα και καθαρισμός οπών

Έπειτα εγχέεται ειδική εποξειδική ρητίνη (Hilti) και τοποθετούνται ανοξείδωτες ντίζες με συγκεκριμένο τρόπο (βιδωτά) ώστε να μη δημιουργηθούν κενά ανάμεσα στο σπείρωμα της ντίζας και τη ρητίνη. Αφήνεται 8-10 ώρες ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και στη συνέχεια στεγανοποιείται.



Εικόνα 20 – Εισαγωγή ρητίνης και τοποθέτηση ντιζών

Ακολουθεί η συναρμολόγηση των βάσεων και η τοποθέτηση των οριζοντίων προφίλ αλουμινίου.



Εικόνα 21 – Τοποθέτηση βάσεων και οριζόντιων προφίλ αλουμινίου

2. Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Στη συνέχεια τοποθετούνται τα φωτοβολταϊκά πλαίσια πάνω στα οριζόντια προφίλ αλουμινίου με χρήση ειδικών συγκρατητών.



Εικόνα 22 – Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών (α) σε ταράτσα και (β) σε στέγη



Εικόνα 23 – Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών σε βιομηχανική στέγη

3. Καλωδίωση - Ηλεκτρική εγκατάσταση - Αντιστροφέας

Τα πλαίσια συνδέονται κατά ομάδες σύμφωνα με τη μελέτη σκίασης, γειώνονται μεταξύ τους και με τις βάσεις στήριξης και με χρήση ειδικών καλωδίων για συνεχές ρεύμα και έκθεση σε εξωτερικές συνθήκες (μέσα σε σωλήνες βαρέως τύπου) εισάγονται στη θέση των πινάκων και του αντιστροφέα.



Εικόνα 24 – Καλωδίωση φωτοβολταϊκών πλαισίων

Εν συνεχεία εκτελείται η καλωδίωση των πινάκων συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος (όπου όλες οι γραμμές ασφαλίζονται από ρεύματα σφάλματος - βραχυκύκλωμα, ηλεκτροπληξία και προστατεύονται από κεραυνοπληξία).



Εικόνα 25 – Συνδεσμολογία εσωτερικού χώρου με πίνακα

Τέλος, γίνεται η σύνδεση με τον μετρητή της ΔΕΗ και αφού το σύστημα συνδεθεί γίνεται και η διασύνδεση με το σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης.



Εικόνα 26 – Συστήματα απομακρυσμένης παρακολούθησης

3.8. Συμπεράσματα

Το υψηλό επίπεδο ηλιοφάνειας που παρέχεται στην Ελλάδα, δίνει το προβάδισμα στα φωτοβολταϊκά έναντι των άλλων ΑΠΕ. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πολλές φορές για την ενεργειακή στρατηγική μιας χώρας σωστό είναι να ακολουθείται η κατεύθυνση που επιβάλλει το δυναμικό ΑΠΕ παρά να επιθυμείται η ενσωμάτωση όλων των εμπορικά διαθέσιμων τεχνολογιών στο όνομα μιας πολιτικής υιοθέτησης των πάντων.

Στη μελέτη εκτιμάται ότι υπάρχουν καλές προοπτικές για την ανάπτυξη των ηλιακών φωτοβολταϊκών τεχνολογιών, με ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα έναντι της ηλεκτροπαραγωγής από ορυκτά καύσιμα. Στα αμέσως επόμενα χρόνια αναμένεται η εξίσωση του κόστους παραγωγής των φωτοβολταϊκών με την τιμή παροχής από το ηλεκτρικό δίκτυο.

Δεν είναι τυχαίο που η Greenpeace σε σχετική της μελέτη (Battle of the Grids, 2011) στο σενάριο υψηλής διασύνδεσης (High Grid scenario), για το 2050 θεωρεί ότι η Ελλάδα μπορεί να έχει εγκατεστημένη ισχύ από φωτοβολταϊκά στα ίδια επίπεδα με αυτά της Γερμανίας (περίπου 60GW, ενώ το 2011 η ισχύς αυτή είναι 25 περίπου φορές μικρότερη)!

Εκτός λοιπόν από το ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο γεωστρατηγικός της ρόλος σαν μια περιοχή της ΝΑ Ευρώπης που θα διασυνδεθεί με το πανευρωπαϊκό δίκτυο, μειώνοντας το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η έκθεση του Εθνικού Ενεργειακού Σχεδιασμού φαίνεται να προβλέπει την εξαγωγική δυνατότητα της Ελλάδας (γενικότερα μέσω ΑΠΕ και ειδικότερα της ηλιακής ενέργειας – το project Helios έχει ορίζοντα μέχρι το 2020 και μόνο για 10GW), αλλά και το πραγματικό κόστος παραγωγής.

4. Εκπόνηση μελέτης θερμοκηπίου

4.1. Εισαγωγή

Η ανάπτυξη του τρόπου ζωής των ανθρώπων και η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση φρούτων και λαχανικών, οδήγησε τους Έλληνες αγρότες στην βελτιστοποίηση του τρόπου παραγωγής των προϊόντων τους, αυτό επιτεύχθηκε με την κατασκευή ατελείωτων σειρών από γυάλινα και πλαστικά θερμοκήπια που βοηθούν τα προϊόντα να ωριμάζουν κάτω από ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Τα θερμοκήπια λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, εγκλωβίζοντας μέρος της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο τους. Έτσι επιτυγχάνονται υψηλότερες θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα η βλαστική ανάπτυξη των εκτός εποχής αγροτικών προϊόντων να είναι ταχύτερη.

Σε περιπτώσεις όμως όπου τα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζονται χαμηλά, κατά τις νυκτερινές ώρες, καθώς και όταν η εξωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα, το θερμοκήπιο δεν μπορεί να καλύψει το σύνολο των θερμικών του αναγκών. Τότε, θεωρείται αναγκαία η χρήση κάποιου συστήματος θέρμανσης το οποίο θα καθίσταται ικανό να διατηρήσει τα ιδανικά επίπεδα θερμοκρασίας. Με τη θέρμανση μπορεί να επιτευχθεί η αποκατάσταση της θερμοκρασίας και η ρύθμιση των βασικότερων περιβαλλοντολογικών παραγόντων των θερμοκηπίων.

Οι σημαντικότερες **απώλειες** που μπορούν να επισημανθούν συμβαίνουν:

A) Με την ανταλλαγή αέριων μαζών από το εσωτερικό του θερμοκηπίου προς το εξωτερικό και αντίστροφα, αυτή η ανταλλαγή συμβαίνει κυρίως από τις ενώσεις στις πόρτες, τα πιθανά παράθυρα και φυσικά από τις ενώσεις του υλικού κάλυψης (νάιλον, πλαστικό, γυαλί).

B) Με την αγωγιμότητα από το έδαφος (χώμα) του θερμοκηπίου.

Γ) Με την μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό του θερμοκηπίου προς το κάλυμμα (νάιλον, πλαστικό, γυαλί) και αυτό με την σειρά του προς το περιβάλλον.

Δ) Με την υπέρυθη ακτινοβολία του εδάφους και των φυτών.

Οι κυριότερες παραγωγές εκτός εποχής είναι οι πιπεριές, οι μελιτζάνες, οι ντομάτες και τα αγγούρια, ειδικότερα οι ντομάτες και τα αγγούρια αποτελούν το 77% της παραγωγής οπωροκηπευτικών προϊόντων εκτός εποχής σε θερμοκήπια. Με τις εκτός εποχής καλλιέργειες ο εφοδιασμός της αγοράς με φρέσκα οπωροκηπευτικά γίνεται καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

Το άριστο της βλαστικής ανάπτυξης των οπωροκηπευτικών που ήδη αναφέραμε, παρατηρείται στους 20 με 25 βαθμούς Κελσίου. Η βλαστική ανάπτυξη είναι επίσης ταχύτερη όταν παρατηρείται διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε ημέρα και νύχτα μεταξύ 4 και 5 βαθμούς Κελσίου (θερμοπεριοδισμός).

Για να πετύχουμε όμως αυτές τις θερμοκρασίες όταν ο εξωτερικός χώρος βρίσκεται σε χαμηλότερα επίπεδα, απαιτείται η προσθήκη θερμότητας και αυτό συμβαίνει επειδή έχουμε απώλειες.

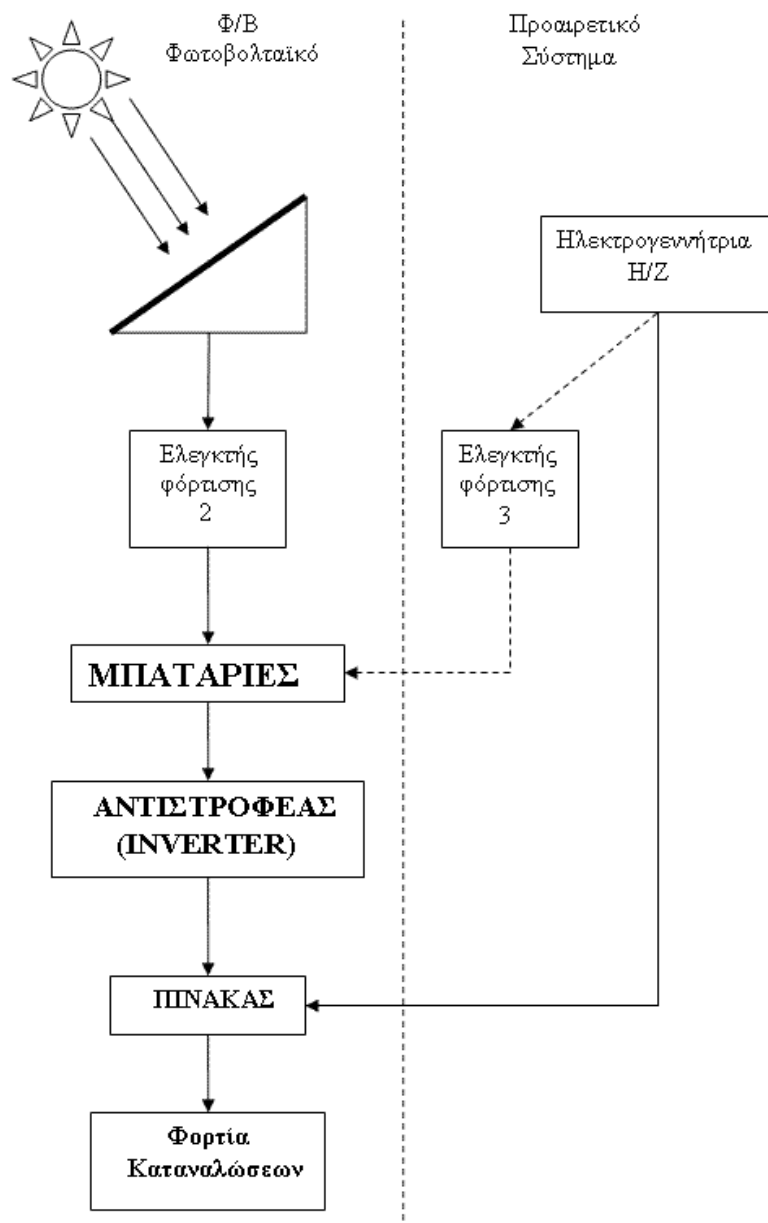
Ωστόσο οι ισχύουσες υψηλές τιμές των συμβατικών καυσίμων, που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των θερμοκηπίων, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. Οι τεχνολογίες αυτές θα πρέπει να συμβάλλουν τόσο στη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας των φυτών όσο και στη μείωση του κόστους παραγωγής, αλλά θα πρέπει να είναι και φιλικές προς το περιβάλλον. Για αυτό το λόγο, οι έρευνες στράφηκαν προς τη σχεδίαση συστημάτων τα οποία χρησιμοποιούν και αξιοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Σε αυτή την πτυχιακή ασχοληθήκαμε με τη μελέτη-σχεδιασμό υπό κλίμακα ομοιώματος συστήματος θέρμανσης θερμοκηπίου και φωτοβολταϊκού - ενεργειακής υποστήριξής του με εναλλακτική πηγή ενέργειας γεωθεμίας. Η όλη ιδέα προήλθε από υπάρχουσα εγκατάσταση θερμοκηπίου παραγωγής οπωροκηπευτικών, η οποία βρίσκεται στα Οινόφυτα και λειτουργεί με χρήση ρεύματος της ΔΕΗ για φωτισμό και για θέρμανση του θερμοκηπίου με καυστήρα - λέβητα καύσης πετρελαίου.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτύξουμε τον τρόπο υλοποίησης του υπο ομοιώματος θερμοκηπίου, θα αναφερθούν οι μετρήσεις για τις ανάγκες του θερμοκηπίου με τις συγκεκριμένες διαστάσεις και θα αναφερθούν τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν..

4.2. Διάγραμμα Τροφοδότησης Ηλεκτρικής Ενέργειας του θερμοκηπίου

Η λειτουργία που θα πραγματοποιείται συνεχώς στην εγκατάσταση του θερμοκηπίου, μπορεί να αναπαραχθεί γραφικά από το παρακάτω σχήμα μέσα από το οποίο μπορεί να γίνει αντιληπτός ο τρόπος λειτουργίας του.



Η γεωθερμική αντλία θερμότητας που έχουμε χρησιμοποιήσει, είναι ένα σύστημα θερμοδυναμικής που επιτρέπει μεταβίβαση θερμότητας από μια πηγή χαμηλής θερμοκρασίας (ψυχρή πηγή) σε μια άλλη υψηλότερης θερμοκρασίας (θερμή πηγή) με μικρή κατανάλωση ενέργειας. Λόγω της πηγής μας θα χρησιμοποιήσουμε μια γεωθερμική αντλία νερού-νερού. Το γεωθερμικό νερό που αντλείται διοχετεύεται σε δεξαμενή, όπου με μεταλλάκτη θερμότητας αποδίδει τις θερμίδες σε άλλα κλασικά συστήματα θέρμανσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η δαπάνη για την εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας είναι 2 φορές μεγαλύτερη από μια αντίστοιχη ισοδύναμη θερμαντική πηγή. Η απόδοση της όμως είναι σχεδόν τριπλάσια, με αποτέλεσμα να έχει πολύ γρήγορο ρυθμό απόσβεσης.

4.3. Κόστος θερμοκηπίου

Η επιλογή του κόστους κατασκευής ενός θερμοκηπίου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και συγκεκριμένα :

- από τον χρόνο εκμετάλλευσης του θερμοκηπίου (χειμώνα - καλοκαίρι).
- από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής (θερμό - ψυχρό κλίμα).
- από το είδος των καλλιεργειών ή της καλλιέργειας (απαιτήσεις καλλιεργειών)
- από τον τόπο εγκατάστασης (αν χρειάζεται μεγάλη προεργασία το έδαφος).
- από την αυτοματοποίηση του θερμοκηπίου (επί πλέον εξοπλισμός)
- από τον τύπο του θερμοκηπίου (π.χ. τούνελ)

στην κάθε περίπτωση το κόστος ενός θερμοκηπίου ξεκινά παραδοτέο στον χρήστη από 30.000 €/στρέμμα απλούστερη μορφή μέχρι 110.000 €/στρέμμα υπεραυτόματα με σύγχρονο εξοπλισμό και για πολλά χρόνια λειτουργίας.

Ο καλλιεργητής καλείται να επενδύσει σύμφωνα με τις οικονομικές δυνατότητες του, τις απαιτήσεις της αγοράς και της επιδότησης που θα μπορέσει να επωφεληθεί, σε κάθε περίπτωση το παραγόμενο προϊόν θα πρέπει να είναι αν όχι άριστο τουλάχιστον πολύ καλό, αν δεν μπορεί να παράγει προϊόν υψηλών προδιαγραφών με την βοήθεια κάποιων ειδικών Γεωπόνων καλύτερα να μην πραγματοποιήσει την επένδυση (η προχειρότητα τιμωρείται).

4.4. Υπολογισμός αναγκών θέρμανσης - ψύξης θερμοκηπίου

Για τον υπολογισμό του συστήματος θέρμανσης ενός θερμοκηπίου είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τη μέγιστη απαίτηση σε θερμότητα. Η εκτίμηση της μέγιστης απαίτησης σε θερμότητα, συμβαίνει υπό τις κατάλληλες συνθήκες και αυτές είναι κατά προσέγγιση την νύχτα, την εποχή με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Για να υπολογίσουμε την απαίτηση θερμότητας του θερμοκηπίου θα χρησιμοποιήσουμε τον εξής τύπο:

$$\Theta = K \cdot E \cdot (\Theta_{\varepsilon} - \Theta_{\xi})$$

Όπου: Θ = απαιτήσεις θερμότητας σε Watt.

K = ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από το θερμοκήπιο στο γύρω χώρο σε $W/m^2 \text{ } ^\circ C$

Θ_{ε} = η επιθυμητή νυχτερινή θερμοκρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, η οποία εξαρτάται από την καλλιέργεια σε ($^\circ C$).

Θ_{ξ} = η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, της περιοχής που βρίσκεται το θερμοκήπιο.



Η ονομαστική ισχύς του συστήματος θέρμανσης που τελικά θα τοποθετηθεί στο θερμοκήπιο, θα πρέπει να είναι αυξημένη κατά ένα ποσοστό που είναι αντιστρόφως ανάλογο με το βαθμό απόδοσης του συστήματος. Τελικά η ονομαστική ισχύς του (αυτή που αναγράφεται στην ετικέτα) του συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να είναι :

$$I = \Theta / \alpha$$

Όπου : I = η ονομαστική ισχύς του συστήματος θέρμανσης

α = ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης [$0 < \alpha < 1$]

Για το συγκεκριμένο θερμοκήπιο η μελέτη έχει ως εξής:

A) Διαστάσεις θερμοκηπίου

Πλάτος θερμοκηπίου $A = 10\text{m}$

Μήκος θερμοκηπίου $B = 15\text{m}$

Πλάτος κεκλιμένου επιπέδου της κορυφής $\Gamma = 7\text{m}$

Ύψος κορυφής $\Delta = 4.3\text{m}$

B) Υπολογισμός της επιφάνειας του καλύμματος του θερμοκηπίου

Επιφάνεια πλευρικών τοιχωμάτων = $Z = (\Pi * P) * \text{μήκος θερμοκηπίου}$

$$Z = (3,14 * 3,5) * 20$$

$$Z = 219,80\text{τ.μ}$$

Επιφάνεια στις μετόπες = $\Theta = \Pi * P^2$

$$\Theta = (3,14 * 7) \text{ τ.μ}$$

$$\Theta = 21,98 \text{ τ.μ} * 2 \text{ (μετόπες)} = 43,96 \text{ τ.μ}$$

$$\text{ΣΥΝΟΛΟ} \quad E = 263,76 \text{ τ.μ}$$



Γ) Υλικό κάλυψης : Υαλοπίνακες

Συντελεστής απωλειών θερμότητας του θερμοκηπίου $K = 5 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Δ) Θερμοκρασίες : Η ιδανική θερμοκρασία για καλλιέργειες οπωροκηπευτικών βρίσκεται στους 20 με 25 βαθμούς Κελσίου. Η ελάχιστη επιθυμητή θερμοκρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου είναι $\Theta_{\epsilon} = 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Η κατά προσέγγιση, μέση εξωτερική θερμοκρασία τους ψυχρότερους μήνες και κατά την διάρκεια της νύχτας είναι $\Theta_{\xi} = 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ε) Συντελεστής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης, $\alpha = 0,88$

Στ) Υπολογισμός απαιτήσεων θερμότητας για θέρμανση του θερμοκηπίου

$$\Theta = 5 * 263,76 * (14-6) = 10.550 \text{ W}$$

Ζ) Υπολογισμός ονομαστικής ισχύος του συστήματος θέρμανσης:

$$I = 10.550 / 0,88 = 11.989 \text{ W} \text{ ή } \Theta = 11,9 \text{ KW}$$

Η) Υπολογισμός εμβαδού θερμοκηπίου.

$$\text{Εθερμοκηπίου} = 10 * 15 = 150 \text{ τ.μ}$$

4.5. Ανάλυση χώρου θερμοκηπίου

Κατ' αρχήν ο χώρος θα πρέπει να είναι ασκίαστος και, ει δυνατόν, τα φωτοβολταϊκά θα πρέπει να βλέπουν το νότο και να έχουν μια κλίση κοντά στις 30 μοίρες. Αν δεν συμβαίνει αυτό (αν δηλαδή η στέγη σας σκιάζεται ή ο προσανατολισμός της δεν είναι νότιος), το φωτοβολταϊκό σας θα έχει μειωμένη απόδοση, χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι δεν είναι βιώσιμη οικονομικά η επένδυσή σας. Το πόσα τετραγωνικά μέτρα χρειάζεστε, εξαρτάται από το χώρο εγκατάστασης (έδαφος ή κεκλιμένη στέγη) και από την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών που θα επιλέξετε. Στο έδαφος, για παράδειγμα, θα χρειαστείτε χονδρικά περί τα 12-15 τετραγωνικά μέτρα για κάθε κιλοβάτ, ενώ σε μια κεραμοσκεπή 7-10 τ.μ. Για να μην έχουμε σπατάλη του διαθέσιμου χώρου που θα καταναλώσουμε, θα πρέπει να πραγματοποιήσουμε μια μελέτη, με τις ακριβείς διαστάσεις των χώρων που θα χρειασθούμε.

Χώρος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών στο έδαφος : **100 τ.μ**

Χώρος θερμοκηπίου : **150 τ.μ**

Συνολικό οικόπεδο : **300 τ.μ**

4.6. Μελέτη και υπολογισμός καταναλώσεων

Για την διασφάλιση της επένδυσης και γρήγορη απόσβεση ενός πλήρως αυτόνομου θερμοκηπίου, βασικό κριτήριο αποτελεί η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιήσουμε. Ο συνδυασμός νέων τεχνολογιών και υπερσύγχρονων διαδικασιών παραγωγής ενέργειας, διασφαλίζει την μέγιστη δυνατή απόδοση του συστήματος, οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας και κάτω από οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες. Κάθε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση είναι μοναδική, έτσι πρέπει να διαλέγουμε μέσα από μία ευρεία γκάμα προϊόντων τα ιδανικά για τις δικές μας συνθήκες ώστε να έχουμε τις υψηλότερες αποδόσεις. Επίσης πρέπει να επιλέγουμε καταναλωτές οι οποίοι να δίνουν στον χρήστη μέγιστο αποτέλεσμα με ελάχιστη κατανάλωση ρεύματος.

Στο δικό μας θερμοκήπιο ύστερα από μελέτη μεταξύ διαφόρων συναφή προϊόντων επιλέξαμε να τοποθετήσουμε αντλία θερμότητας dimplex WI 10TU Υψηλής απόδοσης νερού-νερού, ονομαστικής κατανάλωσης ισχύος σύμφωνα με το EN 14511 σε W10/W35 με 1.63 kw. Για την παραγωγή της ενέργειας μας επιλέξαμε πλαίσια της εταιρίας yingi solar, τύπου yge 60 cell series πολυκρυσταλλικά υψηλής απόδοσης που διακρίνονται για την αποδοτικότητα τους που φθάνει εώς και το 15,4%. Τα πάνελ αυτά ελαχιστοποιούν το κόστος εγκατάστασης και μεγιστοποιούν την απόδοση σε kWh με αποτέλεσμα να έχουμε γρήγορη απόσβεση του συστήματος μας.

Αναλυτικά η μελέτη μας έχει ως εξής :

Καταναλωτές	Φορτία	(Whour)	(H)λειτουργίας	(Wday)
Φωτισμός :	20 * 15w	300	4	1200
Ρευματοδότες :	4 * 250w	1000	5	5000
Αντλία θερμότητας :	1* 1,63kw	1063	12	12.756

Ύστερα από την σωστή μέτρηση των καταναλώσεων, προκύπτει μια κατανάλωση φορτίων της τάξεως των 18.956(w/d), στρογγυλοποιούμε προς τα επάνω τα W ώστε να έχουμε ένα περιθώριο και λέμε : Ότι έχουμε ανάγκη καταναλωτών της τάξεως των 19 Kwh / ημέρα.

$$19 \text{ Kwh} / \text{μέρα} * 365 \text{ (μέρες)} \text{ περίπου} = 6.935 \text{ Kwh} / \text{Έτος}.$$

Για να βρούμε την απαιτούμενη ισχύ των πάνελ προχείρως, διαιρούμε τη συνολική ημερήσια κατανάλωση όλων των συσκευών δια 5. Στο παραπάνω παράδειγμα που υπολογίσαμε ότι όλες οι συσκευές μας θα καταναλώνουν 19.000 Watt ανά 24ωρο, χρειάζονται 19.000W/d δια 5 = 3.800 Watt ισχύος σε φωτοβολταϊκά πάνελ.

Για να προκύψει τώρα η ισχύς των πάνελ (W) με μεγάλη ακρίβεια θα κάνουμε τους εξής υπολογισμούς.

Ισχύς πάνελ (W) = [(Wh /d) * days (αυτονομία) * (1 + %)] / [εποχιακή εκτίμηση(περίπου 5%)]

$$\text{Ισχύς πάνελ (W)} = [(19000 * 1 * 1,25)] / 5 = 4.750 \text{ W ΠΕΡΙΠΟΥ} = 5 \text{ KW}$$

Αφού έχουμε καταλήξει στον ζητούμενο φορτίο που απαιτείται για το θερμοκήπιο μας, μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό των φωτοβολταϊκών που θα χρειασθούμε.

Αν χρησιμοποιήσουμε 20 φωτοβολταϊκά πλαίσια της τάξεως των 250 Wp. Προκύπτει ότι 20 * 250 = 5000 Wp που είναι και η απαραίτητη ισχύς που πρέπει να παράγουμε. Γενικά πρέπει να ξέρουμε ότι 1 Kw εγκατεστημένης ισχύς αποδίδει κατά μέσο όρο 16.000 Kwh / έτος.

Για να βρούμε την απαιτούμενη χωρητικότητα των 24βολτων συσσωρευτών, διαιρούμε πάλι τη συνολική κατανάλωση όλων των συσκευών δια 24. Στο παραπάνω παράδειγμα που υπολογίσαμε ότι όλες οι συσκευές μας θα καταναλώνουν 19.000 Watt ανά 24ωρο, χρειάζονται 19.000 W/d δια 24V = 791.66 AH (αμπερώρια) χωρητικότητας συσσωρευτών.

Επειδή όμως δεν επιτρέπεται να εκφορτίζονται πλήρως οι συσσωρευτές, διπλασιάζουμε την παραπάνω χωρητικότητα, άρα στο συγκεκριμένο παράδειγμα απαιτούνται 1.583 Αh χωρητικότητας σε 24βολτους συσσωρευτές. Όσο μεγαλύτερη από την απαιτούμενη χωρητικότητα επιλέγουμε, τόσο το καλύτερο για τη διάρκεια ζωής των συσσωρευτών. Μπορούμε να συνδέσουμε μεταξύ τους παράλληλα όσους συσσωρευτές χρειαζόμαστε για πετύχουμε τη χωρητικότητα που θέλουμε.

Για να προβλέψουμε και κάποιες αναπόφευκτες απώλειες του συστήματος, πρέπει να αυξήσουμε τα παραπάνω μεγέθη φωτοβολταϊκών και μπαταριών κατά 20% έως 30%.

Για να προκύψει η ισχύς των μπαταριών που θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε σε (Ah) θα κάνουμε τους εξής υπολογισμούς.

Μπαταρίες (Ah) = [(Wh / d) * (1 + %) * d (αυτονομία) * (1 / 50% (βαθμός εκφόρτισης))] / [τάση συστήματος (24v)]

Μπαταρίες (Ah) = (19.000 * 1,25 * 1 * 2) / 24 = 1.979 Ah περίπου = 2.000 Ah

Στο θερμοκήπιο μας, επιλέξαμε να μην κάνουμε σύμβαση με την ΔΕΗ ώστε να πουλάμε το ρεύμα σε αυτή, αλλά να αποθηκεύουμε το ρεύμα που θα παράγουμε σε συσσωρευτές έτσι ώστε να είμαστε πλήρως αυτόνομοι. Αυτό σημαίνει όμως ότι πρέπει να έχουμε τόσους συσσωρευτές, αλλά και η χωρητικότητά τους να είναι τόση, ώστε να καλύπτει τις ανάγκες μας.

Έτσι ύστερα από μελέτη και αναζήτηση του καλύτερου προϊόντος επιλέξαμε για τις μπαταρίες μας να είναι τύπου 12v 220Ah. Άρα οι μπαταρίες που καλύπτουν τις ανάγκες του θερμοκηπίου για μία ημέρα χωρίς αυτές να φορτίζονται, ανέρχονται στο πλήθος των 10 μπαταριών. Έτσι έχουμε 10 * 220 Ah = 2.200 Ah το ζητούμενό μας από την μελέτη ήταν 1.979 Ah, άρα καλύπτουμε τις ανάγκες μας επαρκώς.

Οι συσσωρευτές δίνουν συνεχές ρεύμα 24V. Αν έχουμε και συσκευές που απαιτούν 230 Volt (όπως το ρεύμα του δικτύου στα σπίτια μας), τότε χρειαζόμαστε και έναν inverter 230V. Η απαιτούμενη ισχύς που πρέπει να υποστηρίξει ο inverter

καθορίζεται από την συνολική ισχύ σε Watt όλων των συσκευών που ενδέχεται να λειτουργήσουν ταυτόχρονα.

$$\text{Μετατροπέας τάσεως (inverter)} = \text{ισχύς αιχμής} * 1,25 \text{ (ασφάλεια)} = 2.363 * 1.25 = 2.953 \text{Kw περίπου} = 3 \text{ Kw}$$

Για να ολοκληρωθεί το φωτοβολταϊκό σύστημα, απαιτείται κι ένας ρυθμιστής φόρτισης. Για να βρούμε το απαιτούμενο μέγεθος ενός ρυθμιστή φόρτισης, διαιρούμε απλά την συνολική ισχύ των πάνελ δια 12 (αν το σύστημα είναι στα 12V ονομαστικά) ή δια 24 (αν το σύστημα είναι στα 24V ονομαστικά).

$$\text{Ρυθμιστής φόρτισης} = 5.000 \text{ w} / 24 = 208,33 \text{ A} = \text{περίπου} 210 \text{ A}$$

4.7. Περιγραφή εξοπλισμού

4.7.1. Εισαγωγή

Για την ολοκλήρωση του έργου μας, θα πρέπει να επιλέξουμε τους καταναλωτές που θα στελεχώσουν το θερμοκήπιο μας. Ένα σύστημα ολοκληρωμένο που κάθε κομμάτι του να ταιριάζει με όλα τα άλλα.

4.7.2. Γεωθερμική αντλία θερμότητας

Ύστερα από τη μελέτη μεταξύ διαφόρων συναφή προϊόντων επιλέξαμε να τοποθετήσουμε αντλία θερμότητας dimplex WI 10TU Υψηλής απόδοσης νερού-νερού, ονομαστικής κατανάλωσης ισχύος σύμφωνα με το EN 14511 σε W10/W35 με 1.63 kw.

Με την αντλία θερμότητας dimplex WI προσφέρουμε μια ολοκληρωμένη λύση παρέχοντας θέρμανση τον χειμώνα, δροσισμό το καλοκαίρι και ζεστό νερό χρήσης καθ' όλη την διάρκεια του έτους και όλα αυτά χρησιμοποιώντας ενέργεια που βρίσκεται αποθηκευμένη στο έδαφος. Όταν η λειτουργία δροσισμού είναι ενεργοποιημένη το καλοκαίρι, το σύστημα απλά αντιστρέφει τη διαδικασία. Η επιπλέον θερμότητα στον χώρο μεταφέρεται μέσω της ενδοδαπέδιας εγκατάστασης στην αντλία και από εκεί στο έδαφος. Έτσι, αντί να μεταφέρουμε θερμότητα από το έδαφος όπως στη λειτουργία της θέρμανσης, η θερμότητα μεταφέρεται από τον εσωτερικό χώρο προς το έδαφος μέσω των συλλεκτών.



Εικόνα 27 – Αντλία θερμότητας WI 10TU

Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλίας θερμότητας

Υψηλής απόδοσης του νερού-νερού αντλία θερμότητας (θερμοκρασία Medium)	
Αναφορά Παραγγελία	WI 10TU
Χρώμα περιβλήματος	Λευκό (παρόμοιο με το RAL 9003)
Μαx. θερμοκρασία προσαγωγής	62 ° C
Κατώτερο όριο λειτουργίας πηγή θερμότητας (λειτουργία θέρμανσης) / Ανώτατο όριο λειτουργίας πηγή θερμότητας (λειτουργία θέρμανσης)	7 έως 25 ° C,

Η θερμότητα που παράγεται με 1 συμπιεστή / COP W10/W35	9,6 kW / 5,9
Η θερμότητα που παράγεται με 1 συμπιεστή / COP W10/W45	9,1 kW / 4,3
Ονομαστική κατανάλωση ισχύος σύμφωνα με το EN 14511 σε W10/W35	1,63 kW
Ηχητικό επίπεδο ισχύος της συσκευής	41 dB (A)
Ψυκτικό / Ποσό του ψυκτικού	R410A / 2,7 kg
Μακ. θέρμανση παροχή νερού / Πίεση πτώσης	1,7 m ³ / h / 5000 Pa
Θερμική ροή πηγής (λεπτά)	2,2 m ³ / h
Διαστάσεις (Π x Υ x Β) **	650 x 845 x 665 χιλιοστά
Βάρος	142 kg
Τάση σύνδεσης	3/PE ~ 400 V, 50 Hz
Ξεκινώντας ρεύμα με soft starter	17 A
Την προστασία των ασφαλειών	C 10 A
Θέρμανση Σύνδεση	1 ίντσα ¼
Θερμότητας σύνδεση πηγή	1 ίντσα ¼
Σφραγίδα της έγκρισης EHPA (ισχύει μέχρι)	Ναι / 12.12.2014

4.7.3. Ηλιακά πλαίσια πολυκρυσταλλικού τύπου

Για την παραγωγή της ενέργειας μας επιλέξαμε πλαίσια της εταιρίας yingi solar, τύπου yge 60 cell series πολυκρυσταλλικά υψηλής απόδοσης που διακρίνονται για την αποδοτικότητα τους που φθάνει έως και το 15,4%. Τα πάνελ αυτά ελαχιστοποιούν το κόστος εγκατάστασης και μεγιστοποιούν την απόδοση σε kWh με αποτέλεσμα να έχουμε γρήγορη απόσβεση του συστήματος μας.



Εικόνα 28 – πολυκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού πάνελ

Μηχανικά Δεδομένα	
Technology:	Poly
Panel Dimensions:	64.96 × 38.98 × 1.57 inches
Panel Weight:	42.1 pounds
Cells Per Module:	60
Frame Material:	Clear aluminum
Module Connector:	Amphenol
Output Cables:	PV Wire
Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά	
System Rating:	250 Watts
Watts (PTC):	226.2 Watts
Max Power Voltage (V _{mpp}):	30.4 Volts
Max Power Current (I _{mpp}):	8.24 Amps

Open Circuit Voltage (Voc):	38.4 Volts
Short Circuit Current (Isc):	8.79 Amps
Max System Voltage:	600 Volts
Module Efficiency:	15.3%

4.7.4. Μετατροπέας τάσεως

Μετατροπέα τάσεως χρησιμοποιήσαμε της εταιρίας SMA solar inverters τύπου **sunny island 2012 / 2224** ο οποίος είναι ότι πιο εξελιγμένο σε εγκαταστάσεις χαμηλής ισχύος αυτόνομου δικτύου. Η υψηλή κατηγορία προστασίας IP54 και η αποσπώμενη μονάδα χειρισμού **sunny remote control (SRC-1)** παρέχει απόλυτη ευελιξία κατά την επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης. Συνδυάζει κορυφαία τεχνολογία και απλή εφαρμογή ιδανικό για εφαρμογές ισχύς έως 9 κιλοβάτ.



Τεχνικά χαρακτηριστικά μετατροπέα τάσεως

Nominal AC voltage / adjustable	230 V / 202 V – 253 V
Nominal AC frequency / adjustable	50 Hz, 60 Hz / 45 Hz ... 65 Hz
Continuous AC power (at 25 °C / at 45 °C)	2200 W / 1600 W

AC output power at 25 °C for 30 min / 1 min / 3 s	2900 W / 3800 W / 3900 W
Nominal AC current / max. AC current (peak)	9.6 A / 25 A for approx. 500 ms
Total harmonic distortion output voltage / power factor at rated power	4 % / -1 ... +1
AC input voltage / range	230 V / 172.5 V – 264.5 V
AC input frequency / range	50 Hz, 60 Hz / 40 Hz ... 70 Hz
Max. AC input current / adjustable	25 A / 0 A ... 25 A
Max. input power	5.75 kW
Dimensions (W / H / D)	470 / 445 / 185 mm
Weight	19 kg
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C
Degree of protection (as per IEC 60529)	Outdoor installation (IP54)

4.7.5. Ρυθμιστής φόρτισης

Για ρυθμιστή φόρτισης επιλέξαμε τον EPS 12/24V - 60A με οθόνη ο οποίος είναι Κορυφαίας ποιότητας για φωτοβολταϊκά συστήματα 12V ή και 24V, με αυτόματη αναγνώριση της τάσης του συστήματος. Για φόρτιση των συσσωρευτών με ρεύμα έως 60A (δηλαδή με φωτοβολταϊκα πάνελ συνολικής ισχύος 1.440Wp στα 24V ή 720Wp στα 12V).

Κορυφαίας ποιότητας για φωτοβολταϊκά συστήματα 12V ή και 24V, με αυτόματη αναγνώριση της τάσης του συστήματος. Για φόρτιση των συσσωρευτών με ρεύμα έως 60A (δηλαδή με φωτοβολταϊκα πάνελ συνολικής ισχύος 1.440Wp στα 24V ή 720Wp στα 12V).

Έχει και υποδοχή για σύνδεση συσκευών, με αυτόματη διακοπή της λειτουργίας τους πριν αδειάσει εντελώς η μπαταρία, προστατεύοντάς την έτσι από

πρόωρη φθορά. Ο ρυθμιστής σταματά τη φόρτιση αυτόματα όταν φορτίσουν οι συσσωρευτές.

Έχει ευανάγνωστη ψηφιακή οθόνη με ενδείξεις για την κατάσταση φόρτισης και την τάση των μπαταριών ή της παραγωγής των πάνελ σε Ampere και δυνατότητα ρύθμισης της τάσης φόρτισης των συσσωρευτών. Μπορείτε να παρακολουθείτε κάθε στιγμή αν φορτίζει η μπαταρία, με τι ρυθμό, ποιά είναι η τάση της, αλλά και να προγραμματίσετε την τάση στην οποία θα σταματά ο ρυθμιστής τη φόρτιση των συσσωρευτών κ.ά. Ταυτόχρονα θα έχετε τη δυνατότητα να παρακολουθείτε και άλλες παραμέτρους του συστήματός σας όπως είναι η τάση των φωτοβολταϊκών σας αλλά και η ένταση του ρεύματος που παράγουν σε Ampere.

Το κυριότερο όμως χαρακτηριστικό του είναι ότι πρόκειται για ρυθμιστή φόρτισης τεχνολογίας P.W.M. με φόρτιση τριών σταδίων. Η μπαταρία σας φορτίζεται έτσι με τον καλύτερο τρόπο με αποτέλεσμα την πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της.



Επειδή όμως η απαίτηση του συστήματός μας για τον ρυθμιστή φόρτισης βρίσκεται στα 210 A ενώ ο ρυθμιστής μας είναι έως 60 A θα χρησιμοποιήσουμε 4 ρυθμιστές.

Τεχνικά χαρακτηριστικά ρυθμιστή φόρτισης

Όνομαστική Τάση	12V / 24V
Max Load current	60A
Είσοδος	12V-17V / 24V-34V
Over voltage protection	17V / 34V
Full charge cut:	Ρυθμιζόμενο
Low voltage cut:	Ρυθμιζόμενο
Temperature compensation	-3mv/°C /cell
Αυτοκατανάλωση χωρίς φορτίο	≤10mA
Κατάλληλη θερμοκρασία περιβάλλοντος	-25°C έως +55°C

4.7.6. Μπαταρίες

Την ενέργεια που παίρνουμε από τα φωτοβολταϊκά πρέπει να την αποθηκεύουμε σε μπαταρίες γι' αυτό το λόγο οι μπαταρίες που θα επιλέξουμε θα πρέπει να καλύπτουν επαρκώς τις ανάγκες του θερμοκηπίου και θα πρέπει να είναι οι πλέον αξιόπιστες. Γι' αυτό το λόγο επιλέξαμε μπαταρίες μολύβδου FULLRIVER DEAP CYCLE 220AH-12V. Οι οποίες προσφέρουν μεγάλη διάρκεια ζωής, πολύ υψηλή αξιοπιστία, ικανότητα μεγάλων κύκλων ζωής αλλά και χαμηλό ρυθμιστή εκφόρτισης.



Τεχνικά χαρακτηριστικά συσσωρευτών

Capacity	220Ah
Διαστάσεις	M.522mm/Π.242mm/Υ.218mm
Συνολικό ύψος	222mm
Βάρος	66,50Kg
Ρεύμα εκκίνησης	2200A (5s)
Deep Cycle	Βαθιάς εκφόρτισης

4.7.7. Γεννήτρια

Καλό θα ήταν σε περίπτωση που έχουμε την οικονομική δυνατότητα να τοποθετήσουμε μια τριφασική γεννήτρια πετρελαίου 14,9KVA τάσης 220/380V, με κόστος 5,340.00€, η οποία σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης ή ακόμα και σε περίπτωση μη ικανοποιητικής παραγωγής ενέργειας λόγω κακοκαιρίας, θα καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του θερμοκηπίου μας. Σημαντική έμφαση πρέπει να δώσουμε στο ότι η γεννήτρια αυτή θα είναι αυτοδιεγειρόμενη. Δηλαδή όταν δεν υπάρχει τάση στο σύστημα, τότε αυτή θα αντιλαμβάνεται ότι δεν υπάρχει τάση και μετά από ένα χρονικό διάστημα που εμείς θα έχουμε ορίσει θα ενεργοποιείται αυτόματα (delay on).



Τεχνικά χαρακτηριστικά γεννήτριας

Τύπος κινητήρα	Ruggerini RD210
Κυβισμός (cc)	954
Κύλινδροι	2
Μέγιστη Ισχύς (Hp/rpm)	22/3.000
Καύσιμο	DIESEL
Χωρητ.Ρεζερβουάρ (lt)	7
Χωρητ.Κάρτερ Λαδιού (lt)	3
Εκκίνηση	Ηλεκτρική Μίζα
Ισχύς (KVA)	14,9
Τάση	220/380V
Συχνότητα	50Hz
Μέγ.Ένταση (A)	22,57
Διέγερση	Αυτοδιεγειρόμενη
Φάσεις	3
Σύνδεση	Απευθείας
Βολτόμετρο	Ηλεκτρονικό
Σταθεροποιητής Τάσης	Αυτοσταθεροποιούμενη
Προστασία (AC/DC)	Αυτόματος Ασφαλειοδιακόπτης
Μπαταρία	12V / 55 Ah
Αυτονομία (Hrs)	3
Βάρος (Kg)	204
Διαστάσεις (μήκος x πλάτος x ύψος)	1000x600x870
Εγγύηση	2 χρόνια

4.7.8. Σωλήνες PEX-b RETIFLEX

Για να διαδοθεί η θέρμανση-ψύξη μέσα στο θερμοκήπιο χρησιμοποιήθηκαν οι σωλήνες RETIFLEX που παράγονται από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο και δικτυώνονται με τη μέθοδο των σιλανίων(PEX-b), βάσει των προδιαγραφών DIN 16892-16893, χρησιμοποιώντας πρώτες ύλες τελευταίας γενιάς που προμηθεύουν οι μεγαλύτερες στο είδος τους διεθνείς εταιρίες. Είναι πιστοποιημένες τόσο για τις μηχανικές τους αντοχές, όσο και για την καταλληλότητά τους προς χρήση σε δίκτυα πόσιμου νερού από τα διεθνή ινστιτούτα SKZ, WRAS, MPA, CSA, NSF, ITS και το ελληνικό ΕΛΟΤ.

Συνοδεύονται από εγγύηση καλής λειτουργίας ύψους 2.000.000 CHF.

Παράγονται σε φυσικό λευκό ή μαύρο χρώμα με σταθεροποιητές UV, καθώς επίσης και σε άλλα χρώματα, σύμφωνα με τις ανάγκες του πελάτη. Διατίθενται σε ποικίλλα μήκη στροφείων, καθώς επίσης και επενδεδυμένα με προστατευτικό σπιράλ κόκκινου, μπλε ή μαύρου χρώματος.

Για τις εφαρμογές ενδοδαπέδιας θέρμανσης και δροσισμού, οι σωλήνες δικτυωμένου πολυαιθυλενίου προσφέρονται και με φραγμό οξυγόνου τριών και πέντε στρώσεων με την επωνυμία RETIFLEX-NOXY .Ο φραγμός οξυγόνου επιτυγχάνεται με επένδυση του σωλήνα με ένα φιλμ από ειδικό υλικό (EVOH), το οποίο είτε συγκολλάται εξωτερικά (3 στρώσεων), είτε στο ενδιάμεσο του σωλήνα (5 στρώσεων). Με τον φραγμό αποτρέπεται η εισχώρηση του οξυγόνου στο κύκλωμα του νερού και έτσι περιορίζεται η διάβρωση στα μεταλλικά εξαρτήματα του συστήματος.



Τεχνικά χαρακτηριστικά-Ιδιότητες :

- Άριστες θερμικές ιδιότητες
- Ανθεκτικοί στη διάβρωση και στις χημικές ουσίες
- Υψηλή μηχανική αντοχή
- Χαμηλό συντελεστή τριβής
- Ελαφρείς, εύκαμπτοι και οικονομικοί
- Στεγανοί
- Αθόρυβοι
- Μη τοξικοί
- Πιστοποιημένοι από διεθνή ινστιτούτα
- Μακροβιότητα

4.8. Τεχνοοικονομική συγκριτική ανάλυση ανανεώσιμων και συμβατικών καυσίμων

Ο φετινός χειμώνας ήταν αναμφισβήτητα για τους Έλληνες ο πιο δύσκολός των τελευταίων ετών αναφορικά με την οικιακή θέρμανση. Αυτό οφείλεται στην μεγάλη αύξηση της τιμής του πετρελαίου και του φυσικού αερίου μέσω των έμμεσων φορών που έχουν επιβληθεί σε αυτά.

Το μέλλον είναι στις **αντλίες θερμότητας** αλλά ο περισσότερος κόσμος θα αργήσει να τις ανακαλύψει. Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης είναι υψηλό και θα τρώμαζε τον καθένα, αλλά η εξοικονόμηση χρημάτων που επιτυγχάνεται με τα συστήματα αυτά, της τάξεως του 60%-80%, θα υποχρεώσουν ίσως πολλούς να διερευνήσουν συντόμως την συγκεκριμένη αγορά.

Ωστόσο η οικονομική βιωσιμότητα τους, προκύπτει συγκρίνοντας την ενέργεια που καταναλώνει ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης και ψύξης με την ενέργεια που καταναλώνει ένα γεωθερμικό σύστημα.

Το κόστος αγοράς – εγκατάστασης ενός τυπικού συστήματος αντλίας θερμότητας με γεωεναλλάκτη για ψύξη και θέρμανση ενός θερμοκηπίου 150-200 τ.μ.

κυμαίνεται περίπου στα 23.000 ευρώ, ένα τέτοιο σύστημα έχει απόδοση περίπου 40% στη ψύξη και 70% στη θέρμανση.

Η αγορά της Αντλίας Θερμότητας και των εργασιών εγκατάστασης **επιδoteίτε έως το 70%** κάνοντας χρήση του προγράμματος "**Εξοικονόμηση κατ' οίκον**" για οικίες ή **55%** επί του προϋπολογισμού με μέγιστο ποσό χορηγίας τα 20.000 ευρώ για φυσικά πρόσωπα και φορείς που δεν ασκούν οικονομική δραστηριότητα.

Δείτε στον παρακάτω πίνακα την κατηγορία ιδιώτη στην οποία ανήκετε :

Κατηγορία Ωφελούμενων	A1	A2	B
Ατομικό εισόδημα	μέχρι 12000€	Από 12000€ μέχρι 40000€	από 40000€ μέχρι 60000€
Οικογενειακό εισόδημα	μέχρι 20000€	Από 20000€ μέχρι 60000€	από 60000€ μέχρι 80000€
Κίνητρο	70% επιδότηση	35% επιδότηση	15% επιδότηση

Τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα. Η διαφορά ενός συστήματος τύπου αντλίας θερμότητας, είτε χρησιμοποιεί τη θερμοκρασία του αέρα (αντλία αέρα/νερού), είτε τους εδάφους (γεωθερμική αντλία) για να μεταφέρει τη θερμότητα, είναι πως λειτουργεί πολύ πιο αποτελεσματικά και εξοικονομεί περισσότερη ενέργεια. Πληρώνετε μόνο ένα μικρό ποσό ρεύματος, αλλά πρόκειται για μία επένδυση που αποδίδει.

Και αυτό διότι οι αντλίες θερμότητας χαρακτηρίζονται από μεγάλο βαθμό απόδοσης (COP), ο οποίος για τις αντλίες αέρα-νερού κυμαίνεται από 2,5 έως 3 ενώ στην περίπτωση των γεωθερμικών αντλιών (νερού – νερού) μπορεί να φτάσει και το 5.

Αυτό σημαίνει ότι μία αντλία νερού – νερού με COP=5, για κάθε kWh ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει, αποδίδει 5 kWh θερμικής ενέργειας. Ειδικά εάν το σύστημα λειτουργεί αρκετές ώρες με το νυχτερινό τιμολόγιο (μέσο κόστος 0,066 ευρώ/kWh) το κόστος πέφτει σημαντικά, ενώ μεγάλη εξοικονόμηση μπορούμε

να επιτύχουμε στην περίπτωση που η αντλία συνδυαστεί με ενδοδαπέδια θέρμανση αντί για σώματα καλοριφέρ.

Όλα τα παραπάνω θα γίνουν εύκολα κατανοητά με την οικονομική μελέτη του δικού μας θερμοκηπίου. Εκτιμάται λοιπόν ότι σε θερμοκήπιο 150 τ.μ στα οινόφυτα αττικής χρειάζεται ενέργεια 2.934 kWh για θέρμανση και 2.500 kWh για ψύξη. Η μέση τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος για τα επόμενα χρόνια εκτιμάται ίση με 0,18 ευρώ/kWh και η μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης 1.35 ευρώ/ λίτρο

Για να πάρει το συγκεκριμένο θερμοκήπιο τις 2.934 kWh θερμικής ενέργειας, απαιτούνται περίπου 3.438 κιλά πετρελαίου, ο υπολογισμός αυτός προέκυψε με μπέκ χρήσης 1 GPH το οποίο καταναλώνει 3,82 κιλά / ώρα, με πραγματικές ώρες λειτουργίας να κυμαίνονται σύμφωνα με υπολογισμούς στις 6 ώρες ημερησίως τα οποία θεωρώντας μία μέση φετινή τιμή στα 1,35 ευρώ, έχουν κόστος περίπου 4.641 ευρώ. Το κόστος ψύξης με συμβατικά κλιματιστικά (όχι inverter), δεδομένου ότι ένα θερμοκήπιο δεν έχει ανάγκη από ιδιαίτερη ψύξη κυμαίνεται στα 450 ευρώ.

Στην περίπτωση της αντλίας θερμότητας τώρα, εάν θεωρήσουμε συντελεστή απόδοσης ίσο με 5, σύμφωνα με τα στοιχεία της αντλίας θερμότητας που χρησιμοποιήσαμε, οι 2.934 kWh θερμικής ενέργειας απαιτούν την κατανάλωση 586,8 kWh ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες θεωρώντας μέσο κόστος 0,18 ευρώ/kWh, έχουν συνολικό κόστος 105,624. Επομένως το ετήσιο κόστος για ψύξη του θερμοκηπίου, είναι $500 \text{ kWh} * 0,18 \text{ ευρώ / kWh} = 90 \text{ ευρώ}$

Το κόστος για μία μέση αντλία είναι αρκετά ακριβότερο τόσο από τα παραδοσιακά συστήματα πετρελαίου, φυσικού αερίου όσο και από τα νέα σχετικά συστήματα όπως αυτά που καίνε πέλλετ. Ωστόσο, βάσει του παραπάνω παραδείγματος μπορεί κανείς εύκολα να συμπεράνει ότι η απόσβεση του αρχικού κόστους γίνεται αρκετά γρήγορα. Ειδικά εάν πρόκειται για νέα εγκατάσταση, οι άνθρωποι του χώρου εκτιμούν ότι η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας είναι η πλέον συμφέρουσα λύση.

Ειδική αναφορά πρέπει να γίνει στην ανάγκη συντήρησης που απαιτεί ένα σύστημα γεωεναλλάκτη διότι το κόστος συντήρησης τους είναι μηδέν, με διάρκεια

ζωής τουλάχιστον 50 χρόνια. Όσον αφορά την αντλία θερμότητας και τα εσωτερικά συστήματα θέρμανσης ψύξης, η διάρκεια ζωής τους είναι μεγαλύτερη από εκείνη των αντίστοιχων συμβατικών συστημάτων, ενώ απαιτείται ελάχιστη συντήρηση.

Αναλυτικά εμφανίζεται η εξοικονόμηση χρημάτων στον παρακάτω πίνακα.

Αρχικό κόστος εγκατάστασης	23.000\$ +Φ.Π.Α =28.290€
Χορηγία (55%)	15.559,00 €
Τελικό κόστος με την επιχορήγηση	12.730,00 €
Εξοικονόμηση σε ενέργεια θέρμανσης	3.333 €/έτος
Εξοικονόμηση σε ενέργεια ψύξης	360 €/έτος
Εξοικονόμηση λόγω μειωμένου κόστους συντήρησης ΓΑθ	250 €/έτος
Εξοικονόμηση κατά έτος	3.943 €/έτος
Χρόνος απόσβεσης	5 χρόνια

Το κόστος του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος που αναλύθηκε παραπάνω είναι $8.390€ + 2.000€ = 10.390$ σύμφωνα με τους ισχύοντες καταλόγους με την εγκατάσταση.

Συνεπώς το συνολικό κόστος της εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος και γεωθερμικής αντλίας είναι $10.390€ + 28.290€ - \text{χορηγία (55\%)} = 17.406€$

Για να έρθουμε πιο κοντά στις πραγματικές μας ανάγκες παραθέτω ένα παράδειγμα μίας μέσης οικίας που μας είναι πιο οικεία τα ποσά για να γίνει κατανοητή η εξοικονόμηση των Α.Π.Ε.

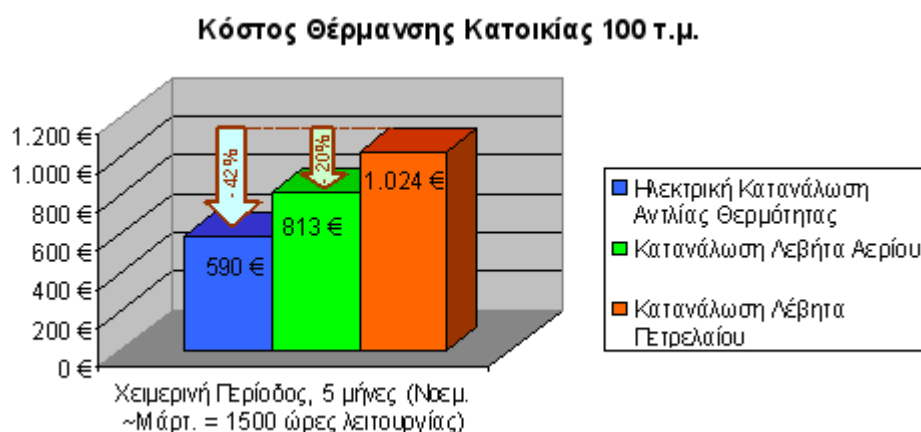
Η αγορά μιας αντλίας θερμότητας για μία οικία εμβαδού 100 τ.μ. κοστίζει περίπου στις 7.000 με 9.000 ευρώ (χωρίς ΦΠΑ). Η εγκατάσταση μίας τέτοιας μονάδας κοστίζει περίπου στις 2.000 ευρώ.

Με βάση την σημερινή τιμολογιακή πολιτική των ενεργειακών αγαθών, (ΔΕΗ, ΕΠΑ, Πετρέλαιο) συγκρίναμε το κόστος λειτουργίας μιας κατοικίας 100 τ.μ. μέτρων στα βόρεια προάστια της Αθήνας. Η περίοδος λειτουργίας της κατοικίας με θερμαντικά σώματα για τους 5 χειμερινούς μήνες από Νοέμβριο έως Μάρτιο, με 18ώρη ημερήσια λειτουργία και χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος από $7^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$.

Εξετάστηκαν 3 διαφορετικά συστήματα θέρμανσης :

- Αντλία Θερμότητας **Αέρα – Αέρα** με τεχνολογία Inverter.
- Κεντρική Θέρμανση με χρήση λέβητα φυσικού αερίου.
- Κεντρική Θέρμανση με χρήση λέβητα πετρελαίου.

Τα αποτελέσματα του κόστους λειτουργίας κάθε συστήματος απεικονίζονται στο πίνακα:



Τα αποτελέσματα δείχνουν την σημαντικά χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας των αντλιών θερμότητας σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα κεντρικής θέρμανσης.

Αν λάβει κανείς υπόψη του ότι το μέσο κόστος εγκατάστασης ενός κεντρικού συστήματος κλιματισμού κυμαίνεται από 4.000€~8.000€, έναντι 3.000~4.000€ ενός κεντρικού συστήματος θέρμανσης, μπορεί το διαφορεικό κόστος επένδυσης να αποσβεστεί σε 2~6 έτη από την οικονομία λειτουργίας της αντλίας θερμότητας.

4.9. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο ομοίωμα θερμοκηπίου

Υλικά	Διαστάσεις/ Τεχνικά χαρακτηριστικά
ΒΑΣΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	
Αντλία νερού tmc	12 v, 3amps
Μπαταρία MicroKiel	12 v, 7,2 AH
Φωτοβολταϊκό πάνελ Bioenergy	P _{MAX} 0,5 W, V _{MPP} 17,2v, I _{MPP} 0,29A, V _{OC} 21,6 v, I _{SC} 0,32 A
Λεντοταινία 3M	200MP
Διακόπτης	On/ off
Καλώδιο	Δίκλωνο (μαύρο- κόκκινο)
ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΤΑΣΗΣ	
LM	7805
Τρίμερ	4,7 K Ω
Αντίσταση	220 Ω / ¼ W
Πυκνωτές	1000 μ F/ 25v, 100 μ F/ 25v
Δίοδος	
Πλακέτα διάτρητη	
Λάστιχα	
Λάστιχο σιλικόνης διάφανο	6 m
Λάστιχο σιλικόνης μαύρο	4 m
Θερμοκήπιο	
Νάilon διάφανο	
Σύρμα χοντρό	
Θερμαινόμενη κόλλα	ημιδιάφανη
Δεματικά	μαύρα λεπτά
Τσέρκι	1 πόντου
Βάση φωτοβολταϊκού	γωνιακή
Συμπιεσμένο φελιζόλ	λευκό
Δεματικά	διάφανα λεπτά
ΚΥΡΙΩΣ ΜΕΡΟΣ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	
Μεγάλη τάβλα κόντρα πλακέ	60*40*1 (cm)
Μικρή τάβλα κόντρα πλακέ	39,5*29*1 (cm)
4 πόδια	3*3*14 (cm)
1 πόδι	3*4*15 (cm)

2 πηγάκια γύρω από το θερμοκήπιο	28*3*1 (cm)
2 πηγάκια γύρω από το θερμοκήπιο	40*3*1 (cm)
Ξυλόβιδες	
Τσόχα	Πράσινη
2 συστολές	1 cm-0,4 mm

4.10. Παρουσίαση ομοιώματος θερμοκηπίου

Το κυρίως μέρος του θερμοκηπίου επιλέχθηκε να αποτελείται από ξύλο, διότι στην τελική του μορφή θα ήταν πιο ελαφρύ, αλλά και το κόστος του ξύλου είναι πιο οικονομικό σε σχέση με τη λαμαρίνα.

Έτσι χρησιμοποιήσαμε δύο κόντρα πλακέ, παράλληλα μεταξύ τους τα οποία συνδέονται με τέσσερις κολόνες σουηδικό ξύλο. Το επάνω κόντρα πλακέ παριστά την επιφάνεια της γης στην οποία κατασκευάσαμε το θερμοκήπιο. Το κάτω κόντρα πλακέ παριστά το υπέδαφος στο οποίο βρίσκεται το κλειστό σύστημα βρόχου με οριζόντιο γεωθερμικό εναλλάκτη που έχει χρησιμοποιηθεί, επίσης παριστά και έναν χώρο ειδικά διαμορφωμένο (υπόγειο ή παρακείμενο) στον οποίο έχει εγκατασταθεί ο μηχανολογικός εξοπλισμός υποστήριξης του θερμοκηπίου (αντλία θερμότητας – μπαταρίες – ρυθμιστής τάσης).



Στη συγκεκριμένη κατηγορία ο γεωθερμικός εναλλάκτης τοποθετείται σε μικρό βάθος (περίπου 2-3m) σε μια ή περισσότερες στρώσεις σωληνώσεων, αφού θεωρήθηκε προτιμότερο να πραγματοποιηθεί ολοκληρωτική εκσκαφή του χώρου και

όχι να ανοιχτούν χαντάκια και αυτό έγινε για να μπορεί στο εγγύς μέλλον να γίνει επέκταση του θερμοκηπίου.

Στο κάτω επίπεδο λοιπόν, έχει αναπτυχθεί δίκτυο σωληνώσεων με συνδυασμό μαϊανδρου-σαλίγκαρου, το οποίο εξασφαλίζει μια πηγή θερμότητας, που παρέχει θερμική ενέργεια με σταθερή ισχύ και σταθερή θερμοκρασία (εναλλάκτης), καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, κάτι που επιτυγχάνεται, καθώς σε βάθος μεγαλύτερο των 80 cm η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει σταθερή. Ύστερα βλέπουμε την γεωθερμική αντλία η οποία για τις διαστάσεις αυτού του ομοιώματος είναι μία κοινή αντλία και αυτό γιατί δεν υπάρχει γεωθερμική αντλία στο μέγεθος που χρειαστήκαμε αλλά και να υπήρχε θα είχε μεγάλο κόστος.

Στο κυρίως μέρος της μακέτας βλέπουμε το θερμοκήπιο με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και πλησίον αυτού τα φωτοβολταϊκά που υποστηρίζουν την φόρτιση των μπαταριών.

Για την ενδοδαπέδια θέρμανση του θερμοκηπίου χρησιμοποιήσαμε σωλήνα σιλικόνης διαμορφωμένο σε σχέδιο μαϊανδρου-σαλίγκαρου με στηρίγματα μεταλλικού ελάσματος.

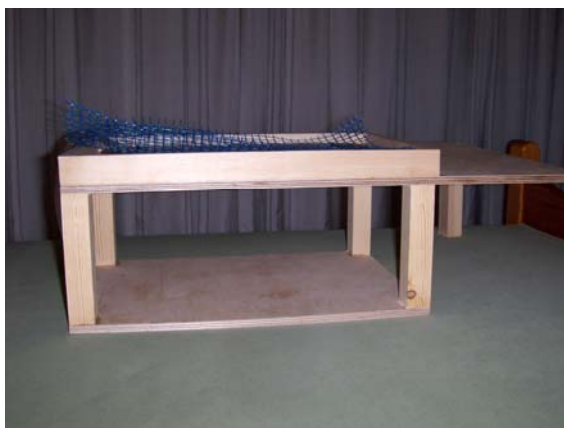
Το φωτοβολταϊκό τοποθετήθηκε εφαπτόμενο του θερμοκηπίου για οικονομία χώρου της μακέτας, στην πράξη όμως πρέπει να απέχει για να μην σκιάζει την καλλιέργεια του θερμοκηπίου.

Η συστοιχία συσσωρευτών είναι τοποθετημένη σε ειδικά διαμορφωμένο αεριζόμενο χώρο στο μηχανοστάσιο.

4.11. Φωτογραφίες

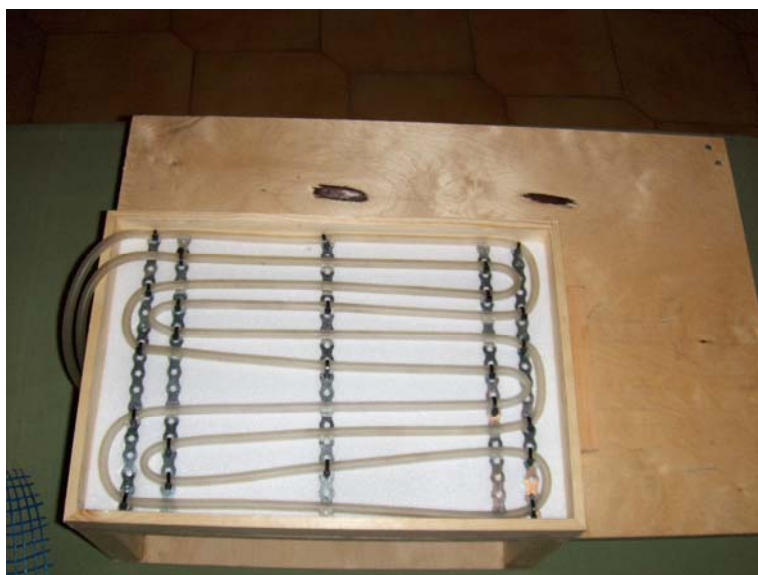
1ο Στάδιο

Στο πρώτο στάδιο δημιουργήθηκε η βάση της πτυχιακής.



Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν ξύλο, και πιο συγκεκριμένα δύο κόντρα πλακέ, παράλληλα μεταξύ τους τα οποία συνδέονται με τέσσερις κολόνες.

2ο Στάδιο



Δημιουργήθηκε πάνω στο ξύλο (στο επάνω κόντρα πλακέ) η βάση του θερμοκηπίου. Εδώ χρησιμοποιήθηκε λάστιχο σιλκόνης το οποίο αναπαριστά τις σωληνώσεις οι οποίες βρίσκονται τοποθετημένες μέσα στο χώμα. Καθώς λειτουργεί η γεωθερμική αντλία θερμότητας τότε το νερό ρέει μέσα σε αυτές με αποτέλεσμα να θερμαίνεται/ψύχεται το θερμοκήπιο.

3ο Στάδιο

Έπειτα προστέθηκαν οι σωληνώσεις με λάστιχο σιλκόνης στο κάτω κόντρα πλακέ σε σχήμα μαϊάνδρου – σαλίγκαρου, αφού έγινε ολοκληρωτική εκσκαφή του εδάφους για την τοποθέτησή τους με σκοπό στο μέλλον να μπορεί να γίνει επέκταση του θερμοκηπίου χωρίς να προσληφθεί το σύστημα γεωθερμίας.



4ο Στάδιο

Σε αυτό το στάδιο προστέθηκε η γεωθερμική αντλία.



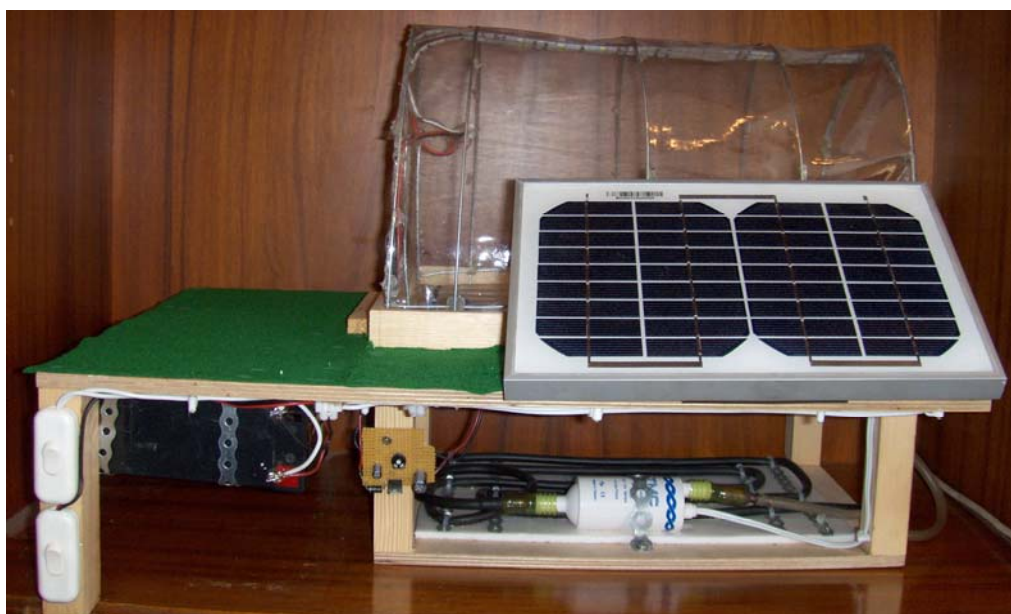
5ο στάδιο

Προστέθηκε το φωτοβολταϊκό για την παραγωγή ενέργειας μέσω ηλιακής ακτινοβολίας και η τσόχα ως αναπαράσταση γρασιδιού στον εξωτερικό χώρο.



6ο στάδιο

Στο στάδιο αυτό προστέθηκε η μπαταρία για την αποθήκευση του ηλεκτρικού ρεύματος, ο ρυθμιστής τάσης για την σωστή και ομαλή φόρτιση της μπαταρίας, λεντοταινία για την φώτιση του εσωτερικού του θερμοκηπίου, δύο διακόπτες λειτουργίας on/off για την εκκίνηση/ διακοπή της λειτουργίας της γεωθερμικής αντλίας και για την λειτουργία της λεντοταινίας αντίστοιχα.



5. Συμπεράσματα

Ανακεφαλαιώνοντας, στο πλαίσιο αυτής της μελέτης και με βάση ρεαλιστικά σενάρια, προσδιορίστηκαν δείκτες για την εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος της χώρας. Παράλληλα διερευνήθηκαν, προσδιορίστηκαν και αξιολογήθηκαν τα απαραίτητα μέτρα πολιτικής για την προσέγγιση των προβλεπόμενων μεγεθών, καθώς και τα σχετικά οικονομικά στοιχεία κόστους και επενδύσεων.

Ιδιαίτερη επισήμανση πρέπει να γίνει στο γεγονός, ότι για όλα τα εξεταζόμενα σενάρια, τα συστήματα που χρησιμοποιήσαμε, οι τιμές που δώσαμε και τα αποτελέσματα που προέκυψαν, περιέχουν πιθανότητα απόκλισης από τις πραγματικές και αυτό διότι καθημερινά βελτιώνονται αισθητά, καθώς η τεχνολογία κάνει άλματα στις Α.Π.Ε ενώ παράλληλα μειώνονται και τα κόστη εγκατάστασης-υλικών.

Το πρώτο κρίσιμο συμπέρασμα της ανάλυσης είναι ότι η προοπτική των υφιστάμενων πολιτικών που διαδραματίζονται στη χώρα μας, δεν αρκούν για να οδηγήσουν στην επίτευξη των στόχων μείωσης των εκπομπών CO₂, ούτε έχουν καταφέρει να δώσουν ώθηση στην εξέλιξη του ενεργειακού τομέα, για κάτι που προσφέρεται η χώρα μας καθώς έχει συγκριτικά πλεονεκτήματα ως προς τις μορφές ΑΠΕ. Εντούτοις, δεν παρουσιάζει ποσοστό αξιοποίησης τους σε ικανοποιητικό βαθμό. Από την άλλη πλευρά σε παγκόσμιο επίπεδο γίνεται όλο και πιο έντονα αποδεκτό το γεγονός, ότι η αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ συνδυάζεται και συνεισφέρει στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη.

Ύστερα από την έρευνα που προηγήθηκε, το συμπέρασμα που προκύπτει από προσωπική μου εκτίμηση είναι ότι η γεωθερμία σαν μορφή ενέργειας είναι ιδιαίτερα αδικημένη στη Ελλάδα διότι θα μπορούσαν να γίνουν περισσότερες επενδύσεις και εγκαταστάσεις, κάτι που σύντομα θα αναγνωριστεί λόγω της μεγάλης αύξησης των συμβατικών καυσίμων, οι οποίες στρέφουν τον κόσμο στην εξεύρεση νέας μορφής ενέργειας και η πιο αποδοτική είναι αυτή των αντλιών θερμότητας.

Εν κατακλείδι, πρέπει να επισημανθεί ότι με το πέρασμα των χρόνων η ανάγκη για απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα γίνεται επιτακτικότερη καθώς η χρήση τους παρουσιάζει μία σειρά μειονεκτημάτων. Η αλόγιστη χρήση τους και η σημερινοί ρυθμοί εξόρυξής τους θα οδηγήσουν σε εξάντληση των περιορισμένων

πλέον αποθεμάτων τους στο εγγύς μέλλον. Ακόμη η καύση τους είναι υπεύθυνη για τους ρύπους που δημιουργούν φαινόμενα όπως αυτά του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής.

Εξαιτίας των αναφερθέντων προβλημάτων, δίνεται ολοένα και μεγαλύτερη εκμετάλλευση στην έρευνα και εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) οι οποίες είναι ανεξάντλητες και φιλικές προς το περιβάλλον. Επίσης σε βάθος χρόνου αποφέρουν κέρδος και σημαντική οικονομική ανάπτυξη της κοινωνίας καθώς επέρχεται μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Παράλληλα, αυτή η εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος παρέχει ασφάλεια στον τελικό καταναλωτή, καθώς τον προστατεύει από την αστάθμητη διακύμανση του κόστους των εισαγόμενων καυσίμων, ενώ του προσφέρει επιπλέον τις βέλτιστες τεχνολογικές λύσεις και επιλογές ώστε να επιτύχει εξοικονόμηση ενέργειας και τελικά μείωση των συνολικών του ενεργειακών δαπανών.

Από τα προαναφερόμενα συμπεράσματα προκύπτει ότι η στροφή στις Α.Π.Ε. και η επίτευξη των συγκεκριμένων στόχων διείσδυσής τους στην ηλεκτροπαραγωγή είναι και εφικτή και επωφελής για τη χώρα μας. Καθώς η Ελλάδα είναι ευνοημένη ηλιακά και γεωθερμικά. Αυτές οι μορφές Ανανεώσιμων Πηγών κερδίζουν έδαφος στην χώρα μας παρόλα αυτά με αργούς ρυθμούς σε σύγκριση με άλλες αναπτυγμένες χώρες. Όσο πιο γρήγορα γίνει αντιληπτό από την κοινωνία μας ότι μονόδρομος για το ενεργειακό μέλλον είναι οι πράσινες μορφές ενέργειας τόσο μεγαλύτερο όφελος θα λάβει η κοινωνία μας.

Το συμπέρασμα, λοιπόν, είναι σαφές, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας δεν μπορούν να μείνουν ανεκμετάλλευτες.

6. Βιβλιογραφία

- Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για δυνητικούς χρήστες , (ΚΑΠΕ) 2006
- Ground Reach- Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, (ΚΑΠΕ) 2007
- Ενσωμάτωση Τεχνολογιών ΑΠΕ & ΕΞΕ στον Οικιακό Τομέα, (ΚΑΠΕ) 2006
- Παπάζογλου Ε., Κυρίσης Σ., Σούτερ Χ. “Θέρμανση θερμοκηπίων και Αντλίες Θερμότητας”, Αθήνα 1987, Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας
- Περιοδικό Energy Point (Τεύχος 11- Απρίλιος 2008)
- Φωτοβολταϊκά συστήματα, Φραγκιαδάκης Ι. 2007
- Γεωθερμία, Φύτικας Μ., Ανδρίτσος Ν. , 2007
- “Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας”, Δρ. Τσιλιγκιρίδης Γ., 2007
- “Φωτοβολταϊκή τεχνολογία”, Κ. Καγκαράκης, 1992

Ηλεκτρονικές Πηγές

- <http://www.aenaon.net/gr/content/view/35/133/>
- <http://www.geothermal-energy.org>
- <http://www.investingreece.gov.gr>
- <http://lyk-vatheos.eyv.sch.gr>
- <http://www.energia.gr>
- <http://www.env-edu.gr>
- <http://www.selasenergy.gr/history.php>
- <http://fotovoltaika.blogspot.com>
- <http://www.anp.gr>
- <http://www.civicsolar.com/>
- <http://www.sma.de/>
- <http://www.thermansipress.gr/>
- <http://www.fotovoltaiika.gr/>

<http://www.solar-systems.gr/>

<http://www.iliakes-steges.gr/about-photovoltaics.html>

<http://www.irishellas.com/pvvalues.html>

<http://www.greenenergyparts.com/index.php/help>